



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**  
**COORDENAÇÃO GERAL DE PESQUISA**

**SÉRIE**  
**INICIADOS**  
**Vol. 13**

**Editora Universitária da UFPB**  
**João Pessoa – PB**  
**2008**

**E56p Encontro de Iniciação Científica da UFPB (12: 2007: João Pessoa).**  
Prêmio Iniciação Científica 2006/2007 15º Encontro de Iniciação  
Científica, – João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 2007  
382p: il.

Trabalhos Premiados apresentados no XV Encontro de Iniciação  
Científica I. Bezerra, Valdir Barbosa 13ª Série Iniciados

UFPB/BC  
ISBN: 978-85-7745-252-1

CDU : 001.891

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

**XV ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**

**Reitor:**

Rômulo Soares Polari

**Vice-Reitora:**

Maria Yara Campos Matos

**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

**Pró-Reitor:**

Isac Almeida de Medeiros

**Coordenador Geral de Pesquisa:**

Valdir Barbosa Bezerra

**Coordenador de Inovação Tecnológica**

Carlos Antônio Cabral dos Santos

**Coordenador Geral de Pós-Graduação**

Newton Viana Costa

**Equipe da Coordenação Geral de Pesquisa / PRPG:**

**Ana** Maria do Nascimento da Silva

**Iêda** Cantidiano de Andrade

Maria de **Fátima** Silva de Farias

**Marinalda** Adjuto Palmeira

**Natércia** dos Santos

**Raissa** Carvalho Cavalcanti de A. Montenegro

**Rogério** Oliveira Barbosa

**Vanessa** Cavalcanti Metri

**Comitê Organizador**

Valdir Barbosa Bezerra (Coordenador Geral de Pesquisa)

Afonso Celso Scocuglia – Assessor de Pesquisa -CE

André Regis de Carvalho - Assessor de Pesquisa - CCJ

Antônio de Melo Villar – Assessor de Pesquisa -CT

Carlos Xavier de Azevedo Neto – Assessor de Pesquisa -NDIHR

Francisco de Assis Limeira Júnior – Assessor de Pesquisa- CCS

Mailson Monteiro do Rêgo – Assessor de Pesquisa -CCA

Maria de Fátima Agra – Assessora de Pesquisa - LTF

Maria Zélia Góes de Mendonça – Assessora de Pesquisa -HU

Paulo Alves Wanderley – Assessor de Pesquisa -CFT

Rivete Silva de Lima – Assessor de Pesquisa- Assessor de Pesquisa -CCEN

Serioja Rodrigues C. Mariano - Assessora de Pesquisa -CCHLA

Zaqueu Ernesto da Silva – Assessor de Pesquisa – LES

**Comitê Gestor**

Ana Luisa Celino Coutinho CCJ  
Ana Maria Gondim Valença CCS  
André Régis de Carvalho CCJ  
Carla Mary da Silva CCHLA  
Cláudio Benedito Silva Furtado CCEN  
Fábio Henrique Tavares de Oliveira CCA  
Fernando Guilherme Perazzo Costa CCA  
Joana Coeli Ribeiro Garcia CCSA  
Gilson Barbosa Athayde Junior CT  
Ieda Maria Garcia dos Santos CCEN  
Ivan Targino Moreira CCSA  
José Humberto Vilar da Silva CFT  
José Mauricio Alves de Matos Gurgel CT  
Luiz Bueno da Silva CT  
Maria Auxiliadora Diniz de Sá CCSA  
Maria Luiza P. de Alencar Mayes Feitosa CCJ  
Maria Regina Vasconcellos Barbosa CCEN  
Marianne Carvalho B. Cavalcante CCHLA  
Natanael Antônio dos Santos CCHLA  
Paulo Alves Wanderley CFT  
Roberto Germano Costa CFT  
Solange Fátima G. da Costa CCS  
Zelma Glebya CCAE

## APRESENTAÇÃO

Durante todo o ano de 2007, comemoramos um fato relevante para a humanidade, que é o Cinquentenário da Era Espacial. Este fato só está sendo comemorado em razão do sonho de um brasileiro, Alberto Santos Dumont, que com coragem, determinação e persistência, superou o desafio de fazer um voo controlado com um aparelho mais pesado que o ar, e desta forma, dar início a era da aviação, cujo impacto sobre a humanidade, todos conhecemos. Os benefícios decorrentes dos avanços científicos e tecnológicos das ciências aeroespaciais durante os últimos cinquenta anos, estão cada vez mais presentes em nossas vidas, através das novas tecnologias nas áreas de informática, telecomunicações, ciências dos materiais, e em outras áreas do conhecimento, e que foram e continuam sendo incorporadas ao nosso cotidiano.

Outra comemoração que está sendo feita este ano, diz respeito ao Ano Polar Internacional. Esta comemoração está sendo promovida pela Organização Meteorológica Mundial, com o objetivo de intensificar os estudos das regiões polares. Estas regiões apresentam fenômenos únicos, com respeito ao sistema de circulação de ar, correntes marítimas, tanto profundas quanto superficiais e uma biodiversidade extraordinariamente rica, nas profundidades abissais dos seus mares. Conhecer essa biodiversidade, e toda sua dinâmica, pode nos fornecer preciosas informações sobre as mudanças climáticas no nosso Planeta, visto que as regiões polares são as mais sensíveis a estas mudanças. Este tema é extremamente atual e nos convoca para uma postura de zelo e cuidado com as questões ambientais, que afeta a todos os habitantes do nosso Planeta. As mudanças climáticas e seus efeitos sobre a Terra e a preservação do meio ambiente são temas que merecem a nossa atenção, e felizmente, já conseguiram mobilizar parte da sociedade para as questões ligadas a essa temática.

Este ano merece especial destaque o fato de estarmos realizando o XV Encontro de Iniciação Científica. Ao longo destes quinze anos, milhares de estudantes de nossa Instituição, tiveram a oportunidade de conhecer o método científico, de descobrir como a ciência é produzida, através da participação em projetos de pesquisa no âmbito do Programa de Iniciação Científica, e de apresentar os resultados de suas pesquisas no Encontro que ocorre anualmente, e é promovido pela Universidade Federal da Paraíba e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

No XV Encontro de Iniciação Científica foram apresentados cerca de 700(setecentos) trabalhos de pesquisa, em todas as áreas do conhecimento. Destes foram selecionados 27(vinte e sete) trabalhos para premiação, distribuídos nas seguintes áreas: Engenharias, Ciências Exatas, Ciências Agrárias, Ciências da Saúde, Ciências Biológicas, Linguística, Letras e Artes, Ciências Humanas, e Ciências Sociais Aplicadas. O número de áreas do conhecimento envolvidas nos dão uma idéia da diversidade temática, que fica evidenciada de maneira mais precisa através do detalhamento dos temas tratados, os quais vão da construção da textualidade na fala infantil, discussão sobre questões ligadas ao espaço agrário, teoria dos jogos no contexto da economia de mercado, agentes modificadores da atividade antibiótica de fitoconstituintes, avaliação da atividade analgésica de substâncias, caracterização de compósitos, estudo da elasticidade de estruturas até a investigação de questões ligadas ao fenômeno da transpiração da mamona.

Com a publicação de mais um volume da Série Iniciados, décimo terceiro volume, estamos divulgando uma pequena parte da produção científica dos estudantes que participam Programa de Iniciação Científica da Universidade Federal da Paraíba e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, levando, desta forma, à comunidade acadêmica uma pequena amostra do excelente trabalho desenvolvido na nossa Instituição, na importante tarefa de ensinar aos jovens a arte de fazer ciência e a atitude de ter um olhar científico acerca do mundo.

**Valdir Barbosa Bezerra**  
**Coordenador Geral de Pesquisa/PRPG**

## SUMÁRIO

### CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

- Título:** **Monoterpenos: Uma Nova Alternativa No Desenvolvimento De Fármacos Com Atividade Anticonvulsivante** 02  
**Orientando:** Franklin Ferreira de Farias Nóbrega  
**Orientador:** Reinaldo Nóbrega de Almeida
- Título:** **Avaliação de Flavonóides Isolados de *Herissantia tiubae* (K. Schum) Brizicky (Malvaceae) como Agentes Moduladores da Resistência a Drogas em *Staphylococcus aureus*** 17  
**Orientando:** Vivyanne dos Santos Falcão-Silva  
**Orientador:** José Pinto de Siqueira Junior
- Título:** **Dieta do Cavalo-Marinho *Hippocampus reidi* Ginsburg 1933 (Teleostei: Syngnathidae) na APA Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil.** 34  
**Orientando:** Aline de Farias Diniz  
**Orientador:** Ierece Maria de Lucena Rosa

### CIÊNCIAS DA SAÚDE

- Título:** **Incidência, prevalência e frequência da violência doméstica na saúde-saúde mental de mulheres no município de João Pessoa – Paraíba** 43  
**Orientando:** Kerle Dayana Tavares de Lucena  
**Orientador:** Ana Tereza Medeiros Cavalcanti da Silva
- Título:** **Efeitos do exercício físico com carga e aeróbio sobre o diâmetro venoso: um estudo longitudinal em praticantes das atividades de extensão do departamento de educação física da UFPB.** 57  
**Orientando:** Adenilson Targino de Araujo Júnior  
**Orientador:** Maria do Socorro Cirilo de Sousa
- Título:** **Avaliação da possível atividade analgésica central de HPA-10 e *Plumbago scandens* em camundongos** 72  
**Orientando:** André Silveira Pinho  
**Orientador:** Liana Clebia Soares Lima de Morais
- Título:** **Estudo epidemiológico das neoplasias malignas da pele diagnosticadas no Hospital Napoleão Laureano no período de janeiro de 2001 a junho de 2003** 88  
**Orientando:** Vanessa Milanesi Holanda  
**Orientador:** Esther Bastos Palitot

### CIÊNCIAS AGRÁRIAS

- Título:** **Estimativa da Evapotranspiração da Mamona (*Ricinus communis* L.) pelo Método do Balanço Hídrico** 99  
**Orientando:** José Madson da Silva  
**Orientador:** José Romualdo de Sousa Lima
- Título:** **Estudo da Ecofisiologia de Sementes de *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.: Influência dos Caprinos e Ovinos Como Vetores de Dispersão** 112  
**Orientando:** Cosmo Rufino de Lima  
**Orientador:** Riselane de Lucena Alcantara Bruno
- Título:** **Características físico-químicas e microbiológicas da lingüiça mista frescal comercializada em Solânea – PB** 125  
**Orientando:** Wadme Inácio Bezerra  
**Orientador:** Terezinha Domiciano Dantas Martins

## **ENGENHARIAS**

- Título:** Estudo experimental das notações em engenharia e sua aplicação na simulação computacional de sistemas mecânicos 137  
**Orientando:** Renato de Albuquerque Maia  
**Orientador:** Francisco Soares Másculo
- Título:** Pórticos planos e espaciais sob excitação harmônica: programação de elementos finitos em C++ 163  
**Orientando:** Ivanildo Teixeira Silva Junior  
**Orientador:** Ângelo Vieira Mendonça
- Título:** Reciclagem de resíduos da indústria de calçados em materiais alternativos na construção civil: desenvolvimento de blocos EVA para piso inter-travados 179  
**Orientando:** Mariana Porto Viana  
**Orientador:** Aluisio Braz de Melo

## **CIÊNCIAS EXATAS**

- Título:** Síntese e Caracterização de Compósitos Formados Por Fosfato de Cálcio Anidro e Óxido de Sílica 197  
**Orientando:** José Hundemberg Pereira Barbosa  
**Orientador:** Maria Gardênia da Fonseca
- Título:** Aplicações da Relação de Merminho ao Estudo de Defeitos Topológicos em Cristais Líquidos 214  
**Orientando:** Diego Dantas Queiroz Vilar  
**Orientador:** Fernando Jorge Sampaio Moraes
- Título:** Análise de Ruído, Compressão e Segmentação de Imagens Mamográficas 218  
**Orientando:** José Raphael Teixeira Marques  
**Orientador:** Leonardo Vidal Batista
- Título:** Estudo Teórico dos Fatores que Afetam a Basicidade de Aminas Alifáticas em Fase Gasosa e em Solução 237  
**Orientando:** Josias Alves Rocha dos Santos  
**Orientador:** Regiane de Cassia Maritan Ugulino de Araujo

## **LINGÜÍSTICA LETRAS E ARTES**

- Título:** A construção da textualidade na fala infantil 244  
**Orientando:** Neilson Alves de Medeiros  
**Orientador:** Evangelina Maria Brito de Farias
- Título:** A morfossintaxe dos verbos em situação de comunicação lingüística e suas implicações na correferencialidade 254  
**Orientando:** Raquel Torres de Araújo  
**Orientador:** Maria de Fátima Benício de Melo

## **CIÊNCIAS HUMANAS**

- Título:** Espaço agrário e trabalho assalariado na Zona da Mata Paraibana 282  
**Orientando:** Noemi Paes Freire  
**Orientador:** Emília de Rodat Fernandes Moreira
- Título:** Perspectiva Narrativa e processos de adaptação no filme O Invasor, de Beto Brant 296  
**Orientando:** Arthur Fernandes Andrade Lins  
**Orientador:** Luiz Antônio Mousinho Magalhães

**Título:** **Ação, Controle Consciente e Normas: Uma Defesa do Mentalismo** 310  
**Orientando:** Eduarda Calado Barbosa  
**Orientador:** Andre Leclerc

**Título:** **Influência da privação auditiva na detecção visual de crianças** 322  
**Orientando:** Jandilson Avelino da Silva  
**Orientador:** Natanael Antonio dos Santos

#### **SOCIAIS APLICADAS**

**Título:** **Análise de contratos entre produtores e exportadores na fruticultura nordestina através da teoria dos jogos** 336  
**Orientando:** Shirley Pereira de Mesquita  
**Orientador:** Luciano Menezes Bezerra Sampaio

**Título:** **Recuperando informações através de recursos da web semântica – modelagem** 350  
**Orientando:** José Wendell de Morais Silva  
**Orientador:** Guilherme Ataíde Dias

**Título:** **O contexto da Inclusão: a prática pedagógico-curricular, tendo em vista as expectativas de professores** 360  
**Orientando:** Joelma Remígio de Araújo  
**Orientador:** Ana Dorziat Barbosa de Melo



**CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

---

# MONOTERPENOS: UMA NOVA ALTERNATIVA NO DESENVOLVIMENTO DE FÁRMACOS COM ATIVIDADE ANTICONVULSIVANTE

**Franklin F. de Farias Nóbrega**

Laboratório de Tecnologia Farmacêutica, Universidade Federal da Paraíba. Caixa Postal: 5009. CEP: 58051-970

Bolsista PIBIC-CNPq/UFPB

[franklinnobrega@yahoo.com.br](mailto:franklinnobrega@yahoo.com.br)

**Prof. Dr Reinaldo Nóbrega de Almeida**

Laboratório de Tecnologia Farmacêutica, Universidade Federal da Paraíba. Caixa Postal: 5009. CEP: 58051-970

[reinaldoan@uol.com.br](mailto:reinaldoan@uol.com.br)

**Resumo:** Dentre a variedade de patologias do Sistema Nervoso Central, a epilepsia é tida como uma das mais sérias, tendo em vista os graves incômodos que proporciona ao seu portador. Trata-se de uma doença comum, que chega a afetar 0,5-1% da população mundial. O evento mais dramático de alguns quadros de epilepsia é a convulsão, que não é controlada em cerca de 25-30% dos pacientes com os fármacos anticonvulsivantes atualmente disponíveis. Com base nesse contexto, através desta pesquisa foram desenvolvidos estudos com alguns monoterpenos (4-Terpineol, (S)-(+)-linalol, (R)-(-)-linalol e (RS)-(±)-linalol), a fim de avaliar possível efeito anticonvulsivante, usando técnicas *in vivo*. A partir dos resultados obtidos nesse estudo pode-se chegar à conclusão que os monoterpenos estudados apresentaram perfil de fármacos anticonvulsivantes ao aumentar de forma significativa a latência para convulsões induzidas quimicamente por pentilenotetrazol. Além disso, foram capazes de inibir as convulsões induzidas por eletrochoque auricular, ao diminuir a duração e/ou diminuir o número dessas convulsões.

*Palavras-chave: Epilepsia, convulsão, monoterpenos, terpineol, linalol.*

## 1. Introdução:

A utilização de plantas como fonte de produtos terapêuticos acompanha a história da humanidade e, apesar do enorme desenvolvimento da síntese química atualmente, 25% das drogas prescritas no mundo são de origem vegetal. Entre 2001 e 2002 quase um quarto dos fármacos mais vendidos no mundo eram obtidos diretamente ou derivados de fontes naturais (BALUNAS; KINGHORN, 2005). Trinta por cento das novas substâncias químicas descobertas entre 1981 e 2002 são produtos naturais ou derivados desses. Outros 20% dessas novas moléculas são produtos sintetizados mimetizando estruturas encontradas na natureza (BALUNAS; KINGHORN, 2005; NEWMAN; CRAGG; SNADER, 2003).

Diversos fatores têm impulsionado a busca de novas drogas de origem vegetal: a descoberta de produtos eficazes para o combate a doenças com limitados tratamentos como o câncer; estudos sobre a biodiversidade e a preservação das espécies; falta de acesso da maioria da população aos medicamentos modernos, fazendo com que vias alternativas mais baratas sejam oferecidas.

Por outro lado, a falta de informação e o mau uso dos medicamentos geralmente provocam o aparecimento de reações colaterais graves ou então o insucesso do tratamento, causando descrença na sua eficácia. A falsa crença na absoluta segurança de uso dos

fitoterápicos é bastante disseminada. Há uma tendência em acreditar que tudo o que existe na natureza foi feito para satisfazer as necessidades humanas, não existindo riscos em seu consumo (CARVALHO, 2001).

Estudos têm mostrado o significativo papel dos produtos naturais na pesquisa de novas drogas, tanto na descoberta quanto no desenvolvimento (NEWMAN, CRAGG, SNADER, 2003). A etnofarmacologia associada à descoberta de novas drogas, usando produtos naturais, é um assunto de grande importância no cenário mundial na atualidade (PATWARDHAN; VAIDYA; CHORGHADÉ, 2004). Entretanto, apesar do avanço tecnológico atual, o processo de descoberta de novas drogas que possam ser utilizadas na terapêutica é considerado o principal problema que afeta a indústria farmacêutica (PATWARDHAN, 2005).

A respeito dos estudos realizados no campo das doenças do Sistema Nervoso Central (SNC), há registros que eles se iniciaram com a finalidade de restabelecer a homeostasia comportamental e emocional dos afetados.

Dentre a variedade de patologias do SNC, a epilepsia é tida como uma das mais sérias, tendo em vista os graves incômodos que proporciona a seu portador. A epilepsia é uma doença comum, que chega a afetar 0,5-1% da população mundial (HACHINSKI, 1998). Ainda não se tem uma causa reconhecida de sua existência, apesar dela poder manifestar-se em consequência de lesões cerebrais, tais como traumatismos, infecções e crescimentos tumorais, entre outros fatores com etiologia primária.

A epilepsia foi vista em animais filogeneticamente mais antigos que o homem, sugerindo que já havia animais epiléticos antes que o homem surgisse. As mais remotas descrições da epilepsia, porém, são dos egípcios e dos sumérios, e datam de 3500 a.C. (EPILEPSIA, 2002)

As epilepsias caracterizam-se por alterações crônicas, recorrentes e paroxísticas na função neuronal, decorrentes de anormalidade na atividade elétrica cerebral. A disfunção neurológica na sua fase aguda é chamada de crise epilética, a qual, dependendo da área cerebral envolvida pode manifestar-se através de distúrbios de cognição ou consciência, movimentos involuntários, automatismos de comportamento ou manifestações autonômicas, sensoriais e psíquicas (COSTA et al., 1992; SHNEKER, FOUNTAIN, 2003). O evento mais dramático de alguns quadros de epilepsia é a *convulsão*, estando associado à atividade hipersincrônica e repetitiva de um grupamento neuronal do córtex cerebral, cuja distribuição anatômica e duração de sua atividade determinam a natureza da crise (AVANZINI, FRANCESCHETTI, 2003).

Uma única convulsão generalizada pode ocorrer num indivíduo normal, em reação ao estresse fisiológico, privação do sono, efeito do álcool ou drogas ou traumatismo craniocéfálico. Processos infecciosos, tóxicos ou metabólicos podem originar convulsões reincidentes e limitadas, em indivíduos com um limiar de excitação nervosa reduzido, sem, entretanto, os mesmos apresentarem síndrome epilética (ALBUQUERQUE, CAMPOS, 1989). Apesar do importante progresso na compreensão das crises convulsivas nas últimas décadas, as bases celulares das epilepsias no homem permanecem ainda desconhecidas (LÖSCHER, SCHMIDT, 2002).

A classificação consensual da epilepsia (COMMISSION, 1989) reconhece duas importantes classes da doença que são as crises parciais e generalizadas: As crises parciais podem ser simples (Jacksoniana) ou complexas (psicomotoras). Na crise parcial simples, o foco se dar no córtex motor e, geralmente, permanece nesse local. O paciente apresenta contrações musculares involuntárias e experiências sensoriais anormais, mas não perde a consciência. Na epilepsia complexa, que está associada a um foco no lobo temporal, o ataque consiste em movimentos intencionais estereotipados, tais como movimentos de esfregar ou acariciar-se que duram poucos minutos, após os quais, o paciente se recupera sem qualquer

lembrança do evento. Não ocorrem convulsões nesse tipo de epilepsia (KOROLKOVAS, BURCKHALTER, 1976).

As crises generalizadas envolvem todo o cérebro, produzindo atividade elétrica anormal em ambos os hemisférios cerebrais. A perda imediata da consciência é característica nessas crises que podem ser tônico-clônicas (grande mal) ou de ausência (pequeno mal). A forma generalizada tônico-clônica consiste de uma forte contração inicial de toda a musculatura, causando um rígido espasmo extensor, ocorrendo com frequência uma súbita parada respiratória, defecação, micção e salivação. A fase tônica dura aproximadamente um minuto, seguida por uma série de espasmos violentos, sincrônicos, cessando gradualmente entre dois a quatro minutos. O paciente permanece inconsciente durante alguns minutos e depois ocorre a sua recuperação lentamente permanecendo confuso e doente. Nessa fase podem ocorrer lesões originárias do período convulsivo (PEDLEY, 2001). As crises de ausência são menos dramáticas, mas ocorrem com maior frequência no decorrer do dia. O paciente interrompe bruscamente o que quer que esteja fazendo, ignorando tudo aquilo que o cerca e recupera-se subitamente e sem efeitos futuros. A crise é rápida, durando, no máximo, quarenta e cinco segundos (FERREIRA, 1992).

Antes da descoberta das drogas antiepilépticas, muitas propostas terapêuticas para o controle da epilepsia, foram desenvolvidas, mas por não terem a menor consistência científica, foram abandonadas (BITTENCOURT, 1989).

Embora os anticonvulsivantes atuem com certa seletividade deprimindo o Sistema Nervoso Central, apresentam alguns importantes efeitos colaterais e também não são efetivos em cerca de 25-30% dos pacientes (RANG, DALE, RITTER, 2004). Sendo esses alguns dos fortes motivos da atual busca de novas alternativas de medicamentos antiepilépticos, mais eficazes, com reduzidos efeitos tóxicos e baixo custo, principalmente envolvendo produtos de origem sintética, semi-sintética e natural. Neste último caso, os óleos essenciais têm surgido com destaque considerando vários resultados promissores obtidos com algumas amostras desses produtos obtidos de plantas aromáticas.

Os óleos essenciais são produtos naturais com diferentes aplicações, principalmente na área da saúde e na indústria cosmética. Eles contribuem para o aroma e sabor de várias espécies vegetais, em especial aquelas conhecidas como aromáticas (LIS-BALCHIN; HART, 1999; CARDOSO et al., 2006). Os óleos essenciais constituem os elementos voláteis contidos em vários órgãos das plantas, possuem composição lipofílica que, quimicamente os difere da composição glicéridica dos verdadeiros óleos e gorduras (SIANI et al., 2006).

Muitos desses óleos já possuem estudos sobre suas várias atividades biológicas, como a atividade no Sistema Nervoso Central (SNC), a exemplo da analgésica (ALMEIDA; NAVARRO; BARBOSA-FILHO, 2001), anticonvulsivante (ALMEIDA; MOTTA; LEITE, 2003) e ansiolítica (UMEZU et al., 2002; ALMEIDA et al., 2004). Estudos realizados com os óleos essenciais de *Artemisia dracunculus* L. e *Cuminum cyminum* L., demonstraram a eficácia desses óleos em atenuar as convulsões induzidas por pentilenotetrazol e eletrochoque máximo, sugerindo uma atividade anticonvulsivante para essas espécies (SAYYAH; MAHBOUBI; KAMALINEJAD, 2002; SAYYAH; NADJAFNIA; KAMALINEDJAD, 2004; JANAHMADI et al., 2006). Pode-se citar ainda, outros exemplos de substâncias presentes em muitos óleos essenciais, como é o caso dos monoterpenos *linalol* (ELISABETSKY et al, 1995), *citral*, *beta-mirceno* e *limoneno* (VIANA et al, 2000), que apresentaram atividades anticonvulsivantes em experimentos animais.

Pode-se ainda mencionar, como exemplos de investigações mais recentes, os monoterpenos enantiômeros *S-(+)-carvona* e *R-(-)-carvona* (SOUSA; NOBREGA; ALMEIDA, 2007), bem como alguns análogos sintéticos desses, como é o caso da *hidroxidiidrocarvona* (ALMEIDA; SOUSA; OLIVEIRA, 2006) e da  *$\alpha,\beta$ -Epóxi-carvona*

(SOUSA; et al 2007), que apresentaram atividades depressoras significativas do Sistema Nervoso Central, inclusive atividade anticonvulsivante.

Com base nesse contexto, esta pesquisa foi idealizada no sentido de estudar compostos sintéticos e preparações de óleos essenciais e seus componentes, a fim de avaliar possíveis efeitos anticonvulsivantes, usando técnicas *in vivo*.

## **2. Objetivos:**

### **2.1. Objetivo geral:**

Avaliar o efeito anticonvulsivante de óleos essenciais de algumas espécies de plantas aromáticas, usando técnicas *in vivo*.

### **2.2. Objetivos específicos:**

- Determinar a toxicidade aguda das substâncias, em camundongos, por via intraperitoneal;
- Avaliar, além de óleos essenciais, os constituintes químicos desses, quanto a possível atividade anticonvulsivante;
- Avaliar também compostos análogos, obtidos por via sintética.

## **3. Materiais:**

### **3.1. Animais:**

No desenvolvimento do presente estudo, os animais utilizados foram camundongos *Mus musculus* albinos da linhagem Swiss, machos e/ou fêmeas, com 2 a 3 meses de idade, pesando entre 25 a 35 gramas, provenientes do Biotério Thomas George do LTF/ UFPB. Todos os animais foram mantidos até o dia dos experimentos em gaiolas de polipropileno, com temperatura ambiente de  $21 \pm 1$  °C e ciclo claro-escuro de 12h00 sendo que a fase de luz iniciando às 6h00 e terminando às 18h00. Os animais tiveram livre acesso à alimentação do tipo “pellets” (Labina) e a água, até 60 minutos antes dos experimentos.

### **3.2. Drogas e substâncias:**

- Cloreto de sódio (salina) à 0,9% (Merck – Alemanha);
- Diazepam (Sigma – USA);
- Fenitoína (Sigma – USA);
- Fenobarbital (Sigma – USA);
- Pentilenotetrazol (PTZ) (Sigma – USA);
- Solução de Tween - 80 a 0,2 % ( LTF/UFPB – Brasil);

### **3.3. Aparelhagem:**

O aparelho utilizado na indução das convulsões por impulsos elétricos foi o ECT UNIT 7801 – UGO BASILE – Itália, com uma corrente de 50 mA de intensidade, numa frequência de 150 pulsos/segundos e com duração de 0,2 segundos (THAVENDIRANATHAN et al., 2003).

### 3.4. Obtenção dos óleos essenciais e sínteses:

As substâncias naturais avaliadas foram adquiridas da empresa de óleos essenciais Dierberger Óleos Essenciais S.A. Os compostos sintéticos a serem estudados foram preparados pelo Dr. Damião Pergentino de Sousa da Universidade Federal de Sergipe, utilizando como matéria prima monoterpenos para-mentanos.

### 3.5- Substâncias estudadas e suas respectivas estruturas químicas:

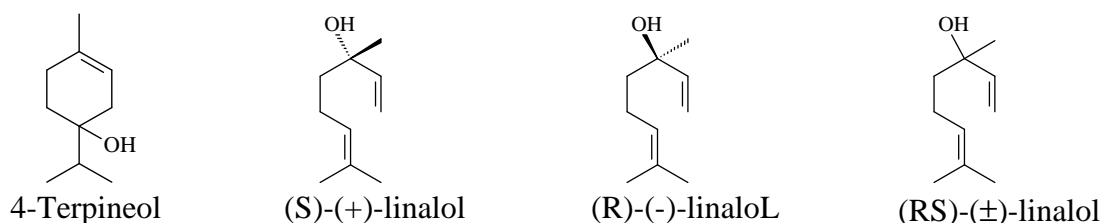


FIGURA 1 – Estruturas químicas das substâncias estudadas.

## 4. Metodologia:

No desenvolvimento da parte experimental foram levados em consideração os preceitos éticos que rege a pesquisa envolvendo animais de laboratório.

O volume administrado nos animais (camundongos) foi de 0,1mL/ 10g de peso de cada animal.

As doses e períodos de administração das drogas foram estabelecidos através de experimentos - piloto e/ ou com base em dados da literatura.

As diversas doses das substâncias estudadas foram preparadas imediatamente antes de sua utilização, dissolvidas em solução de cloreto de sódio a 0,9% (Salina), quando solúveis em água, ou com outros veículos, no caso de serem insolúveis, soluções essas usadas como controle.

A via de administração das substâncias foi a intraperitoneal (i.p.).

### 4.1. Métodos comportamentais:

#### 4.1.1. Convulsões induzidas pelo pentilenotetrazol (PTZ):

A inibição das convulsões induzidas pelo (PTZ) é uma metodologia extensamente utilizada para avaliar o efeito anticonvulsivante de drogas em animais (LOWSON, GENT, GOODCHILD, 1991). Além disso, é considerado um modelo experimental para “crises convulsivas generalizadas de ausência” (OLIVEIRA et al., 2001). Portanto, sabe-se que o bloqueio das convulsões induzidas quimicamente pelo PTZ, em roedores, é uma característica de algumas drogas depressoras do SNC pertencentes à classe dos anticonvulsivantes (ANCA, LAMELA, CALLEJA, 1993).

Os animais foram divididos em grupos (n = 8-10), sendo o primeiro grupo denominado como controle, e recebendo por via i.p. uma dose do veículo (Água + Tween 80); o segundo grupo, denominado grupo padrão da atividade anticonvulsivante, foi tratado, pela mesma via i.p., com diazepam (4mg/kg). Os grupos seguintes foram tratados pelas substâncias em teste, nas suas respectivas doses. Após 30 minutos de administração das substâncias, os animais foram tratados com PTZ, na dose de 60 mg/kg, e foram observados por 15 minutos, a fim de se detectar a ocorrência do primeiro episódio de convulsões clônicas (latência).

#### 4.1.2. Convulsões induzidas por eletrochoque auricular:

Alguns estudos têm demonstrado que se uma droga for capaz de abolir a convulsão tônica produzida por um eletrochoque auricular agudo é forte indicativo de que a mesma possa ser um antiepiléptico eficaz para o tipo tônico-clônica (CARLINI et al, 1973), portanto esse modelo animal pode ser utilizado na triagem de drogas com atividade nesse tipo de epilepsia (FISHER, 1989; LÖSCHER, FASSBENDER, NOFTING, 1991).

Os animais foram divididos em grupos (n = 8-10), sendo o primeiro grupo denominado controle, recebendo por via i.p. o veículo; o segundo grupo denominado grupo padrão da atividade anticonvulsivante, foi tratado pela mesma via, com fenobarbital (25 mg/kg) ou fenitoína (25 mg/kg). Os grupos seguintes foram tratados pelas substâncias em teste nas suas respectivas doses

Trinta minutos após terem sido administradas as substâncias nos animais, estes foram submetidos a um choque auricular com corrente de 0,5 mA de intensidade, numa frequência de 150 pulsos/ segundo e com duração de 0,5 segundos. O número de animais que apresentaram convulsões tônicas, caracterizadas pela extensão tônica dos membros posteriores, foi observado.

#### 5- Análise estatística:

A análise estatística dos resultados obtidos foi realizada obedecendo à particularidade de cada experimento. Foram utilizados os testes de Análise de Variância (ANOVA) com uma classificação (one-way), seguida do Teste de Dunnett para medidas paramétricas e o teste de Fisher para medidas não paramétricas. A Toxicidade Aguda (DL<sub>50</sub>) foi estabelecida através de uma regressão não linear utilizando o GraphPad Prism®, versão 3.03. Os resultados só foram considerados significativos quando apresentaram p < 0,05.

#### 6- Resultados e discussões:

Conforme os resultados expressos no *gráfico 1*, o monoterpeno *4-terpineol*, nas doses de 100, 200 e 300 mg/kg, inibiu as convulsões induzidas quimicamente por pentilenotetrazol, aumentando significativamente a latência. Já de acordo com os resultados mostrados no *gráfico 2*, no grupo de animais tratados com *4-terpineol* (300 mg/kg), esta substância foi capaz de inibir as convulsões tônicas em 75% dos animais submetidos ao eletrochoque auricular.

Observando os resultados expressos no *gráfico 3*, pode-se perceber que monoterpeno *S-(+)-linalol*, na dose de 300 mg/kg, inibi as convulsões induzidas quimicamente por pentilenotetrazol, aumentando significativamente a latência. Já de acordo com os resultados mostrados no *gráfico 4*, no grupo de animais tratados com *S-(+)-linalol* na mesma dose (300 mg/kg), essa substância inibiu as convulsões tônicas em 62,5% dos animais submetidos ao eletrochoque auricular. Podemos ainda notar, em relação aos resultados encontrados no teste do eletrochoque, que *S-(+)-linalol*, nas doses de 200 e 300 mg/kg, foi capaz de diminuir, de forma significativa, a duração das convulsões tônicas, nos animais testados (*Gráfico 5*).

De acordo com os resultados mostrados no *gráfico 6*, o monoterpeno *R-(-)-linalol*, na dose de 300 mg/kg, inibiu as convulsões induzidas quimicamente por pentilenotetrazol, aumentando significativamente a latência. Já de acordo com os resultados mostrados no *gráfico 7*, pode-se perceber que tanto o grupo de animais tratado com a dose de 200 mg/kg, quanto no grupo tratado com a dose de 300 mg/kg, essa substância foi capaz de inibir as convulsões tônicas em 62,5% dos animais submetidos ao eletrochoque auricular. Ainda em relação aos resultados obtidos com *R-(-)-linalol*, observa-se que nessas mesmas doses, 200 e

300 mg/kg, essa substância diminuiu, de forma significativa, a duração das convulsões tônicas, nos animais testados, em relação ao grupo controle (*gráfico 8*).

Ao analisar os resultados expressos no *gráfico 9*, nota-se que o monoterpeno *RS-(±)-linalol*, tanto nas doses de 200 e 300 mg/kg, Mostrou-se capaz de inibir as convulsões induzidas quimicamente por pentilenotetrazol, aumentando significativamente a latência. De acordo com os resultados mostrados no *gráfico 10*, pode-se perceber que *RS-(±)-linalol*, na dose de 300 mg/kg, ao ser administrado, inibiu as convulsões tônicas em 100% dos animais submetidos ao eletrochoque auricular. Ainda em relação aos resultados obtidos nesse mesmo teste, observa-se que *RS-(±)-linalol*, nas doses 200 e 300 mg/kg, diminuiu, de forma significativa, a duração das convulsões tônicas, nos animais testados, em relação ao grupo controle (*gráfico 11*).

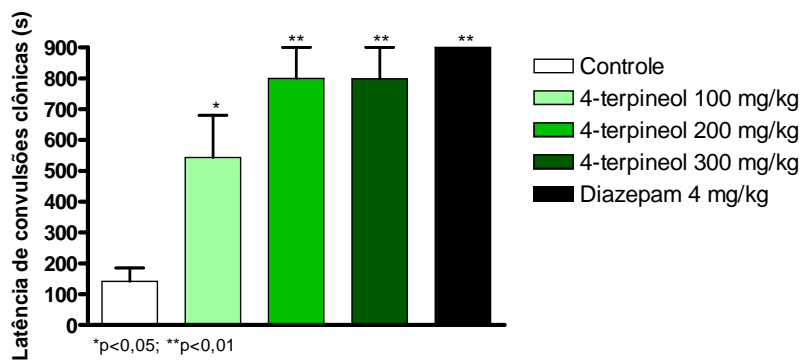


Gráfico 1- Efeito de *4-Terpineol* sobre as convulsões induzidas por Pentilenotetrazol (PTZ) em camundongos.

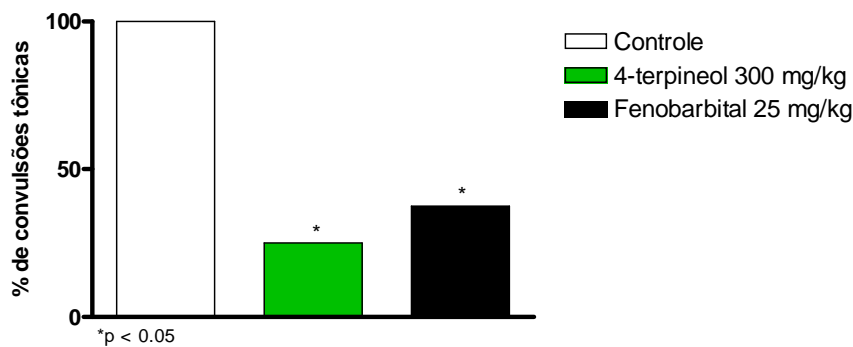


Gráfico 2: Efeito d *4-Terpineol* sobre as convulsões induzidas por eletrochoque auricular em camundongos.

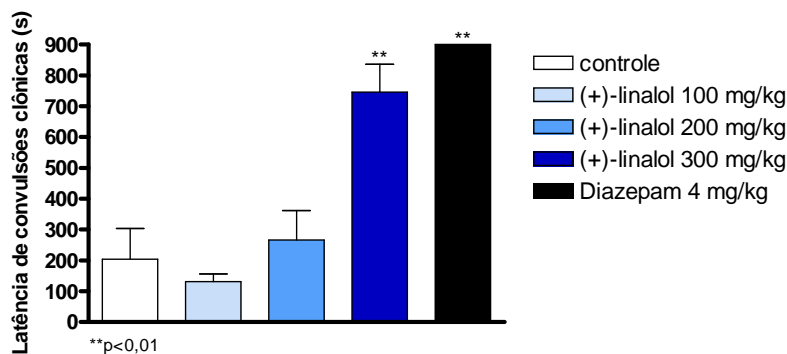


Gráfico 3- Efeito de *S-(+)-Linalol* sobre as convulsões induzidas por Pentilenotetrazol (PTZ) em camundongos.



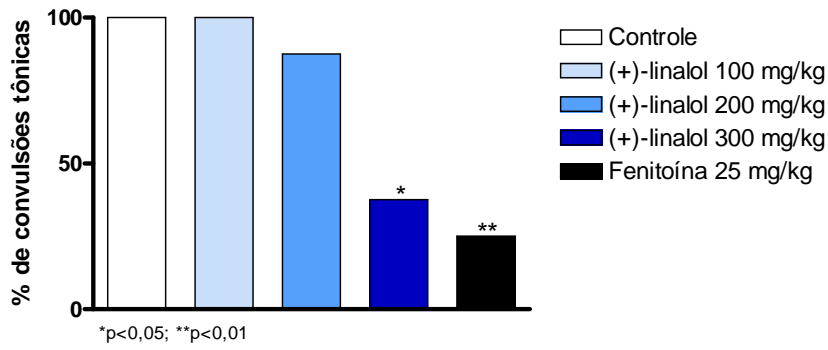


Gráfico 4: Efeito de *S-(+)-Linalol* sobre as convulsões induzidas por eletrochoque auricular em camundongos.

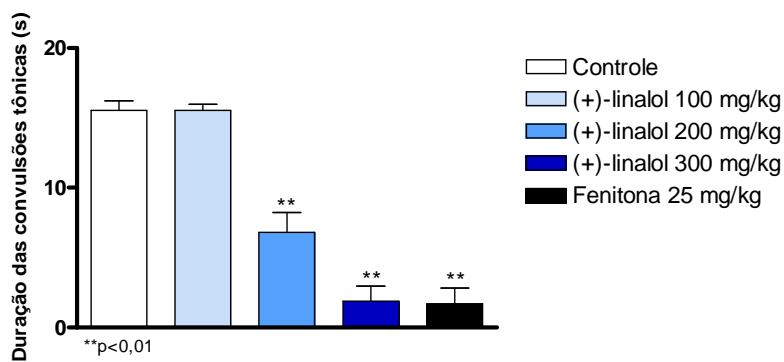


Gráfico 5: Efeito de *S-(+)-Linalol* sobre as convulsões induzidas por eletrochoque auricular em camundongos.

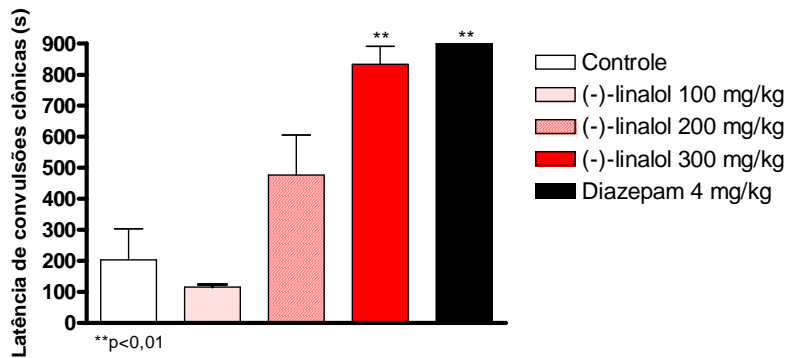


Gráfico 6- Efeito de *R-(-)-Linalol* sobre as convulsões induzidas por Pentilenotetrazol (PTZ) em camundongos.

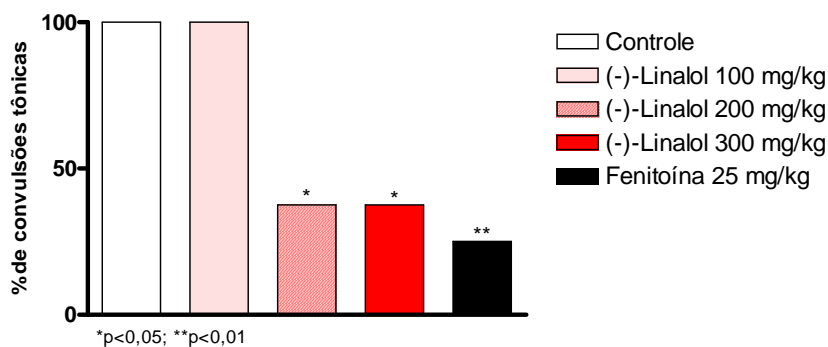


Gráfico 7: Efeito da *R(-)-Linalol* sobre as convulsões induzidas por eletrochoque auricular em camundongos.

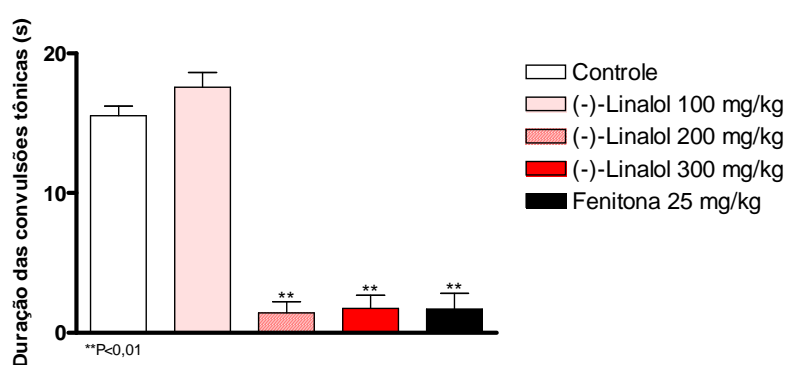


Gráfico 8: Efeito da *R(-)-Linalol* sobre as convulsões induzidas por eletrochoque auricular em camundongos.

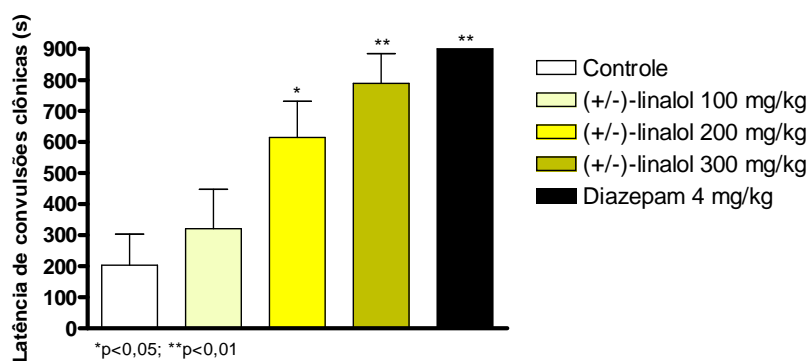


Gráfico 9- Efeito de *RS-(±)-Linalol* sobre as convulsões induzidas por Pentilenotetrazol (PTZ) em camundongos.

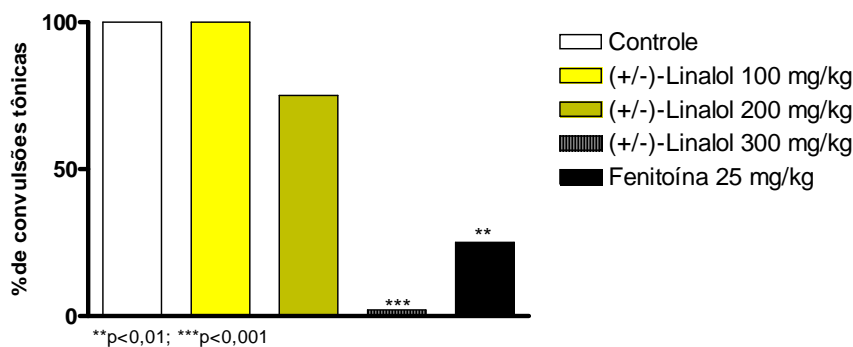


Gráfico 10: Efeito da *RS-(±)-Linalol* sobre as convulsões induzidas por eletrochoque auricular em camundongos.

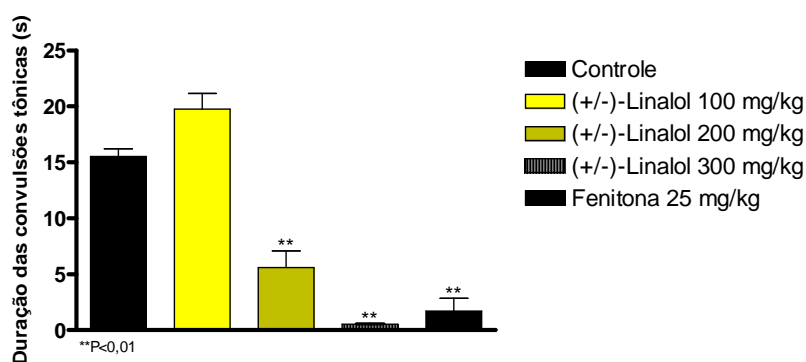


Gráfico 11: Efeito da *RS-(±)-Linalol* sobre a duração das convulsões induzidas por eletrochoque auricular em camundongos.

Devido a um elevado índice de pessoas portadoras de um distúrbio que acomete o Sistema Nervoso Central (SNC), no caso da epilepsia, que pode chegar a ser fatal ou, até mesmo trazer conseqüências e efeitos drásticos para os pacientes portadores dessa enfermidade, faz-se necessário então, a busca de novas drogas que apresentem menos efeitos colaterais e que mantenha o paciente em condições saudáveis para sua sobrevivência.

Nos testes de triagem, que em geral antecedem aos estudos específicos, tem se observado que as drogas estimulantes do SNC causam uma hiperatividade motora dos animais de laboratório, enquanto que as depressoras apresentam efeitos contrários (CARLINI, 1973), ou seja, reduzem significativamente a atividade motora de animais experimentais, no entanto, diversos outros parâmetros devem ser avaliados para uma classificação mais precisa da droga.

No presente trabalho, houve uma busca no sentido de se encontrar substâncias que apresentassem a capacidade de reduzir os efeitos de um ataque epilético, diminuindo ou bloqueando o efeito estimulante do Eletrochoque ou PTZ que atua bloqueando os canais de cloreto (TRAPANI et al, 1996).

Tais drogas, nesses modelos animais, produzem uma diminuição da atividade motora (CONTAR, 1985) e estudos sugerem, dentre outros mecanismos, que a maioria das drogas anticonvulsivantes exercem os seus efeitos farmacológicos atuando junto ao complexo-receptor do ácido  $\gamma$ -aminobutírico (GABA) (THIAGARAJAN et al, 1989), sabendo que estas apresentam uma potente ação quando facilitam a transmissão GABAérgica (TRAPANI et al, 1996).

Na tentativa de avaliar o possível efeito anticonvulsivante das substâncias em estudo, realizou-se o teste das convulsões induzidas quimicamente pelo PTZ em camundongos que é considerado um modelo experimental para “crises convulsivas generalizadas de ausência”

(LÖSCHER; SCHMIDT, 2002) e que funciona como um modelo de triagem para drogas anticonvulsivantes (LÖSCHER; SCHMIDT, 1994). O PTZ, na dose de 60 mg/kg por via intraperitoneal, é um potente convulsivante que atua induzindo convulsões por inibir canais de íons cloreto associados a receptores do ácido  $\gamma$  - aminobutírico (GABA<sub>A</sub>) (LÖSCHER; SCHMIDT, 1988). GABA é o maior neurotransmissor inibitório do SNC (N`GOUEMO; NGUEMBY-BINA; BALDY-MOULINIER, 1994). Além disso, o PTZ pode ainda induzir convulsões por um efeito excitatório direto sobre as membranas neuronais (FAINGOLD, 1987).

O modelo animal da eletroconvulsão é muito utilizado na identificação de drogas anticonvulsivantes indicadas no tratamento das crises epiléticas generalizadas tônico-clônicas (BARROS; LEITE, 1986). É um método de triagem para drogas com potencial anticonvulsivante, semelhante ao teste das convulsões induzidas pelo PTZ (LÖSCHER; SCHMIDT, 1994). Apesar de seu pouco entendimento, sabe-se que esse modelo é baseado no fato de que repetidas estimulações de pulsos elétricos são capazes de produzir convulsões tônico-clônicas, denominada de convulsão máxima por eletrochoque (BARROS; LEITE, 1986). Estudos indicam que a ação anticonvulsivante de drogas que inibam esse tipo de convulsões aja tanto aumentando os níveis de GABA, assim como promove o bloqueio à condutância do sódio (FERREIRA, 1992; RALL; SCHLEIFER, 1991).

No presente estudo, as substâncias citadas no item 3.5 foram avaliadas de acordo com a sua atividade anticonvulsivante. Dentre essas merecem destaque, as que apresentaram resultados estatisticamente significativos em relação aos respectivos grupos controle e padrão, inibindo as convulsões induzidas por pentilenotetrazol e/ou eletrochoque auricular.

Ao observarmos as estruturas das substâncias, verifica-se que 4-terpineol, trata-se de um monoterpene álcool de cadeia fechada. Essa característica talvez tenha sido a responsável pela atividade farmacológica observada, já que em experimentos anteriores, nos mesmos modelos animais, a substância  $\alpha$ -terpineol, estruturalmente semelhante, também demonstrou uma significativa atividade anticonvulsivante (SOUSA, D.P.; QUINTANS-JR, L; ALMEIDA, R.N., 2007).

Estudando de forma comparativa os enantiômeros (S)-(+)-Linalol, em relação ao racêmico (RS)-( $\pm$ )-linalol, que já tem demonstrada a sua significativa atividade anticonvulsivante (ELIZABETSKY; BRUM; SOUSA, 1999), podemos verificar que o linalol racêmico, (RS)-( $\pm$ )-linalol, é mais potente que os linalois enantiopuros. Esses dados indicam que há um sinergismo do efeito anticonvulsivante na mistura dos linalois.

Em alguns experimentos, pode-se perceber ainda, uma atividade mais expressiva do enantiômero (R)-(-)-Linalol em relação a atividade anticonvulsivante, resultado que pode ser comprovado com alguns dados referentes a essa substância

Admite-se que os atuais fármacos anticonvulsivantes atuem pelo menos por dois motivos principais: reduzindo a excitabilidade elétrica das membranas celulares, possivelmente através do bloqueio uso-dependente dos canais de sódio e, exacerbando a inibição sináptica mediada por GABA. Isso pode ser conseguido por uma ação pós-sináptica exacerbado por GABA, inibindo GABA-transaminase, ou por mecanismos com propriedades diretas GABA- agonistas (RANG; DALE; RITTER, 2004). No entanto, com os testes realizados com essas substâncias não foi possível se estabelecer um mecanismo de ação o que poderá ocorrer em estudo específicos.

## 7. Conclusões:

A partir dos resultados obtidos no estudo da possível atividade anticonvulsivante dos monoterpenos estudados, mostrados nos gráficos das páginas 4 a 8, pôde-se chegar as seguintes conclusões:

- 4-TERPINEOL: apresentou perfil de fármaco anticonvulsivante ao aumentar de forma significativa a latência para convulsões induzidas quimicamente por PTZ. Além disso, foi capaz de inibir as convulsões induzidas eletricamente;
- S-(+)-LINALOL: foi capaz de aumentar significativamente a latência para convulsões induzidas quimicamente por PTZ, apresentando, portanto, características de fármacos anticonvulsivantes. Foi capaz ainda, de inibir as convulsões induzidas eletricamente, tanto diminuindo o número como a duração das convulsões;
- R-(-)-LINALOL: no teste do PTZ, aumentou de forma significativa a latência para o início de convulsões. Quando avaliado no teste das convulsões induzidas pelo eletrochoque auricular, demonstrou ainda ser capaz de diminuindo o número e a duração das convulsões, de forma significativa.
- RS-(±)-LINALOL: aumentou de forma significativa a latência para o início de convulsões no teste do PTZ, assim como, diminuiu o número e a duração das convulsões no teste do eletrochoque, apresentando perfil de fármaco anticonvulsivante.

## 8. Agradecimentos:

LTF - Laboratório de Tecnologia Farmacêutica

UFPB – Universidade Federal da Paraíba

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

## 9. Referências:

- ALBUQUERQUE, M.; CAMPOS, C.J.R. Fatores desencadeantes de crises epiléticas. *Jornal da Liga Brasileira de Epilepsia*, 2:118-122, 1989;
- ALMEIDA, R. N.; NAVARRO, D. S.; BARBOSA-FILHO, J. M. Plants with central analgesic activity. *Phytomedicine*, v. 8, p. 310-322, 2001;
- ALMEIDA, R. N.; MOTTA, S. C.; LEITE, J. R. Óleos essenciais com propriedades anticonvulsivantes. *Boletim Latinoamericano e do Caribe de Plantas Mediciniais Aromáticas*, v. 2, p. 3-6, 2003;
- ALMEIDA, R. N.; MOTTA, S. C.; FATURI, C. B.; CATALANI, B.; LEITE, J. R. Anxiolytic-like effects of rose oil inhalation on the elevated plus-maze test in rats. *Pharmacology, Biochemistry and Behaviour*, v. 77, p. 361-364, 2004;
- ALMEIDA, R. N.; SOUSA, D. P.; OLIVEIRA, F. S. Evaluation of the Central Activity of Hydroxydihydrocarvone. *Biol. Pharm. Bull.* 29(4) 811—812 (2006);
- ANCA, J.M.; LAMELA, M.; CALLEJA, J.M. Activity on the Central Nervous System of *Himantalia elongata*. *Planta Médica*, 59: 218-220, 1993;
- AVANZINI, G; FRANCESCHETTI, S. Cellular biology of epileptogenesis. *The Lancet: Neurology*, vol 2, January, 2003;
- BALUNAS, M. J. AND KINGHORN, A. D. Drug Discovery from Medicinal Plants, *Life Sciences*, 78, 431-441, 2005;

- BARROS, H.M.T.; LEITE, J.R. – Mecanismos neuroquímicos da ação de drogas anticonvulsivantes. *Revista da Associação Brasileira de Psiquiatria*. 8:80-83, 1986;
- BITTENCOURT, P.C.T. – Drogas em epilepsia. *Arquivos Catarinenses de Medicina*. 18: 147-154, 1989;
- CARDOSO, M. G.; GAVILANES, M. L.; MARQUES, M. C. S.; SHAN, A. Y. K. V.; SANTOS, B. R; OLIVEIRA, A. C. B.; BERTOLUCCI, S. K. V.; PINTO, A. P. S. Óleos essenciais. p. 1-42. Disponível em: [http://www.editora.ufla.br/Boletim/pdfextensao/bol\\_62.pdf](http://www.editora.ufla.br/Boletim/pdfextensao/bol_62.pdf). Acesso em: 23 fev. 2006.
- CARLINI, E.A. Farmacologia sem aparelhagem. São Paulo, Ed Savier, 145-188, 1973;
- CARVALHO, J. E. Fitoterápicos: Alimento ou Medicamento? In: MERCADANTE AZ, BOBBIO FO, BOBBIO PA, PEREIRA JL, PASTORE GM, ed. *Ciência de Alimentos: avanços e perspectivas vol II*. Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp, Campinas, 2001. p.196-202.
- COMMISSION ON CLASSIFICATION AND TERMINOLOGY OF THE ILAE: Proposal for revised clinical classification of epileptic seizures. *Epilepsia*. 22:489, 1989;
- CONTAR, J.D.P.; FERREIRA, T.M.S.; SOUZA, M.L.O.; LORDER, H.M.; SILVA-FILHO, A.R.; BUENO, O.F.A.; CARLINI, E. A. – Farmacologia Pré-clínica, Clínica e Toxicológica do *Cymbopogon citratus* (Capim-cidrão). Programa de Pesquisa em Plantas Medicinais, CEME, Brasília, 15-24, 1985;
- COSTA, J.C., RUSSO, R.E., GUILHERMO, G.; VELLUTI, J.C. Bases celulares da epilepsia. *Jornal da Liga Brasileira de Epilepsias*. 5(1): 9-17, 1992;
- ELIZABETSKY, E., BRUM, L.F., SOUSA, D.O. Anticonvulsant properties of linalool in glutamate-related seizure models. 6(2):107-13. *Phytomedicine*. 1999;
- ELIZABETSKY E, COELHO DE SOUZA GP, SANTOS MAC, SIQUEIRA IR, AMADOR TA (1995) – Sedative properties of linalol. *Fitoterapia* 66: 407-414;
- FAINGOLD, C.L. Seizures induced by convulsant drug. In P.C. Jobe and H.E. Laird. II (Eds.) *Neurotransmitters and Epilepsy*. The Humans Press, Clifton, pp 215-275, 1987.
- FERREIRA, I.B.L. Medicamentos Antiepilepticos. Em: *Farmacologia Básica e Clínica*. 5a. Edição. Katzung B.G. Ed., Guanabara Koogan, 1992;
- FISHER, R.S. Animal models of the epilepsies. *Brain Research Rev*. 14:245-278, 1989;
- HACHINSKI, V. New antiepileptic drugs – the cost of innovation. *Archives Neurology*, 55: 1142, 1998;
- JANAHMADI, M.; NIAZI, F.; DANYALI, S.; KAMALINEJAD, M. Effects of the fruit essential oil of *Cuminum cyminum* Linn. (Apiaceae) on pentylentetrazol-induced epileptiform activity in F1 neurones of *Helix aspersa*. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 104, p. 278-282, 2006;
- KITANO, Y.; USUI, C.; TAKASUNA, K.; HIROHASHI, M. NOMURA, M. Increasing-current electroshock seizures test: a new method for assessment of anti and pro-convulsant activities of drugs in mice. *Journal of Pharmacological and Toxicological Methods*. 35:25-29, 1996;
- KOROLKOVAS, A; BURCKHALTER, J.H. Anticonvulsants. *Essential of medicinal chemistry*. New York:Wiley, p. 105, 1976;
- LIGA BRASILEIRA DE EPILEPSIA. [www.epilepsia.org.br](http://www.epilepsia.org.br) . Acesso em 20/06/2007;
- LIS-BALCHIN, M.; HART, S. Studies on the mode of action of the essential oil of lavender (*Lavandula angustifolia* P. Miller). *Phytotherapy Research*, v. 13, p. 540-542, 1999.

- LÖSCHER, W.; FASSBENDER, C.P.; NOFTING, B. The role of technical, biological and pharmacological factors in the laboratory evaluation of anticonvulsant drugs. II . Maximal Electroshock seizures models. *Epilepsy Research*. 8:79-94, 1991;
- LÖSCHER, W.; SCHMIDT, D. Strategies in antiepileptic drug development: is rational drug design superior to random screening and structural variation? *Epilepsy Research*. 17:95-134, 1994;
- LÖSCHER, W.; SCHMIDT, D. New horizons in the development of antiepileptic drugs. *Epilepsy Research*, 50: 3-16, 2002;
- LOWSON, S.; GENT, J.P.; GOODCHILD, C.S. Convulsive thresholds in mice during the recovery phase from anesthesia induced by propofol, thiopentone, methohexitone and etomidate. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*. 102: 879-882, 1991;
- NEWMAN, D.J.; CRAGG, G.M.; SNADER, K.M. Natural products as sources of new drugs over the period 1981-2002. *Journal of Natural Products*. 66:1022-1037, 2003;
- N`GOUEMO, P, NGUEMBY-BINA, C., BALDY-MOULINIER, M. Some neuropharmacological effects of an ethanolic extract of *Maprounea africana* in rodents. *Journal of Ethnopharmacology* 43:161-166, 1994.
- OLIVEIRA, F. A. ; ALMEIDA, R. N. ; SOUZA, M. F. V. ; BARBOSA FILHO, J. M. ; DINIZ, S. A. ; MEDEIROS, I. A. . Anticonvulsant Properties of N-Salicyloyltryptamine in mice. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 68: 199-202, 2001;
- PATWARDHAN, B. Ethnopharmacology and drug discovery. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 100, p. 50-52, 2005.
- PATWARDHAN, B.; VAIDYA, A. B. D.; CHORGHAE, M. Ayurveda and natural products drug discovery. *Current Science*, v. 86, p. 789-799, 2004.
- PEDLEY, T.A. As epilepsias. In: Goldman, L., Bennet J.C. *Tratado de Medicina Interna*. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 2001;
- RANG, H. P.; DALE, M. M.; RITTER, J. M. *Farmacologia*. Tradução da 5ª ed Americana. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan,, 2004;
- RALL, T. W.; SCHLEIFER – *Drogas Eficazes no Tratamento das Epilepsias*. Em: *As Bases Farmacológicas da Terapêutica*, 8ª edição (GILMAN, A. G.; RALL, T.W.; NIES, A.S.; TAYLOR, R. EDS) Guanabara Koogan, 1991;
- SAYYAH, M.; MAHBOUBI, A.; KAMALINEJAD, M. Anticonvulsant effect of the fruit essential oil of *Cuminum cyminum* in mice. *Pharmaceutical Biology*, v. 40, p. 478-480, 2002;
- SAYYAH, M.; NADJAFNIA, L.; KAMALINEJAD, M. Anticonvulsant activity and chemical composition of *Artemisia dracuncululus* L. essential oil. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 94, p. 283-287, 2004;
- SHNEKER, B.F.; FOUNTAIN, N.B. Epilepsy. *Disease-a-Month*. 49(7): 426-447, 2003;
- SIANI, A. C.; SAMPAIO, A. L. F.; SOUSA, M. C.; HENRIQUES, M. G. M. O.; RAMOS, M. F. S. Óleos essenciais – potencial anti-inflamatório. *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*, p. 38-43. Disponível em: <[http://: www.biotecnologia.com.br](http://www.biotecnologia.com.br)>. Acesso em: 23 fev. 2006;
- SOUZA, D. P.; QUINTANS-JR, L.J.; ALMEIDA, R. N. Anticonvulsant activity of  $\alpha$ -terpineol. *Pharmaceutical Biology*. 45 (1): 69-70, 2007;
- SOUZA, D. P.; NOBREGA, F. F.F; ALMEIDA, R. N. Influence of the chirality of (R)-(-)- and (S)-(+)-carvone in the central nervous system: A comparative study. *Chirality*. 19:264-268, 2007;
- SOUZA, D. P.; NOBREGA, F. F.F; CLAUDINO, F.S.; MATTEI, R; LEITE, J.R; ALMEIDA, R. N. Pharmacological effects of the monoterpene  $\alpha,\beta$ -epoxy-carvone in mice. *Rev. Bras. de Farmacognosia*. 17(1): 23-28.2007;

- SWINYARD, E.A.; BROWN, W.C.; GOODMAN, L.S. - Comparative Assays of anti-epileptic drug in Mice and rats. *J. Pharmac. Exp. Ther.* 106: 319-330, 1952;
- THAVENDIRANATHAN, P; CHOW, C.; CUNNANE, S.; BURNHAM, W.M. The effect of the 'classic' ketogenic diet on animal seizure models. *Brain Research.* 959: 206–213, 2003;
- THIAGARAJAN, A. B.; GLEITER, CHRITOPH, H. G.; MEFFORD, I. N.; ESKAY, R. L.; NUTT, D. J. – Effect of Single and Repeated Eletroconvulsive Shock on the Hypotalamic-Adrenaç Axis and Plasma Catecholamines in Rats. *Psychopharmacology*, 97: 548-552, 1989.
- TRAPANI, G.; FRANCO, M.; LATROFA, A.; CAROTTI, A.; CELLAMARE, S.; SERRA, M.; GHIANI, C.; TULIGI, G.; BIGGIO, G.– Synthesis and Anticonvulsivante aActive of Some 1,2,3,3a-Tethaydropyrrolo [2,1-b]-benzothiazol-thazol-or-oxazol-1ones in Rodents. *J. Pharm. Pharmacol.*, 48:334-340, 1996;
- UMEZU, T.; ITO, H.; NAGANO, K.; YAMAKOSHI, M.; OOUCHI, H.; SAKANIWA, M.; MORITA, M. Anticonflict effects of rose oil and identification of its active constituents. *Life Science*, v. 72, p. 91-102, 2002;
- VIANA GSD, VALE TG, SILVA CMM, MATOS FJD (2000). – Anticonvulsant activity of essential oils and active principles from chemotypes of *Lippia Alba* (MILL.) NE BROWN. *Biol Pharm Bull* 23: 1314-1317;



**Avaliação de Flavonóides Isolados de *Herissantia tiubae* (K. Schum) Brizicky  
(Malvaceae) como Agentes Moduladores da Resistência a Drogas em *Staphylococcus  
aureus***

**Vivyanne dos Santos Falcão Silva**

Universidade Federal da Paraíba  
Departamento de Biologia Molecular/CCEN  
58051-900. João Pessoa, PB.  
Bolsista PIBIC-CNPq/UFPB  
vivyannefalcao@yahoo.com.br

**Davi Antas e Silva**

Universidade Federal da Paraíba  
Laboratório de Tecnologia Farmacêutica “Delby Fernandes de Medeiros”,  
58051-970. João Pessoa, PB.  
mfvanderlei@lftf.ufpb.com.br

**Maria de Fátima Vanderlei de Souza**

Universidade Federal da Paraíba  
Laboratório de Tecnologia Farmacêutica “Delby Fernandes de Medeiros”,  
58051-970. João Pessoa, PB.  
mfvanderlei@lftf.ufpb.com.br

**José Pinto de Siqueira Júnior**

Universidade Federal da Paraíba  
Departamento de Biologia Molecular/CCEN  
58051-900. João Pessoa, PB.  
jpsiq@uol.com.br

**Resumo**

*Staphylococcus aureus* é considerado um dos principais patógenos hospitalares com alto nível de resistência. Dentre os diversos mecanismos de resistência bacteriana, as proteínas transmembrana de efluxo (bombas de efluxo) têm sido associadas à resistência a múltiplas drogas. Essas proteínas transportam ativamente substratos tóxicos, incluindo antibióticos, para fora da célula. “Modificadores de atividade antibiótica” é o termo usado para substâncias que modulam ou mesmo revertem à resistência bacteriana a antibióticos e biocidas, como é o caso de fenotiazinas que alteram a susceptibilidade microbiana a antibióticos por inibição de bombas de efluxo. Neste trabalho foram avaliados, como inibidores putativos de bombas de efluxo em *S. aureus*, um flavonóide e três heterosídeos flavanóidicos isolados de *Herissantia tiubae* (Malvaceae): 5,4'-diidroxí-3,6,7,8,3'-pentametoxiflavona e canferol-3-O-D-(6''-E-p-cumaroil)glicosídeo (tilirosídeo), canferol-7-O- $\alpha$ -L-ramnopiranosídeo e canferol 3,7-di-O- $\alpha$ -L-ramnopiranosídeo (lespedina), respectivamente. Foram utilizadas linhagens de *S. aureus* que expressam proteínas de efluxo para antibióticos, biocidas e corantes, para os quais foram determinadas as concentrações inibitórias mínimas (CIM) pelo método da microdiluição, sempre na ausência e na presença das substâncias flavonóidicas (numa concentração subinibitória). Os controles positivos utilizados foram a clorpromazina e a trifluoperazina (fenotiazinas). Embora nenhum dos flavonóides tenha apresentado atividade antibacteriana relevante (CIM  $\geq 256$   $\mu\text{g/mL}$ ), a pentametoxiflavona e o tilirosídeo atuaram como eficientes modificadores da atividade antibiótica, provavelmente por inibição de bomba de efluxo.

*Palavras chave:* *Staphylococcus aureus*, moduladores de atividade antibiótica, bomba de efluxo, flavonóides

## 1. Introdução

### 1.1. *Staphylococcus aureus*

Os *Staphylococcus aureus* são cocos Gram-positivos pertencentes à família Micrococcaceae. Suas colônias geralmente medem cerca de 1 a 3 mm, produzem as enzimas catalase e coagulase, e na maioria das vezes, um pigmento amarelo-dourado devido à presença de carotenóides. Este microrganismo se caracteriza como bactéria anaeróbica facultativa que está disposta sozinha, em pares ou formando grupos irregulares com aspecto de cacho de uva, faz parte da microbiota normal da pele e da mucosa humana, sendo a nasofaringe o principal local colonizado presente em 30-70% da população humana, porém, ao contaminar a ruptura da pele ou das membranas da mucosa, poderá infectar qualquer tipo de tecido do corpo, causando lesões no local (LINDSAY; HOLDEN, 2004).

*S. aureus* é frequentemente citado como o principal patógeno hospitalar e está tornando-se cada vez mais virulento e resistente aos antibióticos, destacando-se como principal disseminador de doenças infecciosas humanas no mundo, causando desde lesões superficiais na pele até infecções que ameaçam a vida, tais como: osteomielite, endocardite, bacteremia e pneumonia (SMITH *et al.*, 2005). A virulência de *S. aureus* tem sido associada à combinação de mais de 40 diferentes toxinas extracelulares, enzimas e proteínas ligadas à parede celular. Esses fatores de virulência proporcionam a adesão da bactéria as células e tecidos do hospedeiro, aquisição de nutrientes e evasão da resposta imune do hospedeiro (ARVIDSON; TEGMARK, 2001; VELÁZQUEZ-MEZA, 2005).

A habilidade do *S. aureus* adquirir resistência a praticamente todos os antibióticos utilizados atualmente é motivo de considerável preocupação (GIBBONS, 2004).

### 1.2. Introdução dos Antibióticos na Quimioterapia e Mecanismos de Resistências

A introdução dos antibióticos na quimioterapia das infecções bacterianas em meados do século passado revolucionou o tratamento médico, ocasionando a redução drástica da mortalidade causada por doenças microbianas. No entanto, a disseminação e o uso abusivo dos antibióticos, infelizmente, fizeram com que as bactérias também desenvolvessem mecanismos de defesa contra esses agentes antimicrobianos, surgindo, portanto, a resistência bacteriana (COHEN; TARTASKY, 1997).

Por muitos anos, os antibióticos apresentaram efeito no tratamento de muitas infecções causadas por patógenos, como *S. aureus* (FOURNIER *et al.*, 2000). No decorrer dos últimos anos, a resistência bacteriana a diversos antibióticos vem aumentando consideravelmente.

Após a difusão do uso clínico das penicilinas, na década de 40, foram aparecendo estafilococos resistentes a esse antibiótico, capazes de produzir penicilinase. No fim dos anos 50, a espécie *Staphylococcus aureus* tinha adquirido resistência à praticamente todos os antibióticos de uso parenteral, incluindo a eritromicina e a tetraciclina. Da mesma forma, houve resistência aos antibióticos lançados no mercado nos anos seguintes, como a **meticilina (penicilina semi-sintética resistente as penicilinas)** (CHAMBERS, 1988).

Desde 1990, o uso de fluoroquinolonas no tratamento de infecções de *S. aureus* resistente a metilina (MRSA) tem sido crescente, mas muitas destas linhagens vêm contornando a susceptibilidade às fluoroquinolonas e ampliando a disseminação da resistência bacteriana (PIDDOCK, 2006b).

A última linha de defesa contra a ameaça do *Staphylococcus aureus* surgiu a partir da descoberta do antibiótico glicopeptídico vancomicina, isolado do fungo *Amycolatopsis orientalis*, com um excelente desempenho frente às linhagens MRSA. Esse antibiótico trouxe um período de certa tranquilidade na incessante luta contra microrganismos patógenos, causando inclusive uma desaceleração nos investimentos de empresas farmacêuticas em

programas de descobrimento e desenvolvimento de novos agentes antimicrobianos. Porém, a incidência recente de *S. aureus* resistentes a vancomicina (VRSA) vem abalando essa tranquilidade (SILVEIRA *et al.*, 2006).

Os mecanismos por meio dos quais as bactérias se tornam resistentes são bastante versáteis. Esses mecanismos podem ser agrupados em quatro grupos distintos: 1) inativação ou modificação da droga, onde as enzimas inativam os antibióticos. Por exemplo, as  $\beta$ -lactamases que hidrolisam a classe dos  $\beta$ -lactâmicos; 2) modificação do alvo, que ocorre devido a mutações no gene da molécula-alvo do antibiótico, impedindo o reconhecimento do mesmo e conseqüentemente sua ação. Esse mecanismo de resistência é bem verificado em fluoroquinolonas, que têm como alvo duas proteínas da replicação do DNA: topoisomerase e DNA girase; 3) impermeabilidade da membrana, onde a droga não consegue penetrar eficientemente na célula bacteriana. É o caso da resistência a vancomicina; e 4) bomba de efluxo, que promove a eliminação de agentes antimicrobianos para o meio extracelular mais rápido que a difusão pela membrana plasmática. Logo, a concentração intracelular do agente se mantém insuficiente para bloquear as funções celulares (POOLE, 2002; KÖHLER *et al.*, 1999).

Os dois primeiros mecanismos são específicos para um ou mais antibióticos relacionados, já os dois últimos mecanismos estão geralmente associados à resistência múltipla as drogas (MDR – *Multi Drug Resistance*) (KÖHLER *et al.*, 1999).

### **1.3. Bomba de Efluxo (proteína transportadora)**

Bombas de efluxo são proteínas transmembrana envolvidas no transporte de substratos tóxicos, incluindo todas as classes de antibióticos clinicamente relevantes, do interior da célula para o ambiente extracelular, diminuindo, portanto, a concentração intracelular do substrato antimicrobiano e tornando a célula menos susceptível ao agente. Assim, a proteína de efluxo nas bactérias contribui para a sobrevivência delas no seu habitat (VAN BAMBEKE *et al.*, 2003).

Os genes das proteínas de efluxo e seus produtos estão presentes em todos os organismos, desde bactérias até fungos e eucariotos superiores (VAN BAMBEKE *et al.*, 2003). Essas proteínas de efluxo podem ser específicas a um substrato ou transportar vários compostos estruturalmente não relacionados, como antibióticos de classes diferentes. Neste último caso, tais bombas podem estar associadas à MDR (WEBBER; PIDDOCK, 2003).

A MDR ocorre em muitas bactérias e células tumorais, representando um grande problema no tratamento das infecções bacterianas e no câncer, sendo um dos principais problemas da saúde pública (SMITH *et al.*, 2007; GUZ *et al.*, 2001). Como verificado pela Organização Mundial de Saúde em 2000, cerca de 60% de todos os hospitais adquirem infecções bacterianas com resistência a múltiplas drogas (ZGURSKAYA, 2002).

A primeira proteína de efluxo descrita em bactéria foi em 1980, ao se estudar a resistência à tetraciclina em *Escherichia coli* (McMURRY *et al.*, 1980). Depois, diversas bombas de efluxo foram identificadas em bactérias Gram-positivas e Gram-negativas resistentes a diferentes classes de antibióticos, incluindo macrolídeos, fluorquinolonas,  $\beta$ -lactâmicos e mais recentemente os aminoglicosídeos (VAN BAMBEKE *et al.*, 2003; STAVRI *et al.*, 2006).

Os sistemas de efluxo são classificados em 5 grandes famílias. De acordo com a energia usada para expulsar o substrato e a similaridade na seqüência, são elas: superfamília MFS (*major facilitator*), superfamília ABC (*ATP binding cassette*), família RND (*resistance nodulation division*), família MATE (*multidrug and toxic compound extrusion*) e família SMR (*small multidrug resistance*) (KUMAR; SCHWEIZER, 2005; SÁNCHEZ, 2003).

Todos esses sistemas utilizam gradiente de próton ( $H^+/Na^+$ ) como energia para exportar os substratos, exceto a família ABC, que utiliza hidrólise de ATP.

Dentro das linhagens clínicas isoladas de *Staphylococcus aureus* metilina resistentes (MRSA) foram descritas algumas proteínas de efluxo. Estas são MsrA e TetK, que diminuem a ação dos antibióticos macrolídeo e tetraciclina, respectivamente. As bombas de efluxo NorA e QacA também estão presentes em muitas linhagens MDR de *S. aureus*, seus substratos são os corantes intercalantes (brometo de etídio e acriflavina) e os compostos quaternários de amônio (cloreto de benzalcônio e centrimida) (MARSHALL; PIDDOCK, 1997; MITCHELL *et al.*, 1998; SMITH *et al.*, 2007).

A maior proteína de efluxo MDR caracterizado em *S. aureus* é a NorA, encontrada tanto em linhagens MSSA como MRSA (GIBBONS *et al.*, 2004; PIDDOCK, 2006a). O gene *norA* foi primeiro identificado em *S. aureus*, em 1990. Sua proteína (NorA) transporta diversos substratos, tais como: fluorquinolonas hidrofílicas (norfloxacin, ciprofloxacina, lomefloxacina e ofloxacina), brometo de etídio, acriflavina, rodamina, centrimida, cloreto de benzalcônio, brometo de tetrafenilfosfônio, clorafenicol, além do alcalóide berberina (NEYFAKH *et al.*, 1993; AESCHIMANN, *et al.*, 1999; KAATZ; SEO, 1995). A desativação da proteína NorA fornece o aumento da susceptibilidade bacteriana de quatro a oito vezes mais para as fluorquinolonas (YAMADA *et al.*, 1997; HSIEH *et al.*, 1998). Jones *et al.* (2000) e Kaatz *et al.* (1993) isolaram linhagens clínicas que superexpressam o gene *norA*.

Sabe-se atualmente que as bombas de efluxo contribuem para a resistência intrínseca e adquirida aos antibióticos, estimulando o desenvolvimento de novos agentes antimicrobianos.

#### 1.4. Agentes Modificadores de Atividade Antibiótica

O aparecimento da resistência aos antibióticos tem minado o valor terapêutico dos agentes existentes, criando a necessidade da descoberta de novos agentes antibacterianos cada vez mais eficientes. Sejam estes de origem natural, semi-sintética ou sintética (SILVEIRA *et al.*, 2006; CHOPRA *et al.*, 2002).

A busca por novas alternativas terapêuticas contra a resistência aos antibióticos tem sido focada pela procura de outros antibióticos que atuem em novos alvos do patógeno e não sejam afetados pelos mecanismos de resistência. Além da busca por inibidores desses mecanismos. Entretanto, a descoberta de novas classes de antibióticos é alarmante, pois o surgimento da resistência é inevitável. Um exemplo é a nova classe de antibióticos oxazolidinonas, na qual o representante mais conhecido é o linezolid que foi aprovado para uso clínico em 2000 nas linhagens resistentes a vancomicina, porém já foram descritas linhagens resistentes a esse novo antibiótico (GONZALES *et al.*, 2001; ANDEREGG *et al.*, 2005).

Os inibidores de resistência, também chamados modificadores de atividade antibiótica ou adjuvantes de antibióticos, são considerados como a alternativa mais apropriada das novas terapias antibacterianas (VAN BAMBEKE *et al.*, 2006; LYNCH, 2006). A estratégia dos inibidores pode estar envolvida com antibióticos que são inativados por enzimas, como os bem sucedidos inibidores de  $\beta$ -lactamase; e pelo sistema de efluxo.

A procura por compostos que interagem com os sistemas de efluxo inibindo-os foi iniciada na década passada, focando principalmente *S. aureus* (PIDDOCK, 2006a).

Os mecanismos pelos quais os inibidores de bomba de efluxo podem atuar não estão claramente compreendidos, mas têm sido propostas algumas formas de ação, como: ligar-se diretamente a um ou mais sítios de ligação na proteína de efluxo, de maneira competitiva ou não-competitiva; apresentar afinidade pelo substrato transportado pela bomba, formando um complexo que poderá não ser mais reconhecido pela bomba de efluxo; interferir no gradiente de próton; interagir com a membrana plasmática modificando a conformação da proteína de

efluxo ou inibir a expressão do gene de efluxo. Todos esses mecanismos interferem no efluxo do substrato da bomba. Assim, a aplicação desses inibidores em associação com antibióticos convencionais poderá aumentar a concentração intracelular desses antibióticos, restaurando sua eficiência. Além de reduzir o emergente desenvolvimento da resistência bacteriana (LOMOVSKAYA; BOSTIAN, 2006; ZLOH *et al.*, 2004; POOLE; LOMOVSKAYA, 2006; MARKHAM *et al.*, 1999).

As plantas produzem uma grande quantidade de metabólitos secundários e parte significativa dessa diversidade química serve para protegê-la contra patógenos microbianos. Stermitz *et al.* (2000), verificaram que em plantas do gênero *Berberis*, foi isolado o composto berberina que aparentemente não possuía efeito antimicrobiano, por ser substrato para certas bombas, como a NorA. Sendo assim, a berberina é transportada para o meio extracelular. Da mesma planta também foram isolados agentes que atuam como inibidores do sistema de efluxo em bactérias. Avaliaram que a combinação do inibidor isolado mais a berberina atua de maneira sinérgica como potente antimicrobiano. De acordo com as observações, sugeriu-se que as plantas desenvolvem inibidores contra o sistema de efluxo dos seus patógenos, sendo, portanto, uma rica fonte de inibidores que poderiam restaurar a atividade dos substratos das bombas, como os antibióticos convencionais e os compostos vegetais isolados que aparentemente não possuem efeito antimicrobiano (TEGOS *et al.*, 2002; LEWIS, 2001; LEWIS; AUSUBEL, 2006).

Certos produtos naturais, como o reserpina (alcalóide), têm sido capazes de bloquear bombas de efluxo e reduzir o CIM (concentração inibitória mínima) da norfloxacin e outros antibióticos. Porém, a concentração necessária de reserpina para inibir a bomba de efluxo é neurotóxica para os humanos (MARKHAN *et al.*, 1999). Outros inibidores do sistema de efluxo como verapamil, omeprazol, sertralina, siderófora e fenotiazinas também requerem concentrações acima do permitido clinicamente (KAATZ *et al.*, 2003; VAN BAMBEKE *et al.*, 2003). A clorpromazina (CPZ) e a trifluoperazina (TFP), pertencentes ao grupo das fenotiazinas, são compostos conhecidos por modificar a resistência a drogas em células cancerosas (MICHALAK *et al.*, 2001).

A escassez de inibidores de efluxo efetivos na prática clínica leva a constante procura pela identificação e desenvolvimento de novos inibidores, tanto contra os sistemas de efluxo em microrganismos como em células tumorais resistentes a múltiplas drogas (DICKSON *et al.*, 2006; KAATZ *et al.*, 2003). A procura por novos agentes tem focado os produtos naturais como moduladores da atividade antibiótica.

De acordo com essa perspectiva trabalhos tem caracterizado produtos naturais como modificadores da resistência por bombas de efluxo. Extratos de planta demonstraram atividade contra os sistemas de efluxo MDR, são eles: *Rosmarinus officinalis* L. (OLUWATUYI *et al.*, 2004), *Lycopus europaeus* L. (GIBBONS *et al.*, 2003a), *Jatropha elliptica* Pohl. (MARQUEZ *et al.*, 2005) *Dalea spinosa* A. Grey (BELOFSKY *et al.*, 2006), *Geranium caespitosum* Gray & James (STERMITZ *et al.*, 2003), *Chamaecyparis lawsoniana* Murr. (SMITH *et al.*, 2007), *Mezoneuron benthamianum* Baill., *Securinega virosa* Roxb. & Wlld., (DICKSON *et al.*, 2006) e *Pinus nigra* Arnoul (SMITH *et al.*, 2005). Ainda há poucas evidências, em relação à atuação dos óleos essenciais de vegetais como agentes modificadores de resistência. Cégiéla-Carlio *et al.* (2005), identificaram a atividade dos componentes do óleo de *Ligusticum porteri* L. como moduladores MDR em *S. aureus*. Avaliamos os óleos essenciais das plantas a seguir: *Lippia sidoides* Cham. (alecrim-pimenta), *Cinnamomum zeylanicus* Blume (canela), *Peumus boldus* Molina (boldo) e *Casearia sylvestris* Swartz (guaçatonga). Todas apresentaram atividade modificadora de antibiótico em *S. aureus* (FALCÃO-SILVA *et al.*, 2006; TELES *et al.*, 2006).

Alguns grupos de metabólitos secundários também foram caracterizados como modificadores da resistência por bomba de efluxo em *S. aureus*, os quais se destacam diversos

compostos estruturalmente não relacionados, incluindo alcalóides (KHAN *et al.*, 2006), dipertenos (OLUWATUYI *et al.*, 2004; GIBBONS *et al.*, 2003a), porfirinas (STERMITZ *et al.*, 2001), flavonas (GUZ *et al.*, 2001; STERMITZ *et al.*, 2002), flavolignanas (STERMITZ *et al.*, 2000) e isoflavonas (MOREL *et al.*, 2003). Muitos flavonóides também foram reconhecidos por atuarem inibindo proteínas de efluxo em eucariotos, especialmente a glicoproteína-P e a BCRP (MORRIS; ZHANG, 2006).

### 1.5. Flavonóides

Os flavonóides representam um dos grupos fenólicos mais importantes e diversificados entre os produtos de origem natural, presentes em relativa abundância entre os metabólitos secundários de vegetais. São conhecidos cerca de 9.000 flavonóides diferentes, encontrados em todas as partes da planta. Os flavonóides possuem atividades biológicas bastante diversificadas. Sua distribuição no reino vegetal é maior nas angiospermas, praticamente ausente em briófitas e pteridófitas (YUNES; CALIXTO, 2001). A estrutura química dos flavonóides se baseia num esqueleto com 15 átomos de carbono (Figura 1).

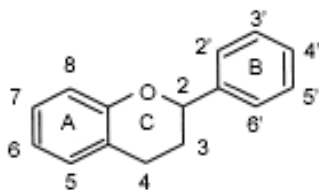


Figura 1: Estrutura básica dos flavonóides (SOUZA; SILVA, 2006)

Os flavonóides são substâncias com o esqueleto básico  $C_6C_3C_6$  possuindo núcleo benzopirano ou cromano ao que se liga um outro anel aromático na posição 2, 3 ou 4, formando, assim, seu núcleo fundamental, o fenil-benzopirano. Quando esse núcleo aparece conjugado com açúcares, trata-se de um heterosídeo ou glicosídeo flavanóidico. (SOUZA; SILVA, 2006).

Diversas propriedades biológicas e mecanismos de ação são atribuídos aos flavonóides, tais como: atividade vitamínica P; redução do ácido dehidroascórbico; inibição da catecol O-metil transferase; ação em nível de colágeno; antihialuronidase; inibição da histidina descarboxilase; inibição indireta da agregação e da adesividade plaquetária; potencialização da prostaciclina ( $PGI_2$ ); ação diurética, antiespasmódica; proteção do parênquima hepático e antiedematosa (BRUNETON, 2001).

Na medicina, os flavonóides demonstraram importantes propriedades farmacológicas, dentre elas, podemos citar: a atividade antioxidante (eliminando radicais livres); ações antiinflamatória, antialérgica, hematoprotetora, antiespasmódica, antiarréica, anticancerígena e atividade antimicrobiana (BRUNETON, 2001; HARBORNE; WILLIAMS, 2000; CUSHNIE; LAMB, 2005; DI CARLO *et al.*, 1999).

A atividade antimicrobiana demonstrada pelos flavonóides pode ser evidenciada em diversos microrganismos. A ocorrência de flavonóides com ação antiviral tem sido reconhecida desde 1940, e nas últimas três décadas os flavonóides naturais estão sendo modificados sinteticamente para melhorar sua ação antiviral. Esses fitoconstituintes atuam como inibidores de algumas enzimas do vírus da imunodeficiência humana (HIV-1 - *Human Immunodeficiency Virus*). Além da ação contra outros vírus, como os vírus herpes simples

(HSV – *Herpes simplex vírus*) e poliovírus. Na atividade antifúngica, os flavonóides podem inibir a germinação do esporo de patógenos das plantas. A ação dos flavonóides na atividade antibacteriana está cada vez mais sendo documentada. A avaliação *in vitro* de extratos brutos de plantas usadas na medicina e ricas em flavonóides tem sido descritas com ação antibacteriana. Esses fitoconstituintes podem inibir a síntese de ácidos nucleicos, a função da membrana plasmática ou no metabolismo de energia da bactéria (CUSHNIE; LAMB, 2005).

## 1.6. Família Malvaceae

A família Malvaceae está constituída por cerca de 243 gêneros e 4225 espécies. No Brasil foram identificados até os dias atuais 35 gêneros e 400 espécies. São plantas com tamanho variado como, ervas, subarbustos, arbustos e algumas árvores. Estas podem ocorrer isoladas ou em populações maiores, em áreas úmidas alagadas e semi-áridas. Várias espécies possuem usos na medicina popular como emoliente, diurético, febrífugo, tratamento do reumatismo, antiinflamatório, tratamento de diarréia e disenteria, vermífugo, gastroprotetor, tratamento oral contra veneno de cobra, etc., além do uso ornamental e comercial pelo homem (citado in SILVA *et al.* 2005a).

Diversos tipos de metabólitos secundários são encontrados em espécies da família Malvaceae, como esteróides, terpenos, ácidos fenólicos, alcalóides, flavonóides e cumarinas. Estudos fitoquímicos inéditos nas espécies *Backeridesia pickelli*, *Herissantia crispa*, *Herissantia tiubae* e *Sida galheirensis* identificaram flavonóides, esteróides e cumarinas (SILVA *et al.*, 2005a, b; SILVA *et al.*, 2006; COSTA *et al.*, 2007).

A espécie *Heressantia tiubae* (K. Schum.) Brizicky, encontra-se restrita no nordeste brasileiro, principalmente nos estados da Bahia e Pernambuco, habita o semi-árido e está presente em grandes quantidades nas áreas abertas e ensolaradas. Das partes aéreas da *H. tiubae* foram isolados um flavonóide: 5,4'-diidroxí-3,6,7,8,3'-pentametoxiflavona e três heterósídeos flavanóidicos: canferol-3-O-D-(6''-E-p-cumaroil) glicosídeo (tilirosídeo), canferol-7-O- $\alpha$ -L-ramnopiranosídeo e canferol 3,7-di-O- $\alpha$ -L-ramnopiranosídeo (lespedina) (SILVA *et al.*, 2005a, b) (Figura 2).

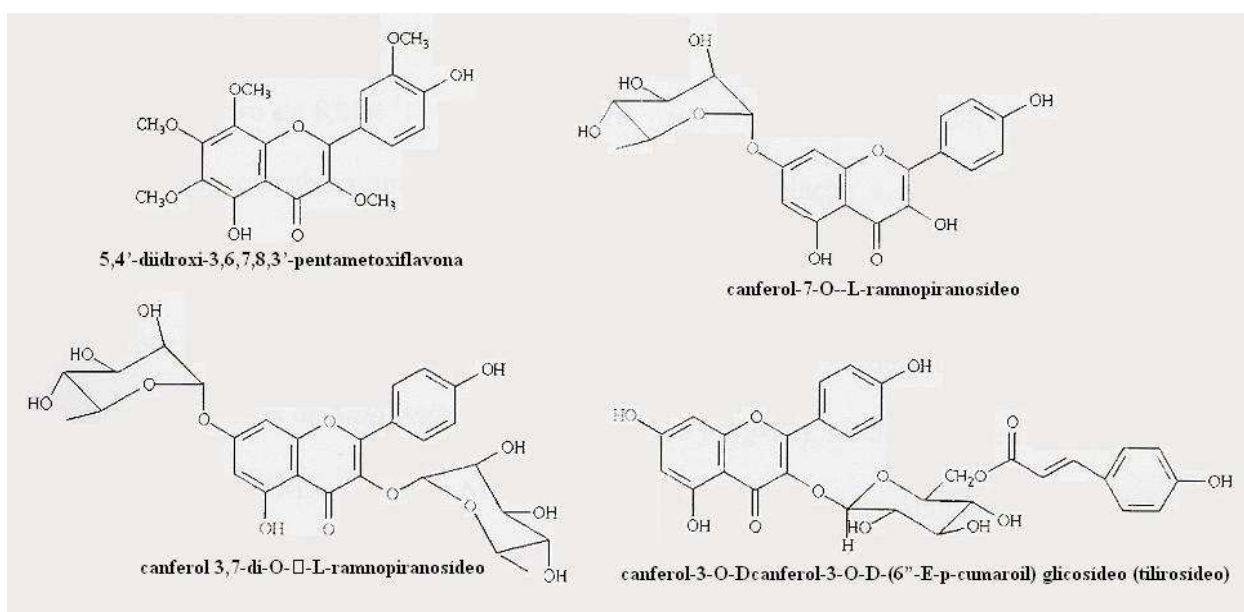


Figura 2: Flavonóides isolados de *Heressantia tiubae* (SILVA *et al.*, 2005a, b; SILVA *et al.*, 2007)

## 2. Metodologia

### 2.1. Linhagens de *Staphylococcus aureus*

Foram utilizadas as linhagens: SA-1199B, que superexpressa o gene *norA* que codifica a proteína de efluxo NorA, responsável pelo efluxo de fluorquinolonas e outras substâncias (KAATZ *et al.*, 1993; KAATZ; SEO, 1995); RN-4220 que possui o plasmídeo pUL5054, o qual, carrega o gene que codifica a proteína para efluxo de macrolídeos (MrsA) (ROSS *et al.*, 1989) e IS-58, que possui a proteína de efluxo para tetraciclina (TetK) (GIBBONS; UDO, 2000). Todas estas linhagens são mantidas em meio de cultura agar sangue (*Blood agar base* – Difco) inclinado. Antes de serem utilizadas, as células crescem em caldo nutritivo de infusão (*Brain heart infusion* - BHI, Difco) por 18-24hs a 37°C. Estas linhagens foram cedidas (sob condições) pelo Dr. Simon Gibbons (*University of London*).

### 2.2. Substâncias utilizadas

#### 2.2.1. Fitoconstituintes

As substâncias flavonóidicas utilizadas foram: 4'-5-dihidroxi-3,6,7,8,3'-pentametoxiflavona, canferol-3-*O*-D-(6''-E-*p*-cumaroil) glicosídeo (tilirosídeo), canferol-7-*O*- $\alpha$ -L-ramnopiranosídeo e canferol 3,7-di-*O*- $\alpha$ -L-ramnopiranosídeo.

#### 2.2.2. Antibióticos e biocidas

Trabalhamos com quatro antibióticos da classe das fluorquinolonas, norfloxacin (NOR), ciprofloxacina (CIP), lomefloxacina (LOM) e ofloxacina (OFX), além da tetraciclina (TET) e eritomicina (ERI). Os corantes intercalantes utilizados foram brometo de etídio (BET) e acriflavina (ACR), já os compostos quaternários de amônio (qac) foram o cloreto de benzalcônio (CBZ) e o brometo de cetiltrimetilamonio (centrimida - BCTA). Todos esses compostos foram obtidos dos seus respectivos fabricantes.

#### 2.2.3. Fenotiazinas

A clorpromazina (CPZ) foi obtida da Sigma, e a trifluoperazina (TFZ) foi cedida pelo Prof. Dr. Luís Fernando Márques dos Santos (Departamento de Biologia Molecular/UFPB).

### 2.3. Soluções das drogas

As soluções estoques dos antibióticos, fenotiazinas, corantes e dos qac foram preparadas de acordo com o NCCLS (2005). As soluções estoque dos flavonóides foram preparadas em DMSO, e a maior concentração após a diluição em caldo nutritivo (4%) não causou inibição no crescimento bacteriano. As fenotiazinas foram diluídas em água esterelizada.

### 2.4. Teste de susceptibilidade a droga

As concentrações inibitórias mínima (CIMs) das fenotiazinas, dos flavonóides, dos antibióticos e dos biocidas, foram determinadas em BHI através da técnica de microdiluição, usando uma suspensão de  $10^5$  ufc/mL. As concentrações das fenotiazinas e dos flavonóides variaram de 256 $\mu$ /mL a 0,25 $\mu$ /mL (diluições seriadas  $\frac{1}{2}$ ), e para os antibióticos e biocidas de 128 $\mu$ /mL a 0,125 $\mu$ /mL (diluições seriadas  $\frac{1}{2}$ ). A CIM foi definida como a menor concentração que inibiu completamente o crescimento bacteriano. Para avaliar as fenotiazinas e os flavonóides como modificadoras da resistência antibiótica, as CIMs das drogas foram determinados na presença desses compostos (numa concentração sub-inibitória). Para melhor visualização do crescimento bacteriano após 24hs, fizemos uso do corante resazurina (0,01%).



### 3. Resultados e Discussão

Para as três linhagens de *Staphylococcus aureus* utilizadas, as CIMs para clorpromazina (CPZ) e trifluoperazina (TFP), foram 64µg/mL e 32µg/mL, respectivamente.

Quando essas fenotiazinas foram incorporadas ao meio de cultura na concentração correspondente a ¼ da CIM (que seguramente não interfere na sobrevivência bacteriana), foi observada para a linhagem SA-1199B uma redução das CIMs dos antibióticos (norfloxacina e outras fluorquinolonas) e dos biocidas (Tabela 1). É importante mencionar que o uso de uma concentração tão baixa quanto ¼ da CIM é recomendado para evitar possíveis resultados falso-positivos (STAVRI, *et al.*, 2006).

Tabela 1: CIM na presença e ausência das fenotiazinas para SA-1199B

<i>Antibióticos</i> <i>biocidas</i> **	/ CIM (µg/mL)	CIM (µg/mL)	
		+ CPZ (16µg/mL)	+ TFP (8µg/mL)
NOR	64	16 (4)*	32 (2)
CIP	16	4 (4)	4 (4)
LOM	16	4 (4)	8 (2)
OFX	4	2 (2)	2 (2)
BET	64	8 (8)	16 (4)
ACR	128	32 (4)	64 (2)
CBZ	1	< 0,125 (≥ 8)	< 0,125 (≥ 8)
BCTA	2	< 0,125 (≥16)	< 0,125 (≥16)

\*\* Antibióticos fluorquinolonas: norfloxacina (NOR), ciprofloxacina (CIP) e lomefloxacina (LOM), ofloxacina (OFX); Biocidas: brometo de etídio (BET), acriflavina (ACR), cloreto benzalcônio (CBZ) e brometo de cetiltrimetilamônia (BCTA).

( )\* entre parênteses, os fatores de redução da CIM.

Com relação às linhagens IS-58 e RN-4220, tanto a CPZ como a TFP não apresentaram redução das CIMs, ou seja, elas permaneceram 32µg/mL e 64µg/mL para tetraciclina e eritromicina, respectivamente.

A avaliação da CPZ como modificadora de atividade antibiótica foi a primeira etapa de uma ação mais ampla visando a avaliação de produtos vegetais de origem vegetal (extrato, óleos essenciais e fitoconstituintes). Já avaliamos na linhagem SA-1199B, óleos essenciais e/ou extratos de *Lippia sidoides* Cham. (alecrim-pimenta), *Cinnamomum zeylanicus* Blume (canela), *Peumus boldus* Molina (boldo do chile), *Coniza bonariensis* (L.) Cronq. (rabo-de-raposa), *Casearia sylvestris* Swartz (guaçatonga) e *Stachytarpheta cayennensis* Rich. (gervão-roxo). Todos os óleos essenciais e os extratos de *Peumus boldus* Molina, *Coniza bonariensis* (L.) Cronq. e *Casearia sylvestris* Swartz se revelaram agentes modificadores de atividade antibiótica. É interessante notar que nenhum dos extratos apresentaram atividade antibacteriana relevante (CIMs ≥ 1024µg/mL) (FALCÃO-SILVA *et al.*, 2006; TELES *et al.*, 2006).

A CPZ e outras fenotiazinas têm sido descritas como inibidoras de sistemas de efluxo, tanto em células procariotes como eucariótica (KAATZ *et al.*, 2003; MICHALAK *et al.*, 2001; KOLACZKOWSKI *et al.*, 2003).

Com relação a TFP encontramos na literatura apenas relatos de sua atuação moduladora em células eucarióticas (MICHALAK *et al.*, 2001; MOLNAR *et al.*, 1998). Dessa forma, até onde sabemos os nossos resultados são os primeiros indicando a TFP como inibidora (putativa) do sistema de efluxo bacteriano.

Na literatura não encontramos relatos da CPZ como inibidora de proteínas de efluxo específicas (afinidade por apenas um tipo de substrato), como a MrsA e TetK. Como relatado

por Ramón-García *et al.* (2006), eles verificaram que a CPZ não apresenta atividade como inibidora de efluxo para tetraciclina (proteína Tap) em *Mycobacterium fortuitum*.

Dessa forma, podem ser usada tanto CPZ como TFP como controles positivos na avaliação de produtos naturais de origem vegetal, como inibidores de proteínas de efluxo MDR.

Com relação aos flavonóides, no presente trabalho, não foi observada atividade antibacteriana relevante (Tabela 2). A ausência de atividade antibacteriana relevante do tilirosídeo também foi citada por Panizzi *et al.* (2002).

Tabela 2: CIM dos flavonóides, pentametoxiflavona (PMF), tilirosídeo (TIL), canferol-7-*O*- $\alpha$ -L-ramnopiranosídeo (CRP) e lespedina (LES) em linhagens de *Staphylococcus aureus*

Linhagens	CIM ( $\mu\text{g/mL}$ )			
	PMF	TIL	CRP	LES
IS-58	$\geq 512$	256	$\geq 512$	$\geq 512$
RN-4220	$\geq 512$	256	$\geq 512$	$\geq 512$
SA-1199B	$\geq 512$	256	$\geq 512$	$\geq 512$

Tabela 3: CIM de antibióticos fluorquinolonas e biocidas na linhagem SA-1199B de *Staphylococcus aureus*, na ausência e presença dos flavonóides

Antibióticos/ biocidas*	CIM ( $\mu\text{g/mL}$ )	CIM ( $\mu\text{g/mL}$ )		
		+ PMF (64 $\mu\text{g/mL}$ )	+ TIL (64 $\mu\text{g/mL}$ )	+ TIL (32 $\mu\text{g/mL}$ )
NOR	64	2 (32)**	4 (16)	8 (8)
CIP	16	-	1 (16)	2 (8)
LOM	16	4 (4)	4 (4)	4 (4)
OFX	4	1 (4)	2 (2)	2 (2)
BET	64	4 (16)	1 (64)	1 (64)
ACR	128	8 (16)	1 (128)	1 (128)
CBZ	1	< 0,125 ( $\geq 8$ )	< 0,125 ( $\geq 8$ )	< 0,125 ( $\geq 8$ )
BCTA	2	< 0,125 ( $\geq 16$ )	< 0,125 ( $\geq 16$ )	< 0,125 ( $\geq 16$ )

\* veja na tabela 1

( )\*\* entre parênteses, os fatores de redução da CIM

Tabela 4: CIM de antibióticos nas linhagens IS-58 (TetK) e RN-4220 (MrsA) de *Staphylococcus aureus*, na ausência e presença dos flavonóides

Linhagem / Antibiótico	CIM ( $\mu\text{g/mL}$ )	
	+ PMF (64 $\mu\text{g/mL}$ )	+ TIL (64 $\mu\text{g/mL}$ )
IS-58 / Tetraciclina	32	16 (2)*
RN-4220 / Eritromicina	64	32 (2)

( )\* entre parênteses, os fatores de redução da CIM

No entanto, quando incorporadas ao meio de cultura numa concentração  $\leq \frac{1}{4}$  CIM, foi observada uma redução das CIMs dos antibióticos e biocidas para as linhagens (Tabelas 3 e 4). Exceto para os flavonóides, canferol-7-*O*- $\alpha$ -L-ramnopiranosídeo e lespedina.

Comparando os fatores de redução das CIMs para norfloxacin, ciprofloxacina, brometo de etídio e acriflavina na linhagem SA-1199B, para tetraciclina na linhagem IS-58 e eritromicina na linhagem RN-4220, verificamos que os flavonóides, pentametoxiflavona e

tilirosídeo, foram mais eficientes do que as fenotiazinas. Mesmo nas concentrações  $\frac{1}{8}$  da CIM (Tabelas 1, 3 e 4; Figura 6).

A pentametoxiflavona e o tilirosídeo também se revelaram mais eficientes como moduladores de resistência na linhagem SA-1199B de *Staphylococcus aureus*, do que o alcalóide reserpina (clássico inibidor de proteína de efluxo), verificado por Kaatz e Seo (1997). A reserpina não é utilizada na prática clínica devido à sua toxicidade, mais vem sendo usada como controle positivo na busca por novos inibidores de efluxo (OLUWATUYI *et al.*, 2004; GIBBONS *et al.*, 2004; SMITH *et al.*, 2005; DICKSON *et al.*, 2006; SMITH *et al.*, 2007).

O gene *norA* presente na linhagem SA-1199B MDR é superexpresso, devido a maior transcrição do seu gene ou ao aumento da estabilidade do RNAm (KAATZ; SEO, 1995). Segundo Van Bambeke *et al.* (2006), o aumento da atividade de efluxo confere um alto grau de resistência, de 1 até 64 vezes o valor da CIM. A queda da CIM ao associar os antibióticos e biocidas como os flavonóides, é uma indicação da ação desses flavonóides como inibidores do sistema de efluxo.

A pentametoxiflavona testada possui caráter lipofílico. Essa lipofilicidade é uma característica comum de diversos inibidores da bomba de efluxo MDR. Qualidade esta, apontada por Gibbons (2004), como provavelmente importante para facilitar sua solubilidade na membrana plasmática bacteriana e na ligação as proteínas de efluxo.

Algumas metoxiflavonas têm sido descritas com potencial ação antimicrobiana (STERMITZ *et al.*, 2002). Entretanto, sabe-se que nenhuma pentametoxiflavona nem mesmo uma flavona metoxilada da família Malvaceae foi previamente avaliada.

O tilirosídeo por outro lado, possui caráter anfipático. Representado por uma unidade osídica com caráter hidrofílico e outra unidade flavonoídica com caráter lipofílico. Assim, podemos especular que a lipofilicidade da unidade flavonoídica explica a ação do tilirosídeo como modulador da resistência bacteriana, e sua ação putativa como inibidor do sistema de efluxo.

A similaridade entre diversas bombas de efluxo, segundo Webber e Piddock (2003), aumenta a probabilidade que um inibidor tenha ação contra uma ampla diversidade de proteínas de efluxo em diferentes espécies bacterianas. A proteína NorA apresenta similaridade com as proteínas de efluxo Bmr (*Bacillus subtilis*), PmrA (*Streptococcus pneumoniae*) e EmeA (*Enterococcus faecalis*) E mesmo NorA não tendo muita similaridade com a glicoproteína-P, muitos compostos são capazes de inibirem as duas proteínas (NEYFAKH, 1992; GILL *et al.*, 1999; JONAS *et al.*, 2001; KAATZ *et al.*, 1993). Logo, os inibidores dos sistemas de efluxo MDR bacterianos, além de poderem agir como moduladores de efluxo para linhagens semelhantes, podem também atuar sobre as proteínas de efluxo das células eucarióticas, uma vez que tanto proteínas de efluxo bacterianas quanto as de eucariotos têm mostrado características farmacológicas similares, compartilhando inibidores, como a reserpina, o verapamil, as fenotiazinas e o GG918 (VAN VEEN *et al.*, 1998; KAATZ *et al.*, 2003; MICHALAK *et al.*, 2001; GIBBONS *et al.*, 2003b). Conseqüentemente, os flavonóides avaliados podem apresentar ação contra outras proteínas de efluxo MDR. Alguns flavonóides têm atuado como modificadores da resistência por efluxo em células procariontes, bem como em eucariontes (GUZ *et al.*, 2001; MORRIS; ZHANG, 2006).

A avaliação de produtos naturais de origem vegetal como moduladores de atividade antibiótica vêm avançando nos últimos anos. Dessa forma, os inibidores do sistema de efluxo isolados de plantas, podem ser utilizados como adjuvantes de antibióticos, combatendo as infecções bacterianas resistentes a múltiplas drogas.

#### 4. Conclusão

- ✓ Os flavonóides, 5,4'-diidroxí-3,6,7,8,3'-pentametoxiflavona e canferol-3-*O*-D-(6''-E-*p*-cumaroil) glicosídeo (tilirosídeo), apresentaram eficiente ação moduladora de resistência por efluxo para linhagens de *Staphylococcus aureus*;
- ✓ A pentametoxiflavona e o tilirosídeo apresentaram melhor atividade moduladora em *Staphylococcus aureus*, do que inibidores clássicos de efluxo;
- ✓ A pentametoxiflavona e o tilirosídeo não apresentaram atividade antibacteriana relevante para linhagens de *Staphylococcus aureus*.
- ✓ O canferol-7-*O*- $\alpha$ -L-ramnopiranosídeo e canferol 3,7-di-*O*- $\alpha$ -L-ramnopiranosídeo não apresentou atividade antibacteriana nem atividade moduladora de resistência.

#### 5. Considerações Finais

Os resultados aqui apresentados indicam a *Heressantia tiubae* (Malvaceae) como uma fonte de produtos naturais para modular a resistência bacteriana a múltiplas drogas em infecções bacterianas. Isto é, como fonte potencial de adjuvantes de antibióticos. Esses flavonóides poderiam ser avaliados como adjuvantes em células tumorais, os quais poderiam também modular a resistência a múltiplas drogas em células cancerígenas.

O tilirosídeo como relatado anteriormente, possui unidades com caráter distintos, uma hidrofílica e outra lipofílica. Uma hidrólise ácida do tilirosídeo levará a obtenção da unidade lipofílica (núcleo flavanóidico) e da unidade hidrofílica (ose), possibilitando, portanto, verificar se o núcleo flavanóidico é a responsável pela ação moduladora do tilirosídeo em *Staphylococcus aureus*.

Esse é o primeiro trabalho a citar trifluperazina (TFP) como provável inibidor de bomba de efluxo em procariontes.

#### Agradecimentos

Agradecemos as seguintes agências de fomento: IC (PIBIC/CNPq/UFPB), FAPESQ-PB e RENORBIO.

#### Referências

- ANDEREGG, T. R., *et al.* Trends in linezolid susceptibility patterns: report from the 2002-2003 worldwide Zyvox Annual Appraisal of Potency and Spectrum (ZAAPS) Program. *International Journal of Antimicrobial Agents*, v. 26, p. 13-21. 2005.
- AESCHLIMANN, J. R., *et al.* Effects of NorA inhibitors on in vitro antibacterial activities and postantibiotic effects of levofloxacin, ciprofloxacin, and norfloxacin in genetically related strains of *Staphylococcus aureus*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, v. 43, p. 335-340. 1999.
- ARVIDSON, S.; TEGMARK, K. Regulation of virulence determinants in *Staphylococcus aureus*. *International Journal of Medical Microbiology*, v. 291, p. 159-170. 2001.
- BELOFSKY, G., *et al.* Metabolites of the "smoke tree", *Dalea spinosa*, potentiate antibiotic activity against multidrug-resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of Natural Products*, v. 69, p. 261-264. 2006.

- BRUNETON, J. Farmacognosia; Fitoquímica; Plantas Medicinalis. 2ª Edição. Espanha. Editora Acúbia, p. 305-350. 2001.
- CÉGIÉLA-CARLIOZ, P., *et al.* Modulation of multi-drug resistance (MDR) in *Staphylococcus aureus* by Osha (*Ligusticum porteri* L., Apiaceae) essential oil compounds. *Flavour and Fragrance Journal*, v. 20, p. 671-675. 2005.
- CHAMBERS, H.F. Methicilin-resistant staphylococci. *Clinical Microbiology Reviews*, v.1, p. 173-186. 1988.
- CHOPRA, I., HESSE, L., O'NEIL, A. J. Exploiting current understanding of antibiotic action for discovery of new drugs. *Journal of Applied Microbiology, Symposium Supplement*, v. 92, p.4-15. 2002.
- COHEN, F. L., TARTASKY, D. Microbial resistance to drug therapy: a review. *American Journal of Infection Control*, v. 25, p. 51-64. 1997.
- COSTA, D. A. *et al.* Chemical constituents from *Bakeridesia pickelli* (H. Monteiro) (Malvaceae) and of kaempferol-3-O- $\beta$ -D-(6''-E-p-coumaroyl) glucopyranoside on guinea-pig ileum. *Química Nova*. 2007. (no prelo).
- CUSHNIE, T. P. T., LAMB, A. J., Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, v. 26, p. 343–356. 2005.
- DI CARLO, G., *et al.* Flavonoids: old and new aspects of a class of natural therapeutic drugs. *Life Sciences*, v. 65, p. 337-353. 1999.
- DICKSON, R. A., *et al.* Antimicrobial, resistance-modifying effects, antioxidant and free radical scavenging activities of *Mezoneuron benthamianum* Baill., *Securinega virosa* Roxb. & Willd. And *Microglossa pyrifolia* Lam. *Phytotherapy Research*, v. 20, p. 41-45. 2006.
- FALCÃO-SILVA, V. S.; LIMA, E. O.; SIQUEIRA-JUNIOR, J. P. Modificação da atividade antibiótica por óleos e extratos em *Staphylococcus aureus*. Encontro de Iniciação Científica XIV (João Pessoa - UFPB), p. 78. 2006.
- FOURNIER, B., ARAS, R., HOOPER, D. C. Expression of the multidrug resistance transporter NorA from *Staphylococcus aureus* is modified by a two-component regulatory system. *Journal of Bacteriology*, v. 182, p. 664-671. 2000.
- GIBBONS, S. Anti-staphylococcal plant natural products. *Natural Product Reports*, v. 21, p. 263-277. 2004.
- GIBBONS, S., OLUWATUYI, M., KAATZ, G. W. A novel inhibitor of multidrug efflux pumps in *Staphylococcus aureus*. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, v. 51, p. 13–17. 2003b.
- GIBBONS, S., *et al.* Bacterial resistance modifying agents from *Lycopus europaeus*. *Phytochemistry*, v. 62, p. 83–87. 2003a.
- GIBBONS, S., MOSER, E., KAATZ, G. W. Catechin gallates inhibit multidrug resistance (MDR) in *Staphylococcus aureus*. *Plant Letter*, v. 70, p.1-3. 2004.
- GIBBONS, S., UDO, E. E. The effect of reserpine, a modulator of multidrug efflux, on the *in vitro* activity of tetracycline against clinical isolates of methicillin resistance *Staphylococcus aureus* (MRSA) possessing the *tet(K)* determinant. *Phytotherapy Research*, v.14, p. 139-140. 2000.
- GILL, M. J., BRENWALD, N. P., WISE, R. Identification of an efflux pump gene, *pmrA*, associated with fluoroquinolone resistance in *Streptococcus pneumoniae*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, v. 43, p. 187-189. 1999.
- GONZALES, R. D., *et al.* **Infections due to vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* resistant to linezolid.** *The Lancet*, v. 357, p. 1179. 2001.
- GUZ, N. R. *et al.* Flavonolignan and flavone inhibitors of a *Staphylococcus aureus* multidrug resistance pump: structure-activity relationships. *Journal of Medical Chemistry*, v. 44, p. 261-268. 2001.

- HARBORNE, J. B., WILLIAMS, C. A. Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, v. 55, p. 481-504. 2000.
- HSIEH, P., et al. *Bacteria lacking a multidrug pump: A sensitive tool for drug discovery. Proceedings of the National Academy of Sciences of United States*, v. 95, p. 6602-6606. 1998.
- JONAS, B. M., MURRAY, B. E., WEINSTOCK, G. M. Characterization of *emeA*, a *norA* Homolog and Multidrug Resistance Efflux Pump, in *Enterococcus faecalis*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, v. 45, p. 3574-3579. 2001.
- JONES, M. E., et al. Multiple mutations conferring ciprofloxacin resistance in *Staphylococcus aureus* demonstrate the long term stability in an antibiotic free environment. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, v. 45, p. 353-356. 2000.
- KAATZ, G. W., et al. Phenothiazines and thioxanthenes inhibit multidrug efflux pump activity in *Staphylococcus aureus*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, v. 47, p. 719-726. 2003.
- KAATZ, G. W.; SEO, S. M. Inducible NorA-mediated multidrug resistance in *Staphylococcus aureus*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, v. 39, p. 2650-2655. 1995.
- KAATZ, G. W., SEO, S. M. Mechanisms of fluorquinolone resistance in genetically related strains of *Staphylococcus aureus*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, v. 41, p. 2733-2737. 1997.
- KAATZ, G. W., SEO, S. M., RUBLE, C. A. Efflux-mediated fluoroquinolone resistance in *Staphylococcus aureus*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, v. 37, p. 1086-1094. 1993.
- KHAN I. A., et al. Piperine, a phytochemical potentiator of ciprofloxacin against *Staphylococcus aureus*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, v. 50, p. 810-812. 2006.
- KÖHLER, T., PECHÈRE, J. C., PLÉSIAT, P. Bacterial antibiotic efflux systems of medical importance. *Cellular and Molecular Life Sciences*, v. 56, p. 771-778. 1999.
- KOLACZKOWSKI, M., MICHALAK, K., MOTOHASHI, N. Phenothiazines as potent modulators of yeast multidrug resistance. *International Journal of Antimicrobial Agents*, v. 22, p. 279-283. 2003.
- KUMAR, A., SCHWEIZER, H. P. Bacterial resistance to antibiotics: active efflux and reduced uptake. *Advanced Drug Delivery Reviews*, v. 57, p. 1486-1513. 2005.
- LEWIS, K. In Search of natural substrates and inhibitors of MDR pumps. *Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology*, v. 3, p. 247-254. 2001.
- LEWIS, K., AUSUBEL, F. M. Prospects for plant-derived antibacterials. *Nature Biotechnology*, v. 24, p. 1504-1507. 2006.
- LINDSAY, J. A., HOLDEN, M. T. G. *Staphylococcus aureus*: superbug, super genome? *Trends in Microbiology*, v. 12, p. 378-385. 2004.
- LOMOVSKAYA, O., BOSTIAN, K. A. Practical applications and feasibility of efflux pump inhibitors in the clinic – a vision for applied use. *Biochemical Pharmacology*, v. 71, p. 910-918. 2006.
- LYNCH, A. S. Efflux systems in bacterial pathogens: an opportunity for therapeutic intervention? An industry view. *Biochemical Pharmacology*, v. 71, p. 949-956. 2006.
- MARKHAM, P., et al. Multiple novel inhibitors of the NorA multidrug transporter of *Staphylococcus aureus*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, v. 43, p. 2404-2408. 1999.
- MARSHALL, N. J., PIDDOCK, L. J. V. Antibacterial efflux systems. *Microbiologia*, v. 13, p. 285-300. 1997.

- MARQUEZ, B., *et al.* Multidrug resistance reversal agent from *Jatropha elliptica*. *Phytochemistry*, v. 66, p. 1804-1811. 2005.
- McMURRY, L., JR. PETRUCCI, R. E., e LEVY, S. B. Active efflux of tetracycline encoded by four genetically different tetracycline resistance determinants in *Escherichia coli*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 77, p. 3974-3977. 1980.
- MITCHELL, B. A., BROWN, M. H., SKURRAY, R. A. QacA multidrug efflux pump from *Staphylococcus aureus*: comparative analysis of resistance to diamidines, biguanidines, and guanylhydrazones. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, v. 42, p. 475-477. 1998.
- MICHALAK, K., *et al.* Compounds that modulate multidrug resistance in cancer cells. *Cellular & Molecular Biology Letters*, v. 6, p. 362-368. 2001.
- MOLNAR, J., *et al.* Multidrug resistance reversal in mouse lymphoma cells by heterocyclic compounds. *Anticancer Research*, v. 18, p. 3033-3038. 1998.
- MORRIS, M. E., ZHANG, S. Flavonoid-drug interactions: effects of flavonoids on ABC transporters. *Life Sciences*, v. 78, p. 2116-2130. 2006.
- MOREL, C., *et al.* Isoflavones as potentiators of antibacterial activity. *Journal Agricultural and Food Chemistry*, v. 51, p. 5677-5679. 2003.
- NEYFAKH, A. A. The multidrug efflux transporter of *Bacillus subtilis* is a structural and functional homolog of the *Staphylococcus* NorA protein. *Antimicrobial Agents Chemother*; v. 36, p. 484-485. 1992.
- NEYFAKH, A. A., BORSCH, C. M., KAATZ, G. W. Fluoroquinolone resistance protein NorA of *Staphylococcus aureus* is a multidrug efflux transporter. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, v. 37, p. 128-129. 1993.
- NCCLS – National Committee for Clinical Laboratory Standards (2005). *Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Fifteenth Informational Supplement*. CLSI/NCCLS document M100-S15. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, PA, USA.
- OLUWATUYI, M., KAATZ, G. W., GIBBONS, S. Antibacterial and resistance modifying activity of *Rosmarinus officinalis*. *Phytochemistry*, v. 65, p. 3249-3254. 2004.
- PANIZZI, L., *et al.* In vitro antimicrobial activity of extracts and isolated constituents of *Rubus ulmifolius*. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 79, p. 165-168. 2002.
- PIDDOCK, L. J. V. Clinically relevant chromosomally encoded multidrug resistance efflux pumps in bacterial. *Clinical Microbiology Review*, v. 19, p. 382-402. 2006a.
- PIDDOCK, L.J.V. Multidrug-resistance efflux pumps – not just for resistance. *Nature Reviews Microbiology*, v. 4, p. 629-636. 2006b.
- POOLE, K. Mechanisms of bacterial biocide and antibiotic resistance. *Journal of Applied Microbiology, Symposium Supplement*, v. 92, p. 55-64. 2002.
- POOLE, K., LOMOVSKAYA, O. Can efflux inhibitors really counter resistance? *Drug Discovery Today: Therapeutic Strategies*, v. 3, p. 145-152. 2006.
- RAMÓN-GARCÍA, S., *et al.* Characterization of tetracycline resistance mediated by the efflux pump Tap from *Mycobacterium fortuitum*. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 57, p. 252-259. 2006.
- ROSS, J. I., *et al.* Characterization and molecular cloning of the novel macrolide-streptogramin B resistance determinant from *Staphylococcus epidermidis*. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, v. 24, p. 851-862. 1989.
- SÀNCHEZ, P. D. Sistemas MDR y resistencia a los antimicrobianos. *Revista Española de Quimioterapia*, v. 16, p. 172-187. 2003.
- SILVA, D. A., *et al.* Constituintes químicos e atividade anti-oxidante de *Sida galherinsis*. *Química Nova*, v. 29, p. 1250-1254. 2006.

- SILVA, D. A., *et al.* Flavonídes glicosilados de *Herissantia tiubae* (K. Schum) Brizicky (Malvaceae) e testes farmacológicos preliminares do canferol 3,7-di-*O*- $\alpha$ -L-rhamnopiranosídeo. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, p. 23-29. 2005a.
- SILVA, D.A., *et al.* Flavonoids from *Herissantia tiubae*. **Pharmaceutical Biology**, v. 43, p. 197-200. 2005b.
- SILVA, A. S., *et al.* Triterpenes and phenolic compounds isolated from the aerial parts of *Herissantia tiubae* and evaluation of 5,4'-dihydroxy-3,6,7,8,3'-pentamethoxyflavone as modulator of bacterial drug resistance. **Pharmaceutical Biology**. 2007 (aceite para publicação).
- SILVEIRA, G. P., *et al.* Estratégias utilizadas no combate a resistência bacteriana. *Química Nova*, v. 29, p. 844-855. 2006.
- SMITH, E., *et al.* Isopimaric acid from *Pinus nigra* shows activity against multidrug-resistant and EMRSA strains of *Staphylococcus aureus*. *Phytotherapy Research*, v. 19, p. 538-542. 2005.
- SMITH, E., *et al.* Antibacterials and modulators of bacterial resistance from the immature cones of *Chamaecyparis lawsoniana*. *Phytochemistry*, v. 68, p. 210-217. 2007.
- SOUZA, M. F. V; SILVA, D. A. Extração, isolamento e reações de caracterização de constituintes químicos. In: ALMEIDA, R. N. (Org). *Psicofarmacologia: fundamentos práticos*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 76-88.
- STAVRI, M., MATHEW, K. T., GIBBONS, S. Antimicrobial constituents of *Scrophularia deserti*. *Phytochemistry*, v. 67, p. 1530-1533. 2006.
- STERMITZ, F. R., *et al.* *Staphylococcus aureus* MDR efflux pump inhibitors from a *Berberis* and a *Mohonia* (sensu strictu) species. *Biochemical Systematics and Ecology*, v. 29, p. 793-798. 2001.
- STERMITZ, F. R., *et al.* Polyacylated neohesperidosides from *Geranium caespitosum*: bacterial multidrug resistance pump inhibitors. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, v. 13, p. 1915-1918. 2003.
- STERMITZ, F. R., *et al.* Two flavonols from *Artemisa annua* which potentiate the activity of berberine and against a norfloxacinresistant strain of *Staphylococcus aureus*. *Planta Medica*, v. 68, p. 1140-1141. 2002.
- STERMITZ, F.R., *et al.* 5'-Methoxyhydnocarpin-D and pheophorbide A: *Berberis* species components that potentiate berberine growth inhibition of resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of Natural Products*, v. 63. p. 1146-1149. 2000.
- TELES, Y.C.F., *et al.* Atividade dos extratos de *Casearia sylvestris* (guaçatonga) sobre *Staphylococcus aureus*. Encontro de Iniciação Científica XIV (João Pessoa – UFPB), p. 79. 2006.
- TEGOS, G., *et al.* Multidrug pump inhibitors uncover remarkable activity of plant antimicrobials. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, v. 46, p. 3133-3141. 2002.
- VAN BAMBEKE, F., PAGÈS, J. LEE, V. J. Inhibitors of bacterial efflux pumps as adjuvants in antibiotic treatments and diagnostic tools for detection of resistance by efflux. *Recent Patents on Anti-Infective Drug Discovery*, v. 1, p. 157-175. 2006.
- VAN BAMBEKE, F., *et al.* Antibiotic efflux pumps in prokaryotic cells: occurrence, impact on resistance and strategies for the future of antimicrobial therapy. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, v. 51, p. 1055-1065. 2003.
- VAN VEEN, H. W. O., *et al.* A bacterial antibiotic-resistance gene that complements the human multidrug-resistance P-glycoprotein gene. *Nature*, v. 391, p. 291-295. 1998.
- VELÁZQUEZ-MEZA, M. E. Surgimiento y diseminación de *Staphylococcus aureus* meticilinorresistente. *Salud Pública de México* v. 47, p. 381-387. 2005.
- WEBBER, M. A., PIDDOCK, L. J. V. The importance of efflux pumps in bacterial antibiotic resistance. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, v. 51, p. 9-11. 2003.



- YAMADA, H., *et al.* Quinolone susceptibility of norA-disrupted *Staphylococcus aureus*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, v. 41, p. 2308-2309. 1997.
- YUNES, R. A., CALIXTO, J.B. *Plantas Mediciniais sob a ótica da Química Medicinal Moderna*. Santa Catarina. Argos – Editora Universitária. 2001.
- ZGURSKAYA, H. I. Molecular analysis of efflux pump-based antibiotic resistance. *International Journal of Medical Microbiology*, v. 292, p. 95-105. 2002.
- ZLOH, M., KAATZ, G. W., GIBBONS, S. Inhibitors of multidrug resistance (MDR) have affinity for MDR substrates. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, v. 14, p. 881-885. 2004.

**Dieta do cavalo-marinho *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 (Teleostei: Syngnathidae)  
na APA Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil**

**Aline de Farias Diniz**

Universidade Federal da Paraíba (Rua Professor Renato Carneiro da Cunha n° 250, Jaguaribe, João Pessoa – PB, CEP: 58015-306)

Bolsista PIBIC-CNPq/UFPB

[dinizbio@yahoo.com.br](mailto:dinizbio@yahoo.com.br)

**André Luiz da Costa Castro**

Universidade Federal da Paraíba (Jardim Cidade Universitária, João Pessoa – PB, CEP: 58051-900)

[andrebioufpb@gmail.com](mailto:andrebioufpb@gmail.com)

**Ieda Zapparoli Martins**

Universidade Federal da Paraíba (Jardim Cidade Universitária, João Pessoa – PB, CEP: 58051-900)

[iedazm@hotmail.com](mailto:iedazm@hotmail.com)

**Ierecê de Lucena Rosa**

Universidade Federal da Paraíba (Jardim Cidade Universitária, João Pessoa – PB, CEP: 58051-900)

[ierecerosa@yahoo.com.br](mailto:ierecerosa@yahoo.com.br)

**Resumo:** Os cavalos-marinhos encontram-se fortemente ameaçados por sua grande exploração comercial e pela destruição de seus habitats costeiros. O intenso comércio em torno desses animais está baseado na retirada contínua de indivíduos da natureza, sendo a alimentação um dos principais entraves nas tentativas de cultivo desses animais. Não obstante, estudos acerca da alimentação de peixes geralmente empregam métodos destrutivos e que envolvem a captura de grande número de exemplares – o que deve ser minimizado ou evitado, em se tratando de espécies cujo *status* de conservação é preocupante. Neste contexto, o presente estudo visou conhecer os principais itens da dieta de *Hippocampus reidi* (N=271), através de uma abordagem não destrutiva (lavagem estomacal) em ambiente natural (estuário do rio Mamanguape/PB). Ao final do procedimento, cada exemplar submetido à técnica foi marcado e devolvido ao mesmo ponto do estuário onde originalmente encontrado. O conteúdo foi fixado em formalina a 10%, sendo os itens alimentares identificados em laboratório até o menor nível taxonômico possível e analisados através de Frequência de Ocorrência, Abundância Relativa e Índice de Preponderância. Os principais itens encontrados foram Nematoda e crustáceos, principalmente Copepoda (Harpacticoida). A técnica da lavagem estomacal mostrou-se uma ferramenta útil e não destrutiva em estudos acerca de cavalos-marinhos.

**Palavras-chave:** *cavalo-marinho, conservação, dieta, lavagem estomacal, método não destrutivo*

## 1. Introdução

Os cavalos marinhos (gênero *Hippocampus*) são representados por 35 espécies distribuídas em todo o mundo, em zonas tropicais e temperadas, entre as latitudes de 50°N e 50°S, a maioria delas ocorrendo no Atlântico Ocidental ou na região do Indo Pacífico (LOURIE *et al.*, 2004). Esses animais possuem baixa mobilidade, baixa taxa reprodutiva e apresentam cuidado parental relativamente prolongado, no qual os machos ficam “grávidos” (VINCENT, 1995; LOURIE *et al.*, 1999).

Apesar do reconhecimento de que tais características tornam os cavalos-marinhos particularmente vulneráveis à sobreexploração (LOURIE, *et al.*, 1999; FOSTER & VINCENT, 2004), esses peixes são explorados globalmente para fins medicinais, aquarismo, confecção de artesanato e até na alimentação (VINCENT, 1995; BELL *et al.*, 2003; WOODS & MARTIN-SMITH, 2004), uma situação agravada pela escassez de estudos em ambiente natural (FOSTER & VINCENT, 2004). A obtenção de dados científicos acerca dos cavalos-marinhos é premente, particularmente devido à recente inclusão de todo o gênero *Hippocampus* na CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora).

Possivelmente, um dos aspectos biológicos menos estudados em populações naturais de cavalos-marinhos é a alimentação, embora esta seja uma das principais causas de mortalidade em cativeiro e um dos maiores entraves ao estabelecimento de um protocolo de cultivo para esses animais (WILSON & VINCENT, 1998).

Estudar a dieta natural de espécies de peixes é um passo importante para ajudar a entender as complexas interações tróficas, variações temporais, espaciais, ontogenéticas e sexuais na biologia da ictiofauna, além de ser uma ferramenta muito importante na conservação das espécies e manejo da pesca (XIE *et al.*, 2000; WOODS, 2002).

Por outro lado, estudos acerca da alimentação de peixes geralmente empregam métodos destrutivos e que envolvem a captura de grande número de exemplares – o que deve ser minimizado ou evitado, em se tratando de espécies cujo *status* de conservação é preocupante. Neste sentido, devem ser buscadas alternativas que possam conciliar a necessidade de obtenção de dados com métodos que considerem os aspectos conservacionistas.

O presente estudo buscou contribuir no sentido de ampliar o conhecimento disponível sobre a biologia e ecologia de *Hippocampus reidi*, uma das espécies de cavalos-marinhos mais comercializadas para fins de aquarismo e que figura na Lista Vermelha da World Conservation Union (IUCN, 2004) e Lista Nacional das espécies de invertebrados aquáticos e peixes sobreexploradas ou ameaçadas de sobreexploração (BRASIL, 2004). Especificamente, objetivou 1) determinar os itens da dieta de *Hippocampus reidi* e 2) testar metodologia não destrutiva para a obtenção de dados acerca da dieta de cavalos-marinhos em ambiente natural.

## 2. Metodologia

### 2.1. Área de estudo

A pesquisa foi conduzida no estuário do Rio Mamanguape, o segundo maior do Estado da Paraíba, no Nordeste do Brasil (Fig. 1). O estuário localiza-se entre as coordenadas 6°43'2" e 6°51'54" S e 34°54'4" e 35°7'46" W, nos municípios de Rio Tinto e Marcação, na porção norte do Estado (PALLUDO & KLONOWSKI, 1999).

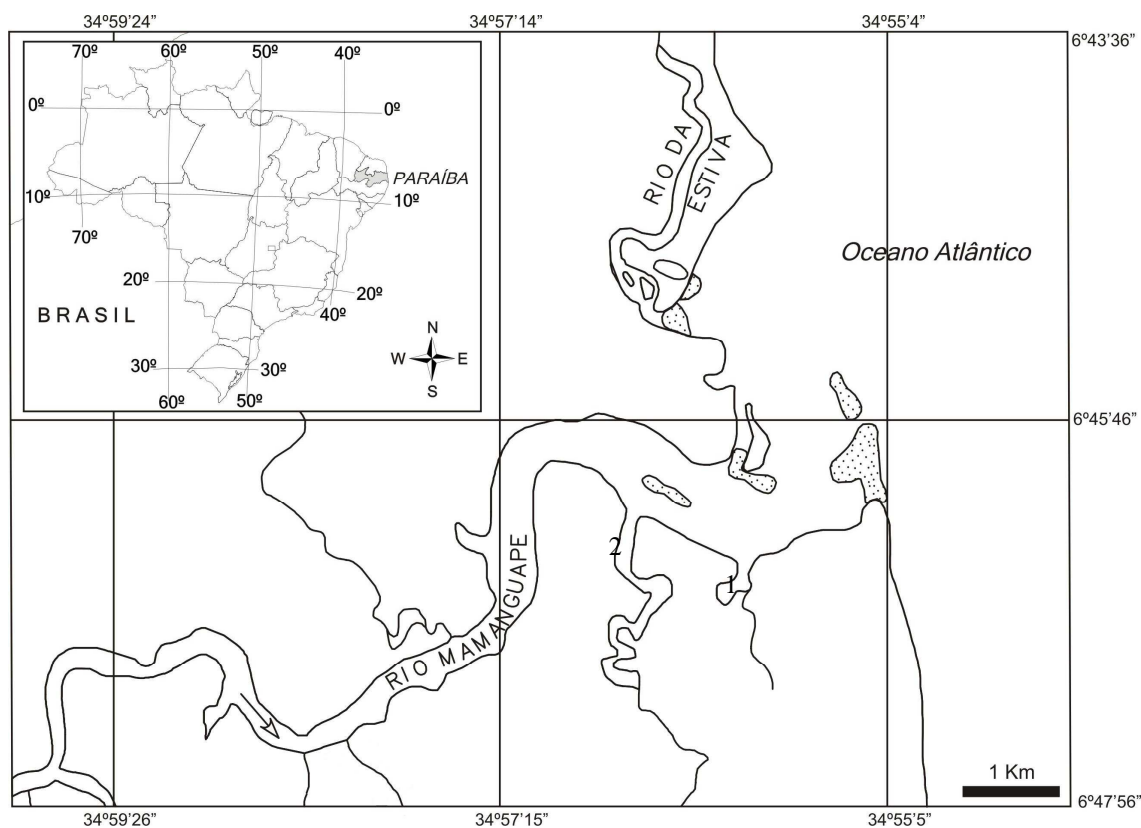


Figura 01: Mapa georeferenciado do estuário do Rio Mamanguape, mostrando os pontos de coleta de dados: 1: “camboa do Peixe-boi”; 2: “camboa Tanques”. Fonte: SUDEMA (2006).

## 2.2. Atividades em campo

Foram realizadas duas expedições por mês ao estuário do Rio Mamanguape no período de Outubro de 2005 a Fevereiro de 2007, percorrendo-se, por meio de canoa, as margens das camboas “Peixe-boi” e “Tanques” (Fig. 02 e 03), onde os exemplares de *H. reidi* foram capturados e para onde foram posteriormente (após a coleta dos dados) devolvidos.

Uma vez localizados (Fig. 04), os cavalos-marinhos foram colocados no interior de recipientes com água do ambiente. Em seguida foram anestesiados com 0,1 ml de óleo de cravo a 0,05% (Fig. 05). Após o período de anestesia, foram transferidos para recipientes contendo água do ambiente previamente filtrada em rede com abertura de malha de 40  $\mu$ m. Os animais foram então submetidos à técnica da “lavagem estomacal”, revisada por Kamler & Pope (2001) e modificada no presente estudo, onde se fez uma injeção de água doce no interior do tubo digestório dos animais utilizando sondas de diâmetro externo igual a 4 mm, associadas a seringas descartáveis contendo 2 ml de volume (Fig. 06). Após a “lavagem estomacal”, a água do recipiente foi novamente filtrada, e o filtrado foi depositado em pequenos recipientes e fixado em formalina a 10%.

Os animais que apresentaram altura com doze ou mais centímetros foram marcados na região da cauda (Fig. 07).



**A**

Figura 02 e 03. Vista parcial dos pontos de coleta de dados no estuário do rio Mamanguape, Paraíba. 03: camboa Peixe-boi. 04: Camboa dos Tanques. Fotos: André Castro.



Figura 04: Exemplar de *Hippocampus reidi* em raiz de *Rizophora mangle*. Figura 05: Acondicionamento de exemplar de cavalo-marinho durante a anestesia.

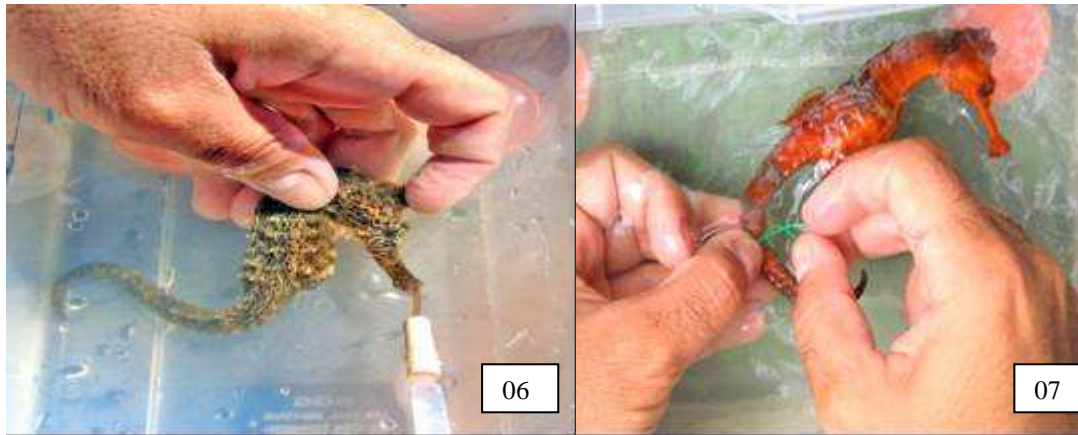


Figura 06: Exemplar anestesiado de *Hippocampus reidi* sendo submetido à técnica da “lavagem estomacal”. Figura 07. Marcação utilizada no presente estudo.

### 2.3. Atividades em laboratório

Os itens alimentares coletados foram analisados no LAPEC (Laboratório de Peixes: Ecologia e Conservação) / NEPREMAR/UFPB, através de lupa binocular .

Para fins de análise quali-quantitativa, os seguintes métodos foram utilizados: Frequência de Ocorrência (FO) (Eq. 01), revisado por Hyslop (1980) e Marrero (1994), e Abundância Relativa (%A) (Eq. 02), calculada através da proporção de quadrículas ocupadas por um item “i” em uma superfície plana quadriculada, em relação ao número total de quadrículas ocupadas pelo conteúdo (VENDEL & CHAVES, 1998).

$$%O_i = (N_i / N) \times 100 \quad (\text{Eq. 01})$$

Onde %O<sub>i</sub> corresponde a frequência de ocorrência de cada item i, N<sub>i</sub> é o número de conteúdos regurgitados que continham o item i, N é o número de conteúdos regurgitados que continha itens.

$$%A_i = (\sum S_i / \sum S_t) \times 100 \quad (\text{Eq. 02})$$

Onde %A corresponde a abundância relativa,  $\sum S_i$  é o número total de quadrículas que o item i ocupou e  $\sum S_t$  é o número total de quadrículas ocupadas.

Os resultados de “FO” e “%A” foram conjugados através do Índice de Preponderância (IP) também chamado de ponderação, o qual permite agrupar os valores de FO de um ítem “i” com seus respectivos valores de %A (MARSHALL & ELLIOTT, 1997) (Eq. 03).

$$IP = \%A \cdot FO_i / (\sum \%A \cdot FO_i) \times 100 \quad (\text{Eq. 03})$$

### 3. Resultados e discussão

Foram encontrados 265 exemplares de cavalos-marinhos (120 fêmeas, 122 machos e 23 jovens que não puderam ter o sexo determinado), com altura mínima de 3,5 cm e máxima de 19,30 cm. Em relação ao estado reprodutivo, 64 fêmeas foram categorizadas como

reprodutivas e 58 machos apresentavam bolsa desenvolvida. Dos indivíduos que foram marcados (n=242), 75 foram reavistados, sendo o período máximo entre a avistagem inicial e a final dos indivíduos de 219 dias.

Foram analisados 271 conteúdos regurgitados. Para cada conteúdo, o número de itens alimentares encontrado variou de 1 a 61. Os principais itens encontrados, em termos de frequência de ocorrência, foram Copepoda Harpacticoida (FO = 0,91) e Nematoda (FO = 0,87). Com relação ao índice de preponderância, os principais itens foram Nematoda (IP = 42,67) e Copepoda Harpacticoida (IP = 34,97). Também foram encontrados outros itens em menor frequência e preponderância; porém, conforme mostrado na figura 09, a média total dos itens pouco consumidos foi muito baixa em relação aos Nematoda e Copepoda (Harpacticoida).

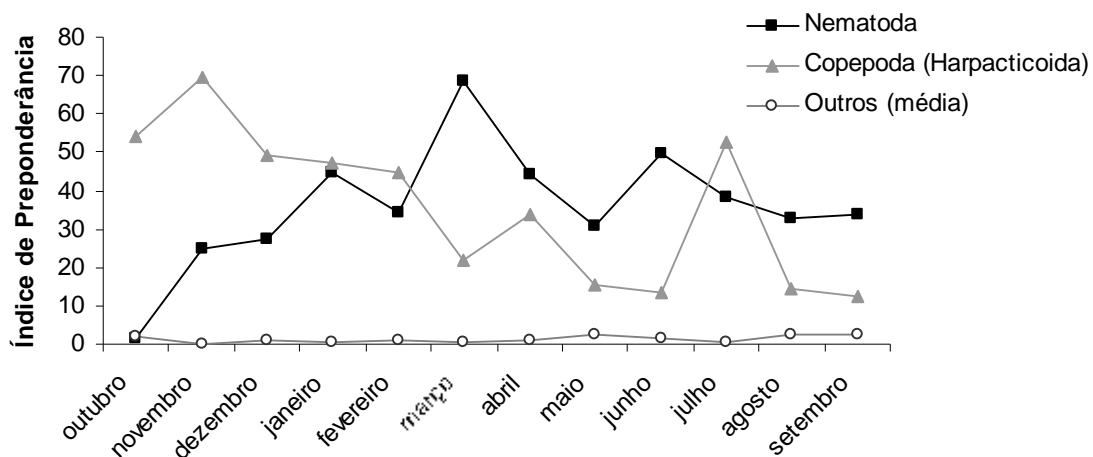


Figura 09. Flutuação no Índice de Preponderância de itens consumidos por *Hippocampus reidi* ao longo de um ano de amostragem no estuário do rio Mamanguape, Paraíba.

Os itens mais consumidos pelos machos com bolsa proeminente, em relação ao IP, foram Copepoda (Harpacticoida) (IP = 45,95) e Nematoda (IP = 37,55). Já os machos sem bolsa proeminente (“não-grávidos”) e as fêmeas reprodutivas e não reprodutivas consumiram mais Nematoda e Copepoda (Harpacticoida) (Tab. II).

As presas de maiores tamanhos, como os camarões (Caridae) e Teleostei foram consumidas em menor quantidade pelos machos com bolsa proeminente (IP = 1,03 e 0,19, respectivamente) do que pelos machos “não grávidos” (IP = 9,18 e 4,83), fêmeas reprodutivas (IP = 12,42 e 2,76) e fêmeas não reprodutivas (IP = 1,35 e 2,04).

Os resultados obtidos no presente estudo mostraram importância dos itens Nematoda e crustáceos, principalmente Copepoda Harpacticoida na dieta de *Hippocampus reidi*. Crustáceos têm sido considerados os itens predominantes na dieta de cavalos-marinhos e de outras espécies de Syngnathidae, embora seus tipos específicos tenham variado de acordo com sua disponibilidade e abundância, e de acordo com o tamanho do cavalo-marinho que os consome (TEIXEIRA & MUSICK, 2005; WOODS, 2002). A grande predominância de Nematoda no presente estudo, por sua vez, não havia sido reportada em estudos anteriores acerca de cavalos-marinhos e pode ser um reflexo de sua importância na meiofauna em ambientes estuarinos. Nesses ambientes os Nematoda podem representar de 60 a 90% da fauna total, seguidos pelos copépodos com 10 a 40% (COULL, 1999).

O consumo ocasional de presas grandes como os camarões e peixes pode resultar em uma maior aquisição de energia do que o consumo de presas pequenas como os Copepoda, porém presas que possuam uma alta mobilidade exigem um maior gasto energético para serem capturadas. Assim, o consumo em menor quantidade de presas de grande tamanho ou de maior mobilidade pelos machos “grávidos” sugere uma economia do gasto energético, pois eles precisam de uma maior quantidade de energia para que tenham uma gestação bem desenvolvida (FELÍCIO, 2005). A grande variação na quantidade de itens alimentares sugere que *H. reidi* é um predador voraz.

Os resultados obtidos até o momento revelaram a eficácia da técnica de lavagem estomacal para cavalos-marinhos, não tendo sido registradas alterações comportamentais ou mortalidade de indivíduos que passaram pelo processo. Além disso, a reavistagem e a observação de cavalos-marinhos marcados liberando filhotes reforçam a característica não-destrutiva do método.

#### 4. Conclusões

O presente estudo registrou, como principais itens da dieta de *Hippocampus reidi*, Nematoda e crustáceos, principalmente Copepoda Harpacticoida. Não foram observadas diferenças na dieta com relação ao sexo dos exemplares, porém observou-se que indivíduos com bolsa incubadora proeminente (“grávidos”) consumiram uma maior quantidade de presas pequenas, possivelmente refletindo uma economia no gasto energético, já que precisam de uma maior quantidade de energia para a manutenção e nutrição da prole.

#### 5. Agradecimentos

Ao PIBIC/CNPq/UFPB pelo apoio financeiro; aos colegas do LAPEC (Laboratório de Peixes – Ecologia e Conservação) pelo apoio dado durante o desenvolvimento desta pesquisa; ao IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) pela licença de pesquisa e alojamento durante o trabalho de campo na APA Barra do rio Mamanguape. Somos particularmente gratos a “seu Arlindo” e família, Saulo e Oscar, por toda ajuda no campo e a Carla Marcon, pelo entusiasmo e apoio.

#### 6. Referências

- BELL, E. M.; LOCKYEAR, J. F.; MCPHERSON, J. M.; MARSDEN, A. D. & VINCENT, A. C. J. First field studies of an Endangered South African Seahorse *Hippocampus capensis*. *Environmental Biology of Fishes*, v.67, p. 35-47, 2003.
- COULL, B. C. Role of meiofauna in estuarine soft-bottom habitats. *Austral Ecology*, v. 24, p.327-343, 1999.
- FOSTER, S. J. & VINCENT, A.C. J. 2004. Life history and ecology of seahorse: implications for conservation and management. *J. Fish. Biol.* 65: 1-61.
- HYSLOP, E. J. Stomach contents analysis, a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, v. 17, n. 4, p. 411-430, 1980.
- IUCN 2006. 2006 IUCN Red List Threatened Species. The World Conservation Union, Gland, Switzerland. <http://www.redlist.org>. Acessado em Fevereiro de 2007.



- KAMLER, J. F. & POPE, K.L. Nonlethal methods of examining fish stomach contents. *Reviews in Fisheries Science*, v. 9, n. 1, p. 1-11, 2001.
- LOURIE, S. A., VINCENT, A. C. J., HALL, H. J. Seahorses: an identification guide to the world's species and their conservation. Project Seahorse, London, UK. 1999, 214pp.
- LOURIE, S. A. et al. A guide to the Identification of Seahorse. Projecto Seahorse and TRAFFIC North America. Washington D.C.: University of British Columbia and World Wildlife Fund, 2004.
- MARRERO, C. Metodos para quantificar contenidos estomacales en peces. Talleres Gráficos de LIBERIL. Caracas – Venezuela. 1994, 37 p.
- MARSHALL, S. & ELLIOTT, M. A comparison of univariate and multivariate numerical and graphical techniques for determining inter- and intraspecific feeding relationships in estuarine fish. *Journal of Fish Biology*, v.51, n.3, p.526-545, 1997.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Lista Nacional das Espécies de Invertebrados aquáticos e peixes sobreexplotados e ameaçados de sobreexploração. *Diário Oficial da União*, 102:136,142.
- PALLUDO, D. & KLONOWSKY, V.S. Barra de Mamanguape - PB: Estudo do impacto do uso de madeira de manguezal pela população extrativista e da possibilidade de reflorestamento e manejo dos recursos madeireiros. Série Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, São Paulo, 1999, 55p.
- TEIXEIRA, R. L. & MUSICK, J. A. Reproduction and food habits of the lined seahorse, *Hippocampus erectus* (Teleostei: Syngnathidae) of Chesapeake Bay, Virginia. *Rev. Brasil Biol.*, v. 61, n.1, p. 79–90, 2001.
- VENDEL, A. L. & CHAVES, P. T. C., Alimentação de *Bairdiella ronchus* (CUVIER) (PERCIFORMES, SCIAENIDAE) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Revta Bras. Zool.* V.15, n. 2, p. 297-305, 1998.
- VINCENT, A. C. J. Trade in seahorses for traditional Chinese Medicines, *Aquarium Fishes and Curios*. *Traffic Bull.* v.15, n. 3, p. 125-128, 1995.
- WILSON, M.J. & VINCENT, A.C.J. Preliminary success in closing the life cycle of exploited seahorse species, *Hippocampus* spp., in captivity. *Aquarium Sciences and Conservation*. v. 2, p. 179–196, 1998.
- WOODS, C.M.C. Natural diet of the seahorse *Hippocampus abdominalis*. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, v. 36, p. 655–660, 2002.
- WOODS, C. M. C. & MARTIN-SMITH K. M. Visible implant fluorescent elastomer tagging of the big-bellied seahorse, *Hippocampus abdominalis*. *Fisheries Research*, v. 66, p.363–371, 2004.
- XIE, S.; CUI, Y.; ZHANG, T.; LI, Z. Seasonal patterns in feeding ecology of three small fishes in the Biandantang Lake, China. *Journal of Fish Biology*, v. 57, p. 867-880, 2000.

## **CIÊNCIAS DA SAÚDE**

---

## **Incidência, Prevalência e Frequência da Violência Doméstica na Saúde-Saúde Mental de Mulheres no Município de João Pessoa-Pb**

### **Ana Tereza Medeiros Cavalcanti da Silva**

Doutora em Enfermagem pela Escola de Enfermagem da Universidade de São Paulo – USP-SP

Professora do Departamento de Enfermagem de Saúde Pública e Psiquiatria – CCS/UFPB  
Professora do Programa de Pós-graduação em Enfermagem do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba-UFPB

E-mail - [anatmc8@yahoo.com.br](mailto:anatmc8@yahoo.com.br)

### **ENDEREÇO:**

Departamento de Enfermagem de Saúde Pública e Psiquiatria

Centro de Ciências da Saúde

Universidade Federal da Paraíba

Cidade Universitária – João Pessoa, PB.

CEP: 58059-900 Fone: (083) 3216.7229 Fax: (083) 3216.7162

### **Alunas da graduação em Enfermagem – Iniciação Científica**

**Kerle Dayana Tavares de Lucena – Bolsista do PIBIC/CNPq/UFPB**

E-mail: [kerledayana@yahoo.com.br](mailto:kerledayana@yahoo.com.br)

**Ana Paula Teixeira Costa - Bolsista PIBIC/CNPq/UFPB**

E-mail: [anapaulacosta\\_enf@hotmail.com](mailto:anapaulacosta_enf@hotmail.com)

## **RESUMO**

*A violência contra as mulheres é um tema que tem interessado a enfermagem, como especialidade da área da saúde voltada para a prevenção, proteção e recuperação da saúde/saúde mental. A interface da violência com a saúde aproxima o âmbito de interesse da pesquisadora com a temática. Na perspectiva da integralidade da assistência e no sentido de atender às perspectivas do Sistema Único de Saúde – SUS, que aponta a possibilidade de adoção de novos paradigmas da atenção em saúde, urge considerar o impacto da violência doméstica na saúde/saúde mental de mulheres. O recorte deste estudo refere-se à situação epidemiológica sobre agravos à saúde/saúde mental produzidos por violência doméstica contra as mulheres. Pesquisa de abordagem quantitativa que busca apreender a distribuição e os elementos epidemiológicos associados à violência doméstica praticada contra a mulher. Ao final, espera-se poder subsidiar o planejamento de ações e intervenções de saúde e de enfermagem voltadas para a prevenção e/ou minimização de agravos à saúde/saúde mental da mulher contra quem foi perpetrada alguma forma de violência doméstica.*

**Descritores:** *Violência doméstica, saúde mental, enfermagem.*

## INTRODUÇÃO

A violência contra as mulheres é um tema que tem interessado a enfermagem, como especialidade da área da saúde voltada para a prevenção, proteção e recuperação da saúde/saúde mental. A interface da violência com a saúde aproxima o âmbito de interesse da pesquisadora com a temática. Na perspectiva da integralidade da assistência e no sentido de atender às perspectivas do Sistema Único de Saúde – SUS, que aponta a possibilidade de adoção de novos paradigmas da atenção em saúde, urge considerar o impacto da violência doméstica na saúde/saúde mental de mulheres.

A violência contra a mulher está incluída no tipo de violência que a OMS reconhece como “violência contra parceiros íntimos”. Os dados de um estudo sobre população em todo o mundo revelam que até 69% de mulheres comunicaram ter sofrido maus-tratos físicos, sexuais e psicológicos por parceiros íntimos, por longo período de tempo (OMS, 2002).

No sentido de conhecer a realidade da violência contra a mulher e aprofundar a compreensão do fenômeno, em âmbito local, é de grande importância uma investigação sobre a temática apresentada, uma vez que o problema envolve questões culturais que devem ser consideradas para o estabelecimento de prioridades e orientar nas formulações das políticas públicas de saúde, bem como para promover respostas rápidas e eficazes, tanto das autoridades sanitárias como das autoridades judiciais, para regular e monitorar o desenvolvimento e o enfrentamento da violência doméstica contra a mulher no Estado da Paraíba.

A urgência de estudos sobre esse fenômeno decorre do fato de inexistir um Banco de Dados organizado para dar visibilidade e subsidiar as decisões de autoridades sanitárias e judiciais sobre a violência praticada contra a mulher. Um banco de dados com informações sobre o impacto da violência na saúde/saúde mental de mulheres poderia, também, orientar a formação profissional das diversas áreas que apresentam interfaces com o tema da violência doméstica contra as mulheres.

Segundo o Ministério da Saúde (2004), uma pesquisa realizada pela OMS no ano de 2002, em oito países, inclusive em dois estados do Brasil (São Paulo e Pernambuco), reconhece que a morbidade provocada por violência doméstica e sexual atinge prioritariamente a população feminina, na faixa etária de 15-49 anos. Em Pernambuco, 34% das mulheres entrevistadas relataram ter sofrido violência física e/ou sexual, por parte do parceiro e apresentaram problemas de saúde decorrente do episódio, como: dores, desconforto severo, problemas de concentração e tontura; tentativas de suicídio e uso frequente de álcool, configurando a violência como uma questão de saúde física e mental. O documento afirma ainda que dessas mulheres, apenas 11% procuraram os serviços de saúde.

De acordo com Giffin (1994), no Brasil, um estudo realizado em 1987 revelou 2.000 casos de violência contra a mulher, registrados em uma Delegacia de Mulheres em São Paulo, dos quais 70% ocorreram no lar, tendo sido quase em sua totalidade praticados pelo parceiro. Desses casos, 40% resultaram em danos sérios à saúde. O mesmo estudo realizado nos EUA revelou que entre as 35% das tentativas de suicídio de mulheres norte-americanas, a violência doméstica é a causa principal, sendo o abuso o fator condicionante. A mesma autora afirma que as conseqüências não mortais de violência doméstica contra as mulheres no mundo, praticadas por parceiros, resultaram em agravos à saúde/saúde mental, como: lesões permanentes, problemas crônicos, entre os quais: dor de cabeça, dores abdominais, infecções vaginais, distúrbios do sono e alimentação, síndrome do pânico, depressões, tentativas de suicídio, apatias e doenças de efeito tardio, como: hipertensão, artrite e doenças cardíacas. Acrescenta que os efeitos da violência relacionada ao trauma psicológico são potencializados pelo fato de o agressor ser pessoa da convivência, o que amplia as possibilidades de agressão e a vulnerabilidade das mulheres.

No Estado da Paraíba, dados sobre as causas de óbitos de mulheres em idade fértil (10 a 49 anos) revelaram, entre suicídios, homicídios e lesões intencionais indeterminadas, no ano de 1999: 34 casos no universo de 944 óbitos; no ano de 2000: 47 casos no universo de 984 óbitos; no ano de 2001: 52 casos no universo de 1049 óbitos e no ano de 2002: 56 casos no universo de 1.081 (GUEDES, 2006).

Os serviços de saúde fazem parte da rota percorrida por grande parte de mulheres vítimas da violência doméstica. Contudo, nesses serviços, muitas vezes não se valorizam as agressões, a violência em si, mas a lesão ou o dano causado por ela. Isto porque a lesão constitui o problema específico da área da saúde, sobretudo no enfoque hegemônico do modelo de assistência cartesiano e exclusivamente biologicista.

Desse modo, mesmo uma violência reconhecida não é devidamente valorizada nos serviços de saúde o que favorece sua invisibilidade como fenômeno social interferindo no processo saúde-doença. Nesse contexto, a violência doméstica praticada contra as mulheres constitui um problema de saúde pública e coletiva e, como tal, requer a articulação dos serviços de saúde com outras instituições, como as Secretarias de Segurança e Delegacias da Mulher. Requer também uma reformulação na área da educação, na formação dos Recursos Humanos e a adoção de estratégias para o enfrentamento do problema em foco, que com este estudo esperamos contribuir para a sua visibilidade e compreensão.

A violência contra a mulher é um tema que se refere às relações sociais que pretendem sua dominação e submissão constituindo assim, um tipo de relação social de poder. Por ser produzida nas relações sociais, ou seja, na dinâmica política e histórica das sociedades, ela é percebida na atualidade, sobretudo como desigualdades de gênero. Para Scott (1991:12) gênero é um termo que se refere aos domínios estruturais e ideológicos existentes na relação entre os sexos, denunciados com veemência pelo movimento feminista, com “ênfase no caráter social das distinções baseadas no sexo, indicando rejeição ao determinismo biológico e valorizando o aspecto relacional da reciprocidade para a compreensão de homens e mulheres”.

Neste estudo adotamos o conceito inscrito nos documentos da Convenção Interamericana para Prevenir, Punir e Erradicar a Violência contra a Mulher - Convenção de Belém do Pará, que compreende a violência doméstica como um tipo de violência contra a mulher com suporte na abordagem de gênero. O enfoque adquire o significado de uma conduta discriminatória e desigual contra o gênero feminino. Quando essa violência ocorre no ambiente privado, na unidade doméstica, ou é praticada em qualquer lugar por um agressor que compartilhe ou tenha compartilhado com ela a mesma residência ou relações sociais familiares, entende-se essa violência como violência doméstica (AGENDE-2002).

Na área da saúde mental, as perversões do sistema de relações sociais são as grandes responsáveis pelas perturbações mentais, entre as quais se encontram as relações que determinam o reconhecimento ou a negação dos direitos civis sobre a gestão do destino, do corpo, enfim, da existência objetiva e subjetiva dos seres humanos. Assim, a saúde/saúde mental das mulheres pode ser afetada pelas desigualdades de gênero que discriminam as mulheres. Tais desigualdades podem ser observadas quando elas ganham menos por um mesmo serviço melhor pago a um homem; pela concentração de mulheres em profissões menos valorizadas socialmente, e por seu difícil acesso aos espaços de decisão na esfera do poder político e econômico. Além de tudo isso, as mulheres vivem sob tensões muito fortes decorrentes das múltiplas responsabilidades a elas atribuídas, como as diversas jornadas de trabalho e a exposição ao risco da violência física e sexual.

A distribuição social da violência contra a mulher no mundo aponta a violência doméstica como um tipo de violência universal e prevalente praticada por parceiros ou pessoas muito próximas das mulheres. Por tratar-se de um fenômeno previsível que resulta em agravos à saúde até com morte, a violência tem sido considerada uma questão de Saúde

Pública, sobretudo por sua previsibilidade e conseqüente possibilidade de prevenção, o que requer análise para seu controle.

Os dados sobre a violência contra a mulher no Estado da Paraíba não estão organizados em um Banco de Dados que facilite o trabalho dos pesquisadores e oriente as autoridades a tomar decisões que possam prevenir e/ou minimizar os efeitos da violência contra a mulher. Além disso, os Dados existentes na Secretaria de Segurança Pública do Estado da Paraíba não coincidem com os Dados existentes na Secretaria de Saúde sobre o tema em questão, razão pela qual esta proposta de investigação adquire também relevância.

A realidade sobre a violência contra a mulher no Estado da Paraíba tem sido enfrentada com a criação de Delegacias da Mulher (cinco já instituídas em todo o Estado). Estas serão os cenários desta investigação que tem como objetivo mais amplo: investigar o impacto da violência doméstica na saúde/saúde mental de mulheres residentes nos municípios onde existem Delegacias da Mulher. Com isto, buscamos oferecer subsídios para o planejamento de ações e intervenções de saúde para prevenir e/ou minimizar os agravos à saúde/saúde mental resultantes da violência doméstica praticada contra as mulheres.

Além da relevância dos dados quantitativos que informam a extensão do fenômeno e da produção de material qualitativo sobre o mesmo objeto que informa sua profundidade, o estudo justifica-se, também, pela importância de pesquisadores da área da saúde relacionar e valorizar, em seus estudos e em suas práticas, as categorias de outras áreas do conhecimento, como as das Ciências Sociais. Assim poderá objetivar em seus trabalhos a compreensão de que a saúde não se restringe às ciências biológicas e divulgar a compreensão de que não poderemos avançar no sentido de uma mudança transformadora da assistência tradicional à saúde/saúde mental se não consideramos a crítica ao universalismo naturalista do modelo que encontrou solo fundador na exclusividade biológica de explicação do processo saúde-doença. Essas reflexões motivaram a seguinte questão: Qual a extensão e o significado da violência contra a mulher e como ela se repercute na saúde/saúde mental de mulheres no Estado da Paraíba?

## *OBJETIVOS*

**Objetivo Geral:** Conhecer e dar visibilidade à extensão da violência no Estado da Paraíba, para caracterizar a situação epidemiológica da violência doméstica na saúde/saúde mental de mulheres.

### **Objetivos específicos:**

- Construir o perfil epidemiológico da violência doméstica perpetrada contra mulheres residentes nos municípios de João Pessoa, Campina Grande, Guarabira, Patos e Cajazeiras.
- Identificar os tipos, a prevalência e a incidência da violência praticada contra as mulheres no âmbito doméstico.
- Identificar os possíveis agravos à saúde/saúde mental, resultantes da violência doméstica praticada contra as mulheres.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### **Tipo do estudo**

Pesquisa de abordagem quantitativa que busca apreender a distribuição e os elementos epidemiológicos associados à violência doméstica praticada contra a mulher. Ao final, espera-se poder subsidiar o planejamento de ações e intervenções de saúde e de enfermagem voltadas para a prevenção e/ou minimização de agravos à saúde/saúde mental da mulher contra quem foi perpetrada alguma forma de violência doméstica. Partimos do pressuposto de que o fenômeno da violência doméstica tem fundamentos nas desigualdades de gênero, sendo praticada por parceiros ou pessoas significativas que fazem parte do contexto familiar/social mais imediato resultando em agravos à saúde/saúde mental da mulher.

Na primeira etapa da investigação o objeto recortado, a assistência à mulher vítima de violência doméstica, comporta a estratégia de um estudo quantitativo de base epidemiológica do tipo seccional, cujas inferências serão construídas a partir da conotação estatística dos dados obtidos acerca do fenômeno.

**Cenário do estudo:** Delegacia da Mulher do município de João Pessoa.

**População:** Mulheres que sofreram violência doméstica e denunciaram a ocorrência em Delegacia da Mulher.

**Fonte dos dados:** Livro de registro de ocorrências da Delegacia da Mulher implantadas no município de João Pessoa.

**Abrangência temporal do estudo:** Foram coletadas informações registradas em livro de ocorrência das Delegacias da Mulher, referentes ao período de janeiro de 2002 a dezembro de 2006.

**Instrumentos para a coleta de dados:** Ficha de transcrição dos registros para análise posterior; Roteiro de entrevista semi-estruturado.

**Procedimentos:** Iniciamos a investigação junto à Delegacia da Mulher no município, cenário do estudo. Através do acesso aos registros que documentam a violência contra a mulher nas Delegacias da Mulher identificamos os tipos de violência praticada contra as mulheres, a prevalência, a incidência e os tipos de violência praticada contra as mulheres.

**Tratamento dos dados:** Após a coleta dos dados, foi construído um banco de dados para análise estatística com o suporte do programa Statistical Package for the Social Science (SPSS) versão 8 para Windows, no qual todas as informações relativas a cada caso foram descritas na forma de variáveis. Inicialmente, foi feita uma análise exploratória para reconhecimento das variáveis e correção de possíveis erros ou inconsistências no preenchimento ou na digitação dos dados. Feitas as correções necessárias procedemos à análise dos dados, aplicando a estatística descritiva, com a inclusão dos resultados em tabelas.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS FINAIS

### PERFIL SÓCIO-DEMOGRÁFICO DA VIOLÊNCIA PRATICADA CONTRA AS MULHERES EM JOÃO PESSOA-PB APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS:

Visando a atender ao primeiro objetivo deste estudo foram coletados dados em 1008 boletins de ocorrência da Delegacia Especializada em Atendimento à Mulher (DEAM). Na amostra aleatória, encontramos um percentual extremamente insignificante (menos de 2%) de denúncias realizadas pelo cônjuge de sexo masculino contra a mulher, portanto, a quase totalidade das denúncias são realizadas por mulheres à respeito da violência praticada por seus parceiros.

Considerando que o número total de ocorrências de violência contra a mulher no período em estudo foi de 1008 casos, a incidência mensal no município de João Pessoa pode ser estimada em 16,80 casos por mês (total de casos/ 60 meses). Estes valores são referentes somente aos casos notificados, não considerando os casos ocorridos e que não foram denunciados na Delegacia da Mulher do município de João Pessoa.

Para a análise do perfil da vítima de violência, desconsideramos os casos em que os denunciadores eram do sexo masculino (12 casos), uma vez que, em nosso estudo, propomos construir um perfil sócio-demográfico das mulheres em situação de violência, além do mais, como foi dito acima, o percentual de denúncias masculinas foi muito pequeno.

Segundo os dados da DEAM de João Pessoa, nos anos de 2002 a 2006, em relação à variável idade dos sujeitos da pesquisa, observou-se uma maior frequência de agressão em mulheres na faixa etária compreendida entre 20 e 40 anos (70,38%).

Tabela 01: Distribuição das mulheres que denunciaram violência, segundo faixa etária. João Pessoa. 2002 a 2006.

<b>Faixa etária</b>	<b>Frequência</b>	<b>Percentual</b>
<b>Abaixo de 20 anos</b>	45	4,51
<b>Entre 20 e 40 anos</b>	701	70,38
Acima de 40 anos	247	24,78
Sem informação	03	0,33
<b>Total</b>	996	100,00

Quanto à variável escolaridade, o estudo mostrou um perfil vulnerável das mulheres, pois 54,01% apresentavam baixo nível educacional.

**Tabela 02:** Distribuição das mulheres que registraram ocorrência na DEAM, por escolaridade. João Pessoa. 2002 a 2006.

<b>Escolaridade</b>	<b>Frequência</b>	<b>Percentual</b>
Analfabeta ou alfabetizada	80	8,03
Cursou ou concluiu ensino fundamental	458	45,98
Cursou ou concluiu ensino médio	287	28,81
Cursou ou concluiu ensino superior	140	14,05
Sem informação	31	3,11
<b>Total</b>	996	100,00



O estudo revelou que mais da metade das mulheres declararam-se do lar, ou seja, exercem apenas o trabalho referente aos cuidados domésticos em seus próprios lares e famílias.

**Tabela 03:** Distribuição das mulheres que denunciaram violência quanto a sua profissão. João Pessoa. 2002 a 2006.

<b>Profissão</b>	<b>Frequência</b>	<b>Percentual</b>
Doméstica	510	51,20
Estudante	79	7,93
Profissionais de nível superior	92	9,24
Aposentada	38	3,82
Outras	250	25,10
Sem informação	27	2,71
<b>Total</b>	<b>996</b>	<b>100,00</b>

Com relação ao estado civil, a distribuição das mulheres é apresentada na Tabela 4, considerando casada somente aquelas com relação conjugal legalizada civilmente. Da mesma forma, com relação aos agressores foi utilizado o termo cônjuge somente para situações definidas como casadas, segundo terminologia utilizada pela DEAM.

**Tabela 04:** Distribuição das mulheres que denunciaram a violência, por estado civil. João Pessoa. 2002 a 2006

<b>Estado Civil</b>	<b>Frequência</b>	<b>Percentual</b>
Casada	358	35,94
Solteira	537	53,91
Divorciada	67	6,72
Sem informação	34	3,41
<b>Total</b>	<b>996</b>	<b>100,00</b>

Chama a atenção que 69,46% das agressões foram praticadas pelo parceiro atual (28,61% pelo cônjuge, 38,75% pelo companheiro e 2,10% pelo namorado) e 24,38% por parceiro anterior (16,66% pelo ex-companheiro, 3,61 pelo ex-cônjuge e 4,11% pelo ex-namorado), totalizando mais de 90% dos casos. Os percentuais restantes faltam informações nos registros da DEAM.

**Tabela 05:** Distribuição das denúncias por tipo de agressor

<b>Agresso</b> <b>r</b>	<b>Frequência</b>	<b>Percentual</b>
Cônjuge	285	28,61
Companheiro	386	38,75
Ex-cônjuge	36	3,61
Ex companheiro	166	16,66
Namorado	21	2,10
Ex-namorado	41	4,11
Sem informação	61	6,12
<b>Total</b>	996	100,00

No que concerne ao tipo de agressão registrado na denúncia, podemos observar sua distribuição na tabela 06.

**Tabela 06:** Distribuição das denúncias por tipo de agressão. João Pessoa, 2002 a 2006.

<b>Queixa</b>	<b>Frequência</b>	<b>Percentual</b>
Agressão física	202	20,28
Agressão moral	64	6,43
Ameaça	95	9,54
Agressão física e moral	105	10,54
Agressão física e ameaça	79	7,92
Agressão moral e ameaça	91	9,14
Agressão física, moral e ameaça	276	27,71
Outros	84	8,43
<b>Total</b>	996	100,00

Os dados revelaram a predominância de denúncias caracterizando simultaneamente agressões físicas, morais e ameaças 27,71%.

## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com base nos dados apresentados, em relação ao sexo dos denunciantes que registraram ocorrência na DEAM, a violência doméstica é uma violência que atinge predominantemente o sexo feminino. Essa característica confirma a idéia de que a violência doméstica pode ser sinônimo de violência contra a mulher. Surpreendeu-nos o fato de termos encontrado ocorrências de denúncias realizadas por homens contra suas companheiras. Apesar da pequena frequência dessa face do problema, ele se apresenta como uma particularidade que poderá possibilitar futuros estudos, com outros recortes, sobre a temática de gênero.

Os resultados apresentam uma predominância de mulheres com baixos **níveis de escolaridade**. Porém, mulheres que cursaram ou concluíram o ensino médio e superior encontram-se como parte da amostra, embora em menor percentual. Esse dado revela que a violência doméstica é um fenômeno que acomete mulheres de todos os níveis de formação escolar, o que nos permite constatar a diversidade de universos que perpassa a submissão da mulher ao jugo masculino, sendo que a compreensão no plano da racionalidade formal da modernidade não tem sido suficiente para seu enfrentamento.

Isto significa a necessidade de aprofundamento da compreensão sobre os direitos de igualdade para homens e mulheres que, historicamente, têm sido mais efetivos no plano discursivo e até no da intenção da lei. Contudo, esta, por si só, não tem sido capaz de se sobrepor às tradições, preconceitos e interesses de uma maioria masculina que ocupa pontos chave do poder. Sobre essa questão Raposo (2004: 14-15) afirma: “O sistema político apresenta ainda hoje um caráter tão masculinamente elitista, que já houve quem o apelidasse de *démocracie exclusive*” Desse modo, a desigualdade que perpassa as relações de gênero manifesta-se nas mais variadas esferas da vida dos seres humanos do sexo feminino, em todos os espaços sociais dos quais as diferentes classes sociais e os diversos graus de escolaridade são apenas dois deles e apresentam-se, nesse estudo, corroborando o pressuposto da abrangência do universo de submissão feminina nas relações de gênero.

Embora o percentual de denúncia seja maior entre as mulheres com baixa escolaridade é importante levarmos em consideração que, quanto menor o grau de instrução, menor é a possibilidade de independência financeira e maiores são as dificuldades de enfrentamento das desigualdades de gênero e de suas conseqüências na vida das mulheres, sobretudo, daquelas que dependem dos recursos financeiros do companheiro para manter a si e aos filhos. Isso pode significar que, mesmo sendo alto esse percentual poderia ser bem maior se fossem denunciados todos os casos de violência doméstica contra as mulheres.

A violência contra as mulheres de maior nível de escolaridade, que se revela em baixa porcentagem neste estudo, tem menor visibilidade tanto por serem as mulheres de camadas mais abastadas em número inferior às das classes mais desfavorecidas, como, também, pela escassez de suas denúncias. Parece que as mulheres das camadas sociais mais favorecidas não denunciam seus agressores influenciadas pelos padrões culturais da pequena-burguesia e da burguesia, cuja visão social de mundo pode conduzi-las ao enfrentamento das contradições das relações conjugais e das conseqüentes frustrações advindas das violências sofridas com recompensas materiais, como os incentivos ao consumo que se materializa na “realização de sonhos” através de uma viagem desejada, ou de outros presentes materiais como jóias. Uma das faces do mundo capitalista mais criticada pelos autores da sociologia crítica é sua capacidade de transformar em mercadorias, objetos, corações e mentes. Nesse enfoque,

vantagens materiais poderiam recompensar as dores vividas, em nome da manutenção das aparências (GUEDES, 2004).

Outra compreensão possível para a submissão dessas mulheres, sem sequer denunciar seus companheiros, é a da dependência psicológica, também histórica e culturalmente construída, que ainda subjaz ao discurso patriarcal da sociedade ocidental, alimentando e reproduzindo em provérbios a tutela masculina como uma necessidade, conforme o provérbio que afirma: “um marido ruim é melhor do que nenhum”.

No que concerne à **ocupação**, os dados confirmam a descrição da baixa escolaridade determinando “os cuidados domésticos como ocupação”, pois, a maioria das mulheres que denunciou a violência exerce o trabalho doméstico. Mesmo quando esse trabalho é remunerado, a maioria trabalha com os cuidados domésticos de outros lares. Essa característica da amostra demonstra a marcante divisão sexual do trabalho e da ideologia apontando o mundo privado como o *locus* social destinado à população feminina. Desse modo, é marcante a importância de se promover mudanças nas relações sociais que favoreçam a emancipação social, política e econômica das mulheres por meio de políticas públicas inclusivas para esse segmento da população.

Neste estudo, a predominância de mulheres com baixos níveis de escolaridade, estando, em sua maioria, desempregadas ou em subempregos, revela a necessidade da criação e implementação de políticas de educação e geração de empregos para as mulheres, bem como a necessidade de que na formação profissional das diversas categorias profissionais que apresentam interface com a saúde o enfoque seja considerado. Apesar de a violência doméstica contra as mulheres perpassar todos os níveis econômicos e sociais, sem respeitar os graus de escolaridade, não se pode negar que a independência financeira, mesmo que não assegure sua liberdade, oferece às mulheres maiores possibilidades de luta para a emancipação das relações de poder, baseadas no gênero, nas quais elas se encontram aprisionadas.

Em relação à variável que define o **tipo de agressor**, os dados nos confirmam que a violência contra a mulher é praticada por pessoas de seu convívio. Em 73,60% desses casos as mulheres ainda permaneciam na relação com o agressor, uma vez que esses foram identificados nos Boletins de Ocorrências-BOs, como cônjuge, companheiro, ou namorado. Esse resultado demonstra as dificuldades das mulheres para abandonar a convivência com o agressor, quando vivem em uma sociedade marcada por estereótipos que discriminam a mulher solteira ou divorciada, ou que de algum modo não obedece às exigências sociais em torno do desempenho dos papéis sociais à ela hegemonicamente atribuídos: da boa esposa, mãe e dona de casa, porque resignada, ou seja, submissa ao poder masculino.

Confirmando que a violência contra as mulheres é um fenômeno que se manifesta com predominância significativa no âmbito doméstico, mais especificamente no interior das relações conjugais, Minayo aponta, em seus estudos, que, nas relações entre autoria de homicídios e vítimas, as diferenças de gêneros se destacam. Dados de 1995 e 1996 demonstram que, nos homicídios masculinos, o percentual da relação de afinidade entre vítima e acusado como agressor foi de 35,6% e 39,34% respectivamente. Já em relação aos assassinatos de mulheres, esse percentual foi superior, com 66,04% e 72,28%, respectivamente, durante o mesmo período.

Ângulo-Tuesta (1997) aponta para o que diversos estudiosos chamam atenção em relação à natureza e às modalidades da violência entre os sujeitos do sexo masculino que difere significativamente daquela dirigida pelos homens contra as mulheres. Os homens estão muito mais sujeitos que as mulheres a serem vítimas, principalmente, de homicídios cometidos por estranhos ou por conhecidos ocasionais no espaço público. Diferentemente, as

mulheres estão mais sujeitas a serem agredidas por pessoas de seu convívio íntimo e no espaço privado, fato caracterizando, geralmente, por episódios recorrentes cada vez mais graves, podendo prolongar-se cronicamente por muitos anos, conforme declara Soares et al. (1996:77),

A ameaça do ponto de vista das mulheres, não vem de fora. Quando se trata da agressão física. Está na casa, não na rua; é episódio inscrito em dinâmicas típicas da vida privada, o que evidentemente não lhe reduz a gravidade, antes a aprofunda.

Em relação aos **motivos das denúncias** que se referem às queixas principais que levaram as mulheres a registrar a denúncia de seus agressores, os dados da amostra revelaram que a violência não se manifesta de maneira isolada e que as mulheres que a denunciam em sua maioria referem, sobretudo, terem sido vítimas de agressões físicas. Sabemos que nem todas as mulheres em situação de violência procuram a DEAM, e que geralmente não o fazem após a primeira agressão. A tomada de decisão que as levam a procurar a delegacia é lenta e conflitiva dependendo, muitas vezes, do apoio de outras pessoas. Partindo do pressuposto de que a violência fisicamente manifestada é a ponta mais visível de um iceberg constituído de diversas formas e episódios de violências consideradas mais sutis, podemos afirmar que as mulheres buscam ajuda e levam a conhecimento público a situação de violência, quando ela está atingindo formas mais severas e repetitivas de manifestação.

Essa face do problema é denunciada, também, pela Fundação Perseu Abramo (2004), cujos estudos afirmam a predominância das denúncias por agressão física recorrente, conforme a citação abaixo:

A projeção da taxa de espancamento (11%) para o universo investigado (61,5 milhões) indica que pelo menos 6,8 milhões, dentre as brasileiras vivas, já foram espancadas ao menos uma vez. Considerando-se que entre as que admitiram ter sido espancadas 31% declararam que a última vez em que isso ocorreu foi no período dos 12 meses anteriores. Projeta-se cerca de, no mínimo, 2,1 milhões de mulheres espancadas por ano, no país, (ou em 2001, pois não se sabe se estariam aumentando ou diminuindo), 175 mil/mês, 5,8 mil/dia, 243/hora ou 4/minuto – uma a cada 15 segundos.

Com base nos resultados até aqui discutidos, podemos comparar nossos resultados com o estudo de Amaral (2002), realizado a partir das ocorrências registradas nas delegacias especializadas de Natal, Fortaleza, Salvador e João Pessoa, no período de 1987 a 1997, revelando que a maioria das vítimas encontrava-se na faixa etária entre 15 e 45 anos, sendo a violência perpetrada, na maioria dos casos, pelo parceiro ou cônjuge; a maioria com baixo grau de instrução, sendo o ensino fundamental incompleto o nível encontrado na maioria dos casos, declarando-se a maioria das mulheres do referido estudo sem renda própria e residindo em bairros periféricos da cidade, sendo que a maioria dos casos denunciados não teve encaminhamento jurídico.

Ao observar o histórico das ocorrências utilizadas em nosso estudo, percebemos em grande parte dos relatos que as vítimas não desejavam encaminhar o caso juridicamente, ou seja, denunciavam seus agressores apenas para fins de registro. Isso pode significar uma demonstração de que as mulheres em situação de violência querem apenas recorrer a um poder com potencial para fazer frente ao poder do agressor.

Essa observação tem suporte na identificação de uma característica marcante no atendimento da DEAM que é a utilização do poder de polícia, através do mecanismo da intimação, para mediar uma renegociação da relação entre o casal e reordenar as relações de poder no espaço privado. Essa mediação tem caráter de intimação policial e se traduz, na prática, em um processo de intimidação do agressor, intervenção na qual muitas mulheres depositam a esperança de mudanças na relação, ou seja, buscam no poder de uma autoridade civil a solução para desconstruir a forma extrema de desigualdade de poder presente em sua relação conjugal.

Sabemos que uma intimação ou um contato com uma autoridade policial não é suficiente para desconstruir o abuso de poder que existe na relação conjugal violenta. Essa particularidade, encontrada nas denúncias e no atendimento observado nas DEAMs reflete as contradições e dificuldades que permeiam a vida das mulheres no enfrentamento da violência doméstica, uma vez que o único meio socialmente disponibilizado para o combate à violência contra a mulher é a denúncia policial. Porém, quando uma mulher procura a delegacia, para registrar queixa de uma pessoa que, na maioria das vezes é o pai de seus filhos, com quem divide o lar, a cama e as emoções ela não deseja que ele seja preso, mas deseja que o companheiro mude e que a violência acabe.

Nesse sentido, a recentemente aprovada Lei Maria da Penha (Brasil, lei 11.340/2006) traz avanços que vislumbram a possibilidade de estratégias mais eficazes de enfrentamento e prevenção da violência contra a mulher. Entre os avanços, podemos dizer que a Lei traz a possibilidade de determinação judicial sobre o comparecimento obrigatório do agressor a programas de recuperação e reeducação. Ainda é prevista a promoção de campanhas e programas educativos, voltados para a sociedade em geral, enfatizando-se os direitos humanos, os valores éticos e o problema da violência contra a mulher no ambiente doméstico. A Lei determina, ainda, a integração operacional dos órgãos do Poder Judiciário e das áreas de segurança pública, assistência social, saúde, educação, trabalho e habitação e a constante capacitação de seus agentes nas questões de gênero e raça.

Não podemos negar os avanços trazidos pela Lei que trata especificamente da violência doméstica, porém, é preciso que se desenvolvam estratégias eficazes para a sua implementação na prática, integrada a uma política social destinada à mulher. O envolvimento dos diversos órgãos e profissionais, assim como a reeducação da sociedade e dos agressores poderá trazer bons resultados para o combate ao fenômeno, porém, é preciso considerar-se que as raízes da violência conjugal são mais profundas e encontra-se na desigualdade de gênero que é transversal a todos os aspectos da sociedade e da vida material e existencial de homens e de mulheres. Isso significa que as bases da violência conjugal encontram-se nas relações sociais mais amplas que precisam ser consideradas para que a relação entre os gêneros se torne equitativa. Um passo importante para o combate à opressão feminina e à violência conjugal é o fomento ao desenvolvimento da igualdade como conteúdo no âmbito da educação, desde o nível de escolaridade mais simples ao mais complexo da formação profissional das diversas categorias profissionais que apresentam intercessão com a área da saúde.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Paraíba pela oportunidade de participar deste Programa;  
Agradecemos em especial, ao professor Valdir Barbosa, pela competência com a qual conduz a coordenação da Pró-reitoria de pós-graduação;  
Ao CNPq, pela concessão das bolsas de estudo;  
À Delegacia de Atendimento Especializado à Mulher, pelo acolhimento e reconhecimento da importância dessa pesquisa;  
Às mulheres que concordaram em participar deste estudo.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, C.C.G.** Violência em delegacias da mulher no Nordeste. Gênero e cidadania. **Campinas: UNICAMP, 2002. p. 112-142.**
- ÂNGULO-TUESTA A; JESUS A,** Gênero e violência no âmbito doméstico: a perspectiva dos profissionais de saúde. [Mestrado] **Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública; 1997. Disponível em: [www.portalteses.cict.fiocruz.br](http://www.portalteses.cict.fiocruz.br). Acesso em 03/05/2007.**
- BERLINGUER, G.** **Questões da vida: Ética Ciência Saúde.** APCE-HUCITEC-CEBES, Salvador-São Paulo-Londrina, 1993: 105 218 p.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Política Nacional de Atenção Integral à Saúde da Mulher: Princípios e Diretrizes.** Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas. Brasília – DF. 2004
- Convenção Interamericana para Prevenir, Punir, e Erradicar a Violência contra a Mulher, **Convenção de Belém do Pará – AGENDE: Ações em Gênero Cidadania e Desenvolvimento.** Brasília, dezembro de 2004. 36 p.
- FERREIRA, V. Relações sociais de sexo e segregação do emprego: uma análise da feminização dos escritórios em Portugal.** Tese de Doutorado em Sociologia. Coimbra, Portugal, 2005.
- FIORIN, J. L., SAVIOLI, F. P. Para entender o texto: leitura e redação.** 15. ed. São Paulo: Ática, 1999.
- FIORIN, J. L.** Elementos de análise do discurso aplicados à pesquisa em Enfermagem. São Paulo, 2001. [Curso sobre Elementos de Análise de Discurso aplicados à Pesquisa em Enfermagem-Escola de Enfermagem da USP].
- GIFFIN, K. Violência de Gênero, Sexualidade e Saúde.** Cadernos de Saúde Pública: Rio de Janeiro, 10(sup 1): 146-155, 1994.
- GOORDON, L. What's New in Women's History .** In: Teresa de Lauretis (ed), Feminist Studies, Critical Studies, Bloomington, Indiana University Press. 1986: 20-31.
- GUEDES, R.N. Problematizando a vida e o trabalho de mulheres profissionais do cuidado em saúde.** [Trabalho de conclusão de curso]. Enfermagem, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2004.
- IRIGARAY, L. Étiqúe de la différence sexuelle.** Paris. Les Éditions de Minuit. Paris, 1984

MINAYO, M.C.S. Um problema para as saúde dos brasileiros. In: BRASIL, Ministério da Saúde. Impacto da violência na saúde dos brasileiros. Brasília, DF, 2005.

SCOTT, J. **Gênero, uma categoria útil para a análise histórica.** Tradução autorizada de Maria Betânia Ávila e Cristine Dabatt. Recife – PE: SOS Corpo. 1989.

SILVA, A.T.M. C, **A reforma psiquiátrica em João Pessoa - PB: limites e possibilidades de transformação do trabalho para produzir saúde mental.** [Tese], São Paulo, SP: Escola de Enfermagem da Universidade de São Paulo, 2003.

SOARES, L.E et at. Violência contra a mulher: as DEAMs e os aspectos domésticos. In: Soares, L.E. **Violência e política no Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Relume Dumará/ISER, 1996.

OMS, Organização Mundial de Saúde: **Relatório Mundial sobre violência e saúde,** Genebra, 2002.



## **Efeitos do Exercício Físico com Carga Sobre o Diâmetro Venoso: um Estudo Longitudinal Em Praticantes das Atividades de Extensão do Departamento de Educação Física da UFPB.**

**Adenilson Targino de Araújo Júnior(Bolsista PIBIC-CNPq/UFPB)**

Universidade Federal da Paraíba-UFPB  
End: R. Luis Alves Conserva, 194, Bancários  
João Pessoa-PB CEP: 051.158.434-20  
adenilsonjunior2@hotmail.com

**Maria do Socorro Cirilo de Sousa**

Universidade Federal Da Paraíba-UFPB  
Rua: Silvino Chaves, 1510, Manaíra  
João Pessoa-Pb CEP 58038-421  
helpcirilo@yahoo.com.br

### **RESUMO**

O objetivo é analisar os efeitos de um programa de exercícios neuromusculares sobre o diâmetro venoso, veias safenas interna (VSI) e externa (VSE) dos membros inferiores, realizado com 18 indivíduos, que atenderam a critérios pré-determinados, distribuídos em dois grupos: Grupo Experimental (GE) composto por 10 praticantes de musculação e o Grupo Controle (GC) por 8 indivíduos sem exercício regular. Utilizou-se um eco-Doppler colorido Shimatzu, para mensuração dos diâmetros das veias safenas. Em seguida, os voluntários foram submetidos à prática de exercícios por um ano. Observou-se no GE, que quando comparados o primeiro com o segundo exame encontrou-se diferença significativa apenas no 1/3 inferior da coxa esquerda na VSI ( $p=0,005$ ). Já o GC quando avaliado, apresentou diferenças significativas no 1/3 superior da coxa esquerda na VSI ( $p=0,038$ ), e no 1/3 inferior da perna esquerda na VSE ( $p=0,003$ ). Quando comparados o grupo experimental com o grupo controle, houve diferença significativa apenas, no 1/3 inferior da coxa esquerda para a VSI ( $p=0,002$ ). Concluiu-se que, apesar das medidas dos diâmetros serem maiores após o programa neuromuscular, as veias de ambos os grupos foram classificadas como competentes, indicando que o exercício físico regular com carga, pode ser tão benéfico quanto ao irregular sem carga.

*Palavras- chave: veia safena, exercício físico, ultra-sonografia Doppler em cores, neuromuscular.*

### **1. INTRODUÇÃO**

Os efeitos do exercício físico sobre o organismo acontecem de maneira aguda e crônica. Algumas modalidades são mais específicas para os efeitos a longo prazo, como é o caso dos exercícios neuromusculares, cuja musculação está inserida como método de treinamento. Um dos sistemas que mais são solicitados por manterem o suprimento sanguíneo, levando oxigênio para os tecidos e retirando os metabólitos resultantes da produção de energia durante a atividade, é o circulatório, representado pelas veias e artérias. Entre os praticantes do exercício físico, principalmente a musculação, há uma hipótese, apresentada frequentemente como verdadeira, por parte dos educadores físicos presentes em academias de que exercícios

com carga comprometem o sistema venoso e que só os aeróbios favorecem o calibre do mesmo, refletindo esse conceito na sociedade atual.

Existem poucas pesquisas na literatura atual em relação à influência dessa modalidade de prática física no aparecimento de varizes, um mal que atinge grande parte da população e principalmente as mulheres, e que além de comprometer o retorno venoso, muito importante para o exercício por ser determinante no volume de sangue ejetado pelo coração, ainda influencia psicologicamente seus portadores, bem como do ponto de vista estético as varizes estão totalmente fora dos padrões de beleza.

Portanto, esta investigação torna-se importante pela capacidade de conhecimento que irá produzir e por ser inerente aos praticantes de atividades físicas visto que se tem a competência científica para poder responder dúvidas que são componentes do senso comum, reiterando assim a função da universidade e do saber científico na sociedade a que estão inseridas.

As veias dos membros inferiores estão divididas em dois sistemas venosos: um profundo e outro superficial. As veias do sistema venoso profundo localizam-se abaixo da fáscia profunda da perna e da coxa, que, juntamente com os músculos, lhes dão proteção. As veias superficiais, localizadas acima da fáscia profunda da perna e da coxa e no interior do tecido celular subcutâneo, se iniciam no pé. No seu trajeto ascendente ao longo do membro inferior, formam as duas principais veias do sistema venoso superficial: a veia safena magna ou interna e a veia safena parva ou externa. Essas duas veias estabelecem entre si numerosas comunicações, do que resulta a formação de uma complexa rede venosa (ARAGÃO, 2003).

A hemodinâmica da circulação arterial desenvolve-se dentro de um mecanismo relativamente simples de entender, pois é dominado pela simples função de bomba do coração. Em contraste, com a hemodinâmica do retorno venoso nos membros inferiores, que possuem sistemas mais complexos de fluxo. Estes sistemas implicam em mecanismos multifatoriais, determinados pela função de bomba muscular, resultante da contração dos músculos da panturrilha, que tem como agravante contra, a ação da gravidade (SUMNER, 1985). O sistema venoso superficial periférico (SVSP) funciona como reservatório sanguíneo e que normalmente tem a função de carrear o sangue desoxigenado de volta para o coração. Sendo que as veias da panturrilha associadas aos tecidos circundantes formam uma unidade funcional conhecida como bomba muscular ou coração periférico atuante na drenagem deste sangue durante o exercício (ARAGÃO, 2003; SILVA, 1994; TEIXEIRA & PITTA, 2003).

Apenas cerca de 10% do retorno venoso acontece através do sistema venoso superficial. As veias do sistema venoso profundo são de paredes menos espessas e possuem menos tecido muscular do que as veias superficiais. O sistema venoso profundo drena cerca de 90% do sangue das extremidades inferiores (ARAGÃO, 2003). Para que o exercício físico possa desempenhar um efeito benéfico ao sistema venoso é fundamental que este não sobrecarregue excessivamente o aparelho valvular que orienta o retorno venoso ao coração, bem como não possibilite traumas diretamente na parede vascular. Este fato poderia ocasionar o desenvolvimento de flebites ou trombozes venosas, que incapacitariam momentaneamente o praticante, interferindo no programa de exercício físico (SILVA, 1994).

Normalmente as doenças venosas periféricas (DVP) são tratadas com medicação, que visa melhorar o fluxo sanguíneo como, por exemplo, a aspirina e/ou cirurgia, que compromete a autonomia dos pacientes e eleva os custos com saúde pública, além de apresentarem sucesso de forma apenas temporária, por outro lado, os exercícios físicos atuam na prevenção e no tratamento das DVP, minimizando os sintomas da doença, e interferindo nos fatores de risco modificáveis, causando alterações morfológicas e funcionais positivas, além de praticamente não apresentarem custos (SILVA & NAHAS, 2002). Exercícios do tipo caminhada, corrida, dança, natação e hidroginástica, desde bem orientadas estas atividades são benéficas para o retorno venoso e o funcionamento da bomba muscular, esportes como o hipismo, canoagem, arco e flecha, voleibol e basquetebol são pouco favoráveis, pois dificultam o retorno venoso,

já o halterofilismo e a maratona são atividades extremamente desfavoráveis, pois exigem um grande esforço da musculatura, sendo prejudicial para pessoas com doença venosa instalada, (FIGUEIREDO, 2003). Os efeitos da contração muscular voluntária ativa foram mensurados no fluxo venoso (CHRISTOPOULOS et al, 1988).

Quando os músculos da panturrilha e os músculos do compartimento posterior profundo da perna se contraem, aumentam a pressão dentro e em torno de todas as estruturas contidas pela fáscia profunda. Todas as veias intramusculares são totalmente comprimidas, uma vez que os músculos geram pressões de 200 a 300mmHg (WELLS, 1988). Essas pressões comprimem o sangue das veias e as válvulas asseguram que ele flua apenas no sentido do coração. O fluxo do compartimento profundo para o superficial é impedido pelas válvulas das veias comunicantes, todas as veias existentes ao longo do eixo dos membros necessitam de válvulas para impedir o fluxo retrógrado. A ausência primária e/ou secundária das válvulas das veias profundas agrava a sobrecarga imposta às válvulas das veias comunicantes (SACCHI, 2004).

Segundo Arnoldi Apud Alimi (1994), o funcionamento normal da bomba muscular da panturrilha é definido como a habilidade de manter o fluxo venoso do membro inferior (MI) igual ao fluxo arterial durante o exercício, sem que haja dilatação das veias do MI e mantendo uma baixa pressão nessa região. Segundo Pitta (1989), o aumento do diâmetro da veia, além da tortuosidade e alongamento caracteriza uma doença neste sistema. A prática regular do exercício melhora a circulação sanguínea, porém depende do tipo de modalidade e carga que será empregada. Um dos efeitos agudos dos exercícios neuromusculares com cargas não controladas, a exemplo da musculação, nos praticantes, é o abaulamento das veias, todavia o mesmo pode agravar ou desencadear quadro de insuficiência venosa crônica (IVC) podendo associar-se a varizes, úlceras e lesões tróficas de membros inferiores, principalmente em pessoas que apresentam susceptibilidade genética ou comprometimento do sistema venoso superficial.

Muitas vezes a população que mais necessita de exercício para melhor qualidade de vida, e por ter pequenas patologias no tecido venoso se afastam ou até mesmo nem são recomendadas para a prática física. França (2003) explica que a IVC “é uma doença extremamente relevante, que acomete pessoas de diferentes faixas etárias e que pode causar sérios problemas socioeconômicos, como, por exemplo, ausência ao trabalho e até mesmo aposentadoria de indivíduos em fase produtiva da vida. Essa doença tem elevada incidência e prevalência na população”. Todavia, a literatura é unânime em afirmar que os exercícios de característica eminentemente isotônica ou dinâmica combatem a sobrecarga ponderal, e quando associados a uma dieta melhoram a função do sistema venoso. Entretanto, pouco se sabe sobre os efeitos do exercício no diâmetro das veias e a modificação da anatomia morfológica desta estrutura, quando os indivíduos são submetidos à prática da musculação.

Sendo necessário o registro das possíveis alterações do diâmetro venoso e suas conseqüências sobre a suficiência deste sistema, acabando assim com o mito de que exercícios com carga comprometem o sistema venoso e que só os aeróbios favorecem o calibre do mesmo. Frequentemente se observa o esforço da mídia e de profissionais da área em estimular a adesão à prática do exercício sob as mais diferentes modalidades. Dentre estas se encontra as atividades neuromusculares e as cardiorrespiratória. Estes são unânimes nos benefícios que causam para o indivíduo, por exemplo, diminuição da frequência cardíaca de repouso, aumento do consumo de oxigênio, capacidade cardiorrespiratória elevada, diminuição dos níveis de colesterol, além da melhoria da auto-estima para o trabalho, entre outros.

Especificamente o sistema venoso, é o objeto desta pesquisa, pois se têm como hipótese de que a prática de exercícios com carga não compromete o diâmetro venoso e sim possibilitam a melhoria da saúde deste sistema.

## **2.OBJETIVOS**

### **2.1 GERAL:**

Analisar os efeitos dos exercícios com carga sobre o diâmetro venoso superficial periférico (safenas internas e externas) dos membros inferiores.

### **2.2 ESPECÍFICOS:**

Identificar os diâmetros das veias dos membros inferiores (safena interna e externa) no início e após cada 2 meses de prática do programa de exercício com carga para o grupo experimental (GE), e para o grupo que permaneceu sem programa regular, apenas com estilo de vida ativo por movimentação diária (GC), durante um ano;

Verificar as respostas ocorridas ao longo da intervenção com programa de exercício com carga para o grupo experimental (GE), e para o grupo que permaneceu sem programa regular, apenas com estilo de vida ativo por movimentação diária (GC), durante um ano;

Determinar o impacto do programa de exercícios regular e irregular sobre o diâmetro venoso;

Correlacionar o GE e o GC com os diâmetros venosos superficiais após 12 meses de prática do programa de exercício regular e irregular;

Correlacionar os diâmetros venosos dos grupos GE e GC entre si.

## **3.METODOLOGIA**

### **3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO:**

O estudo caracteriza-se como experimental, não-probabilístico, longitudinal. Segundo Thomas e Nelson (2002) a pesquisa experimental tenta estabelecer relações de causa e efeito. Isto é, uma variável independente é manipulada para julgar seu efeito sobre uma variável dependente.

### **3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA:**

A população da pesquisa foi de alunos das turmas de extensão dos cursos do Departamento de Educação Física (DEF). A amostra foi composta de 18 indivíduos, sendo 8 do sexo masculino e 10 do feminino, aparentemente saudáveis, fora do grupo de risco para doenças venosas, de ambos os gêneros na faixa etária de 18 a 30 anos, com média de  $22,22 \pm 3,20$  anos, distribuídas em 2 grupos: Grupo Experimental (GE), composto por 10 indivíduos, que iniciaram a prática da musculação e o Grupo Controle (GC), composto por 8 indivíduos sem prática regular de exercício (abaixo de três vezes por semana). A mesma foi selecionada de acordo com os critérios para inclusão na amostra, que são: serem inativos fisicamente, não ingerir hormônios de qualquer natureza (contraceptivos), não apresentar sinais e ou sintomas de doenças venosas periféricas (DVP), não ter realizado nenhum procedimentos cirúrgico venoso, não ter índice de massa corporal (IMC) acima de  $28 \text{ kg/m}^2$  e sem histórico de gravidez.

### **3.3 INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS E VARIÁVEIS DO ESTUDO:**

Foi utilizado um questionário de anamnese composto de perguntas abertas e fechadas, elaborado pelo pesquisador juntamente com seu orientador, para se obter informações pessoais da amostra, um estadiômetro, uma balança analógica com precisão de 100g, um adipômetro, um paquímetro e uma fita métrica flexível para a realização da avaliação física, um eco-doppler colorido (duplex scan) Shimatzu 2200 com transdutor linear multifrequencial para mensuração do diâmetro das veias safenas. Para o programa de exercícios foi utilizado

maquinas isocinéticos e pesos livres, pertencentes a academia de musculação da UFPB. As variáveis do estudo são: informações de anamnese, idade (anos), gênero, estatura (cm), massa corporal (kg), diâmetros venosos dos membros inferiores.

### 3.4 PROCEDIMENTOS PARA COLETA DOS DADOS:

Após a seleção da amostra, exposição do projeto e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assinado pelos participantes, os mesmos foram distribuídos para GE e o GC, onde realizaram o primeiro teste que foi o de responder ao questionário de diagnóstico de anamnese, o qual permitiu aos participantes fornecerem as informações necessárias para a inclusão na pesquisa. Em seguida foi mensurada a estatura, massa corporal, perimetria, dobras cutâneas e diâmetros ossos para a realização da avaliação física, que utilizou o protocolo das sete dobras cutâneas de Jackson e Pollock (1985), o qual foi validado para uma faixa etária abrangente, além das diversas populações atletas e não-atletas.

No momento seguinte foi feito à verificação dos diâmetros venosos antes do início do programa pelo medico angiologista, que não conhecia os avaliados e nem tinha noção da condição física dos mesmos. Para a realização do exame os voluntários permaneceram em repouso, na posição ortostática, onde foi realizado o eco - Doppler colorido com a observação da perviedade e competência do sistema venoso e em seguida foi realizado a medição nos seguintes pontos: com relação à veia safena interna (VSI), os pontos de aferição foram: o terço superior médio e inferior, tanto na coxa quanto na perna, bem como a junção safeno-femoral. Já na veia safena externa (VSE) foi aferida nos terços superior, médio e inferior. Esse mapeamento é capaz de informar, com segurança, a medida dos diâmetros e avaliar a competência do sistema venoso superficial.

Determinado pela sua importância na avaliação dos sistemas venoso profundo, perfurante e superficial, o eco-Doppler colorido foi proposto como método padrão para diagnóstico do refluxo venoso e demonstração da anatomia em casos de doença venosa dos membros inferiores (HANRAHAN et al, 1991). O tratamento cirúrgico das varizes dos membros inferiores sofreu uma grande transformação após a utilização rotineira do eco-Doppler colorido (EDC), possibilitando melhor planejamento pré-operatório e maior segurança do cirurgião para realizar o procedimento (PITTA, 1998). O mapeamento dúplex colorido foi então proposto como método padrão para diagnóstico do refluxo venoso e demonstração da anatomia em casos de doença venosa dos membros inferiores. Este se destaca pela sua importância na avaliação do sistema venoso profundo e superficial, das veias perfurantes, na avaliação das veias safena magna e parva, e de varizes primárias dos membros inferiores (SARQUIS, 1996).

Para o grupo praticante de musculação os exercícios foram elaborados pelo pesquisador juntamente com sua orientadora. Tais exercícios foram realizados em máquinas de módulos isocinéticos e pesos livres, alternados por segmentos, realizando-se um exercício de um grupo muscular e em seguida, outro exercício de uma região muscular diferente, com 3 séries de 10 a 15 repetições e intervalos de 30 segundos a 1 minuto, com aquecimento de pelo menos 10 a 15 minutos em esteira ou bicicleta, numa velocidade de 4,0 a 6,0 km por hora. A sessão de exercício tinha duração de 60 a 90 minutos, com frequência semanal de três dias, no horário de 11h30min as 14h00min, com intensidade variando de 60% a 85% da carga máxima, no programa de treinamento constavam dez exercícios, sendo cinco para os membros superiores: pulley costa(grande dorsal), supino plano(peitoral), levantamento lateral com halteres(deltóide), tríceps pulley(tríceps), rosca direta (bíceps); e cinco para os membros inferiores: extensora(quadríceps), flexora(isquio tibiais), leg press horizontal(quadríceps,

ísquio tibiais e glúteo máximo), panturrilha no leg press(gastrocnêmio e sóleo), adução da coxa (adutores).

O grupo dos abdominais foi estimulado ao final de cada sessão, com três séries de vinte repetições com três exercícios de abdominais (reto abdominal, oblíquos e transversos), após o período de adaptação (30 a 45 dias) foi introduzido o exercício do agachamento no programa de treinamento de cada participante. O pesquisador junto com os voluntários orientava as sessões, controlava a intensidade, o volume e corrigia a postura dos participantes durante a prática dos exercícios para o grupo experimental. A carga utilizada pelos participantes foi determinada pelo teste de força segundo o protocolo de Braith, que considera 10 repetições 68% da força máxima em indivíduos destreinado ( $1RM = 1,554 \times 7 - 10 \times RM(kg) - 5,181$ ) e 79% em indivíduos treinados ( $1RM = 1,172 \times 7 - 10 \times RM(kg) + 7,707$ ), o qual foi aplicado da seguinte maneira: colocou-se uma carga considerada elevada e solicitou que realizasse de sete a dez repetições, foi considerada a contagem até o momento em que o avaliado conseguiu realizar o movimento completo e sem falhas mecânicas. O grupo controle permaneceu sem praticar atividades físicas regularmente, o qual foi acompanhado com aplicação de um questionário, para controle dos hábitos de atividades físicas (Anexo 3).

Os retestes, em relação aos diâmetros venosos, aconteceram após cada 2 meses de treinamento para o GE e de inatividade física para o GC, nas mesmas condições do pré-teste, durante um ano. Os indivíduos selecionados estão sendo acompanhados em turmas especiais que foram criadas apenas para os participantes do estudo. Neste estudo apresentamos os resultados da primeira e da última coleta.

### 3.5 PLANO ANALÍTICO:

Após gerar o banco de dados em pacote estatístico Statistical Package for Science Social (SPSS) versão 13.0 *for windows*, será retirada a estatística descritiva de média, desvio padrão, máximo e mínimo das variáveis do estudo. A inferência por teste não paramétrico Mann-whitney, e normalidade de Kolmogorov-Smirnov para distribuição dos dados, coeficiente de correlação “r” de Pearson conforme ponto de corte de  $r=1$  para uma correlação perfeita;  $0,80 < r < 1$  muito alta;  $0,60 < r < 0,80$  alta;  $0,40 < r < 0,60$  moderada;  $0,20 < r < 0,40$  baixa;  $0 < r < 0,20$  muito baixa;  $r=0$  nula (BISQUEIRA et al, 2004), para as associações entre variáveis, com nível de confiança de 5 %, distribuídos em gráficos e tabelas. Para o presente estudo foi adotado um valor de  $r \geq 0,70$  para representar uma alta correlação entre as variáveis.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram apresentados conforme valores encontrados em pré e pós testes, antes e após o programa de exercícios, nos grupos Experimental (GE) e Controle (GC). Observa-se na Tab. 1 a estatística descritiva de média, desvio padrão valores, máximo, mínimo e inferencial de teste de Mann Whitney U e correlação “r” de Pearson para verificação de associações das variáveis do GE. Encontrou-se que houve diferença significativa ( $p=0,005$ ) apenas para 1/3 inferior da coxa esquerda com valores mínimos de 2,00mm, antes, e 2,80mm após, com média de  $3,58 \pm 0,93$  pré-teste e máximos de 4,70mm, antes e 5,20mm após, com média de  $4,15 \pm 0,89$  pós-teste, sendo que os valores de correlação estão classificados como altos ( $r=0,859$ ), indicando haver associação entre pré e pós teste não apenas neste ponto de medição com também no 1/3 médio da coxa direita ( $r=0,734$ ) e no 1/3 médio da coxa esquerda ( $r=0,726$ ), não se encontrando refluxo nos pontos de medição avaliados.

Nesta direção, estudos de Engelhorn et al (2004), em 910 indivíduos, com queixa de IVC, padrões de refluxo nas safenas baseado no eco- Doppler colorido determinando seus pontos de refluxo e escoamento, em que foram examinados 1.740 membros inferiores,

detectaram que as safenas internas não apresentaram refluxo em 398 extremidades (28,11%) e as safenas externas não apresentaram refluxo em 1.132 extremidades (79,94%). Concluindo-se que a classificação apresentada ressalta as diferentes formas de apresentação do refluxo nas safenas e a importância do planejamento cirúrgico das varizes de membros inferiores, a fim de evitar recidivas ou retiradas desnecessárias das safenas.

**TABELA 1-** Estatística descritiva de média, desvio padrão, valores máximos e mínimos dos diâmetros da VSI das coxas direita e esquerda antes e após o programa de exercícios para o G1.

Segmento	Mínimo		Máximo		Média e DP		Sig. p	r
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste		
1/3 superior da coxa direita	1,80mm	2,60mm	6,00mm	8,00mm	3,88±1,42	4,36±1,59	0,304	0,579
1/3 superior da coxa esquerda	2,80mm	2,70mm	5,40mm	7,60mm	4,25±1,03	4,46±1,41	0,588	0,571
1/3 médio da coxa direita	2,20mm	2,50mm	3,47mm	5,00mm	3,47±1,11	3,71±0,84	0,344	0,734**
1/3 médio da coxa esquerda	2,70mm	2,70mm	5,10mm	5,50mm	3,73±0,75	3,92±0,87	0,353	0,726**
1/3 inferior da coxa direita	2,40mm	2,60mm	3,32mm	5,90mm	3,32±0,96	3,81±1,06	0,239	0,265
1/3 inferior da coxa esquerda	2,00mm	2,80mm	4,70mm	5,20mm	3,58±0,93	4,15±0,89	0,005*	0,859**

\* $p \leq 0,05$  significativa  $p \geq$  não significativa \*\*  $r \geq 0,700$  alta correlação

Segundo Engelhorn et al (1996), os calibres (diâmetros) da safena interna ou magna estão diretamente relacionados à sua insuficiência vascular. Diâmetros de pelo menos 9 mm ao nível da crossa, 7 mm na coxa e 5 mm na perna estão associados a refluxo (insuficiência) em 100% dos casos. Porém observou-se que apesar da haver diâmetros maiores que 7mm ao nível da coxa, nenhum ponto de medição apresentou refluxo sanguíneo, o que contradiz a literatura encontrada.

Enquanto que na Tab. 2, que representa o GC, encontrou-se que houve diferença significativa ( $p=0,038$ ) somente no 1/3 superior da coxa esquerda, com valores mínimos de 2,80mm ,antes, e 2,30mm pós-teste, média de 3,96±0,81 pré-teste, e valores máximos de 5,60mm, antes e 7,00mm pós- teste, com média de 4,88±1,31 pós-teste. Para a VSI das coxas direita e esquerda houve quatro pontos de medição que apresentaram alta correlação, o 1/3 superior da coxa direita ( $r=0,981$ ), o 1/3 médio da coxa direita ( $r=0,798$ ), o 1/3 médio da coxa esquerda ( $r=0,838$ ) e o 1/3 inferior da coxa direita ( $r=0,927$ ), podendo-se afirmar que há uma

elevada associação neste grupo, para os pontos supracitados. Todos os voluntários apresentaram as VSI da coxa competentes, não havendo qualquer refluxo sanguíneo.

**TABELA 2:** Estatística inferencial e descritiva de média, desvio padrão, valores máximos e mínimos dos diâmetros da VSI das coxas direita e esquerda antes e após um ano de inatividade para o GC.

Segmento	Mínimo		Máximo		Média e DP		Sig. p	r
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste		
1/3 superior da coxa direita	2,00mm	2,50mm	6,30mm	5,80mm	3,84±1,51	4,70±1,11	0,220	0,981**
1/3 superior da coxa esquerda	2,80mm	2,30mm	5,60mm	7,00mm	3,96±0,81	4,88±1,31	0,038*	0,643
1/3 médio da coxa direita	1,37mm	1,60mm	4,00mm	4,10mm	2,87±0,88	3,23±0,86	0,109	0,798**
1/3 médio da coxa esquerda	2,40mm	1,60mm	4,00mm	4,50mm	3,34±0,63	3,22±0,91	0,525	0,838**
1/3 inferior da coxa direita	1,37mm	1,40mm	4,00mm	2,85mm	2,79±0,93	2,85±0,93	0,677	0,927**
1/3 inferior da coxa esquerda	2,10mm	2,10mm	3,70mm	3,80mm	3,08±0,61	3,80±2,91	0,523	0,266

\* $p \leq 0,05$  **significante**  $p \geq$  **não significante** \*\*  $r \geq 0,700$  **alta correlação**

A insuficiência venosa crônica dos membros inferiores (IVCMI) é a incapacidade de manutenção do equilíbrio entre o fluxo de sangue arterial que chega ao membro inferior e o fluxo venoso que retorna ao átrio direito, decorrente da incompetência do sistema venoso superficial e/ou profundo. Esta incapacidade acarreta um regime de hipertensão venosa que crônica e tardiamente leva as alterações de pele e subcutâneo características da IVC. Esta hipertensão venosa crônica ocorre em função da incompetência das válvulas venosas superficiais, profundas ou, ainda, de ambos os sistemas. A IVC acomete de 2 a 7% da população e a prevalência da maior complicação da IVC, a úlcera de estase venosa crônica, atinge de 0,5 a 2% da população (BARROS, 2003).

Na Tab. 3 podemos observar que os maiores valores pré e pós-teste para as VSI das pernas para o GE, se encontram no 1/3 superior da perna esquerda, 4,00mm e 5,30 mm respectivamente, com média de 2,91±0,98 pós-teste. Os menores valores aparecem no 1/3 inferior da perna esquerda, 1,70mm, antes e 1,40mm ,após ,com média de 2,52±0,60. Não houve diferenças significativas em nenhum ponto de medição em relação ao pré e pós-teste, como também não apresentaram altas correlações, dados os valores de “p” e “r” encontrados.



**TABELA 3** - Estatística descritiva de média, desvio padrão, valores máximos e mínimos dos diâmetros da VSI das pernas direita e esquerda antes e após o programa de exercícios para o GE.

Segmento	Mínimo		Máximo		Média e DP		Sig. p	r
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste		
1/3 superior da perna direita	1,90mm	1,60mm	3,90mm	4,40mm	2,80±0,70	2,63±0,87	0,487	0,582
1/3 superior da perna esquerda	2,00mm	2,00mm	4,00mm	5,30mm	2,84±0,75	2,91±0,98	0,801	0,543
1/3 médio da perna direita	1,90mm	1,50mm	3,40mm	3,50mm	2,41±0,51	2,40±0,63	0,961	0,426
1/3 médio da perna esquerda	1,80mm	1,50mm	3,90mm	3,60mm	2,71±0,60	2,51±0,68	0,483	0,105
1/3 inferior da perna direita	1,70mm	1,70mm	4,10mm	4,70mm	2,67±0,80	2,61±0,88	0,780	0,696
1/3 inferior da perna esquerda	1,70mm	1,40mm	3,50mm	3,80mm	2,52±0,60	2,74±0,77	0,365	0,464

**\*p ≤ 0,05** **significante** **p ≥ não** **significante** **\*\* r ≥ 0,700** **alta correlação**

A Tab. 4 apresenta os diâmetros da VSI das pernas direita e esquerda do grupo controle, na qual se pode observar que o menor e maior diâmetro encontrado no primeiro exame foi no 1/3 superior da perna esquerda de 2,20 mm e de 4,20 mm no 1/3 médio da perna direita, respectivamente. Quando comparados os diâmetros do primeiro exame e do segundo, não foi encontradas diferenças significativas, apresentando apenas alta correlação no 1/3 inferior da perna direita ( $r=0,773$ ), não afetando a estrutura da veia, uma vez que a mesma se classificou como competente, pois quando avaliadas não apresentaram nenhum tipo de insuficiência no seu percurso.

**TABELA 4** - Estatística descritiva de média, desvio padrão, valores máximos e mínimos dos diâmetros da VSI das pernas direita e esquerda antes e após um ano de inatividade para o GC.

Segmento	Mínimo		Máximo		Média e DP		Sig. p	r
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste		
1/3 superior da perna direita	1,58mm	2,10mm	4,00 mm	3,80mm	2,59±0,82	2,91±0,53	0,575	0,515
1/3 superior da perna esquerda	2,20mm	1,50mm	3,96mm	3,10mm	2,63±0,56	2,47±0,54	0,828	0,023
1/3 médio da perna direita	1,15mm	1,80mm	4,20mm	3,30mm	2,26±0,88	2,44±0,51	0,689	0,536
1/3 médio da perna esquerda	1,70mm	1,50mm	3,00mm	2,90mm	2,31±0,41	2,38±0,44	0,653	0,291
1/3 inferior da perna direita	1,57mm	1,35mm	2,70mm	3,00mm	2,17±0,36	2,14±0,53	0,595	0,773**
1/3 inferior da perna esquerda	1,98mm	1,50mm	3,20mm	3,10mm	2,51±0,47	2,42±0,55	0,588	0,673

\* $p \leq 0,05$  **significante**  $p \geq$  **não significante** \*\*  $r \geq 0,700$  **alta correlação**

A presença de refluxo venoso em safenas, veias perforantes e em sistema venoso profundo tem seu papel descrito amplamente na literatura como causa da formação de varizes, tanto primárias como secundárias à trombose venosa profunda (LEES & LAMBERT, 1993; LABROPOULOS et al, 2000). Caso este, que não foi encontrado neste estudo, pois todas as veias analisadas, tanto do grupo controle como do grupo experimental foram classificadas com competentes, evidenciando que a prática da musculação não causa prejuízo ao sistema venoso.

A Tab. 5 apresenta os diâmetros encontrados da VSE ao nível da perna, antes e após a intervenção do treinamento. As mesmas foram classificadas como competentes, pois não apresentaram refluxo. Podendo observar que o maior valor encontrado foi de 3,20 mm no primeiro exame e de 3,70mm no segundo exame, ambas no 1/3 superior da perna esquerda, ponto que apresentou alta correlação do primeiro com o segundo exame ( $r=0,735$ ) e quando comparados os exames, as medidas dos diâmetros não apresentaram diferenças significativas, tendo o menor p encontrado igual à ( $p=0,295$ ) para o 1/3 inferior da perna esquerda. Segundo Teixeira e Pitta (2003), serão insuficientes os segmentos de veias que apresentarem fluxo reverso com duração superior a meio segundo e que atravesse um seio valvular.

**TABELA 5** - Estatística descritiva de média, desvio padrão, valores máximos e mínimos dos diâmetros da VSE das pernas direita e esquerda antes e após o programa de exercícios para o GE.

Segmento	Mínimo		Máximo		Média e DP		p	r
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste		
1/3 superior da perna direita	1,20mm	1,70mm	2,90mm	2,90mm	2,13±0,53	2,23±0,46	0,654	0,076
1/3 superior da perna esquerda	1,40mm	1,80mm	3,20mm	3,70mm	2,39±0,53	2,47±0,55	0,539	0,735**
1/3 médio da perna direita	1,80mm	1,70mm	2,90mm	2,80mm	2,28±0,37	2,27±0,36	0,948	0,191
1/3 médio da perna esquerda	1,25mm	1,50mm	2,90mm	3,50mm	2,25±0,52	2,38±0,56	0,313	0,077
1/3 inferior da perna direita	1,46mm	1,80mm	2,80mm	3,50m	2,28±0,38	2,52±0,49	0,295	0,110
1/3 inferior da perna esquerda	1,00mm	1,90mm	3,10mm	3,20mm	2,30±0,60	2,47±0,40	0,360	0,451

**\*p ≤ 0,05** **significante** **p ≥** **não significante** **\*\* r ≥ 0,700** **alta correlação**

Myers et al (1995), em seu experimento com 1.653 membros inferiores com IVC, cerca de 88,0% dos mesmos apresentaram-se insuficientes com relação ao sistema venoso superficial. Sendo as enfermidades circulatórias responsáveis por um grande número de afastamento do trabalho, indisposição para tarefas diárias, até óbitos por estados mais agravantes, fica clara a importância de se estimular a adesão à prática do exercício, sob as mais diferentes modalidades (atividades neuromusculares e exercícios aeróbios), no sentido de controlar doenças bem como preveni-las.

A Tab. 6 nos permite observar que os maiores valores encontrados na VSE para o grupo controle foram 3,60 mm no primeiro exame e 3,70 mm no segundo exame ambas no 1/3 superior da perna esquerda com médias de 2,70±0,61 e 2,98±0,83 no pré e pós-teste respectivamente. As veias foram classificadas como competentes por não apresentarem refluxo sanguíneo em nenhum momento da avaliação. Quando comparados os diâmetros do primeiro exame com o segundo após um ano de inatividade, pode-se observar que as diferenças encontradas foram mínimas, apresentando apenas uma diferença significativa no terço inferior da perna esquerda (p=0,003). Os dados não apresentaram altas correlações como demonstrados pelos valores de r encontrados na tabela. Os valores aqui encontrados se encontram dentro da média para valores agregados a competência venosa. Quando comparados o grupo experimental com o grupo controle, pôde-se observar que houve apenas

uma diferença significativa entre os grupos, no 1/3 inferior da coxa esquerda para a VSI (p=0,002),

**TABELA 6** - Estatística descritiva de média, desvio padrão, valores máximos e mínimos dos diâmetros da VSE das pernas direita e esquerda antes e após um ano de inatividade para o GC.

Segmento	Mínimo		Máximo		Média e DP		p	r
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste		
1/3 superior da perna direita	2,00mm	1,60mm	3,50mm	3,40mm	2,47±0,51	2,71±0,65	0,260	0,583
1/3 superior da perna esquerda	1,90mm	1,20mm	3,60mm	3,70mm	2,70±0,61	2,98±0,83	0,847	0,538
1/3 médio da perna direita	1,70mm	1,20mm	3,40mm	2,90mm	2,25±0,53	2,40±0,57	0,715	0,642
1/3 médio da perna esquerda	1,05mm	1,30mm	2,90mm	2,80mm	2,24±0,66	2,51±0,50	0,418	0,665
1/3 inferior da perna direita	1,15mm	1,20mm	2,80mm	2,60mm	2,01±0,48	2,06±0,47	0,304	0,168
1/3 inferior da perna esquerda	1,13mm	1,50mm	2,30mm	2,70mm	1,82±0,37	2,31±0,36	0,003*	0,666

\*p ≤ 0,05 **significante** p ≥ não **significante** \*\* r ≥ 0,700 **alta correlação**

Em recente estudo Araújo Jr et al (2007), verificou os efeitos de um programa de exercícios neuromusculares (método: musculação) sobre o diâmetro venoso da veia safena magna e parva dos membros inferiores durante quatro meses, em 20 indivíduos com média de (21,30±3,16) anos, distribuídos em dois grupos: G1 Praticantes de Musculação e o G2 Grupo Controle, utilizando um eco-Doppler colorido, para mensuração dos diâmetros das veias. De acordo com a avaliação, os diâmetros do G1, pôde-se observar que todas as veias examinadas apresentaram-se competentes após o período de treinamento, e quando comparados o primeiro com o segundo exame não foram encontrado diferenças significativas em nenhum ponto de medição. Já o G2 quando avaliado, apresentou diferenças significativas em três pontos de aferição dos diâmetros: terço superior da coxa direita (p=0,004), no terço superior da coxa esquerda (p=0,013) e no terço inferior da perna esquerda (p=0,012). Concluindo que a musculação não afetou a estrutura das veias, uma vez que todas elas se classificaram como competente e que as pessoas que não praticam atividades tendem a ter um aumento no diâmetro venoso.

## CONCLUSÃO

O estudo com base na amostra permitiu concluir que apesar das medidas dos diâmetros serem maiores após o programa neuromuscular com o método musculação, as veias foram classificadas como competentes por não apresentarem refluxo sanguíneo e a musculação não afetou a estrutura das veias, e que o GC, mesmo sem praticar a intervenção física adotada, também manteve a competência venosa, indicando que o exercício físico com carga praticado de forma regular, pode ser tão benéfico quanto ao irregular sem carga, mas em pessoas com estilo de vida ativa e sem fatores de risco para insuficiência venosa de membros inferiores (IVMI). Pode-se, a partir desta pesquisa, evitar-se que se emitam opiniões, as quais afirmam que exercícios neuromusculares comprometem o sistema venoso e que só os aeróbios favorecem o calibre do mesmo, tendo em vista que os diâmetros venosos do grupo experimental apresentaram-se complacentes, durante o decorrer da pesquisa. Confirmando a hipótese de os exercícios neuromusculares mantiveram em perfeito funcionamento o sistema venoso periférico atuando na prevenção e interferindo nos fatores de risco modificáveis, em relação ao aparecimento de varizes. Afirmando-se que a prática da musculação não afetou a estrutura das veias dos membros inferiores. Sugere-se novos estudos com amostras maiores e um maior tempo de observação.

## AGRADECIMENTOS

A minha orientadora **Dr. Maria do Socorro Cirilo de Sousa**, por toda presteza, atenção, compreensão, dedicação, auxílio, carinho, estima, consideração, incentivo, ou seja, faltam-me adjetivos para expressar toda a gratidão e admiração, não só pela professora, mas também pela pessoa verdadeira que ela é.

Ao **Dr. Rodolfo Athaide**, co-orientador que teve uma participação essencial, tanto na fase incipiente, como no decorrer das coletas e na conclusão da pesquisa.

Ao **Cnpq**, por contribuir e fomentar de forma significativa o desenvolvimento da produção de conhecimento no país.

## REFERÊNCIAS

ARAGÃO JÁ, REIS FP, PITTA GBB. *Anatomia do sistema venoso superficial dos membros inferiores*. In: Pitta GBB, Castro AA, Burihan E, editores. *Angiologia e cirurgia vascular: guia ilustrado*. Maceió: UNCISAL/ECMAL & LAVA; 2003. Disponível em: URL: <http://www.lava.med.br/livro>

SILVA DK, NAHAS MV. *Prescrição de exercícios físicos para pessoas com doença vascular periférica*. Rev Bras Cien Mov 2002;10:55-61.

SILVA, JGS. *Atividade Física na Profilaxia da insuficiência Venosa Crônica de Membros Inferiores*. Revista brasileira de Flebologia e linfotologia, v.1, n. 1, p. 19-27, 1994.

FIGUEIREDO M. *Doença venosa e exercícios físicos*. In: Pitta GBB, Castro AA, Burihan E, editores. *Angiologia e cirurgia vascular: guia ilustrado*. Maceió: UNCISAL/ECMAL & LAVA; 2003. Disponível em: URL:<http://www.lava.med.br/livro>

ALIMI YS, BARTHELEM YP, JUHAN C. *Venous pump of the calf: a study of venous and muscular pressures*. J Vasc Surg, v. 20, n.5, p.728-35, 1994.

TEIXEIRA LR & PITTA GBB. *Diagnóstico não invasivo: duplex scan venoso*. In: Pitta GBB, Castro AA, Burihan E, editores. *Angiologia e cirurgia vascular: guia ilustrado*. Maceió: UNCISAL/ECMAL & LAVA; 2003. Disponível em: URL: <http://www.lava.med.br/livro>

PITTA GBB. *Flebografia descendente na insuficiência venosa crônica*. Estudo comparativo do quadro clínico com o grau de refluxo. São Paulo, 1989. (Tese – Mestrado – Escola Paulista de Medicina)

SUMNER DS, *Applied physiology in venous problems*. In: Bergan JJ, Yao JST, eds. *Surgery of the veins*. Orlando: Grune & Stratton, 1985. p.3-31.

FRANÇA LHG, TAVARES V. *Insuficiência venosa crônica: uma atualização*. *Jornal vascular Brasileiro*, v. 2, n.4, p. 318-328, 2003

CHRISTOPOULOS D, NICOLAIDES AN, SZENDRO G. *Venous reflux: Quantification and correlation with the clinical severity of chronic venous disease*. *Br J Surg*. 1988;75:352-356.

WELLS HS, YOUMANS JB, MILLER DG. *Tissue pressure, intracutaneous, subcutaneous and intramuscular, as related to venous pressure, capillary filtration and other factors*. *J Clin Invest* 1988;17:489-99.

SACCHI AA. *Avaliação da bomba muscular da panturrilha nos pacientes portadores varizes primárias através da pletismografia a ar*. São Paulo, 2004. xii, 75p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de São Paulo. Escola Paulista de Medicina. Programa de Pós-graduação em Cirurgia Vascular.

ENGELHORN CA, PICHETH FS, CASTRO Jr N, DABUL Jr NM, Gomes CS. *Estudo do sistema venoso superficial com o duplex scan a cores*. . *Angiologia e cirurgia vascular: guia ilustrado*. Maceió: UNCISAL/ECMAL & LAVA; 1996. 12-14 p. Disponível em: URL: <http://www.lava.med.br/livro>. Acesso em: 10/04/2007.

PITTA GBB. *Preservação da veia safena magna na cirurgia das varizes tronculares primárias*. São Paulo, 1998. (Tese – Doutorado – Escola Paulista de Medicina – Universidade Federal de São Paulo).

HANRAHAN LM, KECHEJIAN GJ, CORDTS PR, RODRIGUEZ AA, ARAKI CA, LAMORTE WW, MENZOIAN JO. *Patterns of venous insufficiency in patients with varicose veins*. *Arch Surg* 1991;126:687-691.

THOMAS, J.R.; NELSON, J.K. *Métodos de pesquisa em atividade física e saúde*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002. 304p

ENGELHORN CA, ENGELHORN AL, CASSOU MF, ZANONI CC, GOSA E. *Classificação anatomofuncional da insuficiência das veias safenas baseada no eco-Doppler colorido, dirigida para o planejamento da cirurgia de varizes*. *J Vasc Br* 2004, Vol. 3, Nº1

JACKSON AS, POLLOCK ML. *Practical assessment of body composition*. *Physician Sport Medicine*. v. 13: p. 76 – 90, 1985.

SARQUIS AL. *Avaliação pré e pós-operatório no tratamento cirúrgico conservador de varizes tronculares com o duplex scan a cores.* Cir Vasc Angiol 1996;12:9-11.

MYERS KA, ZIEGENBEIN RW, ZENG GH, MATTHEWS PG. *Duplex ultrasonography scanning for chronic venous disease: patterns of venous reflux.* J Vasc Surg 1995;21:605-12.

LABROPOULOS N, GIANNOUKAS AD, KOSTAS D. *The impact of isolated lesser saphenous vein system incompetence on clinical signs and symptoms of chronic venous disease.* J. Vasc. Surg. 2000.vol. 32, n. 5,. 954-960 p

LEES TA, LAMBERT D. *Patterns of venous reflux in limbs with skin changes associated with chronic venous insufficiency.* Br. J. Surg. 1993. vol. 80, n. 6, 725-728 p.

ARAÚJO JR AT, COURA VA, PEIXOTO DJR, SOUSA MSC. *Effects of a program of neuro-muscular exercises (method: muscular activity) on the superficial veined diameter in healthy individuals.* Journal of the international federation of physical education-FIEP BULLETIN, 2007. vol. 77, 443-447 p. ISSN-0256-6419.

BARROS JR N. *Insuficiência venosa crônica.* In. Pitta GBB, Castro AA, Burihan E, editores. *Angiologia e Cirurgia Vascular: guia ilustrado.* Maceió: UNCISAL/ECMAL & LAVA; 2003. Disponível em: URL: <http://www.lava.med.br/livro>

BISQUEIRA R, SARRIERA JC, MARTINEZ F. *Introdução à estatística: enfoque informativo com o pacote estatístico SPSS.* Porto Alegre: Artmed 2004.

## “Avaliação dos efeitos psicofarmacológicos de plantas e/ou substâncias bioativas”

### “Avaliação da possível atividade analgésica central de HPA-10 e *Plumbago scandens* em camundongos”

**André Silveira Pinho**

**Laboratório de Tecnologia Farmacêutica, Universidade Federal da Paraíba. Caixa Postal 5009. CEP: 58051-970  
andrewspinho@yahoo.com.br**

**Liana Clébia Soares Lima de Moraes**

**Laboratório de Tecnologia Farmacêutica, Universidade Federal da Paraíba. Caixa Postal 5009. CEP: 58051-970  
liana@lft.ufpb.br**

#### **Resumo**

Neste estudo avaliou-se os efeitos comportamentais de 3-Fenil-5-(4-etilfenil)-imidazolidina-2,4-diona(HPA-10) e do extrato aquoso da *Plumbago scandens* (EAPs), direcionando para possível atividade antinociceptiva. Camundongos Swiss machos e fêmeas (25-35 g) foram tratados por via intraperitoneal (i.p.) com doses de HPA-10 e por via oral(v.o.) com doses de EAPs a fim de avaliar a Dose Letal 50%, e nas doses de 50, 100 e 200 mg/kg i.p. HPA-10 e 250, 500 e 1000 mg/kg v.o. EAPs foram submetidos aos testes: Triagem farmacológica, observando alterações comportamentais aos 30, 60, 120, 180 e 240 minutos após administração; Teste das contorções abdominais induzidas por ácido acético, observando-se o número de contorções apresentado por cada animal durante 10 minutos, 30 minutos após os respectivos tratamentos; Teste da placa quente, em que se quantificou o tempo de reação (seg) do animal ao estímulo térmico caracterizado pelo comportamento de levantar ou lambear uma das patas. Os resultados foram analisados estatisticamente através do programa GraphPad Prism4.00, empregando-se Análise de variância(ANOVA), seguido do teste de múltiplas comparações de Dunnet e/ou teste t de Student, sendo tais resultados considerados significativos quando  $p < 0,05$ . Os resultados mostram que HPA-10 e EAPs apresentam efeitos sugestivos de atividade depressora-antinociceptiva, sem possível atividade em nível do SNC.

**Palavras chave:** *antinociceção, HPA-10, Plumbago scandens*

#### **1. Introdução**

Estudos na área da psicofarmacologia visam a investigação de alterações nos processos comportamentais, tais como reflexos, ambulação e resposta frente a estímulos dolorosos, induzidos pelos fármacos, além de fornecer indícios quanto ao possível mecanismo de ação de substâncias e ajudar no entendimento dos substratos neurobiológicos que medeiam efeitos comportamentais específicos relacionados a desordens no Sistema Nervoso Central (SNC).

A dor, segundo a Associação Internacional para o Estudo da Dor, compreende a experiência sensorial e emocional, em geral desagradável, associada a dano real ou potencial dos tecidos, ou descrita em termos de tais lesões (MERSKEY e BOGDUK, 1994).



Todos os estímulos ambientais internos ou externos ao organismo são detectados por receptores sensoriais localizados por todo o corpo. Entre eles se encontram os nociceptores que são terminações nervosas livres que respondem a estimulações diretas ou ainda a substâncias químicas liberadas no local.

A dor é uma sensação subjetiva, geralmente difícil de ser descrita, podendo ou não está associada à lesão tecidual (PIMENTA, 1999), entretanto a nocicepção é definida como o mecanismo pelo qual os estímulos periféricos nocivos são transmitidos ao SNC, sendo ausente do componente afetivo. A nocicepção é comumente medida em testes animais (RANG et al, 1997).

A compreensão e o alívio da dor tem sido uma preocupação constante da humanidade (constatado nos registros mais antigos que se tem conhecimento) e a contribuição das ervas medicinais neste particular tem despontado como uma das fontes de maior destaque. A salicina, por exemplo, foi por algum tempo usada para combater a dor e mais tarde, em 1899, serviu como base para a síntese do ácido acetilsalicílico. A partir do ópio (do grego *suco*) originário da *Papaver somniferum* ou “papoula” foi obtida a morfina, substância com potente atividade analgésica (VOHORA; DANDIYA, 1992).

No caso da avaliação de plantas com atividade Analgésica Central desenvolvida no LTF esta busca tem sido permanente. Alguns extratos, substâncias e preparações vegetais têm mostrado resultados animadores a exemplo dos observados com a espécie *Dioclea grandiflora*, *Mentha x villosa* e *Ocotea duckei* (BATISTA et al., 1995).

A primeira substância utilizada neste trabalho foi uma hidantoína inédita sintetizada no Laboratório de Síntese do Departamento de Química/ UFPB, coordenado pelo Prof. Dr. Joseph Miller. A substância 3-fenil-5-(4-etilfenil)-imidazolidina-2,4-diona, codificada como HPA-10, trata-se de um derivado da fenitoína, uma substância da classe das hidantoínas que apresentam comprovada atuação no SNC.

A segunda substância utilizada constituiu do extrato aquoso da *Plumbago scandens* (EAPs), planta conhecida como “louco”, cujos registros na literatura (MORAIS, 2005) apontam para uma possível atividade depressora do SNC.

No presente trabalho, após determinada a solubilidade e o pH, realizou-se a toxicidade aguda e, em seguida, uma triagem comportamental onde foi avaliado (através da análise de vários parâmetros comportamentais) o tipo de influência que essas substâncias exercem sobre o SNC, ou seja, se há um efeito farmacológico e em que modalidade (analgésico, ansiolítico, anticonvulsivante, entre outros) se enquadram. Uma possível atividade analgésica central do composto sintético foi posteriormente investigada no teste das contorções induzidas por ácido acético e no teste da placa quente.

## **2. Metodologia**

### **2.1 Animais**

No desenvolvimento do presente estudo foram utilizados Camundongos Swiss machos e fêmeas, albinos, pesando de 25-35 g, com aproximadamente 3 meses de idade, provenientes do Biotério Prof. Dr. Thomas George no Núcleo de Pesquisa em Produtos Naturais (NPPN) do LTF/UFPB. Na maioria dos testes foram utilizados grupos de 8 camundongos e o sacrifício dos animais foi realizado utilizando a aplicação de agentes farmacológicos inalantes, de acordo com os princípios éticos que visam sobretudo o não sofrimento.

Esses animais foram mantidos até os dias dos respectivos experimentos em gaiolas de polipropileno, com temperatura ambiente de  $(21\pm 1)$  °C e ciclo de claro/escuro de 12h, com fase de luz iniciando às 6:00 e terminando às 18:00 horas, tendo livre acesso à alimentação do tipo “pellets” (Labina) e água disponível em frascos de vidro com bicos apropriados até 60 minutos antes dos experimentos em caso de administração i.p. e até 12 horas em caso de administração v.o.



Figura 1. Camundongo Swiss macho e albino, em detalhe.

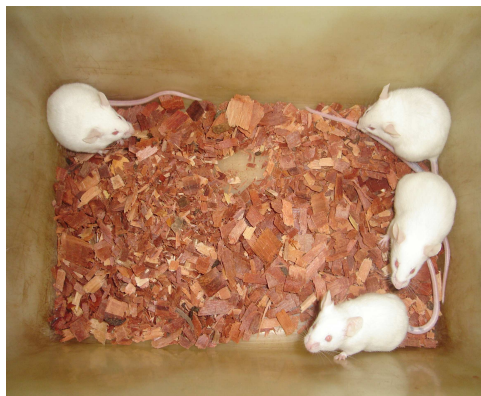


Figura 2. Camundongos reunidos em grupo de 4 animais.

## 2.2 Substâncias utilizadas

- 3-fenil-5-(4-etilfenil)-imidazolidina-2,4-diona (LTF/UFPB, Brasil);
- Extrato aquoso da *Plumbago scandens* (HJPB/LTF/UPFB, Brasil);
- Cloridrato de morfina (Merck, Brasil);
- Solução de Tween 80 (Sigma, E.U.A.);
- Água destilada (LTF/UFPB, BRASIL);
- Solução de ácido acético a 0,85% (LTF/UFPB, Brasil).

A preparação das soluções testadas foi realizada imediatamente antes de sua utilização. Para HPA-10 utilizou-se água destilada e duas gotas de tween 80.

As vias de administração utilizadas foram a intraperitoneal (i.p.) e a oral (v.o.), sendo administrado o volume de 0,1 mL/10 g de peso do camundongo.

### 2.3 Preparação do extrato

A *Plumbago scandens* foi coletada no município de Cruz do Espírito Santo – PB no mês de Julho de 2002. Os estudos morfológicos para a identificação botânica foram realizados com exsicatas do Herbário Prof. Lauro Xavier no Laboratório de Tecnologia Farmacêutica (HJPB), coletado e identificado pela Profa. Dra. Maria de Fátima Agra (MORAIS, 2005).

O extrato foi obtido através de um processo de extração utilizando o aparelho de Soxhlet, por um período de 24 horas, sendo o solvente extrator uma solução de álcool etílico à 10%. O extrato aquoso foi seco, transformado em pó através da técnica de “Spray Dryer”.

### 2.4 Aparelhagem para o teste da placa quente

O aparelho do Teste da placa quente, modelo LE706 - LETICA<sup>®</sup>, consiste em uma superfície plana aquecida previamente a  $55 \pm 1^\circ\text{C}$  (camundongos), com um sistema contador de tempo acionado e parado com o uso de um pedal (ALMEIDA et al., 2006). A fim de evitar que o animal fuja, o mesmo é colocado sob uma redoma de acrílico.

### 2.5 Teste de solubilidade e pH

O teste da solubilidade e pH foi realizado com as substâncias HPA-10 e EAPs solubilizadas, individualmente, tanto em água destilada, como em soluções de Tween 80, Ágar, Carboxi Metil Celulose (CMC) ou Cremofor. A quantidade utilizada foi de 10 mg das substâncias para cada 1 mL de água destilada. As diferentes misturas foram analisadas em relação à solubilidade e, para as solúveis, determinou-se o pH (aparelho: pHmetro Digital PG2000 - GEHAKA).

### 2.6 Toxicidade Aguda

A determinação da toxicidade aguda foi estimada através do cálculo da dose letal 50% (DL<sub>50</sub>) em camundongos pela via intraperitoneal, utilizando doses de 400, 800, 1200, 2000, 3000 mg/kg v.o. de HPA-10 e 500, 1000, 2000, 3000 mg/kg v.o. de *Plumbago scandens*, utilizando-se grupos de 10 animais, registrando-se durante 72 horas a percentagem de animais mortos, seguindo-se os procedimentos da metodologia descrita por Litchifield & Wilcoxon (1949).

### 2.7 Triagem farmacológica experimental

Essa metodologia possibilita o direcionamento do estudo farmacológico para utilização de testes que levem a caracterização de um efeito específico (FRANCO, 2003). Alguns critérios comparativos são estabelecidos para uma série de comportamentos, que na sua maioria são exibidos normalmente pelos animais. De forma que ocorrendo alterações comportamentais em decorrência de tratamentos é possível inferir uma relação com atividade no SNC (ALMEIDA et al., 1999).

Camundongos fêmeas foram separados em três grupos de 8 animais cada e tratados com HPA-10 nas doses de 50, 100 e 200 mg/kg, por via i.p. e v.o. e com EAPs nas doses de 250,

500 e 1000 mg/kg v.o. Esses animais foram comparados com os animais do grupo controle que receberam o veículo utilizado nas preparações e foram observados durante um período de 4 horas, sendo os efeitos ocorridos, registrados de acordo com a metodologia descrita por ALMEIDA et al., (1999).

## 2.8 Teste das contorções induzidas por ácido acético

Este teste baseia no fato de que a administração intraperitoneal do ácido acético a 0,85% provoca irritação peritoneal, sendo tal efeito nociceptivo caracterizado por contorções abdominais seguidas de extensões dos membros posteriores (KOSTER et al., 1959). Os camundongos (N=8) foram tratados segundo o descrito abaixo:

### 1º experimento:

- Controle: Água destilada + 2 gotas de tween 80 (0,1 mL/10 g), i.p.;
- Experimental 1: HPA-10 50 mg/kg, i.p.;
- Experimental 2: HPA-10 100 mg/kg, i.p.;
- Experimental 3: HPA-10 200 mg/kg, i.p.;
- **Padrão: Morfina 6 mg/kg, i.p.**

### 2º experimento:

- Controle: Água destilada, v.o.;
- Experimental 1: EAPs 250 mg/kg, v.o.;
- Experimental 2: EAPs 500 mg/kg, v.o.;
- Experimental 3: EAPs 1000 mg/kg, v.o.;
- **Padrão: Morfina 6 mg/kg, i.p**

Transcorridos 30 min dos tratamentos iniciais, os animais foram tratados com ácido acético a 0,85% (0,1 mL/10 g) por via i.p. e em seguida observou-se a latência para o aparecimento da primeira contorção e o número de contorções abdominais apresentado por cada animal durante um período de 10 minutos.

## 2.9 Teste da Placa Quente

Este teste, inicialmente descrito por Woolfe e MacDonald (1944), consiste em quantificar o tempo de reação do animal ao estímulo térmico quando é exibido o comportamento de levantar (tentativa de pular) ou lambe uma das patas traseiras, indicativo de nocicepção (ALMEIDA et al., 2006). Os camundongos (N=8) foram tratados segundo o descrito abaixo:

### 1º experimento:

- Controle: Água destilada + 2 gotas de tween 80 (0,1 mL/10 g), i.p.;
- Experimental 1: HPA-10 50 mg/kg, i.p.;
- Experimental 2: HPA-10 100 mg/kg, i.p.;
- Experimental 3: HPA-10 200 mg/kg, i.p.;
- Padrão: Morfina 6 mg/kg, i.p.

## 2º experimento:

- Controle: Água destilada, i.p.;
- Experimental 1: EAPs 250 mg/kg, v.o.;
- Experimental 2: EAPs 500 mg/kg, v.o.;
- Experimental 3: EAPs 1000mg/kg, v.o.;
- Padrão: Morfina 6 mg/kg, i.p.

Submeteu-se todos os animais a uma triagem inicial (resposta até 15 s) pré-tratamento (medida basal) seguindo-se de avaliações após 30, 60 e 120 minutos da administração (ALMEIDA et al., 2006).



Figura 3 - Detalhe do camundongo no aparelho do teste da placa quente no momento do teste.

## 2.10 Análise estatística

Os resultados obtidos no presente estudo foram analisados estatisticamente através do programa GraphPad Prism 4.00, empregando-se Análise de variância (ANOVA), seguido do teste de múltiplas comparações de Dunnet e o teste t de Student, sendo tais resultados considerados significativos quando  $p < 0,05$ .

## 3. Resultados

### 3.1. Teste de Solubilidade e pH de HPA-10

A tabela abaixo representa o comportamento quanto à solubilidade de HPA-10 frente a vários diluentes, sendo também observado o valor do pH, ambos a 26°C.

Tabela 1 – Solubilidade e pH de HPA-10 a 26°C;

Solvente / diluente	Solubilização	pH a 26,0 °C
Água	Não	-
Água / Agar	Não	-
Água / CMC	Não	-
Água / Cremofor	Sim	4,90
Água / Tween 80	Sim	7,06

### 3.2 Toxicidade Aguda - DL<sub>50</sub> de HPA-10 i.p

A administração do HPA-10 em camundongos para a determinação da DL<sub>50</sub>, como se observa na tabela 2, foi realizada nas doses de 400, 800, 1200, 2000 e 3000 mg/kg .ip., observando-se 0, 4, 6 e 10 mortes respectivamente (n=10). Foi calculado, então, uma DL<sub>50</sub> de 1546 mg/kg, com um limite de confiança de 986 a 2423 mg/kg, via intraperitoneal.

Tabela 2 - Percentagem de mortes nos camundongos tratados com HPA-10 i.p.;

Dose (mg/kg, i.p.)	% de mortes
400	0
800	0
1200	40
2000	60
3000	100

### 3.3 Efeito de HPA-10 na Triagem farmacológica i.p.

Na tabela 3, estão registrados os principais efeitos da triagem comportamental, realizada com camundongos (N=8) tratados com HPA-10 na dose de 50 mg/kg, 100 mg/kg e 200 mg/kg via i.p. aos 30, 60, 120, 180 e 240 minutos de observação.

Tabela 3 – Efeito do HPA-10 na triagem farmacológica i.p., em camundongos;

<b>Tratamento Dose (mg/kg) via</b>	<b>Tempo de Observ.</b>	<b>Efeitos Comportamentais</b>
<b>HPA-10 50 i.p.</b>	<b>30 min</b>	Sem efeitos.
	<b>60 min</b>	Sem efeitos.
	<b>120 min</b>	Sem efeitos.
	<b>180 min</b>	Sem efeitos.
	<b>240 min</b>	Limpeza*.
<b>HPA-10 100 i.p.</b>	<b>30 min</b>	Sem efeitos.
	<b>60 min</b>	Sem efeitos.
	<b>120 min</b>	Limpeza*.
	<b>180 min</b>	Sem efeitos.
	<b>240 min</b>	Sem efeitos.
<b>HPA-10 200 i.p.</b>	<b>30 min</b>	Constipação, analgesia**.
	<b>60 min</b>	Constipação.
	<b>120 min</b>	Limpeza*, analgesia**.
	<b>180 min</b>	Limpeza*, analgesia**.
	<b>240 min</b>	Limpeza.

\* aumento da atividade motora ou ansiedade, possivelmente por estímulo externo.

\*\* observada pela redução da resposta ao pinçamento da cauda.

### **3.4 Efeito de HPA-10 no Teste das contorções induzidas por ácido acético**

No gráfico 1 estão registrados os efeitos da substância sintética HPA-10 nas doses de 50, 100 e 200 mg/kg via i.p. sobre o número de contorções no teste das contorções abdominais em camundongos (n=8). Nas doses de 100 e 200 mg/kg foi possível observar redução significativa no número de contorções em relação ao controle.

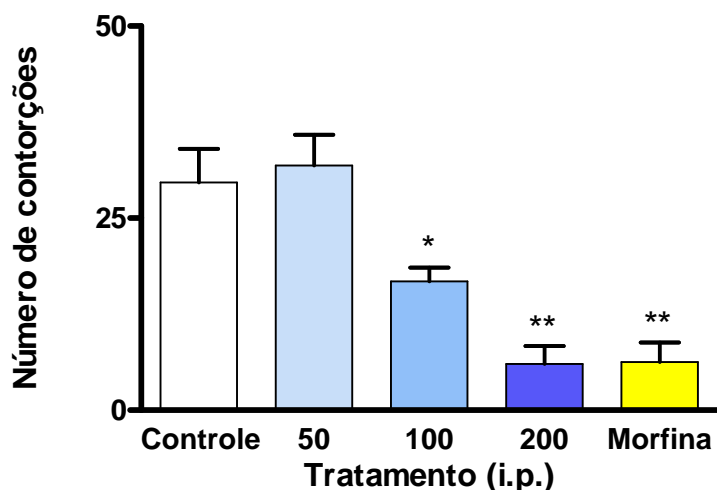


Gráfico 1 – Efeito de HPA-10 nas doses de 50, 100 e 200 mg/kg via i.p. sobre o número de contorções no teste das contorções abdominais em camundongos (n=8).

\*p < 0,05

\*\*p < 0,01

### 3.5 Efeito de HPA-10 no Teste da placa quente

O gráfico 2 apresenta os efeitos da substância sintética HPA-10 nas doses de 50, 100 e 200 mg/kg via i.p. sobre o tempo de permanência na placa quente em camundongos (n=8). Não houve registro de efeito antinociceptivo da HPA-10 nas doses de 50, 100 e 200 mg/kg em relação ao controle.

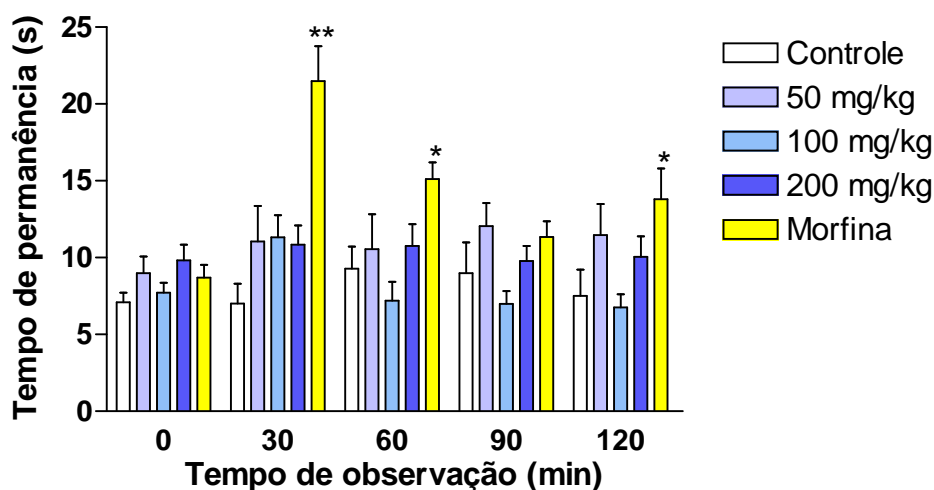


Gráfico 2 – Efeito de HPA-10 nas doses de 50, 100 e 200 mg/kg via i.p. sobre o tempo de permanência na placa quente em camundongos (n=8).

\* p < 0,05

\*\*p < 0,01



### 3.6 Teste de Solubilidade e pH do EAPs

A tabela abaixo representa o comportamento quanto à solubilidade do EAPs frente a vários diluentes, sendo também observado o valor do pH, ambos a 26°C.

Tabela 4 – Solubilidade e pH do EAPs a 26°C;

Solvente / diluente	Solubilização	pH a 26,0 °C
Água	Sim	6,25
Água / Agar	-	-
Água / CMC	-	-
Água / Cremofor	-	-
Água / Tween 80	-	-

### 3.6 Toxicidade Aguda - DL<sub>50</sub> do EAPs v.o.

A administração do EAPs em camundongos para a determinação da DL<sub>50</sub>, como se observa na tabela abaixo, foi realizada nas doses de 500, 1000, 2000 e 3000 mg/kg v.o., não sendo observadas mortes (n=10), conseqüentemente não foi possível calcular a DL<sub>50</sub> para este extrato.

Tabela 4 – Percentagem de mortes nos camundongos tratados com EAPs v.o.;

Dose (mg/kg, i.p.)	% de mortes
500	0
1000	0
2000	0
3000	0

### 3.7 Efeito do EAPs na Triagem farmacológica v.o.

Na tabela 5, estão registrados os principais efeitos da triagem comportamental, realizada com camundongos (N=8) tratados com EAPs nas doses de 250 mg/kg, 500 mg/kg e 1000 mg/kg v.o. aos 30, 60, 120, 180 e 240 minutos de observação.

Tabela 5 – Efeito do EAPs na triagem farmacológica v.o., em camundongos;

Tratamento Dose (mg/kg) via	Tempo de Observ.	Efeitos Comportamentais
EAPs 250 v.o.	30 min	Resposta ao toque diminuída.
	60 min	Resposta ao toque diminuída, defecação aumentada.
	120 min	Sem efeitos.
	180 min	Sem efeitos.
	240 min	Sem efeitos.
EAPs 500 v.o.	30 min	Sem efeitos.
	60 min	Defecação aumentada.
	120 min	Defecação aumentada.
	180 min	Sem efeitos.
	240 min	Sem efeitos.
EAPs 1000 v.o.	30 min	Sem efeitos.
	60 min	Analgesia*, defecação aumentada.
	120 min	Analgesia*, defecação aumentada.
	180 min	Sem efeitos.
	240 min	Sem efeitos.

\* observada pela redução da resposta ao pinçamento da cauda.

### 3.8 Efeito do EAPs no Teste das contorções induzidas por ácido acético

O gráfico 3 apresenta os efeitos do EAPs nas doses de 250, 500 e 1000 mg/kg v.o. sobre o número de contorções no teste das contorções abdominais em camundongos (n=8). Nas doses de 500 e 1000 mg/kg foi possível observar redução significativa no número de contorções em relação ao controle.

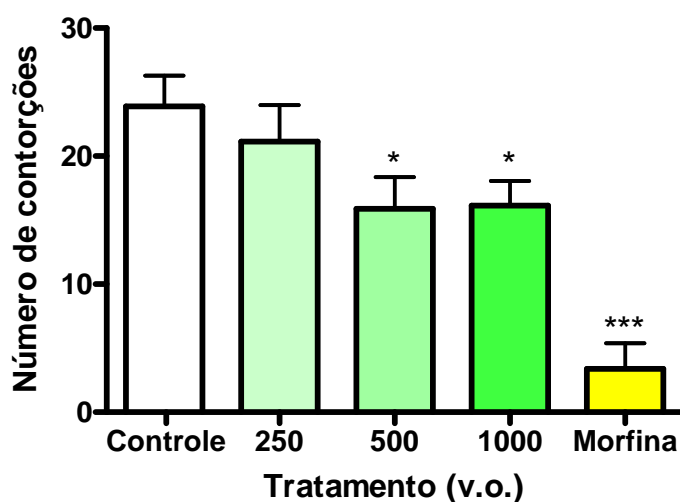


Gráfico 3 – Efeito do EAPs nas doses de 250, 500 e 1000 mg/kg v.o. sobre o número de contorções no teste das contorções abdominais em camundongos (n=8).

\*p < 0,05

\*\*\*p < 0,0001

### 3.9 Efeito do EAPs no Teste da placa quente

O gráfico 4 apresenta os efeitos do EAPs nas doses de 250, 500 e 1000 mg/kg v.o. sobre o Teste da placa quente. Não houve registro de efeito antinociceptivo do EAPs nas doses de 250, 500 e 1000 mg/kg via i.p. sobre o tempo de permanência na placa quente em camundongos (n=8).

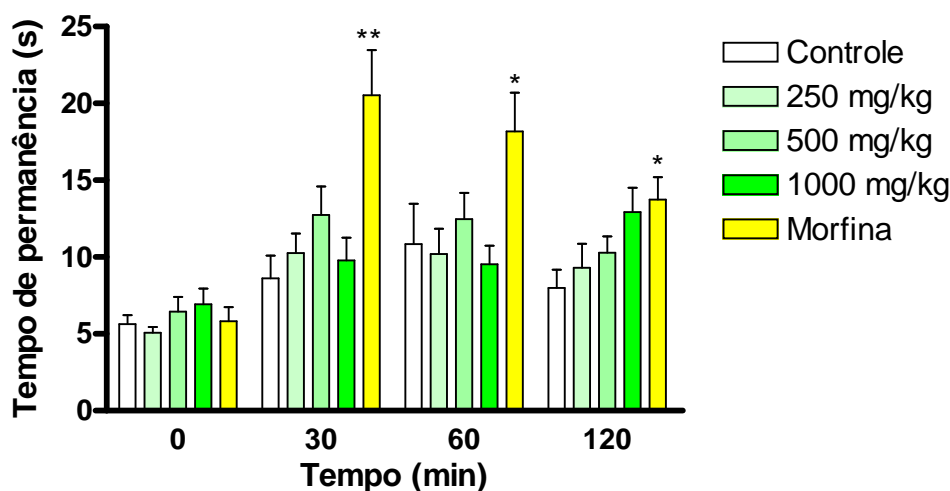


Gráfico 4 – Efeito do EAPs nas doses de 250, 500 e 1000 mg/kg v.o. sobre o tempo de permanência na placa quente em camundongos (n=8).

\*  $p < 0,05$

\*\*  $p < 0,01$

### 4. Discussão

Atualmente, os estudos neste campo continuam visando novas descobertas de drogas que possam superar os efeitos da morfina e que principalmente sejam desprovidos dos seus conhecidos efeitos adversos, como é o caso da dependência e tolerância. (DI STASI et al., 1988; HAYES et al., 1986; BISWAS et al., 1991; GOUEMO et al., 1994). Dentre esses estudos encontram-se os desenvolvidos com o extrato hidroalcoólico da *Neurolaena lobata* (GRACIOSO et al., 1998), com a “Catuama” (VAZ et al., 1997).

Ao analisar o comportamento quanto à solubilidade frente a vários diluentes, observou-se que a HPA-10 solubilizava apenas em água destilada acrescida de 1 gota/mL de tween80 ou de 1 gota/mL de cremofor . O EAPs solubilizava apenas em água destilada, possuindo um pH de 6,25 à 26,0°C. O critério de escolha sobre o solvente a ser utilizado para solubilizar a HPA-10 foi o pH. Na solução com tween 80 foi medido um pH de 7,06 à 26,0°C, enquanto na solução com cremofor foi medido um pH de 4,90 à 26,0°C. Um pH mais próximo da neutralidade (7,0) é importante, pois tende a causar menos irritação peritonial no animal, sendo, portanto, a água destilada acrescida de tween80, o solvente escolhido.

A determinação da toxicidade aguda e dose letal 50% (DL<sub>50</sub>) possibilita investigar os possíveis efeitos tóxicos de substâncias e extratos, determinando a dose responsável pela morte de 50% dos animais em estudo (LITCHFIELD; WILCOXON, 1949), permitindo a realização dos testes farmacológicos utilizando doses seguras (GRACIOSO et al., 1998).

A análise da DL<sub>50</sub> da HPA-10 (1546 mg/kg) e do EAPs (3000 mg/kg) permitiu estabelecer doses a serem utilizadas na triagem farmacológica comportamental, e no teste geral e específico. Foram padronizadas doses de 50, 100 e 200 mg/kg i.p. para a HPA-10 e 250, 500 e 1000 mg/kg v.o. para o EAPs de forma que não extrapolassem um terço da DL<sub>50</sub> a fim dos resultados encontrados não estarem associados a efeitos tóxicos.

Para uma observação geral das alterações comportamentais provenientes do tratamento com a HPA-10 e o EAPs e confirmação da atividade depressora, foi realizada uma triagem farmacológica comportamental para cada substância. Neste teste foram observados efeitos sugestivos de uma possível atividade depressora do SNC na dose de 200 mg/kg i.p., a exemplo de: analgesia (ALMEIDA *et al.*, 1999). A analgesia, representado pela redução da resposta ao pinçamento do terço inferior da cauda do animal, e a ambulação diminuída são característicos de drogas depressoras (ALMEIDA; OLIVEIRA, 2006).

No teste com EAPs v.o. nas doses de 250, 500 e 1000 mg/kg os camundongos apresentaram analgesia, resposta ao toque diminuída, característico de efeito depressor do SNC, além de defecação aumentada, uma manifestação autonômica que pode ser influenciada por manipulações físicas (ALMEIDA; OLIVEIRA, 2006).

Testes específicos foram realizados em seguida: Teste das contorções abdominais induzidos por ácido acético, um teste geral de atividade analgésica e Teste da placa quente, específico para atividade antinociceptiva.

O teste das contorções abdominais induzidas por ácido acético constitui um estudo simples, rápido e confiável para avaliar a atividade antinociceptiva de substâncias (SHINDE, *et al.*, 1999). Este teste caracteriza-se por ter alta sensibilidade, apesar de não apresentar seletividade, sendo também sensível a drogas sedativas, músculo-relaxante, analgésicos antiinflamatórios não-esteroidais e narcóticos. Anticolinérgicos e anti-histamínicos têm também se mostrado eficazes em inibir essas contorções abdominais, demonstrando a baixa especificidade deste modelo (COLLIER *et al.*, 1968). A resposta nociceptiva frente ao ácido acético pode envolver uma estimulação direta das fibras aferentes nociceptivas, devido a uma redução do pH ou uma síntese de mediadores da inflamação, a exemplo da metabolização do ácido araquidônico pela via da COX, com conseqüente biossíntese de prostaglandinas (DUARTE; NAKAMURA; FERREIRA, 1988) o que pode ser exemplificado pelo aumento dos níveis de prostaglandinas E<sub>α</sub> e F<sub>2α</sub> no fluido peritoneal (DERAEDT *et al.*, 1976, 1980; ALMEIDA; OLIVEIRA, 2006). Estudos realizados por Ribeiro *et al.* (2000) demonstraram que a atividade nociceptiva do ácido acético pode ainda ser devido à liberação de citocinas, por macrófagos e mastócitos peritoneais, tais como fator de necrose tumoral alfa, interleucina-β1 e interleucina-8 (BASTOS *et al.*, 2006).

Utilizando morfina, um analgésico central, protótipo da classe dos opiáceos (ALMEIDA; BARBOSA-FILHO, 2006), na dose de 6 mg/kg como substância padrão, pode-se observar uma diminuição significativa no número de contorções nos grupos tratado com HPA-10 nas doses de 100 e 200 mg/kg i.p. e, nas doses de 500 e 1000 mg/kg v.o., nos tratados com EAPs. A partir desses resultados, pode-se observar que com o aumento das doses de HPA-10 e EAPs ocorre um aumento da redução do número de contorções, demonstrando a eficácia da HPA-10 e EAPs no teste das contorções induzidas por ácido acético, propondo que estas substâncias apresentam atividade antinociceptiva e/ou estaria inibindo a liberação de mediadores inflamatórios ou citocinas.

Na tentativa de melhor caracterizar a atividade antinociceptiva da HPA-10 e do EAPs encontrada no teste das contorções abdominais induzidas por ácido acético, utilizou-se o teste da placa quente, uma metodologia que possui uma certa especificidade para avaliar substâncias em nível central (PARKHOUSE *et al.*, 1979). A avaliação do comportamento do animal de levantar (tentar pular) ou lambe uma das patas proporciona a interpretação de atividade antinociceptiva da substância teste, pois essas ações são indicativas de nocicepção.

Esses comportamentos são interpretados como respostas integradas no córtex cerebral, enquanto a agitação das patas posteriores (sapateado) é interpretada apenas como uma resposta apenas de integração medular. Nas doses de 50, 100 e 200 mg/kg i.p. de HPA-10 e 250, 500 e 1000 mg/kg v.o. de EAPs não foram observados respostas significativas em relação ao grupo padrão tratado com morfina 6 mg/kg, evidenciando que, possivelmente, essas substâncias não atuam em nível de SNC.

## 5. Conclusão

Diante dos resultados obtidos no presente estudo, pode-se concluir que estas substâncias induziram alterações comportamentais semelhantes às de drogas depressoras do SNC, observadas durante a triagem farmacológica comportamental, causando analgesia (HPA-10 i.p.) e analgesia, resposta ao toque diminuída (EAPs v.o.), além de terem bloqueado as contorções induzidas por ácido acético sugerindo um efeito antinociceptivo (HPA-10 i.p. e EAPs v.o.).

A HPA-10 i.p. e o EAPs v.o. não apresentam atividade antinociceptiva provavelmente mediada através de mecanismos do tipo central, já que não levou ao aumento da latência no teste da placa quente.

## 6. Agradecimentos

- A Deus, por simplesmente Tudo;
- A meus Pais pelo eterno apoio e incentivo;
- A Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Liana Clébia Soares Lima de Moraes pela orientação, ensinamentos, dedicação e oportunidade de participar desse projeto;
- Ao Prof. Dr. Reinaldo Nóbrega de Almeida pela colaboração no sentido de coorientar esse trabalho, experiência e oportunidade de participar do projeto;
- Aos Drs. Petrônio e Alixandre Luís pelo fornecimento da substância e colaboração nos trabalhos;
- Aos colegas do grupo de Psicofarmacologia: Rubens Benedito, Camila Santos, Franklin Nóbrega, Vanine Mota, Fernando Oliveira, Fladmir Claudino, Leandra Eugênia, Marcela Rodrigues, Raquel Vitorino, Clécia Sena, Guilherme Carneiro e Kildare Felix;
- A Crispim pela amizade e fornecimento de animais;
- A todos os técnicos e funcionários do LTF;
- A UFPB pelo suporte técnico;
- Ao CNPq pelo suporte financeiro.

## 7. Referências

- ALMEIDA, R. N.; BARBOSA-FILHO, J. M. Drogas psicotrópicas. In: ALMEIDA, R. N. **Psicofarmacologia: fundamentos práticos**, 1ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan: 2006. cap. 1, p. 3-24.
- ALMEIDA, R.N., FALCÃO, A.C.G. M., DINIZ, R.T., JÚNIOR, L.J.Q., POLARI, R.M.P., FILHO, J.M.B., AGRA, M.F., DUARTE, J.C.D., FERREIRA, D.F., ANTANIOLE, A. & ARAÚJO, C.A. **Metodologia para avaliação de plantas com atividade no sistema nervoso central e alguns dados experimentais**. Ver. Bras. Farm. 80 (3/4): 72-76, 1999.
- ALMEIDA, F. R. C.; OLIVEIRA, F. S. Avaliação de drogas analgésicas de ação central. In: ALMEIDA, R. N. **Psicofarmacologia: fundamentos práticos**, 1ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan: 2006. cap. 17, p. 179-188.
- BATISTA, J.S., ALMEIDA, R.N. & BHATTACHARYYA, J. **Analgesic effect of *Dioclea grandiflora* constituents in rodents**. Journal of Ethnopharmacology, 45: 207-210, 1995.
- BISWAS, A.R., RAMASWAMY, S. & BAPNA, J.S. **Analgesic effect of *Momordica charantia* seed extract in mice and rats**. Journal of Ethnopharmacology. 31: 115-118, 1991.
- BASTOS, G. N. T.; SANTOS, A. R. S.; FERREIRA, V. M. M.; COSTA, A. M. R.; BISPO, C. I.; SILVEIRA, A. J. A.; DO NASCIMENTO, J. L. M. **Antinociceptive effect of the aqueous extract obtained from roots of *Physalis angulata* L. on mice**. Journal of Ethnopharmacology, v. 103, p. 241-245, 2006.
- COLLIER, H.O.J.; DINNEN, L.C.; JOHNSON, C.A. & SCHNEIDER, C. – The abdominal constriction response and its suppression by analgesic drugs in mouse. **Br. J. Pharmacol. 32: 295-310, 1968**.
- DERAEDT, R.; JOUGNEY, S.; DELAVALÉE, F.; FLAHAUT, M. **Release of prostaglandins E and F in an algogenic reaction and its inhibition**. European Journal of Pharmacology, v. 61, p. 17-24, 1980.
- DI STASI, L.C., COSTA, M., MENAÇOLLI, S.L.J., KIRIZAWA, M., GOMES, C. & TROLIN, G. **Screening in mice of some medicinal plants used for analgesic purposes in the State of São Paulo**. . Journal of Ethnopharmacology, 24: 206-211, 1988.
- DUARTE, I. D. G.; NAKAMURA, M.; FERREIRA, S. H. **Participation of the sympathetic system in acetic acid-induced writhing in mice**. Brazilian Journal of Medical and Biological Research, v. 21, p. 341-343, 1988.
- FRANCO, C. I. F. **Estudo da atividade farmacológica no sistema nervoso central de *Sida cordifolia* L. (Malvaceae) em roedores**. 2003. 129 f. Dissertação (Mestrado em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

- GOUEMO, P.N., BALDY-MOULINIER, M. & NGUEMBY-BINA, C. **Phytotherapy Res.** 8: 426-429, 1994.
- GRACIOSO, J. S.; PAULO, M. Q.; LIMA, C. A. H.; BRITO, A. R. M. **Antinociceptive effect in mice of a hydroalcoholic extract of *Neurolaena lobata* (L.) and its organic fractions.** *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, v. 50, p. 1425-1429, 1998.
- HAYES, A. G., SKINGLE, M. & TYERS, M.B. **Reversal by Beta-funaltrexamine of the antinociceptive effect of opioid agonists in the rat.** *Br. J. Pharmac.*88: 867-872, 1986.
- KOSTER, R.; ANDERSON, M. & DEBBER, E. J. **Acetic acid for analgesic screening.** *Fed. Proc.*, 18: 412-414, 1959.
- LITCHFIELD, J.T. & WILCOXON, F. **A simplified method of evaluations dose-effect experiments.** *J. Pharmac. Exp. Ther.*, 96: 99-113, 1949.
- MERSKEY.H.; BOGDUK,N. **In classification of chronic pain.** Seattle: IASP Press: 1994. p. 124.
- MORAIS, L.C.S.L. **Possível influência dos tratamentos com extratos vegetais em sintomas extrapiramidais induzidos farmacologicamente em camundongos.** 2005. 130f. Tese de Doutorado em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos, LTF,UFPB, João Pessoa – PB.
- PARKHOUSE, J.; PLEUVRY, B.J. **Analgesic drugs.** Oxford: Blackweell, 1, 1979.
- PIMENTA, C. A M. **Fundamentos teóricos da dor e de sua avaliação.** In: Carvalho, M. M. M. J. *Dor um estudo multidisciplinar.* São Paulo: Summus: 1999, p. 341.
- RANG, H. P.; DALE, M. M.; RITTER, J. M. **Farmacologia.** 3<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan: 1997, p. 692.
- SHINDE, U. A.; PHADKE, A. S.; NAIR, A. M.; MUNGANTIWAR, A. A. DIKSHIT, V. J.; SARAF, M. N. **Studies on the anti-inflammatory and analgesic activity of *Cedrus deodara* (Roxb.) Loud. Wood oil.** *Journal of Ethnopharmacology*, v. 65, p. 21-27, 1999.
- VAZ, Z.R.; MATA, L.V.; CALIXTO, J.B. **Analgesic Effect of the Herbal Medicine Catuama in Thermal and Chemical Models of Nociception in Mice.** *Phytotherapy Research.*11: 101-106, 1997.
- VOHORA, S.B.& DANDIYA, P.C. **Herbal analgesic drugs.** *Fitoterapia.*63 (3), p. 195-207, 1992.
- WOOLFE, G.; MACDONALD, A.D. **The evaluation of the analgesic action of pethidine hydrochloride.** *J Pharmacol Exp Ther*, 80:300-7, 1944

## **Estudo epidemiológico das neoplasias malignas da pele diagnosticadas no Hospital Napoleão Laureano no período de janeiro de 2001 a junho de 2003**

### **Vanessa Milanesi Holanda**

Rua Coronel Miguel Sátiro, 360 – Cabo Branco – João Pessoa - PB  
Universidade Federal da Paraíba – UFPB – CCS – DPS  
vanessamila@gmail.com

### **Esther Bastos Palitot**

Av. Amazonas, 261 – Bairro dos Estados, João Pessoa – PB  
Universidade Federal da Paraíba – UFPB – CCS – DPS  
esther\_palitot@hotmail.com

**Resumo: Objetivos:** Avaliar o perfil epidemiológico das neoplasias cutâneas malignas diagnosticadas em serviço público de João Pessoa – PB de janeiro de 2001 a junho de 2003. **Metodologia:** Foram analisados, retrospectivamente, 2332 prontuários de pacientes submetidos à intervenção cirúrgica de janeiro de 2001 a junho de 2003, para realização de estudo analítico do tipo transversal, possibilitando obtenção de dados clínico-epidemiológicos. **Resultados:** Dos 2332 casos, 51,93 % eram masculinos e 48,07% femininos. O carcinoma basocelular foi encontrado em 77,66% dos pacientes, o espinocelular, em 21,31% e o melanoma, em 1,03%. A faixa etária mais acometida foi a de 50 – 70 anos (43,13%), seguida pelos maiores de 70 anos (38,12%). Quanto à distribuição corporal, houve predomínio da região da cabeça (73,02%) em relação às demais áreas corporais. **Conclusões:** O carcinoma basocelular foi o principal responsável pela procura do serviço médico, sendo os idosos mais afetados. Os segmentos corporais mais acometidos foram aqueles mais expostos à radiação solar. Há uma tendência ao aumento no número de pacientes com neoplasias cutâneas, portanto, faz-se necessário o desenvolvimento de programas de prevenção e detecção precoce dessas patologias a fim de reduzir os problemas relacionados à morbimortalidade provocada pelo câncer de pele.

**Palavras-chave:** *carcinoma basocelular, carcinoma de células escamosas, melanoma, epidemiologia.*

### **1. Introdução**

O câncer de pele é caracterizado pelo crescimento anormal e descontrolado das células epidérmicas e sua incidência tem aumentado em todo o mundo nas últimas três décadas.<sup>1-4</sup> Inúmeras causas têm sido apontadas para esse aumento, como mudanças dos hábitos de vida com exposição solar excessiva, rarefação da camada de ozônio, envelhecimento populacional e diagnóstico precoce desse câncer.<sup>3</sup> Dentre os fatores fenotípicos que oferecem susceptibilidade ao câncer cutâneo destacam-se o tipo da pele, a cor dos olhos e cabelos, a presença de sardas e nevus e a história pessoal ou familiar de câncer cutâneo.<sup>5</sup>

O Hospital Napoleão Laureano é uma entidade de direito público, sem fins lucrativos, que atua nas áreas de assistência médico-social, ensino, pesquisa e extensão comunitária, tendo como principal objetivo atender pacientes portadores de neoplasias. Localizado em área central de João Pessoa - PB, é credenciado como Centro de Referência Estadual para a



assistência na área oncológica pelo Ministério da Saúde e pelo SUS-PB. Sua estrutura assistencial é considerada de boa qualidade, atendendo à população preponderantemente de baixa renda da região metropolitana de João Pessoa e do interior do Estado de Paraíba. No ambulatório de dermatologia do Hospital Napoleão Laureano são realizadas cerca de 200 consultas mensais, sendo a maioria destas para o tratamento de neoplasias cutâneas, e será a partir do banco de dados dessas consultas que esta pesquisa será desenvolvida.

De acordo com dados do Registro Nacional de Patologia Tumoral e Diagnósticos de Câncer do Ministério da Saúde, o câncer de pele é o mais comum entre os brasileiros de ambos os sexos. Em geral, as lesões são de fácil diagnóstico, atingem, com maior frequência, as porções do corpo mais expostas ao sol (cabeça, pescoço, membros) e possuem índices de cura superiores a 95% quando tratados precoce e corretamente.<sup>6</sup>

A radiação ultravioleta (RUV) é um carcinógeno completo. Inicia o processo de malignização por meio de mutações no DNA e promove o desenvolvimento do câncer por processo inflamatório inerente à exposição UV cumulativa.<sup>2</sup> Rosemberg *et al.*<sup>3</sup> demonstraram que as crianças não são adequadamente protegidas contra o sol. Esses autores apontam a necessidade de proteção solar adequada na infância e na adolescência. Devido à longa fase de latência para carcinogênese e envelhecimento precoce relacionados à exposição aos RUVs, a intervenção parece ser mais efetiva se iniciada na infância.<sup>3</sup>

A RUV contribui para o desenvolvimento de ambas as formas de câncer da pele: melanoma e não-melanoma. O câncer não-melanoma está associado à ação solar cumulativa, e o melanoma, a episódios intensos de exposição solar aguda, resultando em queimadura solar.

Estima-se que o câncer de pele não melanoma esteja em alta e que um milhão de casos irão ocorrer a cada ano, caracterizando um dos maiores problemas de saúde pública mundial. Estudos demonstram que 40 a 50% das pessoas nos EUA que viverem até 65 anos terão câncer de pele não melanoma. É tipicamente encontrado na cabeça, no pescoço, na face e nos braços, mas pode ocorrer em qualquer localização.<sup>12</sup>

A maior causa do câncer de pele é a radiação ultravioleta (UV), principalmente a UVB. Embora o dano celular possa ocorrer nas fases iniciais da vida, a maioria dos cânceres aparece após 50 anos, como resultado da exposição cumulativa à UV.<sup>13</sup>

A importância da presente pesquisa surge a partir do problema citado acima de que a incidência das neoplasias malignas de pele tem aumentado nas últimas décadas em todo o mundo. Estudos brasileiros comprovam essa tendência, entretanto, ainda não há um estudo amplo na Paraíba que avalie essa problemática, o qual servirá de base para a elaboração de protocolos de prevenção do câncer de pele em todo o Estado.

O traçado do perfil epidemiológico das neoplasias malignas da pele é extremamente necessário para que se reconheça o impacto causado, no Estado da Paraíba, pelo envelhecimento populacional ocorrido, segundo o IBGE, nas últimas décadas, bem como pela rarefação da camada de ozônio em uma região geográfica próxima à linha do Equador e que, portando, recebe uma grande incidência de radiação solar.

O presente estudo tem como objetivo geral:

- Avaliar o perfil epidemiológico das neoplasias cutâneas malignas diagnosticadas em pacientes do Serviço de Oncologia Cutânea do Hospital Napoleão Laureano no período de janeiro de 2001 a dezembro de 2005.

E como objetivos específicos:

- Identificar o tipo de neoplasia cutânea maligna de maior incidência;

- Identificar a distribuição corporal, segundo o tipo de neoplasia maligna de pele;
- Avaliar se está havendo aumento na incidência do câncer de pele, ano a ano, de janeiro de 2001 a junho de 2003;
- Estudar o comportamento do sexo, faixa etária, cor da pele, grau de instrução e profissão em relação às neoplasias cutâneas malignas;
- Analisar o comportamento dos pacientes da zona rural e da zona urbana em relação ao câncer de pele.

## **2. Metodologia**

### **2.1. Período da Pesquisa**

A pesquisa teve início em agosto de 2006 e término em julho de 2007.

### **2.2. População Elegível**

A pesquisa foi desenvolvida no Serviço de Oncologia Cutânea do Hospital Napoleão Laureano. Os dados foram coletados dos registros dos prontuários de pacientes atendidos no ambulatório pelo corpo clínico desse setor, independente de sua demanda ter sido espontânea ou referida de outros serviços, e que foram submetidos à intervenção cirúrgica no período de julho de 2003 a dezembro de 2005.

A população alvo foi constituída de todos pacientes que tiveram intervenção cirúrgica por neoplasia cutânea maligna no Serviço de Oncologia Cutânea do Hospital Napoleão Laureano no período de janeiro de 2001 a junho de 2003.

### **2.3. Desenho do estudo**

Foi realizado um estudo analítico do tipo transversal. A escolha deste desenho deveu-se ao fato dos estudos transversais serem úteis para descrever o espectro clínico de uma afecção, estudar os efeitos das variáveis sobre a saúde, e são convenientes para examinar uma rede de conexões causais. São particularmente aplicáveis à doença multicausal e à dificuldade sobre se decidir quando relação temporal não ocorre.

Também se levou se em consideração nesta escolha, a relativa simplicidade e por este estudo ser considerado o primeiro passo em estudos de coorte ou de intervenção com menor custo adicional para definir características demográficas e clínicas básicas dos indivíduos para execução da pesquisa, quando comparada a outros estudos analíticos.

### **2.4. Definição e classificação das variáveis**

**2.4.1. Variável dependente** – a variável dependente relevante foi a ocorrência de neoplasia cutânea maligna.

**2.4.2. Variáveis independentes** – as variáveis independentes escolhidas foram: faixa etária, sexo e localização corporal das lesões. As variáveis cor da pele, profissão e grau de instrução faziam parte da metodologia inicialmente escolhida, porém

durante a coleta de dados, observou-se a inexistência de tais informações nos registros laboratoriais dos pacientes, e, por tratar-se de um estudo retrospectivo, não tivemos acesso às mesmas, portanto esses dados não serão contemplados no presente estudo.

## **2.5. Definição de termos**

**2.5.1. Neoplasias malignas da pele** – foram considerados duas categorias:

a) Câncer de pele não-melanoma – Carcinoma basocelular (CBC) e carcinoma espinocelular (CEC).

b) Câncer de pele melanoma

O diagnóstico das neoplasias será considerado a partir da descrição do exame anatomopatológico.

**2.5.2. Faixa etária** – idade em anos de vida. Não houve idade mínima ou máxima como critério de exclusão.

a) 0-10 anos;

b) 11-25 anos;

c) 26-35 anos;

d) 36-50 anos;

e) 51-70 anos;

f) Maiores que 71 anos.

**2.5.3. Sexo** – duas categorias foram consideradas: masculino e feminino;

**2.5.4. Localização corporal das lesões** - foram considerados 6 sítios:

a) Cabeça;

b) Pescoço;

c) Tronco;

d) Membros superiores (MMSS);

e) Membros inferiores (MMII);

f) Sem outras especificações (SOE): para as lesões sem descrição da localização no laudo do exame anatomopatológico.

## **2.6. Critérios e procedimentos para a seleção dos casos**

Os casos foram constituídos de todos pacientes com registro em prontuários que tiveram intervenção cirúrgica por neoplasia cutânea maligna no Serviço de Oncologia Cutânea do Hospital Napoleão Laureano no período de janeiro de 2001 a junho de 2003.

## **2.7. Critérios de inclusão dos casos**

Indivíduo com registro em prontuário médico que se submeteu à intervenção cirúrgica, independente do sexo e da idade, portador de neoplasia cutânea maligna confirmada pelo exame anatomopatológico.

## **2.8. Critérios de exclusão dos casos**

Indivíduo com registro em prontuário médico que se submeteu a intervenção cirúrgica para tratamento de outra patologia que não seja neoplasia cutânea ou ausência de confirmação pelo exame anatomopatológico.

## **2.9. Coleta de dados**

Foi realizada uma pesquisa documental, utilizando-se como instrumento a pesquisa em registro clínico hospitalar dos pacientes que foram submetidos à intervenção cirúrgica cutânea. A coleta foi realizada por estudante do décimo período do curso de Medicina previamente treinada para este fim. Após a coleta de dados, as pesquisadoras selecionaram os casos de neoplasias malignas da pele, aplicando-se os critérios de inclusão preconizados na definição de caso.

## **2.10. Tamanho da amostra**

Neste estudo transversal, no qual se estuda a prevalência, foi utilizado como instrumento de pesquisa para estabelecer o tamanho da amostra os registros clínico-hospitalares. O tamanho da amostra foi fornecido através dos dados coletados de acordo com o critério já estabelecido como caso (variável dependente) no período de tempo já definido (janeiro de 2001 a junho de 2003).

## **2.11. Aspectos éticos**

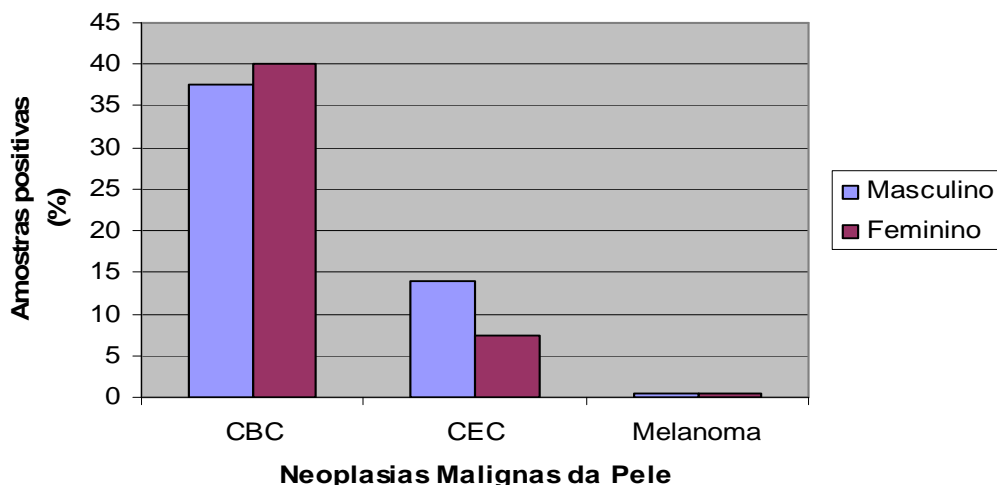
Por se tratar de uma pesquisa documental a partir de registros laboratoriais, a identificação dos constituintes da amostra não será revelada, o que atende o princípio ético recomendado pela Resolução 196/96. (BRASIL. Conselho Nacional de Saúde, 1996).

## **2.12. Análise dos resultados**

Inicialmente, verificou-se a distribuição de frequência das variáveis estudadas e, em seguida, procedeu-se o agrupamento desta em categorias, conforme a distribuição da frequência encontrada neste estudo e na literatura existente sobre o tema. Posteriormente, as variáveis foram apresentadas na forma de tabelas e gráficos. A seguir, foi realizada a análise bidimensional, para verificar a associação existente entre a variável explicada e as variáveis explicativas. Para essa avaliação estatística e epidemiológica da incidência, será utilizada a análise média (ou moda, ou mediana) e os programas EPI-INFO, versão 2000, e Microsoft Excel, versão 2003.

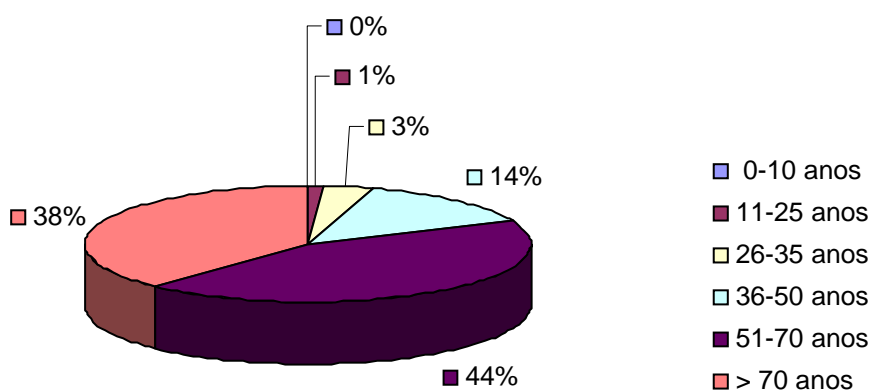
## **3. Resultados e Discussão**

No período de janeiro de 2001 a junho de 2003, foram analisados 2332 laudos de exames anatomopatológicos feitos para confirmação de neoplasia maligna da pele, sendo que, desses, 1211 (51,93%) eram de pacientes do sexo masculino e 1121(48,07%) do sexo feminino. Entretanto só houve um predomínio de homens acometidos pelo carcinoma espinocelular (13,9%), comparados aos 7,42% do sexo feminino. No carcinoma basocelular, 37,66% foram do sexo masculino e 40% do feminino e no melanoma houve um equilíbrio entre os sexos, com 0,51% para cada um. (Figura 1).



**Figura 1 – Distribuição das neoplasias cutâneas malignas quanto ao sexo em João Pessoa – PB no período de janeiro de 2001 a junho de 2003.**

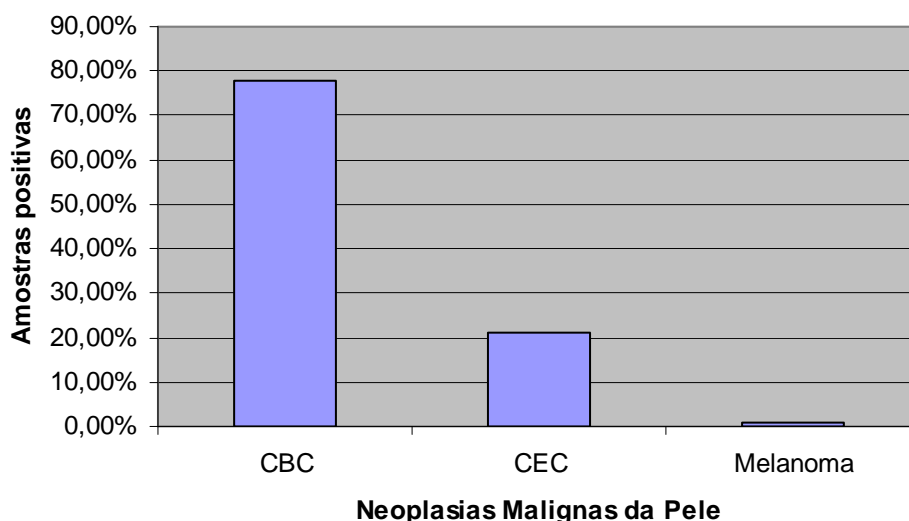
Em relação à faixa etária, os indivíduos de 51-70 anos foram os mais atingidos (1006 casos – 43,13%), seguidos por aqueles maiores de 70 anos (889 casos – 38,12%), 36-50 anos (328 casos – 14,06%) e 26 – 35 anos (80 casos – 3,43%) (figura 2). Nota-se, portanto, que a faixa etária mais acometida foi a idosa. Pacientes com mais de 50 anos totalizaram cerca de 80% dos pacientes acometidos pelo câncer de pele, o que mostra a forte relação da idade como sendo um possível fator de risco, associado a um maior período de tempo de exposição solar, direta ou indiretamente. A faixa etária mais jovem foi menos acometida: apenas 4,69% nos menores de 35 anos. Entretanto, a existência de casos nessa faixa etária tem valia para que o diagnóstico diferencial do câncer de pele seja inserido, no caso de lesões suspeitas em pacientes jovens.



**Figura 2 – Distribuição das neoplasias malignas da pele segundo a faixa etária em João Pessoa – PB no período de janeiro de 2001 a junho de 2003.**

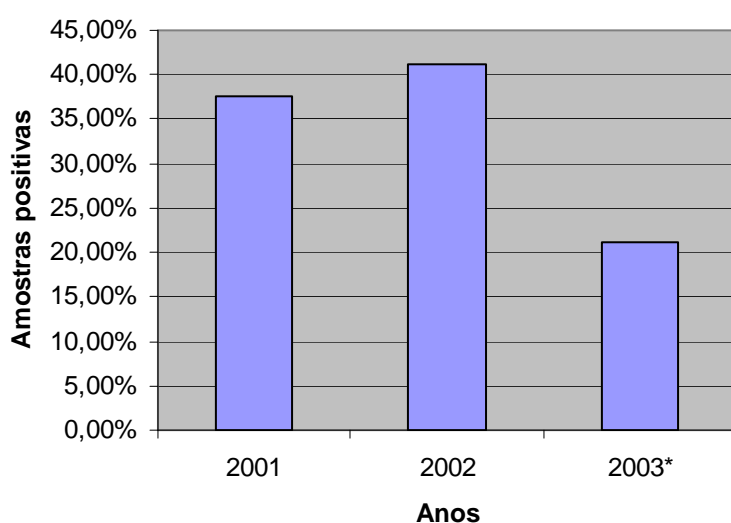
Em ordem de frequência os tipos de neoplasias cutâneas malignas foram: Carcinoma Basocelular (CBC), com 1822 casos confirmados (77,66%), Carcinoma

Espinocelular (CEC), com 497 casos confirmados (21,31%) e Melanoma, com apenas 24 casos (1,03%) confirmados do total. Como observa-se na figura 3.



**Figura 3 – Distribuição das neoplasias malignas da pele em João Pessoa – PB no período de janeiro de 2001 a junho de 2003.**

Ao se avaliar, ano a ano, a evolução da quantidade de diagnósticos de câncer de pele, nota-se um aumento considerável na porcentagem das amostras positivas, observando-se uma tendência ao aumento do número de diagnósticos de câncer de pele durante o período analisado (Figura 4). Esse fato pode ser explicado pelo aumento do número de diagnósticos realizados no município, pela grande intensidade da radiação solar e pelo hábito de se expor ao sol, bem como pelo resultado das campanhas realizadas pela Sociedade Brasileira de Dermatologia para o diagnóstico precoce dessas lesões neoplásicas. Vale ressaltar que um aumento na prevalência do câncer de pele vem sendo observado ao longo dos anos, estando de acordo com achados epidemiológicos de outros países<sup>17</sup>, bem como o de áreas específicas no Brasil<sup>18</sup>.



\* Apenas os primeiros 6 meses

**Figura 4 - Distribuição das neoplasias malignas da pele em João Pessoa a ano em João Pessoa – PB no período de janeiro de 2001 a junho de 2003.**

O sítio corporal mais acometido foi a cabeça com 73,02% (1703 casos), seguida pelo tronco com 7,55% (176 casos), membros superiores (MMSS) com 5,53% (129 casos), pescoço com 4,03% (94 casos) e, finalmente, os membros inferiores (MMII) com 1,89% (44 casos) (Tabela 3).

Vale salientar que em alguns laudos não constava a localização da lesão, totalizando 186 casos, 7,98% da amostra total. Para a elaboração da tabela, essa localização foi caracterizada como SOE (sem outra especificação).

Esses resultados refletem, provavelmente, áreas que recebem maior intensidade de raios solares. Evidências epidemiológicas indicam que existe relação entre a excessiva exposição solar e o risco de desenvolver câncer da pele, especialmente os carcinomas não melanomas. A radiação ultravioleta é o mais importante fator de risco. Os dados da literatura referem maior frequência do CBC na face e no pescoço<sup>19</sup>.

O CEC também apresentou predomínio na região cefálica (57,74%). O pescoço foi sítio de 85,24% das lesões, o tronco de 11,46%, os MMSS de 13,08% e os MMII de 4,43%. O carcinoma espinocelular também apresenta relação com a exposição solar, e portando, como o CBC, tende a aparecer em áreas de maior exposição e em indivíduos de idade mais avançada, visto que os efeitos do sol são cumulativos.

O melanoma, porém, apresentou uma distribuição corporal diferente das demais neoplasias cutâneas. O tronco e os MMII foram as regiões com presença de maior número de melanomas; 25% destas lesões estavam localizadas em cada um desses segmentos. Na cabeça estavam 20,83% dos melanomas, já nos MMSS 16,67% e no pescoço 4,17%. Nesta amostra, 8,33% das lesões não tinham localização especificada. Trabalho realizado por Dergham et al mostrou maior incidência de melanoma na região do tronco e membros inferiores, estando, portanto, de acordo com os achados desta pesquisa.

Neoplasia Maligna	sítio corporal ACOMETIDO											
	Cabeça		Pescoço		Tronco		MMSS		MMII		SOE	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>CBC</b>	14 11	82,8 6	67	71,2 8	11 3	64,2 0	60	46,5 1	16	36,3 6	14 4	77,4 3
<b>CEC</b>	28 7	16,8 5	26	27,6 6	57	32,3 9	65	50,3 9	22	50	40	21,5 0
<b>Melanoma</b>	5	0,29	1	1,06	6	3,41	4	3,10	6	13,6 4	2	1,07
<b>TOTAL</b>	17 03	100	94	100	17 6	100	12 9	100	44	100	18 6	100

**Tabela 1 – Distribuição das neoplasias malignas da pele de acordo com a região acometida em João Pessoa – PB no período de janeiro de 2001 a junho de 2003.**

Os dados referentes à procedência, grau de instrução e cor da pele, não foram obtidos, visto que não constavam nos prontuários.

O presente estudo traz um esclarecimento sobre o perfil epidemiológico das neoplasias malignas da pele no Estado da Paraíba e que, a partir desse conhecimento, poder-

se-á desenvolver programas de prevenção e novos projetos que se disponham a solucionar os problemas existentes, reduzindo, assim, a incidência do câncer de pele.

#### **4. Conclusões**

O carcinoma basocelular foi o principal responsável pela procura do serviço médico sendo a população idosa afetada, provavelmente pela ação cumulativa da radiação solar. Os segmentos corporais mais acometidos foram aqueles mais expostos à radiação solar. Há uma tendência ao aumento no número de pacientes com neoplasias cutâneas, por isso, faz-se necessário o desenvolvimento de se programas de prevenção e detecção precoce destas patologias a fim de reduzir os problemas relacionados a morbimortalidade provocados pelo câncer de pele.

Os dados obtidos nessa pesquisa nos permitem concluir que, sabendo que se trata de afecção comum e ao mesmo tempo grave, uma pesquisa que identifique os sítios corporais mais acometidos por cada neoplasia, durante um período de tempo prolongado, permite estabelecer protocolos de conduta perante lesões suspeitas. Essas informações ainda são úteis para evitar a evolução algumas vezes fatal dessa entidade, proporcionando a detecção precoce das lesões de modo a contribuir no controle da morbimortalidade e numa melhor conduta terapêutica pelo Dermatologista em cada região. Tais aspectos justificam a relevância do estudo realizado.

O presente estudo traz um esclarecimento sobre o perfil epidemiológico das neoplasias malignas da pele na Paraíba e que, a partir desse conhecimento, poder-se-á desenvolver programas de prevenção e novos projetos que se disponham a novos projetos que se disponham a reduzir a incidência do câncer de pele.

#### **5. Agradecimentos**

Antes de tudo, agradecemos a Deus por nos dar força, sabedoria, garra e perseverança para a realização desse estudo. Aos outros autores, Dr. Otávio Sérgio Lopes, orientador no Hospital Napoleão Laureano, e Giulliana Nóbrega Guimarães, sem os quais não seria possível a concretização desse trabalho. À nossa família pelo amor e compreensão nos momentos de ausência. Ao pessoal do setor de informática do Hospital Napoleão Laureano pelo apoio e presteza. Finalmente, à Universidade Federal da Paraíba e ao CNPq por nos dar a oportunidade de realizar e publicar o nosso trabalho.

#### **6. Referências**

1. Martin RH: Relationship between risk factors, knowledge and preventive behaviour relevant to skin cancer in general practice patients in south Australia. *Br J Gen Pract.* 1995 Jul; 45(396): 365 - 7.
2. Bergfeld WF. The aging skin. *Int J Fertil Womens Med.* 1997 Mar - Apr; 42(2): 57 -66.
3. Rosemberg C; Mayer JÁ; Eckhardt L. Skin cancer education: A national survey of YMCAs. *J Community Health.* 1997 Oct; 22(5): 373 - 85.
4. Souvignier ST; Mayer JÁ; Eckhardt L. Educating the public about skin cancer prevention: A role for pharmacists. *J Clin Pharm Ther.* 1996 Dec; 21(6): 399 - 406.
5. Armmings SR; Tripp MK; Hermann NB: Approaches to the prevention and control of skin cancer. *Cancer Metastasis Rev.* 1997 Sep - Dec; 16(3 - 4): 309 - 22.
6. Dergham AP, Mesquita LAF, Muraro CC, Collaço LM, Ramos EA. Distribuição dos diagnósticos de lesões pré-neoplásicas e neoplásicas de pele no Hospital Universitário



Evangélico de Curitiba. *An bras Dermatol* 2004 Sep-Oct.79(5):555-59. 7. Gon AS, Minelli L, Guembarovski AL. Melanoma cutâneo primário em Londrina. *An Bras Dermatol* 2001;76(4):413-26.

7. Matsumura Y et al. Characterization of p53 gene mutations in basal cell carcinomas: comparison between sun-exposed and lessexposed skin areas. *Int. J. Cancer* 1996; 65:778-80.

8. Urist MM, Karnell LH. The national cancer data base -Report on melanoma. *Cancer* 1994;74(2): 782-8

9. Souza SRP, Fischerb FM, Souza JMP. Bronzeamento e risco de melanoma cutâneo: revisão da literatura. *Rev Saúde Pública* 2004;38(4):588-98.

10. Criado PR, Vasconcellos C, Sittart JAS, Valente NYS, et al. Melanoma maligno cutâneo primário: estudo retrospectivo de 1963 a 1997 no Hospital do Servidor Público Estadual de São Paulo. *Rev Ass Med Brasil* 1999; 45: 157-62.

11. Lapa MS, Guedes KF, Schalh FO, Landman G. Melanomas malignos cutâneos tratados no Hospital do Câncer de São Paulo: estudo retrospectivo para avaliação de distribuição, fatores prognósticos e sobrevida. *An Bras Dermatol* 2002;77(3):313-20.

12. Veness, Michael J. Defining patients with high-risk cutaneous squamous cell carcinoma. *Australasian J Dermatol* 2006; 47 (1), 28-33.

13. Kripke ML, Fitzpatrick TB, Eisen AZ, Wolff K, Freedberg IM, Austen KF. Dermatology in General Medicine. *New York : Mc Graw-Hill* 1993, 797-804.

14. Hora C, Batista CVC, Guimarães PB, Siqueira R, Martins S. Avaliação do conhecimento quanto a prevenção do câncer da pele e sua relação com exposição solar em freqüentadores de academia de ginástica, em Recife. *An bras Dermatol* 2003 Nov - Dec; 78(6):693-701.

15. Rocha FP, Menezes AMB, Almeida Júnior HL et al. Sensitivity and specificity of screening cutaneous pre-malignant and malignant lesions. *Rev. Saúde Pública* 2002 Feb; 36(1):101-6.

16. Brandt TP. Skin cancer screening. *Med Clin North Am* 1996; 80:99-114.

17. Diepgen Thomas L, Mahler V. The epidemiology of skin cancer. *Br J Dermatol.* 2002;146:1-6.

18. Nasser N. Epidemiologia dos carcinomas basocelulares em Blumenau, SC, Brasil, de 1980 a 1999. *An Bras Dermatol.* 2005;80:363-8.

19. Naldi L, Dilandro A, D'Avanzo B, Parazzini F. Oncology cooperative group of the Italian group for epidemiological research in dermatology. Host-related and environmental risk factors for cutaneous basal cell carcinoma: Evidence from an Italian case-control study. *J Am Acad Dermatol.* 2000;42:446-52.

## **CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

---

## **Estimativa da Evapotranspiração da Mamona (*Ricinus communis* L.) pelo Método do Balanço Hídrico**

**José Mádsen da Silva**

UFPB/CCA/DSER Campus Universitário Areia-PB CEP: 58.397-000

Bolsista PIBIC-CNPq/UFPB

E-mail: [jose\\_madsen@yahoo.com.br](mailto:jose_madsen@yahoo.com.br)

**José Romualdo de Sousa Lima**

UFPB/CCA/DSER Campus Universitário Areia-PB CEP: 58.397-000

E-mail: [romualdo\\_solo@yahoo.com.br](mailto:romualdo_solo@yahoo.com.br) [jose.romualdo@pesquisador.cnpq.br](mailto:jose.romualdo@pesquisador.cnpq.br)

**Gilberto da Cruz Gouveia Neto**

UFPB/CCA/DSER Campus Universitário Areia-PB CEP: 58.397-000

Bolsista PIBIC-CNPq/UFPB

E-mail: [neto\\_gouveia@hotmail.com](mailto:neto_gouveia@hotmail.com)

**Eduardo Soares de Souza**

UFPB/CCA/DSER Campus Universitário Areia-PB CEP: 58.397-000

E-mail: [edu\\_souza\\_pe@yahoo.com.br](mailto:edu_souza_pe@yahoo.com.br)

**Ivandro de França da Silva**

UFPB/CCA/DSER Campus Universitário Areia-PB CEP: 58.397-000

E-mail: [ivandro@cca.ufpb.br](mailto:ivandro@cca.ufpb.br)

**Cícero de Souza**

UFPB/CCA/PPGA Campus Universitário Areia-PB CEP: 58.397-000

E-mail: [cicerosolos@hotmail.com](mailto:cicerosolos@hotmail.com)

**Resumo:** Este trabalho teve como objetivo avaliar os componentes do balanço hídrico do solo, e por meio destes a evapotranspiração da mamona, cultivada em um Latossolo Amarelo, sob sistema de sequeiro. O experimento foi conduzido em uma área de aproximadamente 4 ha, na Fazenda Chã do Jardim pertencente ao CCA/UFPB na cidade de Areia-PB. A variedade de mamona utilizada foi a BRS 149 Nordestina. As medidas de umidade volumétrica do solo foram realizadas diariamente por meio de uma sonda de nêutrons, nas profundidades de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100, 120, 140 e 160 cm. O armazenamento acumulado de água foi calculado pela regra do trapézio. O potencial matricial foi medido utilizando tensiômetros, instalados nas profundidades de 10, 20, 30, 40, 60, 80, 120 e 160 cm de profundidade. A precipitação pluvial foi medida por um pluviômetro instalado na área. A drenagem profunda e/ou ascensão capilar foi estimada com base na equação de Darcy – Buckingham. A variação de armazenamento de água no solo seguiu as variações da precipitação pluvial. A drenagem profunda teve um valor total de 26,8 mm. A evapotranspiração total durante o período experimental foi de 552,5 mm, com valor médio de 3,1 mm d<sup>-1</sup>.

*Palavras-chaves: umidade volumétrica do solo, evapotranspiração, drenagem*

## 1. Introdução

Atualmente a questão energética é uma das mais preocupantes, devido dois principais motivos, um ligado ao contexto ambiental, pois surge a necessidade de diminuir a emissão de gases poluentes, e outro ligado à fonte de extração destes combustíveis, que não são renováveis. Assim o governo brasileiro, através do programa do biodiesel, que prevê a substituição do diesel comum em 2% a partir do ano de 2005 chegando a 5% em 2007, vem incentivando o cultivo de plantas oleaginosas para a produção deste combustível. Dentre essas plantas, a mamona (*Ricinus communis* L.) é uma das mais cotadas para tal finalidade, pois se estabelece bem em quase todo o território nacional, incluindo a região nordeste, que é socioeconomicamente carente, assim, essa seria uma fonte mitigadora desta situação para os pequenos agricultores que vivem nesta região (ALMEIDA NETO et al., 2004).

Ao longo das duas últimas décadas a produção brasileira de mamona caiu, chegando a níveis de importação, para que o compromisso com o mercado internacional comprador do óleo brasileiro fosse cumprido. A partir de 2003 essa produção começou a aumentar devido o incentivo governamental, e no ano de 2004 o Brasil já era o terceiro maior produtor de mamona do mundo, ficando atrás da Índia e China. A Região Nordeste responde por 91,3 % da produção brasileira, e desta o Estado da Bahia é o maior produtor, tanto em área como em produção, participando, respectivamente, com 90,81% da área colhida e 87,22% da mamona em grão, sendo que a Paraíba responde por apenas 0,48% deste total (KOURI et al., 2004; SAVY FILHO, 2005; IBGE, 2007).

Para obter bons lucros com a cultura da mamona, além de fatores importantes como o mercado e comercialização, é necessário que esta produza em níveis ótimos. Para tanto, se faz necessário a realização de pesquisas em torno de fatores que influenciam a sua produção, tais como: genética, nutrição, técnicas de cultivo, o uso de água pela cultura, entre outros. Destes, a questão do uso da água (evapotranspiração) pela mamona é um tema pouco estudado e escasso na literatura.

A evapotranspiração é definida como a perda de água por meio da transpiração das plantas e da evaporação do solo. Já que as plantas precisam transpirar para manter suas funções fisiológicas em níveis adequados, o ideal é que as perdas por evaporação direta do solo sejam minimizadas. Contudo, para que essas perdas por evaporação possam ser minimizadas, faz-se necessário que se quantifiquem as perdas por evapotranspiração, bem como, separar essas perdas, isto é, entre as advindas da transpiração das plantas e da evaporação do solo, para que se possa de forma eficiente planejar um meio de manejo que venha contribuir para a diminuição da evaporação do solo (LIMA et al., 2004).

Existem vários métodos de se medir ou estimar a evapotranspiração das culturas, desde os mais simples aos mais complexos. Dentre estes, o método do balanço hídrico do solo vem sendo utilizado por muitos pesquisadores devido a sua simplicidade e precisão (ANTONINO et al., 2000; SILVA et al., 2001; LIMA, 2004; LOPES et al., 2004, PEREIRA, 2005; LIMA et al., 2006; SOUZA, 2006).

O balanço hídrico de um solo é o monitoramento e a contabilidade da quantidade de água contida em uma determinada camada de solo, que vai da superfície até uma camada determinada. A adição da água à superfície do solo ocorre através da precipitação pluvial e/ou irrigação, e as perdas neste local se dão por evapotranspiração e escoamento superficial. No plano da profundidade determinada para o estudo, que deve estar abaixo do plano radicular da cultura estudada, pode-se, dependendo da condição, ter ganhos de água por ascensão capilar ou perdas por drenagem profunda. A contabilização de todos esses componentes do balanço hídrico fornece o saldo de água contido no solo em um determinado período de tempo (REICHARDT, 1987).

O método do balanço hídrico do solo é satisfatório na determinação da evapotranspiração das culturas, visto que contabiliza as entradas e saídas de água em volume de controle e indica o volume de água que permanece no solo para atender as necessidades metabólicas das plantas (REICHARDT, 1985; SILVA et al., 2001).

Em face ao exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os componentes do balanço hídrico num solo (variação de armazenamento de água, ascensão capilar e/ou drenagem profunda, precipitação pluvial e evapotranspiração) cultivado com a cultura da mamona na região do Brejo Paraibano.

## **2. Material e Métodos**

### **2.1 Localização e características edafoclimáticas da área experimental**

Este experimento foi conduzido em uma área com aproximadamente 4,0 ha, localizada na fazenda Chã de Jardim, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, situada no município de Areia na microrregião do Brejo Paraibano, sob as coordenadas geográficas de 6°58'12" S, 35°42'15" W e 620 m de altitude. O clima na região, pela classificação de Köppen, é do tipo As' (quente e úmido), com estação chuvosa no período outono-inverno, sendo as maiores precipitações nos meses de junho e julho. O solo da área é classificado como Latossolo Amarelo (EMBRAPA, 2006).

### **2.2 Plantio, adubação e tratos culturais**

Nos dias 29, 30 e 31 de maio de 2006, sementes da cultivar BRS 149 Nordestina foram plantadas manualmente no espaçamento de 2,0 m x 1,0 m com duas plantas por cova. A emergência das plântulas ocorreu no dia 10/06/2006. A adubação foi efetuada com base na análise de solo, constando de 200 kg ha<sup>-1</sup> de Sulfato de Amônia, 200 kg ha<sup>-1</sup> de Superfosfato triplo e 150 kg ha<sup>-1</sup> de Cloreto de Potássio, e foi realizada no dia 02 de agosto de 2006. Foram realizadas duas capinas manuais durante o ciclo de desenvolvimento da cultura.

### **2.3 Determinação da umidade volumétrica, do potencial matricial e da precipitação pluvial**

A umidade volumétrica do solo foi determinada nas profundidades de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100, 120, 140 e 160 cm. Para realizar essas medidas foram instalados no campo três tubos de acesso em alumínio, para a inserção de uma sonda de nêutrons, a 160 cm de profundidade, localizados em três pontos dentro da área cultivada com a mamona. As medidas neutrônicas foram realizadas diariamente a cada 10 cm, até a profundidade de 80 cm, e a cada 20 cm no intervalo de profundidade de 80 a 160 cm, com uma sonda TROXLER série 4300, tendo a mesma uma fonte radioativa de Am-Be de atividade de 10 mCi (0,37 GBq). Para transformar a contagem de nêutrons em umidade volumétrica do solo foi utilizada a curva de calibração obtida por LIMA et al. (2002), uma vez que os mesmos trabalharam com a mesma sonda de nêutrons e na mesma área experimental.

Para a medição do potencial matricial da água no solo foram instalados, em cada um dos locais, próximo ao tubo de acesso para a sonda de nêutrons, oito tensiômetros nas profundidades de 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120 e 160 cm, sendo as leituras realizadas diariamente.

A precipitação pluvial foi monitorada por meio de um pluviógrafo automatizado instalado numa torre no centro da área.

## 2.4 Determinação da evapotranspiração

A evapotranspiração da cultura foi obtida partir da equação do balanço hídrico (LIMA et al., 2006):

$$ET = P + I \pm R + AC - D - \Delta A \quad (1)$$

sendo,  $\Delta A$  a variação de armazenamento de água no perfil de solo (mm); P a precipitação pluvial (mm); I a irrigação (mm); AC a ascensão capilar (mm); D a drenagem profunda (mm) e R o escoamento superficial (mm).

O termo irrigação foi nulo, pois o trabalho se realizou em condições de sequeiro. O termo escoamento superficial foi desconsiderado, devido o solo apresentar topografia plana e elevada infiltrabilidade.

O armazenamento acumulado de água no solo foi calculado pela regra do trapézio, considerando-se que as medidas foram realizadas em intervalos igualmente espaçados, desde a superfície ( $z = 0$ ) até a profundidade de interesse ( $z = L$ ) (LIBARDI, 1995), através da equação:

$$A_L = \int_0^L \theta(z) dz = \left[ 0,50\theta(z) + \sum_{i=1}^{n-1} \theta(z_i) + 0,50\theta(z_n) \right] \Delta z \quad (2)$$

sendo  $\theta$  a umidade volumétrica do solo, medido com a sonda de nêutrons.

O fluxo de água através da base do perfil do solo estudado, ascensão capilar (AC) ou drenagem profunda (D), foi estimado com base na equação de Darcy – Buckingham:

$$q = -K(\theta) \nabla \phi_t \quad (3)$$

sendo  $K(\theta)$  a condutividade hidráulica não saturada e  $\nabla \phi_t$  o gradiente de potencial total, (obtido das leituras dos tensiômetros).

Neste estudo,  $\theta(h)$  e  $K(\theta)$  são descritas, respectivamente, pelos modelos de van GENUCHTEN (1980) e de BROOKS e COREY (1964):

$$\left(\frac{\theta}{\theta_s}\right) = \left[1 + \left(\frac{h}{h_g}\right)^n\right]^{-m} \quad \text{com } m = 1 - \frac{2}{n} \quad (\text{BURDINE, 1953})$$

(4)

e

$$K(\theta) = K_s \left(\frac{\theta}{\theta_s}\right)^\eta \quad (5)$$

sendo  $\theta_s$  a umidade volumétrica saturada [ $L^3.L^{-3}$ ];  $h$  o potencial matricial [L];  $h_g$  [L] um valor crítico de  $h$  a partir do qual ocorre a dessaturação, conhecido como potencial de entrada de ar;  $n$  e  $m$  são parâmetros de forma;  $K_s$  a condutividade hidráulica saturada do solo [ $L.T^{-1}$ ] e  $\eta$  o parâmetro de forma para a curva de condutividade hidráulica.

Essas funções contêm seis parâmetros desconhecidos: três parâmetros de forma ( $m$ ,  $n$  e  $\eta$ ) e três parâmetros de normalização ( $\theta_s$ ,  $K_s$  e  $h_g$ ). Os parâmetros de forma são ligados à textura (HAVERKAMP et al., 1998), enquanto que os parâmetros de normalização dependem da estrutura dos solos. Os parâmetros de forma e normalização foram obtidos usando o programa BEST (Beerkan Estimation of Soil Transfer Parameters through Infiltration Experiments) proposto por LASSABATÉRE et al. (2006).

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Evolução da umidade volumétrica do solo e da precipitação pluvial

Na figura 1 são apresentados os dados referentes à precipitação pluvial e a umidade volumétrica do solo nos três sítios tensio-neutrônicos instalados na área experimental. Constata-se nessa figura que ao longo do período estudado, 07/06/2006 a 01/12/2006, a evolução da umidade volumétrica do solo seguiu as variações da precipitação pluvial.

A quantidade de água precipitada na área experimental, durante o período citado acima, foi de 549,8 mm. Deste total, 429,4 mm, ou seja, 78% ocorreram no período compreendido entre 07/06/2006 a 17/08/2006, que corresponde aos dois primeiros meses e meio após o plantio da cultura. Após o dia 17/08/2006, devido à queda na precipitação pluvial, começou a ocorrer uma diminuição progressiva na umidade volumétrica do solo, sendo este período limitante para o desenvolvimento da cultura.

Fazendo-se uma análise mais detalhada da Fig. 1, vê-se que a camada mais superficial (10 cm), apresentou maiores variações nos valores de umidade volumétrica, quando comparadas às camadas mais profundas (40, 60 e 80 cm). Essa maior oscilação na umidade volumétrica nesta camada deve-se a sua posição em relação às demais, pois, por ser superficial, sofre maior influência de fatores como precipitação, vento, umidade relativa do ar, exploração pelas raízes dos vegetais, radiação solar, entre outros, que contribuem para a entrada e saída da água neste ambiente. BERLATO & MOLION (1981), destacam este último fator (radiação solar) como sendo, isoladamente, o fator mais importante para que ocorra a evapotranspiração das plantas, pois esta é a única fonte de energia existente no sistema solo-água-planta-atmosfera capaz de transformar a água em vapor. Fatores como estes tornam a camada de solo de 0 a 10 cm mais susceptíveis a variação na umidade, quando comparadas às demais.

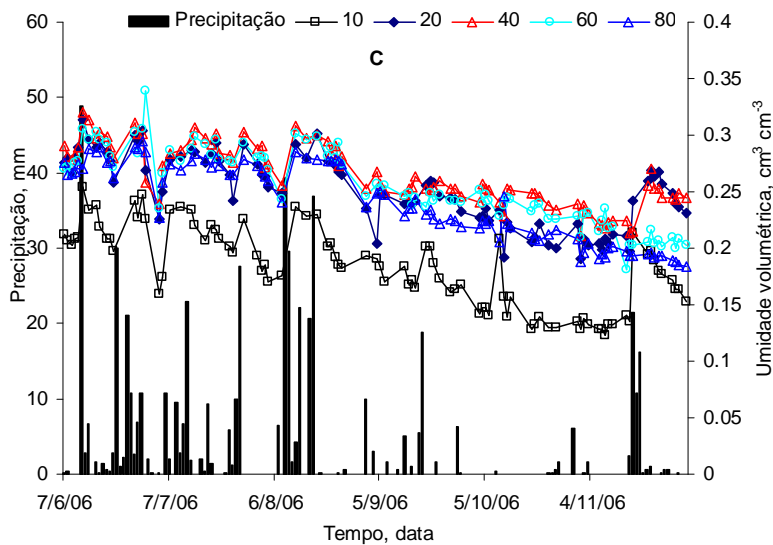
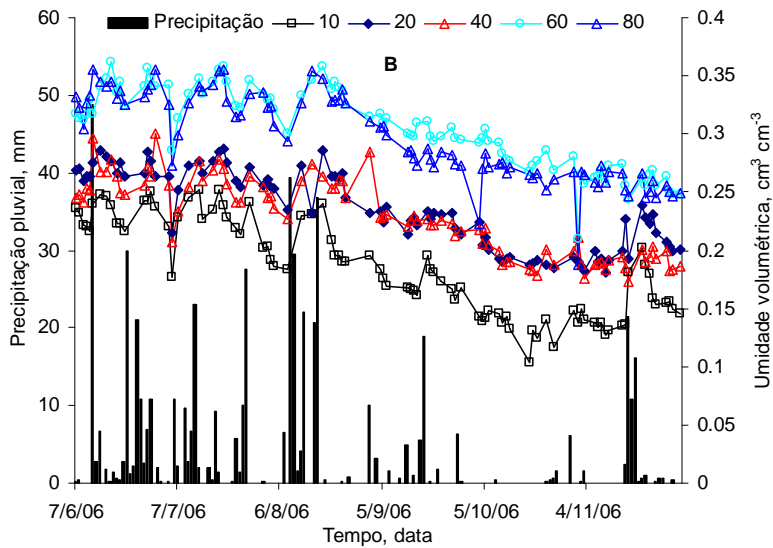
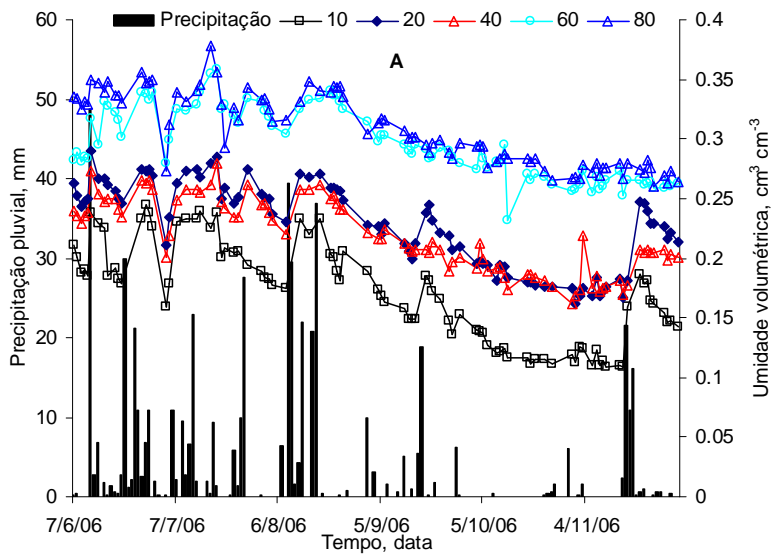


Figura 1. Evolução da umidade volumétrica do solo e da precipitação pluvial durante o período de 07/06/2006 a 01/12/2006 em Areia-PB. As letras A, B e C são referentes aos sítios 1, 2 e 3, respectivamente



As profundidades de 20 e 40 cm, nos sítios 1 (Figura 1A) e 2 (Figura 1B), apresentaram valores muito próximos de umidade volumétrica. As profundidades de 60 e 80 cm, nestes mesmos sítios, comportaram-se semelhantemente. No sítio 3 (Figura 1C), os valores de umidade volumétrica nas profundidades de 20, 40, 60 e 80 cm foram muito próximos, porém, no período mais seco a camada de 60-80 cm, apresentou umidade ligeiramente inferior em relação às demais, com exceção da de 10 cm, que apresentou a menor umidade durante todo o período de avaliação. SOUZA (2006), realizando o balanço hídrico em um solo cultivado com mamona, encontrou resultados semelhantes, e atribuiu a este comportamento, a barreira física causada pelas profundidades subseqüentes, bem como as características de textura, pois nas camadas mais profundas há um incremento no teor de argila, o que aumenta a capacidade de retenção de água no solo por mais tempo.

Pela análise da figura 2, que apresenta perfis de umidade volumétrica para alguns dias representativos do período estudado, verifica-se que no início do experimento o solo apresentava um maior valor de umidade volumétrica. Contudo, ao longo do desenvolvimento da cultura, as quantidades precipitadas diminuem, e o solo, conseqüentemente apresenta uma menor quantidade de água.

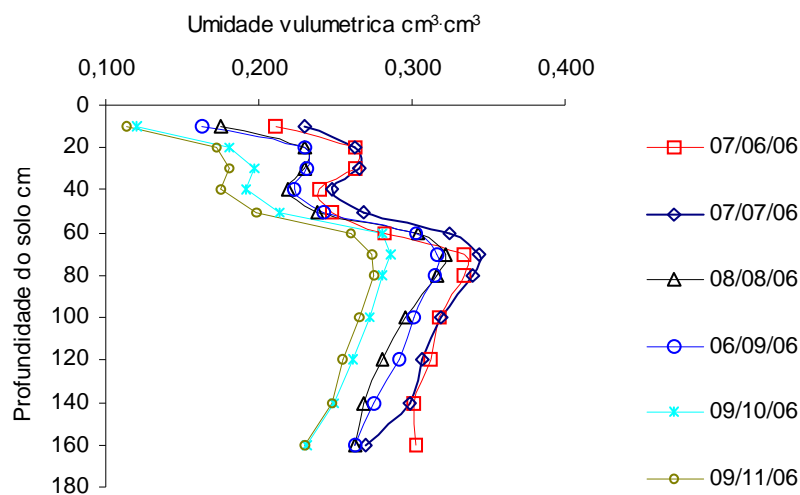


Figura 2. Perfis de umidade volumétrica para os dias 07/06/2006, 07/07/2006, 08/08/2006, 06/09/2006, 09/10/2006 e 09/11/2006 em Areia-PB

De um modo geral, a umidade volumétrica do solo foi baixa para as profundidades de 10, 20, 30, 40 e 50 cm, aumentando a partir da profundidade de 60 cm. As profundidades de 40 cm e 50 cm apresentam-se com uma reduzida capacidade de armazenamento de água.

### 3.2 Evolução do Potencial matricial da água no solo

Na figura 3, observa-se a evolução do potencial matricial e da precipitação pluvial durante o período de 11/06/2006 a 03/10/2006.

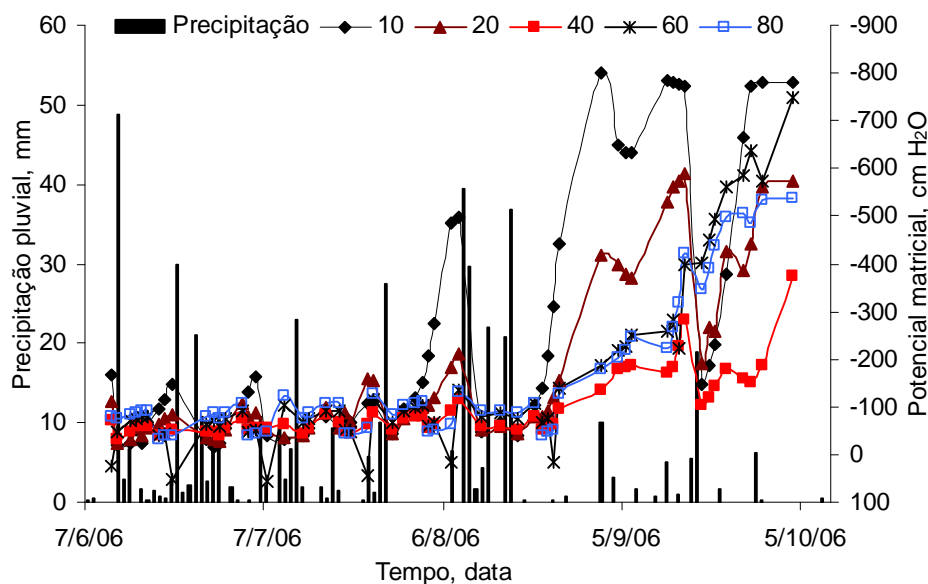


Figura 3. Evolução da precipitação pluvial e do potencial matricial para as profundidades de 10, 20, 40, 60 e 80 cm, durante o período de 11/06/2006 a 3/10/2006, em Areia-PB

Analisando-se as curvas do potencial matricial, referentes às profundidades de 10 e 20 cm, constata-se que houve uma maior variação do potencial matricial nessas profundidades, quando comparado aos valores obtidos nas demais. Para essas camadas, principalmente a de 10 cm, com pequenas mudanças no regime hídrico do solo, ocorreram grandes oscilações no potencial matricial. Isso ocorre, pois essa camada, por ser mais superficial, está mais susceptível a variação na umidade volumétrica do solo, afetando diretamente o potencial matricial da água solo. Essas variações são causadas por fatores inerentes a atmosfera, solo e planta. Dentre estes fatores a evapotranspiração é o principal contribuinte para que ocorram variações na umidade dessas camadas, e conseqüentemente no potencial matricial. SOUZA (2006), realizando balanço hídrico em mamona, também encontra resultados semelhantes a estes.

Do dia 11/06/2006 a 16/08/2006, por ser um período em que ocorreu a maior parte da precipitação pluvial, os valores do potencial matricial da água no solo foram maiores (menos negativos). Já a partir de 16/08/2006, com a escassez da precipitação pluvial e conseqüente declínio da umidade volumétrica do solo, ocorreu uma tendência do potencial matricial ficar mais negativo. Para SARVASI et al. (1992), a medição do potencial matricial da água no solo, através de tensiômetros, é prejudicada quando o solo se encontra muito seco.

### 3.3 Componentes do balanço hídrico do solo

Para o estudo do balanço hídrico foi considerado um perfil de solo de 0 a 60 cm, tendo em vista que nesta profundidade estão englobadas mais de 80% do sistema radicular da cultura, porém a raiz pivotante pode atingir profundidade acima de 1,5 m (SOUZA, 2006).

O período de estudo do balanço hídrico foi de 07/06/2006 a 01/12/2006, totalizando 178 dias de avaliação. Este período foi dividido em 20 subperíodos (Tabela 1). A duração irregular dos subperíodos decorre de falhas na rotina de coleta de dados, pois muitas vezes a precipitação impedia a realização do trabalho, já que este era feito com equipamentos eletrônicos, e de certa forma não poderiam ser expostos à chuva.

Tabela 1. Subperíodos para estudo do balanço hídrico durante o período de 07/06/2006 a 01/12/2006

Subperíodo	Período	Duração em dias
1	07/06 - 16/06	10
2	16/06 - 21/06	5
3	21/06 - 30/06	9
4	30/06 - 10/07	10
5	10/07 - 19/07	9
6	19/07 - 28/07	9
7	28/07 - 04/08	7
8	04/08 - 12/08	8
9	12/08 - 21/08	9
10	21/08 - 01/09	11
11	01/09 - 12/09	10
12	12/09 - 20/09	8
13	20/09 - 28/09	8
14	28/09 - 06/10	8
15	06/10 - 12/10	7
16	12/10 - 20/10	8
17	20/10 - 31/10	11
18	31/10 - 09/11	9
19	09/11 - 22/11	13
20	22/11 - 01/12	9

Na figura 4, são apresentados os componentes do balanço hídrico do solo durante os 20 subperíodos de avaliação, ou seja, de 07/06/2006 a 22/11/2006.

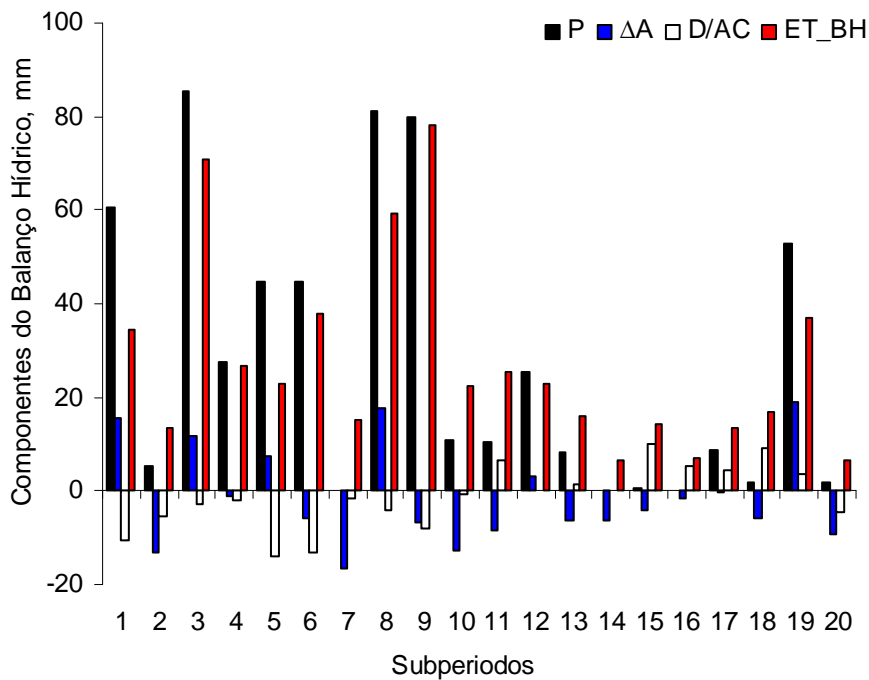


Figura 4. Evolução dos componentes do balanço hídricos de 07/06/2006 a 01/12/2006, na cultura da mamona, em Areia-PB

Pela análise da Figura 4, observa-se que os subperíodos 1, 3, 4, 5, 6, 8, 9 e 19 apresentaram as taxas de precipitação mais expressiva de todo o período. O fato de o 19º subperíodo aparecer entre os que apresentaram maior precipitação decorre do acontecimento de um período chuvoso já no final do experimento. Sendo assim, pode-se observar que a maior frequência de precipitação ocorre até o 9º subperíodo, e a partir deste, ela se manteve em níveis decrescentes.

A drenagem de água no volume de controle de solo estudado teve sua contribuição na contabilidade do balanço hídrico até o 9º subperíodo, quando então, a ascensão capilar toma importância no processo de contabilidade do balanço. Isto decorre do fato que para ocorrer drenagem é preciso antes de tudo, que exista certa quantidade de água no solo, o que ocorreu até o 9º subperíodo, e a partir deste ocorreu uma situação que favoreceu a ascensão capilar, que foi uma redução na umidade volumétrica do solo.

Apenas nos subperíodos 1, 3, 5, 8 e 19 ocorreu uma variação positiva no armazenamento de água no solo, porém o excesso de água do 19º subperíodo não foi de interesse para a cultura, já que esta se encontrava na época da colheita. O fato da presença de grande parte dos subperíodo com variação negativa no armazenamento de água vem das altas taxas de saída de água, na qual a maior participação foi da evapotranspiração.

Durante o período de avaliação, nos 20 subperíodos, o consumo de água pela cultura (evapotranspiração), foi mais elevado até o 13º subperíodo, pois neste momento existia água disponível e a cultura estava em pleno desenvolvimento, consumindo água e contribuindo para o processo de evapotranspiração. CRUZ et al. (2005), avaliando a quantidade de água consumida na cultura de citros, afirmam que o fato da ocorrência de maiores taxas de evapotranspiração, quando ocorrem as maiores taxas de precipitação pluviométrica, é devido a maior evaporação e transpiração nas camadas superficiais até os 40 cm de profundidade.

Como mostra a Tabela 2, as maiores taxas de evapotranspiração diárias foram encontradas nos subperíodos 3, 8 e 9, com 7,9, 7,4 e 8,7 mm d<sup>-1</sup>, respectivamente. Durante todo o experimento ocorreram 552,5 mm de evapotranspiração, com valor médio de 3,1 mm d<sup>-1</sup>.

SOUZA (2006) encontrou valores diários de evapotranspiração de 2,31 mm d<sup>-1</sup> na cultura da mamona cultivada em um Latossolo Amarelo. CURI et al. (2004) nas condições de Mato Grosso, encontraram valores de evapotranspiração de 4,0 mm dia<sup>-1</sup>, os quais são condizentes com os valores de evapotranspiração de mamona obtidos nesta pesquisa.

Tabela 2. Evapotranspiração diária da cultura da mamona, em Areia-PB

Período	Duração em dias	Subperíodo	Evapotranspiração diária, mm
07/06 - 16/06	10	1	4,0
16/06 - 21/06	5	2	2,7
21/06 - 30/06	9	3	7,9
30/06 - 10/07	10	4	2,7
10/07 - 19/07	9	5	2,6
19/07 - 28/07	9	6	4,2
28/07 - 04/08	7	7	2,2
04/08 - 12/08	8	8	7,4
12/08 - 21/08	9	9	8,7
21/08 - 01/09	11	10	2,0
01/09 - 12/09	10	11	2,5
12/09 - 20/09	8	12	2,8
20/09 - 28/09	8	13	3,1
28/09 - 06/10	8	14	0,8
06/10 - 12/10	7	15	2,1
12/10 - 20/10	8	16	0,9
20/10 - 31/10	11	17	1,2
31/10 - 09/11	9	18	1,9
09/11 - 22/11	13	19	2,8
22/11 - 01/12	9	20	0,7

#### 4. Conclusões

- A evapotranspiração e a precipitação são os dois componentes do balanço hídrico do solo, que contribuem de forma mais expressiva para a saída e entrada de água, respectivamente;
- As maiores taxas de consumo de água pela cultura da mamona ocorreram durante o período chuvoso, e quando a cultura estava em pleno desenvolvimento;
- O consumo total de água pela mamona (evapotranspiração) foi de 552,5 mm, com valor médio de 3,1 mm d<sup>-1</sup>.
- A drenagem profunda teve um valor total de -26,8 mm.
- O método do balanço hídrico mostrou-se eficiente para a estimação do consumo de água, na cultura da mamona, sob as condições em que o trabalho foi realizado.

## 5. Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado da Paraíba – FAPESQ (processo N° 21/05, Edital 002/03 – FAPESQ/MCT/CNPq, convênio 002/2003) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Processos N°s 486128/2006-7 e 151494/2007-0), entidades governamentais brasileiras promotoras do desenvolvimento científico e tecnológico, pela concessão de recursos financeiros e de bolsa ao segundo autor; ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/UFPB) pela concessão de bolsas ao primeiro e terceiro autores; bem como ao Curso de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água do Centro de Ciências Agrárias da UFPB, pela estrutura didático-científica.

## 6. Referencias bibliográficas

- ALMEIDA NETO, J.A.; CRUZ, R.S.; ALVES, J.M.; PIRES, M.M.; ROBRA, S.; PARENTE Jr., E. Balanço energético de ésteres metílicos e etílicos de óleo de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1, 2004, Campina Grande-PB. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2004. CD ROM.
- ANTONINO, A.C.D.; SAMPAIO, E.V. S.B.; DALL’OLIO, A.; SALCEDO, I.H. Balanço hídrico em solo com cultivos de subsistência no semi-árido do nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, p.29-34, 2000.
- BERLATO, M.A.; MOLION, L.C.B. **Evaporação e Evapotranspiração**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Agronômicas, 1981, 96p. (Boletim técnico, n° 7)
- BROOKS, R.H.; COREY, A.T. Hydraulic properties of porous media. **Hydrology Paper**, v.3, Colorado State Univ. Fort Collins, 1964.
- BURDINE, N. T. Relative permeability calculation from size distribution data. **Trans.AIME**, v.198, p.71-78, 1953.
- CRUZ, A.C.R.; LIBARDI, P.L.; CARVALHO, L.A.; ROCHA, G.C. Balanço de água em volume de solo explorado pelo sistema radicular de uma planta de citrus. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, p. 1-10, 2005.
- CURI, N.; CAMPELO Jr., J.H. Evapotranspiração e coeficiente de cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L.), em Santo Antonio de Leveger-MT. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 1, 2004, Campina Grande – PB. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2004. CD Room.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, Solos, 2006. 306p.
- HAVERKAMP, R.; BOURAOUI, F.; ZAMMIT, C.; ANGULO-JARAMILLO, R. Soil Properties and Moisture Movement in the Unsaturated Zone. In: DELLEUR, J. W. (Ed.) **The Handbook of Groundwater Engineering**. Cap. 5, p.1-47, 1998.
- IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em: <<http://www.ibge.org.br>>. Acesso em: 15/01/2007.
- KOURI, J.; SANTOS, R.F.; SANTOS, J.W. Evolução da cultura da mamona no Brasil. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2004, Campina Grande-PB. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2004. CD ROM.
- LASSABATÈRE, L.; ANGULO-JARAMILLO, R.; SORIA UGALDE, J.M.; CUENCA, R.; BRAUD, I.; HAVERKAMP, R. Beerkan estimation of soil transfer parameters through

- infiltration experiments - BEST. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.70, p.521-532, 2006.
- LIBARDI, P.L. **Dinâmica da água no solo**. Piracicaba: ESALQ, 1995. 497 p.
- LIMA, J, R, S. Balanço hídrico e de energia em um solo cultivado e sem vegetação para as condições do Brejo Paraibano. Recife, 2004. 167f. **Tese** (Doutorado em Tecnologias Energéticas e Nucleares) – Departamento de Energia Nuclear, Universidade Federal de Pernambuco.
- LIMA, J. R. S.; ANTONINO, A.C.D.; SOARES, W.A.; SOUZA, E.S.; LIRA, C.A.B.O. Balanço hídrico no solo cultivado com feijão caupi. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.1, n.único, p.89-95, 2006.
- LIMA, J.R.S.; ANTONINO, A.C.D.; LIRA, C.A.B.O.; SILVA, I.F.; MACIEL NETTO, A.; SOUZA, J.C.; BEZERRA, R.B. Evaporação da água de um solo sem vegetação no Brejo Paraibano. **Revista Brasileira de Pesquisa e Desenvolvimento**, São Paulo, v.4, n.3, p.1550-1555, 2002.
- LIMA, J.R.S.; ANTONINO, A.C.D.; SILVA, I.F.; SOUZA, C.; LIRA, C.A.B.O. Avaliação dos componentes do balanço de energia em um solo cultivado com mamona no Brejo Paraibano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1, 2004, Campina Grande-PB. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2004. CD ROM.
- LOPES, A.S.; PAVANI, L.C.; CORA, J.E.; ZNINI, J.R.; MIRANDA, H.A. Manejo da irrigação (tensiometria e balanço hídrico climatológico) para cultura do feijoeiro em sistemas de plantio direto e convencional. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.89-100, 2004.
- PEREIRA, A.R. Simplificando o balanço hídrico de Thornthwaite-Mather. **Bragantia**. Campinas, v. 64, n.2, p.311-313, 2005.
- REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. 1ª. Ed. São Paulo: Manole, 1987. 187p.
- REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera**. 4ª. Ed. São Paulo: Fundação Cargil, 1985, 445p.
- SARVASI, F.O.C.; VIEIRA, S.R.; CASTRO, O.M.; BARBOSA, C.C. Curvas de retenção de água por tensiometria para dois solos da região de Alfenas (MG). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.7, n.6, p. 893-900, 1992.
- SAVY FILHO, A. **Mamona: tecnologia agrícola**. Campinas-SP: EMOPI, 2005. 105p.
- SILVA, V.P.R.; AZEVEDO, P.V.; SILVA, B.B.; BASSOI, L.H.; TEXEIRA, A.H.C.; SOARES, J.M.; SILVA, J.A.M. Estimativa da Evapotranspiração da Mangueira com Base no Balanço Hídrico do Solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande. v.5, n.3, p. 456-462, 2001.
- SOUZA, C. Balanço hídrico em um solo cultivado com mamona (*Ricinnus communis* L.) no brejo paraibano. Areia, 2006, 72f. **Dissertação** (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba.
- van GENUCHTEN, M.TH. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.44, p.892-898, 1980.

## **Estudo da Ecofisiologia de Sementes de *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.: Influência dos Caprinos e Ovinos Como Vetores de Dispersão**

**Nome do Bolsista: Cosmo Rufino de Lima**

Universidade Federal da Paraíba - *Campus* II, Laboratório de Análise de Sementes

Bolsista PIBIC/CNPq/UFPB

cosmoagr@hotmail.com

**Nome do Orientador: Riselane de L. A. Bruno<sup>1</sup>; Leonaldo A. de Andrade<sup>1</sup>; Edilma P. Gonçalves<sup>2</sup> e Edna U. Alves<sup>1</sup>.**

Universidade Federal da Paraíba - *Campus* II, Laboratório de Análise de Sementes

<sup>1</sup>Prof. Dr. em Produção Vegetal – Fitotecnia, bolsistas do CNPq; <sup>2</sup>bolsista PRODOC.

lane@cca.ufpb.br

**Resumo:** A pesquisa objetivou estudar a dispersão de sementes de *Prosopis juliflora* após a passagem destas pelo trato digestivo de caprinos e ovinos. O ensaio foi conduzido nos Laboratórios de Análise de Sementes e de Nutrição Animal do CCA-UFPB, Areia-PB. Na alimentação dos animais incluiu-se 400g de algaroba pela manhã e à tarde, e os excrementos coletados diariamente para determinação do teor de água, biometria e os testes de emergência e vigor (índice de velocidade de emergência, comprimento da parte aérea e raiz e massa seca da parte aérea e raiz de plântulas). O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente ao acaso. Os dados obtidos (frutos e sementes) foram submetidos à análise de regressão polinomial, em função dos períodos de coleta. Do total de sementes fornecida aos animais, ressalta-se que as ovelhas, apesar de liberarem junto aos excrementos, menor percentual (16,8%) de sementes, estas se mostraram com maior vigor. A quantidade de sementes e dias para liberação das sementes provenientes dos excrementos dos caprinos e ovinos é variável, sendo maior número liberado pelas ovelhas. Tanto caprinos quanto ovinos são considerados facilitadores do processo de dispersão da algaroba, uma vez que as sementes ingeridas por esses animais germinam logo após serem excretadas.

*Palavras-chave: Algaroba, Animais, Dispersores, Armazenamento.*

### **1. Introdução**

O bioma caatinga abrange cerca de 900 mil Km<sup>2</sup>, que corresponde a aproximadamente 54% da região Nordeste e 11% do território brasileiro, envolvendo áreas dos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, sudoeste do Piauí, partes do interior da Bahia e do norte de Minas Gerais (ANDRADE, et al., 2005). A vegetação do semi-árido (Caatinga) é composta por uma variedade de espécies arbóreas e arbustivas, que apresenta potencial pouco conhecido cientificamente (PAES et al., 2004).

A algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.) é uma espécie vegetal arbórea que atinge até 18 metros de altura, pertencente à família Leguminosae e Sub-família Mimosaceae. A mesma foi introduzida no Brasil na década de 1940, no município de Serra Talhada, sertão pernambucano, por intermédio da Secretaria de Agricultura deste estado. Na Paraíba foi introduzida pela primeira vez, na cidade de Serra Branca, no Cariri paraibano (MENDES, 1987).



*P. juliflora* foi introduzida no Nordeste Brasileiro por apresentar boas qualidades como forrageira, produtora de lenha e carvão (VILAR 2006), com a finalidade de ocupar as terras áridas e secas dessa região devido a sua rusticidade e, por apresentar a importante característica de frutificar na época mais seca do ano, propiciando, desta forma, um alimento de grande valor nutricional, principalmente para a criação de caprinos e bovinos (SILVA et al., 2003).

Não obstante essas qualidades, a falta de manejo adequado, a adaptação regional da espécie, a facilidade de dispersão promovida pelos rebanhos, dentre outros fatores, transformaram em problema o que pretendia ser uma solução (PEGADO, 2006).

Para ZILLER (2000) a invasão de espécies exóticas, pode ser definida como um organismo que coloniza comunidades autóctones, adaptando-se e reproduzindo-se, passando a competir biologicamente com as espécies nativas, provocando alterações nos processos ecológicos naturais e tornando-se muitas vezes dominantes em alguns ambientes, após o período de tempo requerido para sua adaptação. Um ponto a ser considerado no estabelecimento de espécies invasoras é que elas podem ser em pequeno número, porém a amplitude dos impactos é de grande proporção, sabendo-se pouco sobre os danos que a invasão poderia provocar, sendo necessário avaliar e quantificar os danos ocasionados na sua composição e estrutura da vegetação.

A interação entre árvores frutíferas e seus dispersores é complexa, sendo influenciada por várias características de ambos os grupos de organismos, de maneira que diferenças morfológicas e comportamentais entre os frugívoros podem influenciar não somente o número e as espécies de frutos consumidos, mas também a qualidade da dispersão das sementes (FRANCISCO e GALETTI, 2001).

A dispersão de sementes, método pelo qual as mesmas são removidas das imediações da planta-mãe para outros locais, é um processo-chave dentro do ciclo de vida da maioria das plantas. Um grande número de árvores e arbustos possuem frutos dispersos por animais (JORDANO, 2000).

Os frutos, ao caírem das árvores, são consumidos pelos animais diretamente no pasto e/ou colhidos e armazenados (BATISTA et al., 2006). Esses animais diferem entre si quanto às partes dos frutos que consomem; alguns se especializam nas estruturas carnosas, outras vezes, os frutos são ingeridos inteiros e processados dentro do aparelho digestivo, outros se especializam no consumo das sementes e por último, os frutos podem ser ingeridos inteiros e as sementes podem ser reduzidas ou digeridas, mas algumas são liberadas intactas (MEIRELES, 2004).

Apesar da visão clássica que a passagem pelo trato digestivo auxilia no processo germinativo das sementes, estudos recentes têm demonstrado que o efeito da digestão, por animais frugívoros, na germinação, pode variar consideravelmente. Depois das sementes intactas serem defecadas, sua capacidade germinativa pode aumentar ou diminuir quando comparadas com sementes que não passaram pelo trato digestivo do animal (FIGUEROA e CASTRO, 2002).

Em virtude disto, segundo VILAR (2006), o estabelecimento de uma espécie arbórea exótica, como a algaroba, muitas vezes causa mudanças desfavoráveis ao meio ambiente que podem modificar as características da vegetação com o desaparecimento de espécies nativas. As conseqüências da invasão biológica ocorrem desde o desaparecimento local de algumas espécies, até o surgimento de outras mais tolerantes ou a proliferação descontrolada de outras.

Pelo exposto, o presente trabalho objetivou estudar a dispersão de sementes de *Prosopis juliflora*, após passar pelo trato digestivo de ovinos e caprinos, no tocante à capacidade de regeneração de sementes intactas e intumescidas, assim como estudar a biometria dos frutos e das sementes.

## 2. Metodologia

### 2.1. Local do Experimento

A pesquisa foi conduzida nos Departamentos de Fitotecnia e Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Campus II (Areia-PB). Foram selecionados seis animais (três caprinos e três ovinos), os mesmos ficaram confinados em gaiolas no setor de caprinocultura, durante um período de 20 dias.

Os frutos foram coletados nas adjacências da Estação Experimental do Centro de Ciências Agrárias, localizada no município de São João do Cariri-PB, na microrregião do Cariri Oriental. Após a coleta, os frutos foram expostos ao sol para secar durante cinco dias.

### 2.2. Caracterização Biométrica de Frutos e Sementes

Inicialmente foram selecionados 100 frutos aleatoriamente subdivididos em quatro repetições de 25, para posterior determinação de comprimento, largura, espessura, peso e número de sementes por fruto.

As vagens foram beneficiadas manualmente, com auxílio de tesoura, e as medições com paquímetro digital.

### 2.3. Fornecimento dos Frutos aos Animais

Os frutos de algaroba foram fornecidos aos animais em regime de confinamento no Departamento de Zootecnia do CCA-UFPB. Inicialmente os animais passaram por uma fase de adaptação, onde foram fornecidos na sua alimentação 400g de algaroba pela manhã e 400g à tarde por um período de três dias, totalizando 800g de frutos de algaroba por dia, durante os três dias. Os frutos foram fragmentados manualmente em pedaços com aproximadamente 8 cm de comprimento para evitar que fossem desperdiçados enquanto os animais estivessem se alimentando.

#### 2.3.1. Coleta dos Excrementos

Os excrementos dos animais foram coletados diariamente no mesmo horário (15:00h), durante 20 dias, permanecendo até o período em que não foram mais encontradas sementes. Os excrementos foram acondicionados em sacos plásticos na caprinocultura e levados ao Laboratório de Análise de Sementes, para a realização das análises. Em seguida foram colocados em baldes plásticos, adicionados 5 litros de água, permanecendo em repouso durante 10 minutos, e logo após, macerados para ajudar na diluição e extração das sementes.

A mistura foi passada em peneiras com diferentes malhas (de 3 mm a 0,053 mm), com o objetivo de reter as sementes e os fragmentos existentes. Em seguida foram lavadas e colocadas para secar a sombra, separando-se as sementes em duas categorias: sementes intactas e intumescidas para posterior contagem e instalação dos seguintes testes: **Teor de Água de Frutos e Sementes** - Foram utilizadas quatro repetições, por tratamento, onde se determinou o teor de água de frutos e sementes pelo método padrão da estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  durante 24h, segundo as prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992); **Teste de Emergência** - Esta determinação foi realizada com quatro sub-amostras de acordo com o número de sementes encontradas nos excrementos dos animais, sendo as mesmas semeadas em bandejas plásticas com dimensões de 50 x 30 x 5 cm, perfuradas no fundo, contendo areia lavada, previamente peneirada e esterilizada em autoclave. A areia foi

umedecida com quantidade de água equivalente a 60% da capacidade de retenção, e a manutenção da umidade foi por meio de irrigações diárias. As contagens do número de plântulas foram realizadas do terceiro ao décimo sexto dia, período em que se observou a estabilização da emergência e, os resultados expressos em porcentagem de emergência. Os testes de vigor utilizados foram: **Índice de Velocidade de Emergência (IVE)** - Este teste foi realizado conjuntamente com o teste de emergência, sendo realizadas contagens diárias das plântulas durante os 16 dias e o índice foi calculado conforme a fórmula proposta por MAGUIRE (1962); **Comprimento da parte aérea e raiz das plântulas** - Ao final do teste de emergência, as plântulas foram separadas em raiz e parte aérea e medidas com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados expressos em centímetros por plântula; **Massa seca da parte aérea e raiz** - Ao final do teste de emergência, a parte aérea e raiz separadamente foi colocada em estufa de ventilação forçada, regulada a 65°C, durante 48 horas. Decorrido esse período, as amostras foram retiradas da estufa, colocadas em dessecadores e, em seguida, pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g, sendo os dados expressos em (g) por plântula. **Delineamento Estatístico** - O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, sendo os dados obtidos (frutos e sementes) submetidos à análise de regressão polinomial, em função dos períodos de coleta, onde se testaram os modelos linear, quadrático e cúbico, selecionando-se para explicar os resultados, o modelo significativo de maior ordem, que expressou estimativas possíveis de ocorrência e coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Para o menor grau de significância optou-se por apresentar os resultados da tendência por meio do valor médio dos pontos observados.

### 3. Resultados e Discussão

Inicialmente as sementes representativas do lote apresentaram um percentual de emergência em torno de 67%. Quando o vigor foi avaliado pelo índice de velocidade de emergência verificou-se que o mesmo apresentou um valor de 2,65. Para as variáveis, comprimentos da parte aérea e da raiz, massas secas da parte aérea e da raiz, os resultados obtidos foram 6,70cm; 10,17cm; 0,02g e 0,01g, respectivamente.

As sementes apresentaram teor de água em média de 11,5% e os frutos, 22,6%.

#### 3.1. Caracterização Biométrica

Inicialmente, foram selecionados 100 frutos, aleatoriamente, subdivididos em quatro repetições de 25, para determinação de comprimento, largura, espessura, número de sementes por fruto e peso, apresentando este último, em média 208,4g.

Conforme os dados de comprimento dos frutos de algaroba (Fig. 1A), a maioria dos frutos se situou entre 16,44 e 20,06 cm, com frequência de 46% das amostras. Entre os valores 12,8 e 16,4 cm se verificou a segunda classe mais representativa, com frequência de 36%. A classe com os menores valores (9,18-12,81 cm) ocupou menor frequência (3,1%) entre os frutos analisados, enquanto que os frutos maiores (23,6-27,3 cm) representaram 20% da amostra. A média dos dados conferiu comprimento médio de 16,9 cm, com desvio padrão de 2,83 cm. Segundo CRUZ et al. (2001), a caracterização biométrica de frutos e sementes pode fornecer subsídios importantes para a diferenciação de espécies do mesmo gênero, conforme verificado entre *Hymenaea intermedia*, onde apresentou a maioria dos frutos, comprimento variando entre 3,74 a 4,47 cm.

Os frutos com medida entre 7,5 e 11,7 cm foi a classe dominante entre as larguras obtidas (Fig. 1B), com frequência de 54%, ficando a média para essa variável muito próxima

do último valor dessa classe, com 11,4 cm e desvio padrão de 1,9. Com 43% de frequência, a classe com valores compreendidos entre 11,7 e 15,9 cm, representou o segundo maior grupo, enquanto que aqueles frutos classificados de menor largura (0,85–3,33 cm) obtiveram menores frequências com 0,50%.

A análise da espessura dos frutos de algaroba (Fig. 1C) agrupou maior quantidade de vagens na classe com medidas compreendidas entre os valores 5,7 e 8,2 cm, com frequência de 51,5 %, seguida da classe 3,2-5,7 cm, com 41 % de frequência. A espessura média foi de 5,87 cm, e o desvio padrão de 1,751. A classe com menor frequência (1,0%) foi estabelecida com as medidas situadas entre 10,7-13,2 cm, classe com maior espessura. A menor espessura (0,75-3,25 cm) representou 4,5 % das vagens.

No estudo da relação de sementes por fruto (Fig. 1D), percebeu-se que as classes de maior frequência se situaram nas vagens com valores intermediários, entre 16,3-22,6 sementes/fruto, com frequência de 38,50 %. As classes posterior (22,6-28,8) e anterior (10,1-16,3), representaram juntas 53,50% da frequência, com 37,0 e 16,50 %, respectivamente. Desta forma, a média aritmética ficou compreendida dentro da classe dominante, com 21,4 sementes/fruto e desvio padrão de 4,95. Os frutos que continham menor e maior quantidade de sementes, obtiveram menor representação, respectivamente, 2,0 e 6,0 %.

Por outro lado, a biometria dos frutos fornece informações para a conservação e exploração dos recursos de valor econômico, permitindo um incremento contínuo da busca racional e uso eficaz dos frutos (GUSMÃO et al., 2006).

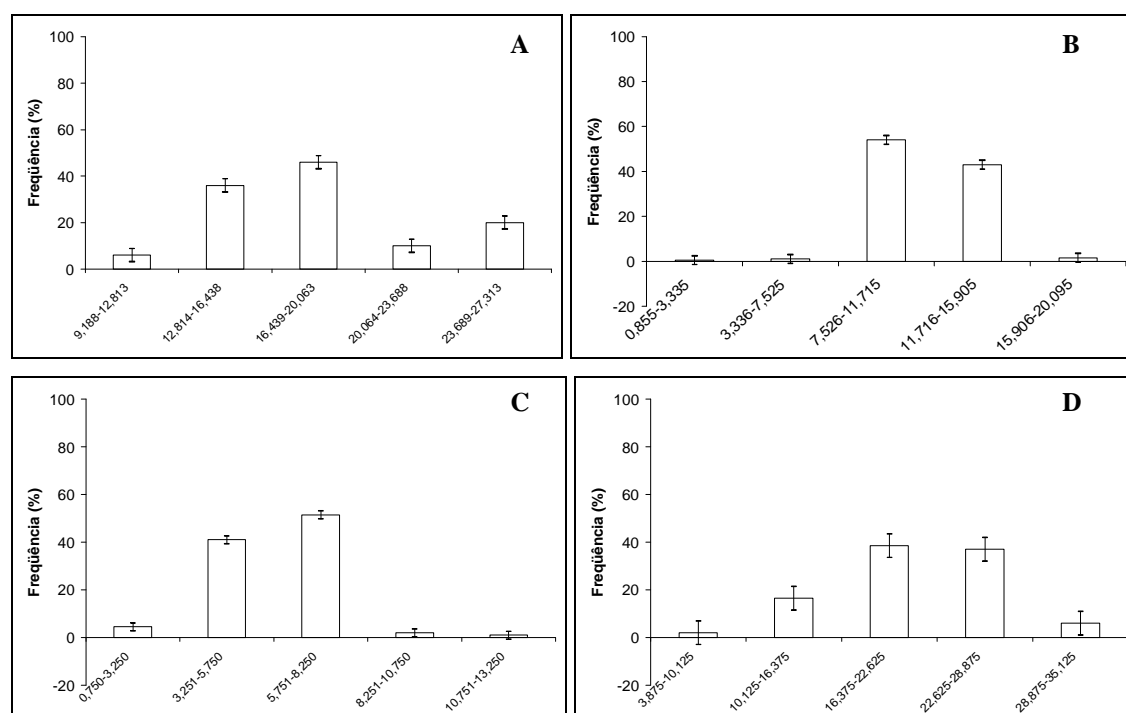


Figura 1- Frequência relativa (%) da biometria (A- Comprimento; B- Largura; C- Espessura) e número de sementes por vagem (D) em frutos de algaroba.

### 3.2. Quantidade de Sementes Expelida pelos Animais

Para cada animal (caprino) foi fornecido 800g de frutos de algaroba por dia, que corresponde a 103 frutos e 2.262 sementes, aproximadamente, o equivalente a um total de 309 frutos e 6.786 sementes fornecidas ao animal durante três dias contínuos. Constatou-se que das 6.786 sementes fornecidas para cada caprino, apenas 1.587 foram expelidas, ou seja 23,38%, sendo que deste total, 64,3% (1.020 sementes) tinha sua estrutura externa intacta, ou seja, sementes sem dano aparente ou qualquer outra alteração visível, enquanto que a classe das sementes intumescidas representou 35,7% (567 sementes). Verificou-se que, 76,62% das sementes foram desintegradas no processo de alimentação ou digestão do animal. Provavelmente, no processo inicial de digestão, com a mastigação das vagens, ou por ação das enzimas do rumem, as sementes tenham sido destruídas. Para BOLZAN et al. (2007) a trituração dos cereais para a alimentação dos ruminantes visa aumentar a área superficial dos grãos facilitando os processos digestivos, sejam eles fermentativos ou enzimáticos.

Com base no total de sementes fornecidas, durante os três dias para cada espécie animal, observa-se que as cabras liberaram juntamente com os excrementos 23,4% e, as ovelhas 16,8% de sementes de *Prosopis juliflora*. Porém, dos 23,4% de sementes liberadas pelos caprinos; 64,3% representam as sementes intactas e 35,7% às intumescidas. Quanto aos ovinos, dos 16,8% de sementes liberadas nos excrementos, 57,8% e 42,2% representam o percentual de sementes intactas e intumescidas, respectivamente. De acordo com estes resultados, percebe-se que, no geral, as cabras liberam uma maior quantidade de sementes e, portanto apresentam uma maior capacidade de dispersão. Por outro lado, observando-se a distribuição dos dois tipos de sementes (intactas e intumescidas), em cada espécie animal, logo denota-se que o percentual de sementes liberadas intactas é superior às intumescidas, apesar dos percentuais dos dois tipos de sementes, estarem mais próximos, no caso dos ovinos (57,8 e 42,2%).

Para os dados de emergência, pôde-se perceber um percentual de 37%, para plântulas oriundas de sementes que foram expelidas intactas, enquanto que as intumescidas, apresentaram maior emergência (49%). O aumento na emergência das plântulas provenientes da classe intumescida, talvez tenha ocorrido devido às sementes nesta fase, já terem iniciado o processo de germinação, pelo ganho de água.

Para cada ovino foi fornecida a mesma quantidade de frutos e observou-se que, das 6.786 sementes fornecidas durante os três dias, 1.140 sementes foram expelidas, ou seja, 16,8%, sendo que deste total 57,8% (659 sementes) apresentaram-se intactas e 42,2% (481 sementes) intumescidas. Verificou-se também que cerca de 83,2% das sementes foram destruídas totalmente durante o processo de digestão do animal, provavelmente ocorrido em sua maioria, no momento da mastigação. De acordo com PASSINI, et al. (2004) além do processamento, o tamanho de partícula influencia os padrões de fermentação ruminal, produção microbiana e eficiência da utilização do amido e outros nutrientes no rúmen.

Conforme dados do teste de emergência verificou-se que, para as sementes expelidas intactas pelos ovinos, a porcentagem média de emergência de plântulas foi de 31%, enquanto nas intumescidas foi de 74%. Isso pode ter ocorrido devido à maioria das sementes intumescidas já terem apresentado emissão da radícula, no momento da coleta do excremento.

Baseado nos dados referentes à quantidade de sementes expelidas, em função dos dias de coleta (Fig. 2A e B) nota-se que os ovinos expeliram mais sementes que os caprinos. As sementes provenientes dos ovinos foram expelidas do primeiro ao quinto dia, observando-se que, a partir daí praticamente não se contabilizou mais sementes. A quantidade de sementes intactas expelida pelos ovinos (Fig. 2B) no primeiro dia foi de 399, sendo que a partir daí houve acréscimo considerável até o quarto dia, momento no qual atingiu seu ponto máximo,

com 893 sementes. As sementes intumescidas apresentaram-se em uma quantidade bem menor (385 sementes) no primeiro dia e totalizaram 310 no quarto dia de coleta.

A quantidade de sementes expelida pelos caprinos prevaleceu sobre a dos ovinos (Fig. 2A), onde se destaca que no primeiro dia, o número de sementes intactas foi de 180, ocorrendo um aumento até o terceiro dia, quando atingiu 360 sementes. As sementes intumescidas também tiveram um aumento considerável do primeiro ao terceiro dia, atingindo seu ponto máximo de liberação junto com os excrementos de 274 sementes, sendo que, a partir daí houve uma redução no número de sementes, até o oitavo dia, quando não se constatou mais a eliminação de sementes (Fig. 2A).

Quando as cabras e ovelhas foram alimentadas por um período de três dias, percebeu-se maior distinção entre as sementes intactas e intumescidas, principalmente com aquelas oriundas das ovelhas. Cabe ressaltar que, as cabras liberaram maior número de sementes do primeiro ao sexto dia e, as ovelhas, do primeiro ao quarto dia. Sendo que, para as ovelhas a quantidade de sementes expelida foi bem superior em relação às cabras.

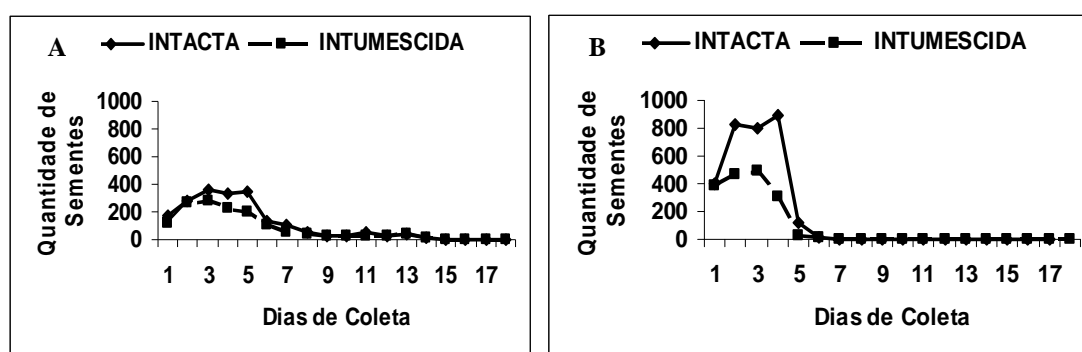


Figura 2. Quantidade de sementes expelida nos dias de coleta para cabra (A) e ovelha (B).

A emergência foi avaliada utilizando-se as equações de regressão, que apresentaram os maiores coeficientes. O percentual de emergência não foi representado por meio de gráfico de regressão, uma vez que o modelo apresentou um baixo  $R^2$ , portanto inviabilizando a representação gráfica do fenômeno por meio de regressão polinomial.

As sementes analisadas em casa de crescimento apresentaram, em geral, maior emergência quando oriundas de sementes intumescidas, principalmente no caso das ovelhas. A emergência foi representada por valores médios, onde as sementes intumescidas expelidas pelos ovinos (Fig. 3B) apresentaram um percentual de emergência superior (70%) em relação aos caprinos (45% - Fig. 3A).

As sementes intactas, provenientes dos ovinos apresentaram valores médios de emergência de plântulas de 32% e, às dos caprinos de 38%.

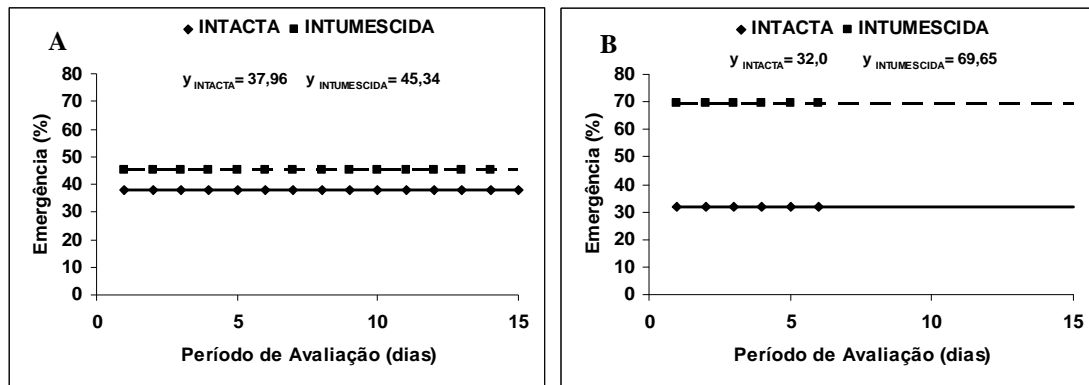


Figura 3- Emergência de plântulas (%) provenientes de sementes excretadas por caprino (A) e ovino (B), durante o período de avaliação.

Para o índice de velocidade de emergência, nenhum modelo de regressão se ajustou aos dados, sendo apresentados os resultados de tendência por meio dos valores médios, que foi de 3,74 para as sementes intumescidas oriundas dos ovinos (Fig. 4A) e 1,89 dos caprinos (Fig. 4B).

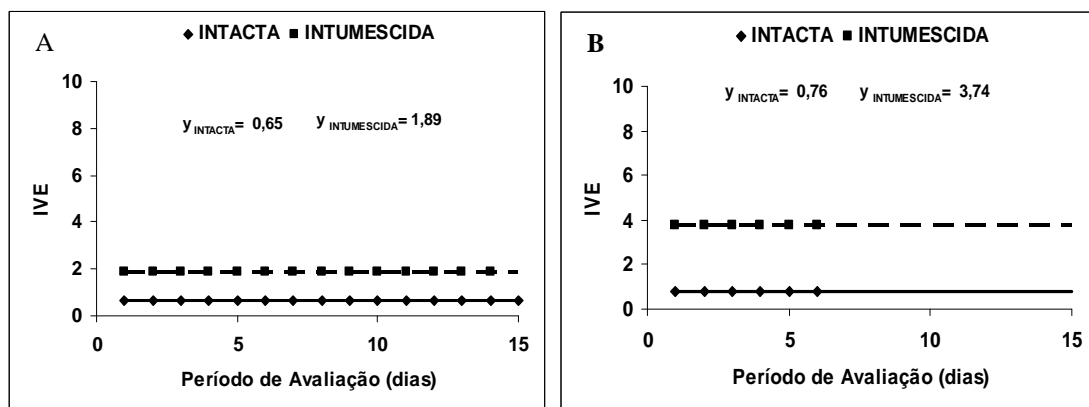


Figura 4- Índice de Velocidade de Emergência (IVE) de plântulas provenientes de sementes excretadas por caprino (A) e ovino (B), durante o período de avaliação.

Para o comprimento das raízes, não houve diferença significativa entre os tipos de sementes intactas e as espécies animais. Nas sementes intumescidas, oriundas dos caprinos (Fig. 5A), nenhum modelo de regressão se ajustou aos valores médios, sendo os resultados apresentados apenas pela média dos dados, que foi 21,22 cm para aquelas provenientes de sementes intumescidas. Os valores médios de comprimento de raiz de plântulas dos ovinos (Fig. 5B) se ajustaram à equação de regressão de efeito quadrático, constatando-se um decréscimo a partir do primeiro dia do período de avaliação, chegando a comprimentos médios de raiz de 15,53 cm no quinto dia e, aumentando até o final do período de avaliação.

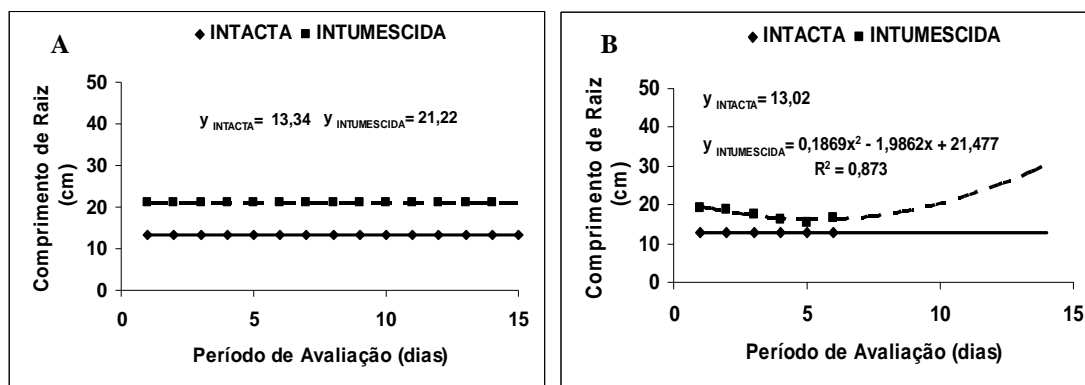


Figura 5- Comprimento da raiz (cm) das plântulas provenientes de sementes excretadas por caprino (A) e ovino (B), durante o período de avaliação.

Na Figura 6 (A e B), observa-se que os dados não se enquadraram em nenhum modelo de regressão, com plântulas provenientes das sementes intactas dos caprinos apresentando comprimento de 6,07 cm (Fig. 6A) e dos ovinos com 5,65 cm (Fig. 6B) de comprimento. As sementes intumescidas provenientes dos caprinos proporcionaram plântulas com parte aérea em torno de 8,35 cm e as dos ovinos 8,47 cm, em média.

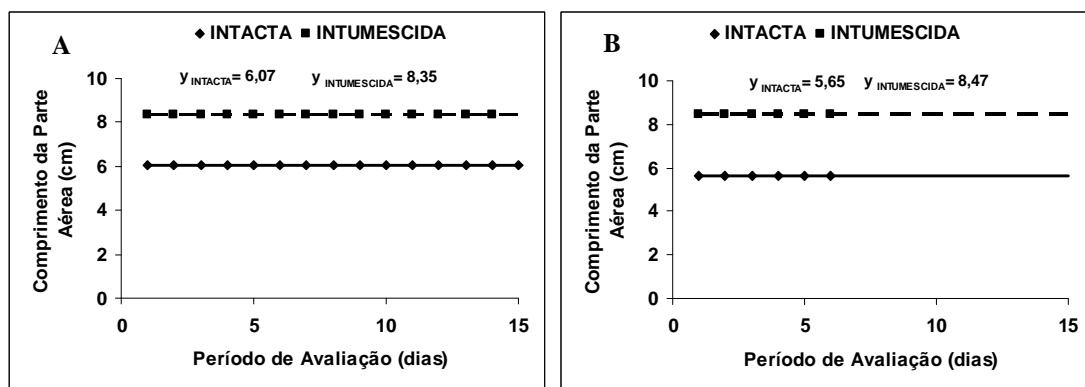


Figura 6- Comprimento da parte aérea (cm) das plântulas provenientes de sementes excretadas por caprino (A) e ovino (B), durante o período de avaliação.

Analisando-se os dados referentes às médias de massa seca das raízes das plântulas (Fig. 7A), nota-se que não houve diferença significativa entre as sementes intactas oriundas de caprinos e ovinos (Fig. 7B), com 0,01g/plântula. As plântulas provenientes das sementes intumescidas dos caprinos apresentaram massa seca de 0,02g/plântula e as dos ovinos se ajustaram ao modelo de regressão quadrático, onde se observou que houve um acréscimo de massa seca até o quinto dia, quando apresentou 0,018g/plântula.



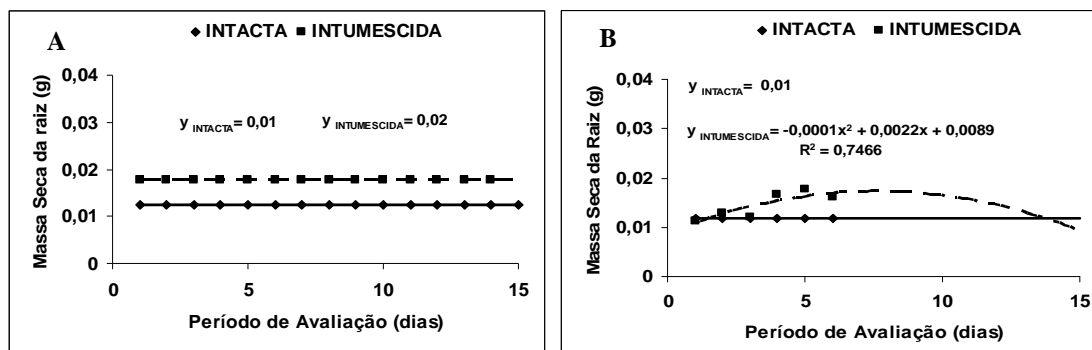


Figura 7- Massa seca da raiz (g) de plântulas provenientes de sementes excretadas por caprino (A) e ovino (B), durante o período de avaliação.

Para os dados referentes à massa seca da parte aérea das plântulas, não houve diferença significativa, onde plântulas oriundas das sementes intactas dos caprinos (Fig. 8A) apresentaram as mesmas médias dos ovinos (Fig. 8B) com 0,02g/plântula, já as plântulas provenientes das sementes intumescidas dos caprinos e ovinos, ambos apresentaram 0,05g/plântula.

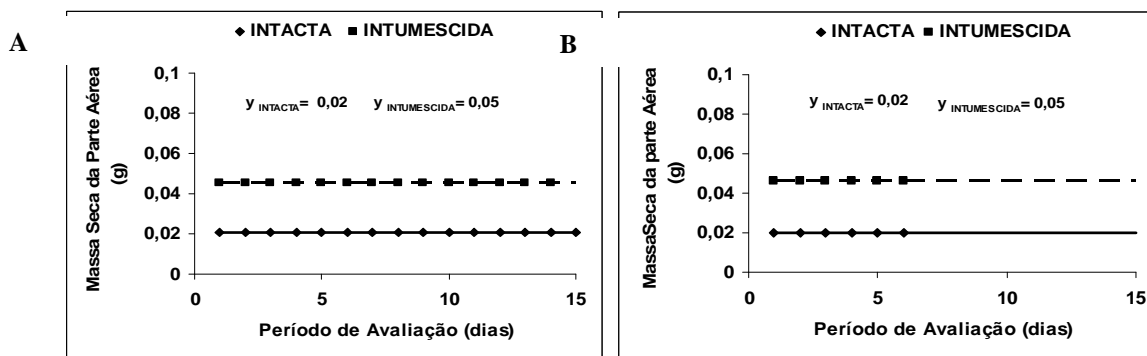


Figura 8- Massa seca da parte aérea (g) de plântulas provenientes de sementes excretadas por caprino (A) e ovino (B), durante o período de avaliação.

No geral, percebeu-se que a passagem das sementes pelo trato digestivo das ovelhas, apesar destas terem expelido uma menor quantidade de sementes do total fornecido (16,8%), favoreceram a um maior percentual de emergência das plântulas, em relação às cabras. Destaca-se, ainda, com base na Fig. 2B, que as sementes expelidas pelas ovelhas, a cada dia, além de serem em maior quantidade, também mostraram-se mais vigorosas, em relação às cabras. Contudo, denota-se que, as ovelhas e as cabras apresentam alta capacidade de disseminação das sementes de algaroba, intumescidas ou não, com ampla capacidade de regeneração, com vistas à formação de novos indivíduos, principalmente no caso das sementes passadas pelo sistema digestivo das ovelhas.

De acordo com BUENO (2002) o alimento apreendido pelo ruminante é fragmentado pela mastigação, durante a ingestão e a ruminação e posteriormente, submetido à digestão no rúmen. O resultado dessa fragmentação, no caso da algaroba favorece a sua dispersão, tendo em vista que as sementes desta espécie se encontram dentro do endocarpo, o qual desaparece após a passagem pelo trato intestinal, tanto das ovelhas como das cabras, possibilitando dessa maneira, a rápida e uniforme emergência das plântulas.

#### 4. Conclusão

Os caprinos e ovinos são animais que contribuem para o processo de invasão biológica da algaroba na caatinga e liberam sementes nas diferentes classes (intactas e intumescidas);

A passagem das sementes de algaroba pelo trato digestivo dos caprinos e ovinos, facilita a quebra de dormência das sementes, viabilizando o processo de dispersão de *P. juliflora* pelos animais;

Os ovinos podem ser considerados maior dispersor de *P. juliflora* que os caprinos devido a maior quantidade de sementes que são expelidas por esses animais.

#### 5. Agradecimentos

Ao PIBIC/CNPq pela oportunidade de realizar este trabalho, através da concessão da bolsa de Iniciação Científica, com vistas a aquisição de mais experiência no meio científico.

À Universidade Federal da Paraíba – UFPB, em particular aos Departamentos de Fitotecnia e Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias pela disponibilidade dos equipamentos e animais para desenvolver as atividades deste trabalho.

A toda equipe do Laboratório de Análise de Sementes pela ajuda, colaboração e paciência no desenvolvimento do trabalho, sobretudo pela grande amizade.

Aos docentes envolvidos nesta pesquisa, em especial aos orientadores e ao Professor Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros por gentilmente disponibilizar os animais e as instalações do Departamento de Zootecnia.

#### 6. Referências

ANDRADE, L.A.; PEREIRA, I.M.; LEITE, U.T.; BARBOSA, M.R.V. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, estado da Paraíba. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 253-262, 2005.

BATISTA, A.M.V.; GUIM, A.; SOUZA, I.S.; LIRA, K.G.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B. Efeitos da adição de vagens de algaroba sobre a composição química e a microbiota fúngica de silagens de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.1, p.1-6, 2006.

BOLZAN, I.T.; SANCHEZ, L.M.B.; CARVALHO, P.A.; VELHO, J.P.; LIMA, L.D.; MORAIS, J.; CADORIN Jr., R.L. Consumo e digestibilidade em ovinos alimentados com dietas contendo grão de milho moído, inteiro ou tratado com uréia, com três níveis de concentrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.1, p.229-234, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**, Brasília, DF, 1992. 365p.

BUENO, I.C.S. . **Cinética digestiva e síntese microbiana ruminal em ovinos alimentados com fenos de três qualidades distintas**. 2002. 97f. Dissertação (Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura) Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

- CRUZ, E.D.; MARTINS, F.O.; CARVALHO, J.U. Biometria de frutos e sementes de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosa – Caesalpinoideae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n.2, p.161-165, 2001.
- FIGUEROA, J.A.; CASTRO, S.A. Effects of bird ingestion on seed germination of four woody species of the temperate rainforest of Chiloé Island. **Plant Ecology**, Chile, v.160, p.17-23, 2002.
- FRANCISCO, M.R.; GALETTI, M. **Frugivoria e dispersão de sementes de *Rapanea lancifolia* (Myrsinaceae) por aves numa área de cerrado do estado de São Paulo, sudeste do Brasil**. Ararajuba: 2001. 19p.
- GUSMÃO, E.; VIEIRA, F.A.; FONSECA JÚNIOR, E.M. Biometria de Frutos e Endocarpo de Murici (*Byrsomina verbascifolia* Rich. Ex A. Juss). **Cerne**, Lavras, v.12, n.1, p.84-91, 2006.
- JORDANO, P. Fruits and frugivory. In: FENNER M. (Ed.). **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford, UK: Commonwealth Agricultural Bureau International, 2000. p.125-166.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MEIRELES, L.D. **Podem agentes dispersores influenciar no padrão de distribuição espacial de espécies vegetais tropicais?** 2004. 12p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biologia)-Universidade Estadual de Campinas, Instituto de biologia, Campinas.
- MENDES, B.V. Potencialidades da algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw). DC). In: Simpósio Brasileiro Sobre Algaroba, 2., 1987, Mossoró. **Revista da Associação Brasileira de Algaroba**, [S.l.], Mossoró, v.1, n. 4, p.17-41, 1987.
- PAES, J.B.; MORAIS, V.M.; LIMA, C.R. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a fungos xilófagos em condições de laboratório. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.2, p.275-282, 2004.
- PASSINI, R.; BORGATTI, L.M.O.; FERREIRA, F.A.; RODRIGUES, P.H.M. Degradabilidade no rúmen bovino de grãos de milho processados de diferentes formas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.3, p.271-276, 2004.
- PEGADO, C.M.A.; ANDRADE, L.A.; FÉLIX, L.P.; PEREIRA, I.M. Efeitos da invasão biológica de algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no Município de Monteiro, PB, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v.20, n.4, p.887-898, 2006.
- SILVA, C.G.; MATA, M.E.R.M. C.; BRAGA, M.E.D.; QUEIROZ, V.S. Extração e fermentação do caldo de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC) para obtenção de aguardente. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.5, n.1, p.51-56, 2003.

**VILAR, F.C.R.** Impactos da invasão da algaroba [*Prosopis juliflora* (Sw.) Dc.] sobre estrato herbáceo da caatinga: **florística, fitossociologia e citogenética. 2006. 94f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia)-Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Ecologia Vegetal e Meio Ambiente, Areia.**

ZILLER, S.R. **A estepe gramíneo-lenhosa no segundo planalto do Paraná:** diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica. 2000. 268f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

## **Características físico-químicas e microbiológicas da lingüiça mista frescal comercializada em Solânea – PB**

### **Wadme Inácio Bezerra**

**Aluno de Bacharelado em Agroindústria Alimentar, CCSHA/UFPB, Campus III - Bananeiras – PB**

Rua Justiniano da Costa, 62 – CEP: 59217-000 – Monte das Gameleiras, RN.

Bolsista PIBIC - CNPq/UFPB - e-mail: [wadmern@yahoo.com.br](mailto:wadmern@yahoo.com.br)

### **Terezinha Domiciano Dantas Martins**

Universidade Federal da Paraíba – Campus III – Bananeiras, PB.

Departamento de Agropecuária – CCHSA/UFPB – CEP: 58220.000 - Bananeiras – PB

e-mail: [domidantas@yahoo.com.br](mailto:domidantas@yahoo.com.br)

### **Eleonore de Souza Batista**

Aluna de Bacharelado em Agroindústria Alimentar, CCSHA/UFPB, Campus III - Bananeiras – PB

Universidade Federal da Paraíba – CCHSA/Campus III – Bananeiras – PB, CEP: 58220.000

Bolsista PIBIC - CNPq/UFPB

e-mail: [eleonore\\_sb@yahoo.com.br](mailto:eleonore_sb@yahoo.com.br)

### **Ludmila da Paz Gomes da Silva**

Universidade Federal da Paraíba – Campus II – Areia, PB.

Departamento de Zootecnia – CCA/UFPB – CEP: 58397-000, Areia – PB

e-mail: [ludmila@cca.ufpb.br](mailto:ludmila@cca.ufpb.br)

**Resumo:** O objetivo foi avaliar a composição centesimal e as características microbiológicas da lingüiça mista frescal comercializada em Solânea - PB. Foram coletadas amostras de lingüiça mista tipo frescal em onze estabelecimentos comerciais de Solânea –PB entre março e abril de 2007. Foi determinado o pH, a cor e a composição centesimal (umidade, proteína, lipídeos, cinzas, calorias, acidez livre) e microbiológica (coliformes fecais e totais, contagem total, presença de salmonelas) das amostras. Os dados obtidos para as variáveis relacionadas com a composição centesimal e avaliação qualitativa foram submetidos à ANOVA e quando significativa, as médias foram comparadas através do teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Os resultados da avaliação microbiológica foram interpretados usando análise estatística descritiva e distribuição de frequência. As amostras de lingüiça frescal apresentaram variação na composição centesimal ( $P < 0,05$ ), entretanto, atende as especificações da legislação em vigor para proteína, umidade e lipídeos. Não foi detectada a presença de *salmonella* spp. em nenhuma amostra, entretanto, a qualidade microbiológica das lingüiças analisadas estava comprometida, podendo oferecer risco ao consumidor.

**Palavras-chave:** *Embutido suíno, Composição centesimal, Condições higiênicas, Qualidade*

## 1. Introdução

De acordo com a Instrução Normativa nº 4 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), lingüiça “é o produto cárneo industrializado obtido de carnes de animais de açougue, adicionado ou não de tecidos adiposos, ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial e submetido ao processo tecnológico adequado” (BRASIL, 2000).

As lingüiças mistas do tipo frescal caracterizam-se por serem produtos de ótima aceitabilidade comercial e muito populares (MANHOSO, 1998). Entretanto, os embutidos crus, elaborados a partir de carne de suínos, bovinos ou aves, não apresentam padrões de identidade definidos, verificando-se uma grande variação na qualidade final, que envolvem aspectos referentes à apresentação, à composição centesimal e ao valor nutritivo (FERRÃO et al., 1999). De acordo com a legislação brasileira os embutidos não submetidos ao cozimento, como a lingüiça frescal, devem apresentar umidade máxima de 70%, gordura máxima de 30% e proteína mínima em torno de 12% (BRASIL, 2000).

Quanto aos aspectos microbiológicos, a matéria-prima utilizada para a fabricação das lingüiças quando manuseada inadequadamente, pode carrear e/ou favorecer a proliferação de microorganismos patogênicos capazes de modificar as características físicas e microbiológicas levando a deterioração do produto. Dentre estes se destaca a presença de coliformes de origem entérica, que são potencialmente capazes de provocar toxinfecções alimentares em humanos, e cuja presença no alimento significa contaminação direta ou indireta com material fecal. Esta situação torna-se mais grave quando estes subprodutos são armazenados em condições inadequadas de temperatura (PRICE e SCHWEIGERT, 1994). Há relatos de contaminação por *Salmonella* spp. em salame colonial em Chapecó - SC (MAGNANI et al., 2000), em lingüiça tipo frescal comercializada no Rio de Janeiro - RJ (CHAVES et al., 2000), Três Corações e Lavras – MG (MARQUES et al., 2006), indicando que o abate do animal, o processamento da matéria prima, a refrigeração dos produtos e a manipulação nos pontos de venda são realizadas sem levar em consideração as normas para obtenção de um produto de qualidade nutricional e microbiológica.

Resultados de pesquisas realizadas anteriormente apontaram alguns pontos críticos na comercialização de embutidos derivados de carne suína no município de Solânea - PB. Entre os fatores relatados estão às precárias condições físicas e higiênicas das feiras livres; a falta de treinamento dos proprietários dos estabelecimentos, comercialização de produtos fora do prazo de validade, ou ainda, submetidos à temperatura fora das recomendações propostas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (MARTINS et al., 2006). Desta forma, o objetivo deste estudo foi verificar a composição centesimal e a qualidade microbiológica da lingüiça mista frescal comercializada no município de Solânea – PB e comparar com a legislação vigente.

## 2. Metodologia

O estudo foi desenvolvido no período de março a abril de 2007, no município de Solânea – PB, Brasil. A referida cidade está localizada na microrregião do Curimataú Paraibano, tem uma população estimada em 2007 de 37.346 habitantes (IBGE, 2007), sendo situada em uma região de pólo comercial agregando 18 municípios circunvizinhos.

Foram avaliadas amostras de lingüiça mista frescal (carne suína, bovina e de aves) adquiridas em onze estabelecimentos comerciais. As amostras ( $\pm$  200 g) foram

acondicionadas em sacos de amostragens individuais, esterilizados e identificados, de acordo com JORGE (2002). Foram colocadas posteriormente em caixas térmicas com gelo e encaminhadas imediatamente ao Laboratório de Controle de Qualidade de Alimentos do Centro de Ciências Sociais, Humanas e Agrárias/UFPB - Bananeiras – PB para realização das análises. No momento da colheita das amostras foi aferida a temperatura do freezer com termômetro L.C.D digital (Thermometer®) modelo 6030.

As amostras obtidas, em triplicata, foram submetidas à avaliação centesimal, qualitativa e microbiológica, obedecendo às seguintes metodologias:

Os teores de proteína bruta (%) foram determinados pela técnica semi-micro-*Kjeldahl*. Determinou-se o nitrogênio total das amostras e utilizou-se o fator 6,25 para a conversão deste em proteína total, segundo o A.O.A.C. (2000).

A determinação de umidade (%) foi realizada, colocando-se as amostras, após trituração, em estufas de circulação forçada de ar a 100 - 105°C até estabilização do peso (IAL, 1985). Os teores de cinzas (%) foram obtidos a partir do método de calcinação em mufla, segundo as Normas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 1985).

O teor de lipídios foi identificado, após secagem das amostras em estufa, através do método de Soxhlet (LANARA, 1992).

A acidez livre (%) foi determinada através da percentagem de ácidos graxos livres (oléico, láurico e palmítico) conforme a metodologia proposta pela A.O.A.C (2000).

A quantidade de calorías (%) presente na amostra foi obtida a partir dos resultados de proteína bruta, (N x 6,25)<sup>(A)</sup>, extrato etéreo (lipídeos)<sup>(B)</sup> e carboidratos (E), expressos em g/100g através do seguinte cálculo: Valor calórico total (VCT) em Kcal/100g = (E x 4) + (A x 4) + (B x 9), de acordo com a FAE (1985).

A medida de pH foi tomada com medidor de pH digital modelo TEC - 2 em um homogeneizado de 10 gramas da amostra com 100 ml de água destilada. O aparelho foi calibrado para pH 7,0 e 4,0 e temperatura ambiente de 10°C. A cor foi mensurada com calorímetro tipo Minolta Chroma Meter (modelo CR-10) com referência para a luminosidade (L\*; 0= Black, 100= White) e duas cores coordenadas a\*(vermelho) e b\*(amarelo).

A contagem de coliformes totais e fecais (NMP/g), contagem total de bactérias mesófilas (UFC/g) e pesquisa de salmonela (presença ou ausência), foi realizada a partir de alíquotas de 25 g retiradas das amostras estudadas. Pesou-se aproximadamente 10 g da amostra de lingüiça mista frescal adicionou-se 90 ml de solução peptonada, e em seguida homogeneizou-se mecanicamente. Sendo assim uma diluição  $dx 10^{-1}$  e as demais diluições partiram da  $dx 10^{-1}$  recolhendo 1 ml da amostra para outro tubo contendo 9,0 ml de água peptonada, formando uma diluição  $10^{-2}$  em seguida recolheu-se 1,0 ml da diluição  $10^{-2}$  e adicionou-se em tubo contendo 9,0 ml de água peptonada, formando a diluição  $10^{-3}$ .

A partir das diluições sucessivas foram retiradas alíquotas que foram inoculadas em caldo Lauril Sulfato Triptona (LST). Os tubos foram homogeneizados e incubados a 37°C ± 2°C por 24 a 48 horas. Após a esse período, verificou-se se houve crescimento com produção de gás. Tomaram-se todos os tubos com produção de gás e transferiu-se uma alçada de cada cultura para tubos de Caldo Lauril Bile Verde Brilhante (CLBVB). Incubou-se a 35°C por 48 horas e observou-se o crescimento com produção de gás. Anotou-se o número de tubos de CLBVB com gás, confirmativo da presença de coliformes totais e determinou-se o Número Mais Provável (NMP/g) de acordo com metodologia proposta por LANARA (1992).

Para a contagem de coliformes fecais, tomaram-se os tubos de LST com produção de gás e transferiu-se uma alçada de cada cultura para tubos de caldo E. coli (EC). Incubou-se em banho-maria a 45°C por 24 horas e observou-se se houve crescimento com produção de gás. Anotou-se o número de tubos de EC com produção de gás, confirmativo da presença de coliformes fecais e determinou-se o Número Mais Provável (NMP/g), de acordo com LANARA (1992).

Na contagem total de bactérias mesófilas (UFC/g), após ter realizadas as diluições sucessivas foram distribuídas em placas de Petri (em duplicata) das seguintes formas: colocou-se uma alíquota de 1,0 ml de cada diluição correspondente, em seguida adicionou-se o Agar Plate Coult (APC) nas placas a uma temperatura de aproximadamente 45°C. Incubou-se em uma estufa de cultura a 35°C ± 2°C por 24 a 48 horas e observou-se se houve crescimento de colônias. Contaram-se as colônias presentes e determinou-se o total de Unidade Formadora de Colônias (UFC/g) de acordo com LANARA (1992).

Para a pesquisa de salmonelas foram pesadas aproximadamente 25 g da amostra de lingüiça mista frescal e adicionadas em um Erlenmeyer de 250 ml, contendo 225 ml de Caldo Lactose de pré-enriquecimento. Incubaram-se os frascos a uma temperatura de 37°C ± 2°C por 24 horas. Após esse tempo, agitou-se o frasco delicadamente e transferiu-se 1,0 ml para tubos contendo 9,0 ml de Caldo Selenito Cistina (SC) e 9,0 ml de Caldo Tetracionato (TT), enriquecimento seletivo. Incubaram-se os tubos a 42°C ± 2°C em banho-maria por 24 horas. Passado esse período, as amostras foram transferidas para o AGAR RAMBACH, sendo conduzidas a uma estufa de culturas e incubadas a 37°C ± 2°C por mais ou menos 18 a 24 horas, observando-se em seguida a presença ou não de salmonelas (MERK, 2004).

Os dados obtidos para as variáveis relacionadas com a composição centesimal e avaliação qualitativa foram submetidos à ANOVA e quando significativa, as médias foram comparadas através do teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Os resultados da avaliação microbiológica foram interpretados usando análise estatística descritiva e distribuição de frequência. Para análise estatística utilizou-se o pacote estatístico do Statistical Analysis System (SAS INSTITUTE, 1998).

### 3. Resultados e Discussão

Observou-se que 83% das amostras das lingüiças obtidas nos estabelecimentos comerciais estavam devidamente condicionados em temperaturas em torno de 3,5°C (± 1,2) e as demais (17%) encontravam-se fora dos padrões recomendados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001) (Tab. 1). Mesmo não sendo encontrado número elevado de pontos comerciais que apresentaram produtos fora das temperaturas recomendadas, é de fundamental importância à orientação dos comerciantes de alimentos perecíveis para o cumprimento de normas de armazenamento, para que seja garantida a integridade do produto e, conseqüentemente a saúde do consumidor.

**Tabela 1** – Valores referentes à temperatura de armazenamento (TARM) das amostras de lingüiças frescas obtidas nos estabelecimentos comerciais

ESTABELECEMENTOS COMERCIAIS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>TARM (°C)</b>	3,5	5,0	-2,0	4,2	-3,0	30,7	-6,0	4,2	30,3	6,5	4,5

Os valores médios encontrados para proteína bruta (%), lipídios (%), umidade (%), cinzas (%), calorias (Kcal) e acidez livre (%) de ácidos graxos oléico, láurico e palmítico das amostras de lingüiça mista frescal analisada são apresentados na Tabela 2.



**Tabela 2** - Composição centesimal aproximada (g/100g) da lingüiça mista frescal comercializada em estabelecimentos comerciais da cidade de Solânea – PB

AMOSTRAS	VARIÁVEIS				
	Proteína (%)	Lipídeos (%)	Umidade (%)	Cinzas (%)	Calorias (Kcal)
1	16,1 <sup>bc</sup>	20,39 <sup>b</sup>	54,82 <sup>d</sup>	3,70 <sup>a</sup>	251,98 <sup>cb</sup>
2	14,7 <sup>dc</sup>	16,32 <sup>c</sup>	59,05 <sup>bcd</sup>	3,17 <sup>c</sup>	233,88 <sup>ed</sup>
3	12,5 <sup>e</sup>	17,17 <sup>c</sup>	61,76 <sup>ba</sup>	3,31 <sup>bc</sup>	223,21 <sup>efg</sup>
4	14,0 <sup>de</sup>	16,61 <sup>c</sup>	59,24 <sup>bc</sup>	3,65 <sup>ba</sup>	223,85 <sup>efg</sup>
5	17,5 <sup>ba</sup>	24,08 <sup>a</sup>	50,10 <sup>e</sup>	3,74 <sup>a</sup>	288,13 <sup>a</sup>
6	18,5 <sup>a</sup>	21,19 <sup>b</sup>	59,83 <sup>bc</sup>	3,12 <sup>dc</sup>	262,94 <sup>b</sup>
7	14,1 <sup>de</sup>	21,14 <sup>b</sup>	64,60 <sup>a</sup>	2,80 <sup>d</sup>	246,53 <sup>cd</sup>
8	14,7 <sup>dc</sup>	17,28 <sup>c</sup>	56,96 <sup>cd</sup>	3,01 <sup>dc</sup>	214,42 <sup>fg</sup>
9	17,2 <sup>ba</sup>	17,81 <sup>c</sup>	59,22 <sup>bc</sup>	1,88 <sup>e</sup>	227,33 <sup>ef</sup>
10	13,3 <sup>de</sup>	17,01 <sup>c</sup>	59,81 <sup>bc</sup>	3,06 <sup>dc</sup>	208,22 <sup>g</sup>
11	14,6 <sup>dce</sup>	11,42 <sup>d</sup>	59,89 <sup>bc</sup>	3,61 <sup>ba</sup>	160,22 <sup>h</sup>
CV (%)	4,92	2,54	3,72	3,85	2,34

(a, b, c, d,...)-Médias com letras iguais, na coluna, não diferem significativamente através do teste de Tukey (P<0,05).

CV= coeficiente de variação

Para a proteína, verificou-se efeito significativo (P<0,05) entre as amostras com variação entre 12,5% (amostra 3) a 18,5% (amostra 6) (Tab. 2). Entretanto, a lingüiça analisada estava de acordo com a legislação que determina o teor mínimo de 12% para proteína (BRASIL, 2000). Um dos fatores que influencia o maior ou menor teor de proteína na lingüiça é a composição e o tipo do músculo usado e a relação deste com os outros ingredientes adicionados nas formulações.

Os valores obtidos para a fração lipídica foram diferentes (P<0,05) entre as amostras (Tab. 2). Os teores variaram entre 11,42% (amostra 11) e 24,08% (amostra 5), com valores similares para as amostras 2, 3, 4, 8, 9 e 10 ou 1, 6 e 7. Um fator importante que implica no alto teor de lipídeos neste tipo de alimento é a proporção de toucinho presente na lingüiça, especialmente as caseiras.

Para a umidade, verificou-se que o valor médio obtido para a amostra 5 foi estatisticamente diferente (P<0,05) das demais amostras, apresentando a menor média (50,1%). A amostra do estabelecimento 7 também diferiu (P<0,05) das demais, exceto a amostra 3, sendo observada a maior média (64,6%). Na análise das cinzas nota-se que os pontos de coleta influenciaram no resultado, no qual a amostra do estabelecimento 9 diferiu significativamente (P<0,05) das demais, apresentando a menor média (1,88%). Constatou-se que 66,7% das amostras apresentaram médias acima do especificado pelo NEPA (2006) que é de 3,2%.

Apesar das diferenças observadas entre as amostras analisadas, os teores médios de proteína bruta, lipídeos e umidade obtidos, atendem as especificações da Instrução Normativa Nº 4, de 31 de março de 2001, do MAPA (BRASIL, 2001), que regulamenta a identidade e a qualidade de lingüiça, que determina valores mínimos de 12% para proteína e máximos de 30% para lipídeos e 70% para umidade. De acordo com NEPA (2006), em estudo realizado com lingüiça frescal suína obtiveram teores médios para as variáveis analisadas: 62,5% para umidade, 16,1% para proteína, 17,6% para lipídeos. Após analisar os parâmetros físico-químicos em lingüiça do tipo frescal de pernil suíno, SILVA (2002) encontraram variações: 64,38% a 72,1% em 60g para a umidade; de 11,48% a 19,06% para fração protéica; de 11,62% a 20,03% para a fração de gordura. Os autores verificaram que em 10,7% das

amostras analisadas os teores de proteína e umidade estavam em desacordo com os padrões legais.

Analisando o teor de caloria, verificou-se que amostra do estabelecimento 11 apresentou um valor significativamente maior ( $P < 0,05$ ) entre as amostras analisadas (288,13 Kcal), com a amostra 5 apresentando a menor média (160,2 Kcal). Segundo BRAGAGNOLO (2001), em geral, a gordura da carne contém os ácidos graxos livres láurico (C12:0) e palmítico (C16:0) que são considerados saturados e hipercolesterolêmicos aumentando as possibilidades de ataque cardíaco, e por outro lado, contém o ácido oléico (C18:1) que é uma gordura poliinsaturada e desejável em dietas. Por sua vez, a oxidação lipídica, é um dos mecanismos primários da deteriorização dos alimentos, sendo influenciada pelos níveis de antioxidantes, conteúdo de gordura, perfil de ácidos graxos, tipo de processamento e condições de estocagem do produto.

Comparando-se os valores obtidos para ácidos graxos oléico, láurico e palmítico, observa-se uma variação ( $P < 0,05$ ) entre as amostras pesquisadas, entretanto, as lingüiças mista frescas analisadas apresentaram maiores teores de ácidos graxos desejáveis (Tab. 3).

**Tabela 3** - Valores médios obtidos para acidez livre (%) da lingüiça mista frescal comercializada em Solânea – PB

AMOSTRAS	ACIDEZ LIVRE		
	Oléico (%)	Láurico (%)	Palmítico (%)
1	1,03 <sup>f</sup>	0,73 <sup>f</sup>	0,94 <sup>f</sup>
2	1,13 <sup>f</sup>	0,79 <sup>f</sup>	1,02 <sup>f</sup>
3	1,46 <sup>e</sup>	1,03 <sup>e</sup>	1,33 <sup>e</sup>
4	1,05 <sup>f</sup>	0,75 <sup>f</sup>	0,96 <sup>f</sup>
5	2,54 <sup>a</sup>	1,74 <sup>a</sup>	2,23 <sup>a</sup>
6	0,56 <sup>h</sup>	0,39 <sup>h</sup>	0,51 <sup>h</sup>
7	0,79 <sup>g</sup>	0,56 <sup>g</sup>	0,71 <sup>g</sup>
8	2,20 <sup>b</sup>	1,56 <sup>b</sup>	2,00 <sup>b</sup>
9	1,67 <sup>d</sup>	1,18 <sup>d</sup>	1,52 <sup>d</sup>
10	2,00 <sup>c</sup>	1,41 <sup>c</sup>	1,81 <sup>c</sup>
11	2,21 <sup>b</sup>	1,57 <sup>b</sup>	2,01 <sup>b</sup>
CV (%)	3,52	3,42	1,86

(a, b, c, d...) Médias com letras iguais, na coluna, não diferem significativamente através do teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

CV= coeficiente de variação

Observou-se que o pH todas as amostras foram estatisticamente ( $P < 0,05$ ) diferentes (Tab. 4), com valores variando entre 5,23 (mínimo) a 6,78 (máximo). Apesar de não ser encontrado valor padrão de pH para lingüiças frescas, é necessário destacar que a maioria dos microorganismos desenvolve-se melhor em pH próximos a 7,0, principalmente as bactérias.

**Tabela 4** – Valores médios obtidos para pH e cor da lingüiça mista frescal comercializada em Solânea – PB

AMOSTRAS	VARIÁVEIS			
	pH	Cor		
		L*	a*	b*
1	6,5 <sup>d</sup>	37,5 <sup>ecd</sup>	11,5 <sup>ef</sup>	24,6 <sup>bcd</sup>
2	6,4 <sup>c</sup>	38,9 <sup>bc</sup>	9,8 <sup>g</sup>	21,2 <sup>f</sup>
3	6,8 <sup>a</sup>	37,4 <sup>ecd</sup>	20,6 <sup>a</sup>	26,2 <sup>ba</sup>
4	6,6 <sup>c</sup>	34,2 <sup>f</sup>	15,3 <sup>c</sup>	24,1 <sup>ecd</sup>
5	5,2 <sup>j</sup>	35,8 <sup>ef</sup>	10,5 <sup>gf</sup>	22,7 <sup>ef</sup>
6	6,1 <sup>g</sup>	30,1 <sup>g</sup>	17,3 <sup>b</sup>	22,6 <sup>ef</sup>
7	6,4 <sup>e</sup>	37,9 <sup>ecd</sup>	14,8 <sup>c</sup>	21,2 <sup>f</sup>
8	5,7 <sup>h</sup>	40,6 <sup>ba</sup>	12,6 <sup>ed</sup>	25,3 <sup>bc</sup>
9	5,5 <sup>i</sup>	43,1 <sup>a</sup>	7,3 <sup>h</sup>	25,2 <sup>bc</sup>
10	6,2 <sup>f</sup>	38,4 <sup>bcd</sup>	13,1 <sup>d</sup>	23,4 <sup>ed</sup>
11	6,7 <sup>b</sup>	35,8 <sup>efd</sup>	21,8 <sup>a</sup>	27,0 <sup>a</sup>
CV (%)	0,19	2,42	3,58	2,28

L\* luminosidade, a\* intensidade de cor vermelha-verde, b\* intensidade de cor amarela-azul (a, b, c, d...). Médias com letras iguais, na coluna, não diferem significativamente através do teste de Tukey (P<0,05).

CV= coeficiente de variação

Os resultados da avaliação da cor (Tab. 4) mostraram variação (P<0,05) para os valores de luminosidade (L\*) e os teores de vermelho (a\*) e amarelo (b\*). A amostra 6 apresentou coloração mais escura (L\*30,1), que as demais amostras analisadas, sendo verificada cor mais clara nas amostras 8 (L\*40,6) e 9 (L\*43,1). Com relação à coordenada b\* (variação de amarelo ao azul) as amostras obtiveram valores distintos (P<0,05), sendo que as amostras 3 (26,2) e 11 (27,0) apresentaram-se mais amarelada em relação as demais amostras (Tab. 4). A cor do produto cárneo, como a lingüiça, pode estar relacionada a “cura”, a adição de corantes, ou ainda, a um processamento incorreto. A cura é o resultado da adição dos chamados sais de cura, ou seja, cloreto de sódio misturado com nitrato e nitrito. Estes sais reagem com os componentes da carne ocasionando coloração, sabor e aroma característicos (GIL e DOMINGUEZ, 1992). As variações obtidas neste estudo refletem a diversidade de critérios tecnológicos utilizados na fabricação das lingüiças mistas frescas, havendo a necessidade de padronização das técnicas empregadas para elaboração deste embutido, como também a forma de armazenamento do produto.

Para coliformes totais, pode-se observar que as amostras das lingüiças 3, 6 e 9 apresentaram valores superiores a  $2,4 \times 10^3$  NMP/g (Tab. 5), o que pode indicar falta de higiene durante o processo de manipulação e/ou acondicionamento.

A resolução da ANVISA (2001) não determinou valores para contagem de coliformes totais em lingüiças, mas baseado no padrão de  $10 \leq 10^3$  determinado pela ABIA (s/d), verifica-se que as amostras 3, 6 e 9, apresentam condições insatisfatórias para consumo humano. Os resultados encontrados podem ser confrontados aos obtidos por CHAVES et al. (2000) que verificaram que 33% das amostras de lingüiça frescal comercializadas no município do Rio de Janeiro apresentaram valores de coliformes totais até dez vezes superiores aos padrões estabelecidos na legislação vigente.

**Tabela 5** - Avaliação microbiológica da lingüiça mista frescal comercializada em estabelecimentos comerciais da Cidade de Solânea – PB

AMOSTRAS	VARIÁVEIS				
	Coliformes totais (NMP/g)	Coliformes fecais (NMP/g)	Contagem total (UFC/g)	Pesquisa de <i>Salmonella sp.</i>	
1	$7,5 \times 10^1$	<3	$2,8 \times 10^5$	Ausência	em 25g
2	$2,4 \times 10^2$	$4 \times 10^0$	$1,5 \times 10^4$	Ausência	em 25g
3	$>2,4 \times 10^3$	$4,6 \times 10^2$	$3,0 \times 10^5$	Ausência	em 25g
4	$4,3 \times 10^1$	<3	$2,3 \times 10^5$	Ausência	em 25g
5	$4,6 \times 10^2$	$7,5 \times 10^1$	$3,0 \times 10^5$	Ausência	em 25g
6	$>2,4 \times 10^3$	$1,1 \times 10^3$	$3,0 \times 10^5$	Ausência	em 25g
7	$2,4 \times 10^2$	$4,3 \times 10^1$	$2,7 \times 10^5$	Ausência	em 25g
8	$2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	$2,2 \times 10^5$	Ausência	em 25g
9	$>2,4 \times 10^3$	$>2,4 \times 10^3$	$3,0 \times 10^5$	Ausência	em 25g
10	$1,1 \times 10^3$	$7 \times 10^0$	$2,6 \times 10^5$	Ausência	em 25g

Levando-se em consideração a enumeração de coliformes fecais (Tab. 5) verificou-se, que todas as amostras (100%) apresentaram-se de acordo com os parâmetros máximos permitidos pela legislação vigente (RDC N° 12/01), cujo padrão estabelecido é  $5 \times 10^3$  NMP/g. De acordo com a ABIA (s/d), para um produto ser aceito para o consumo humano o limite de coliformes fecais deve ser de até  $1 \times 10^2$  NMP/g, e valores entre  $1 \times 10^2$  a  $5 \times 10^2$  NMP/g sinalizam que as condições higiênicas do produto são consideradas insatisfatórias. Neste sentido, SALVATORI et al. (2003) observaram que 7,14% das amostras de lingüiça frescal comercializados no mercado público de Porto Alegre –RS, apresentaram contagens superiores ao padrão estabelecido.

Para a contagem padrão em placas (UFC/g) verificou-se, que todas as amostras apresentaram valores acima de  $10^5$  UFC/g (Tab. 5). De acordo com os padrões legais vigentes estes valores estão acima dos limites estabelecidos, portanto, o produto analisado é considerado inaceitável para o consumo “direto”. Pesquisando o mesmo tipo de alimento GARCIA et al. (2000) e BROMBERG et al. (2000) encontraram condições higiênico-sanitárias insatisfatórias em 6% e 22,7%, das amostras, respectivamente. Quantificando a presença de *Escherichia coli* em toda a linha de processamento de lingüiça mista, em indústria da cidade de Araraquara (SP). MOREIRA et al. (2001) encontraram este microrganismo em todos os pontos amostrados, que incluíam a matéria-prima (carne bovina e suína), superfícies de equipamentos e utensílios, mãos de manipuladores, condimentos e produto final.

Verificou-se a ausência de *Salmonella spp.* em 100% das amostras (Tabela 1), as quais estavam, portanto, de acordo com os padrões da legislação vigente (Resolução RDC n°12/01).

Analisando lingüiças mistas tipo frescal, SABIONE et al. (1999), verificaram a ocorrência de *Salmonella* spp. em 17,9% das amostras obtidas em Ouro Preto (MG). Porém, em Lavras (MG) não foram isoladas *Salmonella* spp. em nenhuma das 20 amostras de lingüiças analisadas por MARQUES et al. (2006).

O fato de se encontrar número menor de amostras com valores acima dos padrões em vigor, em relação aos trabalhos citados, pode estar relacionado à mudança na legislação da ANVISA, ocorrida em janeiro de 2001. Os parâmetros estabelecidos pelas duas legislações (RDC N° 12/01 e a Portaria N° 451/97) evidenciam maior tolerância para coliformes a 45°C (coliformes fecais) em alimentos enquadrados como “produtos cárneos crus, refrigerados ou congelados”, como as lingüiças do tipo frescal.

#### 4. Conclusões

A lingüiça mista frescal comercializada no município de Solânea – PB, apresenta variação em sua composição centesimal, entretanto, atende as especificações da legislação em vigor para a variável proteína bruta, umidade e lipídeos. Porém, observa-se a falta de parâmetros legais para as determinações de pH, cinzas e colorias.

As lingüiças apresentaram qualidade microbiológica comprometida, podendo oferecer risco ao consumidor, em consequência das más condições higiênico-sanitárias e/ou da falta de acondicionamento adequado. Desta forma, verifica-se que há necessidade de investir na melhoria das condições higiênicas dos locais de venda, para garantir ao consumidor a qualidade nutricional e microbiológica do produto.

#### 5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e ao Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias /UFPB, pelo auxílio financeiro que possibilitou a realização deste trabalho.

#### 6. Referências

- ABIA - Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação. **Compêndio da legislação de alimentos** – vol. 1 e vol. 1A. Atos do Ministério da Saúde (sem data)
- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial do Brasil**, Brasil, n. 7-E, p. 46-53, 10 jan. 2001.
- AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17th ed., Gaithersburg, Maryland, 2000.
- BRAGAGNOLO, N. Aspectos comparativos entre carnes segundo a composição de ácidos graxos e teor de colesterol. In CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUINA, 2., 2001, Concórdia. **Anais...** Concórdia: SNPSA, 2003. 393-402p.

- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) – Instrução Normativa nº 4. Anexo III - Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Lingüiça. **Diário Oficial do Brasil**, Brasília, 05 de abril de 2000.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, n. 7-E, 10 jan. 2001.
- BROMBERG, R.; YAMADA, E. A.; MIYAGUSKU, L. Estudos da qualidade microbiológica de carnes e produtos cárneos crus resfriados. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 17, Fortaleza, 2000. Resumos... Fortaleza: SBCTA, Universidade Federal do Ceará. 2000. v.1, p.122.
- CHAVES, G. M. C. et al. Avaliação bacteriológica de lingüiça frescal suína comercializada no município do Rio de Janeiro, RJ. Revista Higiene Alimentar. São Paulo, v. 14, n. 13, p. 48-52, jun., 2000.
- FAE – Faculdades Associadas de Ensino. Reunião do grupo Consultor da FAE em São Luis – MA, realizada no período de 09 a 13 de dezembro de 1985.
- FERRÃO, S. P. B.; SANTOS, W. L. M.; VERSIANI, C. V. Determinação de nitritos em lingüiças frescas comercializadas em Belo Horizonte – MG. Revista Higiene Alimentar. São Paulo, v. 13, n. 61, abril/maio, p. 1999.
- GARCIA, S. et al. Avaliação da segurança microbiológica de lingüiças tipo frescal coletadas no município de Londrina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., Fortaleza, 2000. Resumos... Fortaleza: SBCTA, Universidade Federal do Ceará. 2000. v.1, p.112.
- GIL, A. Y; DOMINGUEZ, F. Y. Preparacion, fabricacion y defectos de los embutidos curados. Madrid, Ediciones Ayala, 1992. 194p.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 3 ed. São Paulo, 1985, v.1, 533p.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades@. Produção pecuária Municipal, 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadessat/default.php>>. Acessado em 24/01/2008.
- JORGE, S. D. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.
- LANARA, Ministério da Agricultura, Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório de Referência Animal, Departamento Nacional de Defesa Animal, Coordenação geral de Laboratório Animal. Métodos de Análise Microbiológica para Alimentos, 136p., 1992.
- MAGNANI, A. L. et al. Incidência de *Salmonella* e *Escherichia coli* em carne suína in natura e salame colonial, consumidos pela população de Chapecó, SC. Revista Higiene Alimentar, São Paulo, n. 14, p. 44-47, 2000.
- MANHOSO, F. F. R. Aspectos microbiológicos e histológicos das lingüiças tipo frescal comercializadas no município de Marília, SP. Revista Higiene Alimentar. São Paulo, v. 12, n. 57, p. 62-64, 1998.
- MARQUES, S. C. et al. Avaliação higiênico-sanitária de lingüiças tipo frescal comercializadas nos municípios de Três Corações e Lavras – MG. Ciência e Agrotecnologia, v. 30, n. 6, p. 1120-1123- 2006.
- MARTINS, T. D. D. et al. Mercado consumidor de embutidos derivados dos suínos em Solânea – PB. In: IV Congresso Nordestino de Produção Animal, Petrolina – PE. Anais... SNPA, 2006, SIP 9 [P], p.1185-1187. CDROM.
- MERCK, 2004. Alain rambach, “New Plate Médium for Facilitated Differentation of Salmonella spp. From Proteus spp. And Other Enteric Bacteria”. Applied and Environmental Microbiology (Jan, 1999, 56, 300-3003).

- MOREIRA, F. C. et al. Qualidade microbiológica na linha de processamento de lingüiça mista. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, 21, Foz do Iguaçu, 2001. Resumos... Foz do Iguaçu: Armazém das Letras, 2001. p. 369.
- NEPA-UNICAMP. Tabela brasileira de composição de alimentos - T113 Versão II. - 2. ed. - Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, 2006, 113p.
- PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. Ciência de la carne y de los productos cárnicos. Zaragoza, España: Acribia, 1994, 581p.
- SABIONI, J. G. et al. Avaliação microbiológica de lingüiça frescal comercializada na cidade de Ouro Preto, MG. Revista Higiene Alimentar. São Paulo, v. 12, n. 61, p. 110-112, 1999.
- SALVATORI, R. U.; BESSA, M. C.; CARDOSO, M. R. I. Qualidade sanitária de embutidos coletados no mercado público central de Porto Alegre - RS. Qualidade sanitária de embutidos coletados. Ciência Rural, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 771-773, jul-ago, 2003.
- SAS INSTITUTE. User's guide: statistics. Versão 6.12. Cary, USA: North Carolina State University, 1998. CD-ROM.
- SILVA, M. C. Avaliação da qualidade microbiológica de alimentos com a utilização de metodologias convencionais e com sistema simplate. Piracicaba-SP: ESALQ-USP, 2003. 75p. Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade de São Paulo, 2002.
- SILVA, W. P. et al. Qualidade microbiológica de lingüiças mistas do tipo frescal produzidas na cidade de Pelotas, RS. Boletim Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, Curitiba, v. 20, n. 2, p. 257-266, jul./dez. 2002.

**ENGENHARIAS**

---



**“Estudo experimental das notações em engenharia e sua aplicação na simulação computacional de sistemas mecânicos”  
(PROJETO: “Concepção ergonômica de uma notação explícita de engenharia”)**

**Prof. Francisco Soares Másculo, PhD - Orientador**

Universidade Federal da Paraíba  
Departamento de Engenharia de Produção  
[masculo@ct.ufpb.br](mailto:masculo@ct.ufpb.br)

**Bolsista - Renato de Albuquerque Maia**

Universidade Federal da Paraíba. Rua Comerciante Marcos Afonso de Souza Crispim, 142. Bessa. CEP: 58036-398. João Pessoa – PB.  
[renatoamaia@hotmail.com](mailto:renatoamaia@hotmail.com)

**Resumo:** *Este trabalho de iniciação científica abrange desde a conclusão do projeto notação, iniciado no ano de 2005, até a discussão metodológica da utilização do sistema informacional desenvolvido como apoio na simulação de sistemas mecânicos. Para alcançarmos esse objetivo, foi necessário desenvolver e realizar testes com alunos, professores e pesquisadores da área para validar ou não o sistema informacional em desenvolvimento, modelar e simular sistemas mecânicos utilizando a mesma notação. Essa simulação se deu a partir de dois softwares conhecidos, Adams e Matlab, cuja modelagem é de natureza completamente distinta. Os resultados das simulações são validados a partir da comparação dos resultados obtidos nos dois softwares. Por fim, obtivemos uma notação explícita que facilita bastante o aprendizado e a manipulação de problemas complexos bem como na modelagem de sistemas mecânicos para simulação computacional.*

**Palavras-chave:** *notações de engenharia, simulação computacional, sistemas mecânicos.*

## **01. Introdução**

O tópico principal deste relatório semestral, o DESENVOLVIMENTO, abrange desde a complementação da revisão bibliográfica de notações em engenharia até a participação e apresentação de resultados da pesquisa em encontro de iniciação científica, sendo essa atividade referente ao PIVIC 2005/2006. O desenvolvimento pode ser sumarizado da seguinte maneira:

**1.1. Notações em engenharia:** aqui discutimos o que é uma notação, qual é a sua funcionalidade, quais os problemas existentes nas notações em engenharia e quais as dificuldades que uma notação de engenharia pode fornecer aos seus usuários;

**1.2. Atualização do referencial teórico e metodológico nas áreas de ergonomia informacional e design da informação:** neste tópico, discutimos vários conceitos da ergonomia informacional e do design da informação e de que modo podemos aplicá-los ao desenvolvimento da notação em questão;

**1.3. Capacitação nos Softwares de simulação de sistemas mecânicos:** discutimos como ocorreu essa capacitação, qual a sua necessidade e fazemos um breve resumo acerca dos principais aspectos dos softwares;

**1.4. Geração de testes para a avaliação da notação em desenvolvimento:** neste item, discutimos o processo de geração do teste bem como os seus objetivos;

**1.5. Realização do teste com alunos e professores da engenharia:** neste tópico, tratamos da avaliação da notação em desenvolvimento a partir da análise dos testes aplicados com professores e alunos;

**1.6. Conclusão do projeto notação:** finalizamos o projeto notação iniciado por mim durante o PIVIC 2005/2006 sob o projeto intitulado *Desenvolvimento de uma notação de engenharia baseado em princípios da ergonomia informacional e do design da informação*;

**1.7. Apresentação dos resultados da pesquisa em encontros de iniciação científica:** participamos do XIV Encontro de Iniciação Científica da UFPB como a última atividade referente ao PIVIC 2005/2006;

**1.8. Utilização do novo sistema informacional como apoio na modelagem de sistemas mecânicos:** neste tópico simulamos dois sistemas mecânicos, com o auxílio da notação desenvolvida, em dois softwares diferentes para comparar os resultados obtidos;

**1.9. Discussão da utilidade metodológica da nova notação como apoio na simulação computacional de sistemas mecânicos:** neste item discutimos as vantagens da utilização do sistema informacional desenvolvido na modelagem de simulações computacionais de sistemas mecânicos.

## 02. Metodologia

Em um primeiro momento, revisamos o referencial teórico e metodológico nas áreas de ergonomia informacional e do design da informação bem como o material referente a notações em engenharia. Em seguida, estudamos o material referente aos softwares de simulação de sistemas mecânicos com intuito de nos capacitarmos.

Paralelamente à capacitação, pois se trata de um processo lento, elaboramos testes para validar o sistema informacional em desenvolvimento. O teste foi concebido com o intuito de avaliar as características principais de uma notação em engenharia: *grupos, pertinência, hierarquia e ordem de leitura*. Aplicamos os testes com alunos e professores da área. Com os testes aplicados, tiramos conclusões sobre a notação em desenvolvimento e concluímos o projeto notação, iniciada por mim no PIVIC 2005/2006.

Dando continuidade ao cronograma de atividades, utilizamos o novo sistema informacional como apoio na modelagem de sistemas mecânicos para posterior simulação computacional. Como a etapa mais crítica de uma simulação é a validação do modelo, simulamos os sistemas mecânicos em dois softwares completamente distintos (*Matlab* e *Adams*) e confrontamos os resultados obtidos em ambos.

Para finalizar o projeto, iniciamos uma discussão da utilidade metodológica da nova notação como apoio na modelagem de sistemas mecânicos baseados nos benefícios ocasionados pela sua utilização.

### 03. Resultados

#### 3.1 Capacitação nos Softwares de simulação de sistemas mecânicos

Resultado esperado: capacitação nas ferramentas computacionais citadas no projeto (*Matlab, Adams e Simulink*).

Resultado obtido: após extenso estudo de manuais, apostilas didáticas e exercícios práticos obtivemos uma capacitação satisfatória nos softwares supracitados, de nível intermediário a avançado.

#### 3.2 Geração de testes para a avaliação da notação em desenvolvimento

Resultado esperado: desenvolvimento de teste simples e eficaz para análise da notação em desenvolvimento.

Resultado obtido: desenvolvemos um teste de rápida resolução, enfocando os requisitos principais de uma notação: *grupos, hierarquia, pertinência e ordem de leitura*. O teste segue abaixo:

**Participante [Iniciais]:** \_\_\_\_\_ **Idade:** \_\_\_\_\_ **Sexo:** [ JM ] [ JF ]

A ergonomia cognitiva é de suma importância no desenvolvimento da notação de engenharia desejada por esse projeto. Esta se refere aos processos mentais, tais como percepção, memória, raciocínio e resposta motora conforme afetam as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema.

O teste do qual você está participando, refere-se a uma notação de engenharia, ou seja, uma forma de representação de conceitos físico-matemáticos (ex.: velocidade, posição, aceleração). Os dois exemplos apresentados abaixo foram retirados de fórmulas, cuja facilidade de leitura e compreensão é fundamental.

É importante ressaltar que não é necessário para realizar o teste informações sobre o significado dos caracteres, responda as questões baseado apenas nas características visuais da notação apresentada. Para cada um dos exemplos, pede-se:

1. Identifique e circule os elementos que formam grupos e subgrupos em sua opinião. Se desejar, justifique abaixo suas respostas.
2. Desenhe setas orientadas para indicar pertinência (quem se relaciona a quem) entre os elementos apresentados. Se desejar, justifique abaixo suas respostas.
3. Identifique os níveis de hierarquia usando as primeiras letras do alfabeto (por exemplo, A, B, C, D, E...). Se desejar, justifique abaixo suas respostas.
4. Numere os elementos apresentados de forma a indicar sua ordem de leitura. Se desejar, justifique abaixo suas respostas.

$$\left[ \begin{array}{c} \bullet \\ \tilde{\alpha}_{i ab}^{d_{13}} \end{array} \right] \quad \alpha_{i ab}^{\vec{d}}$$

### 3.3 Realização do teste com alunos e professores da engenharia

Resultado esperado: validação do sistema informacional em desenvolvimento.

Resultado obtido: realizamos no total vinte e um testes com alunos e professores de engenharia. Apesar de poucos, os testes são significativos, pois as características testadas da notação de engenharia em desenvolvimento foram confirmadas de forma satisfatória através das respostas obtidas apenas pela cognição. Para o uso efetivo da notação iremos explicá-la de forma minuciosa.

### 3.4 Conclusão do projeto notação

Resultado esperado: uma nova notação didático-ergonômica para a área de cinemática e dinâmica de pontos materiais e de corpos rígidos.

Resultado obtido: a notação proposta apresenta a estrutura notacional apresentada na figura (1) abaixo:

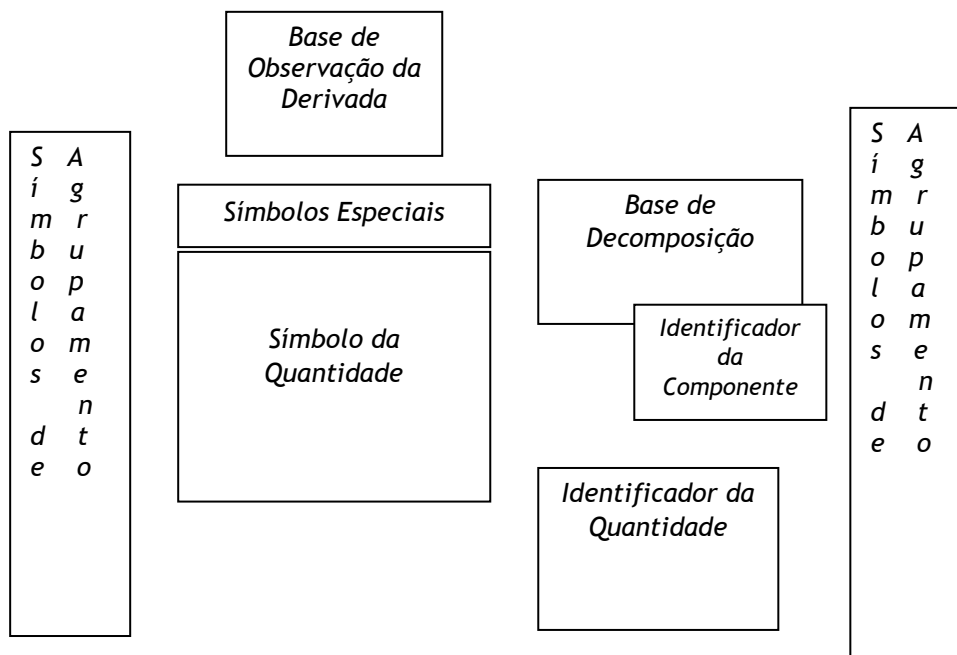


Figura 1. Estrutura da notação desenvolvida.

Algumas das principais características da notação proposta, como hierarquia, pertinência, separação dos grupos e dos elementos dentro dos grupos e sentido de leitura ocidental foram validadas no teste desenvolvido e realizado. É importante lembrar novamente, que o teste foi aplicado a pessoas que tinham total desconhecimento ao sistema informacional proposto, apenas foram medidos os aspectos cognitivos da notação.

### 3.5 Apresentação dos resultados da pesquisa em encontros de iniciação científica

Resultados esperados: apresentação de trabalho no XIV Encontro de iniciação científica da UFPB relativo ao projeto PIVIC 2005/2006 intitulado: “Desenvolvimento de uma notação de engenharia baseado em princípios da ergonomia informacional e do design da informação”.

Resultado obtido: conforme previsto no contrato assinado do PIVIC 2005/2006, a última atividade era a participação no XIV Encontro de Iniciação Científica da UFPB, nos dias 23 e 24 de novembro do ano passado. Neste encontro, apresentamos em forma de painel o trabalho “Avaliação de Notações em Engenharia: uma abordagem ergonômica”.

### 3.6 Utilização do novo sistema informacional como apoio na modelagem de sistemas mecânicos

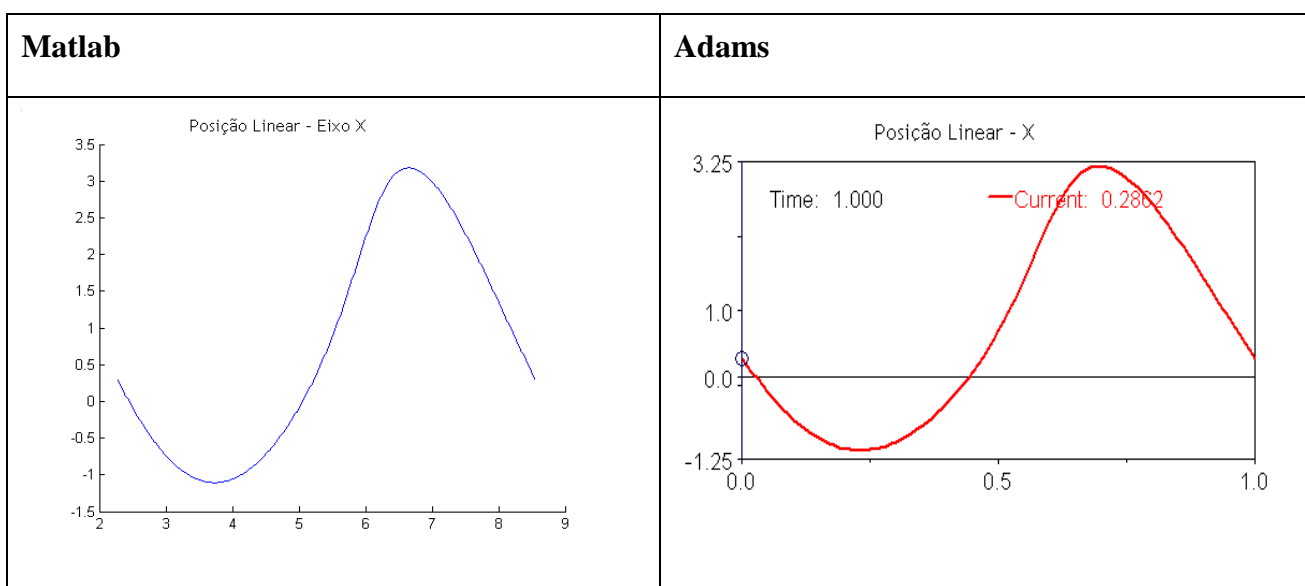
Resultado esperado: modelagem clara e flexível, realizada com a notação desenvolvida para a simulação computacional de sistemas mecânicos.

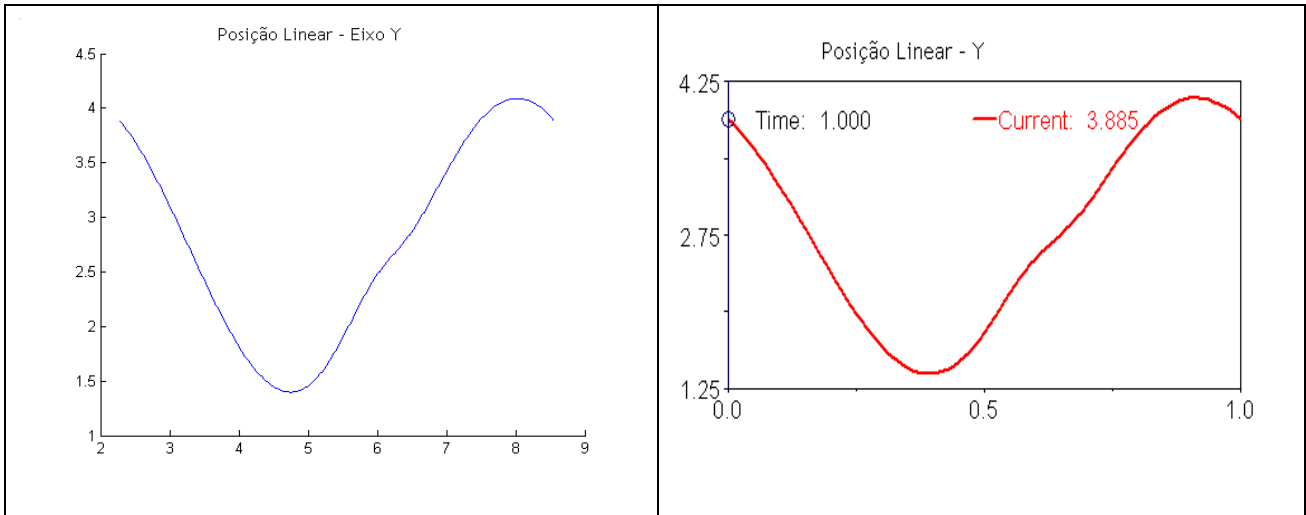
Resultado obtido: modelamos mecanismos com o auxílio do sistema informacional em questão. Em seguida, simulamos os sistemas mecânicos no *Matlab* e no *Adams* comparando os resultados obtidos em ambos os casos. Realizamos a simulação de dois sistemas mecânicos: mecanismo quatro-barras e mecanismo “rabo de helicóptero”.

#### 3.6.1 Mecanismo quatro-barras

A comparação das simulações realizadas nos softwares distintos segue na tab. 1:

Tabela 1. Comparação dos resultados do mecanismo quatro-barras simulado no *Matlab* e no *Adams*.





### 3.6.2 Mecanismo “Rabo de Helicóptero”

A comparação das simulações realizadas nos softwares distintos segue na tab. 2:

Tabela 2. Comparação dos resultados do mecanismo “rabo de helicóptero” simulado no Matlab e no Adams.

Matlab	Adams

## 4. Discussão

### 4.1 Notações em Engenharia

Uma notação de engenharia é um meio simbólico pelo qual informação técnica pode ser expressa e trabalhada. Em outras palavras, uma notação é a linguagem através da qual, quantidades, por exemplo, físicas e matemáticas, podem ser representadas e relacionadas. Sem esse meio simbólico especial, ou seja, apenas com o recurso da palavra escrita (que não deixa de ser um meio simbólico), o desenvolvimento das respectivas expressões matemáticas seria inviável.

Notações variam em simplicidade e clareza. À priori, toda notação deveria ser simples e clara. Acontece que simplicidade em excesso pode resultar em falta de clareza e vice-versa. Entende-se aqui por notação simples aquela que faz uso de poucos símbolos para a representação de certa quantidade, demandando, portanto, longas definições e explicações para cada nova quantidade apresentada. Em contrapartida, uma notação clara é aquela que, com poucas palavras ou mesmo nenhuma explicação, expressa inequivocamente a quantidade desejada, demandando, portanto, um maior número de símbolos para cada nova quantidade apresentada.

Podemos inferir que o caráter explícito/implícito de uma notação deva ser ponderado em concordância não só com o conteúdo informacional do sistema em questão, mas também com o seu público alvo. Há dois casos que achamos que a notação explícita tem um papel fundamental: (a) usuários iniciantes, como graduandos em engenharia, uma notação explícita reforça todos os conceitos ainda em fase de aprendizagem e (b) usuários experientes em situações de alta complexidade na qual vários agentes interagem concomitantemente.

A notação em desenvolvimento trata de uma notação explícita de engenharia, especificadamente, uma notação voltada ao estudo da cinemática e dinâmica de pontos materiais e de corpos rígidos, o qual envolve quantidades intrinsecamente elaboradas. Advoga-se aqui que uma notação com vários símbolos bem diagramados pode, no caso, transmitir melhor os respectivos conceitos que uma notação com símbolos simples e, ainda assim, permitir um bom fluxo de leitura.

Baseado nos critérios de avaliação de notações em engenharia desenvolvidos por Pece (2002), desenvolvemos um trabalho intitulado “*Avaliação de Notações de Engenharia: uma abordagem ergonômica*” com o objetivo de avaliar de forma minuciosa notações explícitas utilizadas em livros didáticos e artigos científicos. Concluímos que praticamente todas as notações avaliadas apresentaram problemas em todos os itens de avaliação.

A relevância desse estudo é a conhecida, porém não devidamente comprovada dificuldade que alunos de engenharia demonstram no estudo da cinemática e dinâmica de pontos materiais e de corpos rígidos. Assume-se aqui que a notação freqüentemente utilizada nesta área do saber, fundamentalmente minimalista, tem uma parcela considerável na perpetuação dessa dificuldade. Deve-se ainda observar que autores das áreas técnicas dão geralmente pouca atenção à escolha de suas notações, chegando por vezes a trocar o significado dos símbolos durante o decorrer de um mesmo texto.

*Comentário:* Baseado no texto, podemos verificar que a notação utilizada pelos autores de livros didáticos desta área é muito confusa, o que dificulta ainda mais o aprendizado por parte de nós alunos, pois o assunto já é complexo por natureza. Essa tendência minimalista dos autores leva ainda a pelo menos quatro graves problemas:

- I - a necessidade de uso/memorização de muitos símbolos;
- II - a impossibilidade de representação de derivadas, ou a necessidade de definição de outros símbolos especiais;

III - a impropriedade ao se tratar da mesma forma as representações algébrica e geométrica, as quais são conceitualmente distintas e possuem propriedades diferentes;

IV - a restrita compreensão por parte do aluno quando a explanação é limitada a apenas dois corpos, pois quando o número de corpos for superior a dois, gera-se uma grande confusão na mente do aluno dado o grande número de símbolos e a falta de estrutura lógica.

#### 4.2 Atualização do referencial teórico e metodológico nas áreas de ergonomia informacional e design da informação

Dos vários conceitos e definições pertinentes à área de tipografia, dois são de suma importância para este estudo, a saber: legibilidade e leituraabilidade. Segundo Sanders & McCormick (1993), esses conceitos podem ser assim definidos:

**LEGIBILIDADE:** é o atributo dos caracteres alfanuméricos que torna possível distinguir um caractere dos outros. Depende, entre outros, da forma do caractere, da espessura da haste, da proporção altura-largura e do contraste e iluminação utilizados.

**LEITURABILIDADE:** é a qualidade que torna possível o reconhecimento do conteúdo informacional de um material, quando esse material é representado por caracteres alfanuméricos. Depende, principalmente, do espaço entre caracteres, do espaço entre grupos de caracteres (no caso, quantidades físico-matemáticas) e da combinação desses grupos formando sentenças (no caso, fórmulas), além do espaço entre linhas e margens.

Biggs (1968) afirma que a primeira regra na escolha de uma fonte é garantir sua legibilidade. Se nas condições normais de uso da fonte (contraste, iluminação, tamanho, etc.) todos os caracteres forem suficientemente diferentes entre si, eles não têm como ser confundidos uns com os outros. Dessa forma, em sistemas informacionais aonde a eficácia na transmissão da informação é o principal atributo, a escolha da respectiva tipografia deve necessariamente priorizar as características que otimizam a legibilidade.

Neste estudo, dada a especificidade da aplicação, faz-se mister a inequívoca identificação de cada símbolo nas expressões matemáticas, ou seja, caractere a caractere (alta legibilidade). A identificação por blocos de caracteres (quantidades) ou mesmos frases (fórmulas), como geralmente desejado em livros e jornais (alta leituraabilidade), tem aqui importância secundária.

##### 4.2.1 Fatores gerais de legibilidade

Do que nos foi possível averiguar, a literatura pertinente às áreas de ergonomia informacional e do design da informação aponta os seguintes principais fatores gerais (além do formato) influenciando a legibilidade de um sistema informacional alfanumérico:

- A dimensão da caixa (alta ou baixa);
- O uso de variantes de estilo tipográfico (regular, itálico, negrito, versalete e condensado, p.e.);
- A presença ou ausência da serifa;
- A dimensão da altura-x;
- A dimensão das ascendentes e descendentes;
- A ambigüidade entre caracteres.

No que se segue esses fatores são definidos, exemplificados e/ou discutidos à luz da literatura referenciada objetivando a elaboração de requisitos úteis ao projeto do sistema informacional alvo.

##### 4.2.1.1 Dimensão da caixa alta e baixa

Os termos caixa alta e caixa baixa referem-se, respectivamente, a letras maiúsculas e letras minúsculas. Segundo Tinker (1965), um conjunto de caracteres justapostos em caixa



baixa é mais fácil de ler do que um conjunto de caracteres justapostos em caixa alta. Watts & Nisbet (1974) apontam também que os leitores fluentes lêem a caixa baixa com mais rapidez do que a caixa alta, pois a caixa alta ocupa  $\frac{1}{4}$  a mais do espaço da linha, assim sendo necessárias mais pausas para fixação (inerente ao processo de leitura).

Tinker (1963) afirma ainda que (a) o uso de caixa alta retarda o tempo de leitura quando comparado ao da caixa baixa, (b) os leitores consideram a caixa baixa mais fácil e mais rápida de ler, e (c) a característica gráfica de uma palavra faz com que seus caracteres sejam lidos mais rapidamente quando em caixa baixa.

*Comentário:* diante do exposto, podemos inferir que a utilização da caixa baixa deve ser priorizada no projeto do sistema informacional em questão.

#### **4.2.1.2 Uso de variantes de estilo tipográfico**

As variantes de estilo de fontes tipográficas são: regular, itálico, negrito, VERSALETE e condensado, entre outros. Segundo Sousa (2002) a variante regular (ou redonda) é em quase todos os casos a mais legível, além de ser também a mais comum, particularmente em grandes blocos de texto. McLean (1980) aponta que as outras variantes, itálico, negrito, versalete e condensado, são usadas, na maior parte das vezes, com objetivos especiais, como o de enfatizar e/ou diferenciar e, raramente incrementam a legibilidade.

Há, no entanto, situações especiais onde o uso das variantes é aconselhável. Em casos de baixa iluminação, por exemplo, o uso de negrito pode melhorar a legibilidade de um sistema informacional (Sanders e McCormick, 1993). Evidentemente, este é um exemplo de situação excepcional e que não parece se adequar ao nosso contexto.

*Comentário:* diante do exposto, podemos concluir que a utilização da variante regular deve ser priorizada no projeto do sistema informacional em questão, particularmente em índices (identificadores), onde o tamanho reduzido é mandatório. No entanto, ressaltamos que, dada a elevada complexidade das quantidades físico-matemáticas envolvidas, é fundamental a disponibilização das diversas variantes de estilo, pois isto viabiliza diferenciações entre os elementos da notação.

#### **4.2.1.3 Presença ou ausência da serifa**

Serifas (ou ceifas) são projeções existentes nas extremidades das letras (Biggs, 1968). Segundo Burt (1959), o uso da serifa incrementa a legibilidade do texto, principalmente quanto à percepção de caracteres similares, corrigindo efeitos de irradiação. Prince (1976) afirma, no entanto, que caracteres sem serifa são mais legíveis que os com serifa quando isolados ou em sílabas sem sentido. Quando os caracteres são combinados em palavras e/ou sentenças familiares, as tipografias com serifa são lidas mais rapidamente do que as sem serifa (maior leituraabilidade). Outro aspecto importante é que caracteres em tamanho reduzido são mais legíveis quando sem serifa do que quando com serifa.

*Comentário:* diante do exposto, podemos inferir que a utilização da serifa deve ser evitada, visto que o sistema informacional em questão demanda necessariamente a utilização de caracteres em grupos isolados e em tamanho reduzido (Pece, 2002, 2004).

#### **4.2.1.4 Dimensão da altura-x**

Altura-x é a medida que define a dimensão (altura) dos caracteres em caixa baixa. Especificamente, a altura-x é a distância que vai 'do pé à cabeça da letra x' (Sousa, 2002), ou seja, da linha de base à linha mediana. Outra maneira de incrementar a legibilidade de tipos de fonte é através da altura-x. Segundo o mesmo autor, para serem legíveis, as fontes não podem possuir altura-x pequena, pois isto dificultaria o discernimento dos caracteres.

*Comentário:* diante do exposto, podemos concluir que cuidado deve ser exercido na definição da altura-x dos caracteres do sistema informacional em questão.

#### 4.2.1.5 Dimensão das ascendentes e descendentes

Ascendente é a haste dos caracteres caixa baixa que se ergue acima da linha da mediana. Analogamente, descendente é a haste dos caracteres caixa baixa que se estende abaixo da linha da base (Sousa, 2002). Segundo o mesmo autor, se as ascendentes/descendentes de uma família tipográfica forem muito curtas, torna-se difícil diferenciar diversos pares de caracteres, como, por exemplo, um n de um h, ou ainda um o de um p ou um q. O uso de longas ascendentes e descendentes, adotados pela maioria dos tipos modernos, tende a aumentar a legibilidade das letras isoladamente (Burt, 1959).

*Comentário:* diante do exposto, podemos concluir que cuidado também deve ser exercido na definição da dimensão das ascendentes/descendentes dos caracteres do sistema informacional em questão.

#### 4.2.1.6 Ambigüidade entre caracteres

Além do desenho de caracteres isolados, há também a preocupação quanto à combinação de caracteres que possam gerar ambigüidade visual. Kahan et al. (1987, apud FARIAS, 2000, p.70) aponta cinco grupos de caracteres que merecem estratégias específicas para serem reconhecidos são eles: (1) a, e, g, 8, B; (2) O, o, 0, D e Q; (3) 6 e b; (4) b e h; (5) f e t; podendo ainda ser adicionado o grupo: i, I, l e 1.

Estes grupos de caracteres podem gerar ambigüidade em sua leitura, assim como alguns pares de caracteres, que a partir de certo nível de sobreposição ou tamanho do corpo podem ser interpretados como apenas um caractere (lo e b; rn e m; cl e d). Estas ambigüidades podem ser corrigidas através de uma preocupação maior com a diferenciação dos contornos destes caracteres, como também pela captação do contexto maior em que se inserem (palavra, frase e texto), neste caso elementos da notação.

Complementando, Tinker (1963) assinala os caracteres de acordo com o maior ou menor grau de legibilidade:

- Letras com alto grau de legibilidade: d, m, p, q, w;
- Letras com médio grau de legibilidade: j, r, u, x, y;
- Letras com baixo grau de legibilidade: c, e, i, n, l.

*Comentário:* diante do exposto, podemos apontar que um maior cuidado também deve ser desempenhado na definição da fonte, de forma a diferenciar caracteres ambíguos para o sistema informacional em questão.

### 4.2.2 Análise de Fontes

O nosso estudo envolveu a análise criteriosa de centenas de fontes. Nosso objetivo foi, em primeiro lugar, encontrar famílias tipográficas cujas características se enquadrassem nos critérios supracitados. Levamos também em consideração variáveis específicas ao sistema informacional alvo, como rebuscamento, espaçamento, largura dos caracteres, além da discriminabilidade de pares de caracteres específicos.

Como resultado dessa análise, sugerimos mais um conjunto de requisitos projetuais bastante específicos para fontes destinadas a notações de engenharia, particularmente as explícitas.

#### 4.2.2.1 Largura dos Caracteres

A largura dos caracteres de uma fonte destinada a notações de engenharia não deve ser muito desigual. A anuência a esse preceito evita o aparecimento de (sub) grupos de caracteres de comprimento muito diferentes. A desuniformidade do espaço ocupado por grupos de símbolos na notação, particularmente pelos identificadores (subíndices) das quantidades

físico-matemáticas, gera assimetria e desconforto visuais. Esse ponto fica bastante evidente na figura 2, onde a fonte utilizada nos identificadores (subíndices) foi a Arial:

$$V_{mh} \quad a_{ri}$$

Figura 2. Assimetria dos identificadores (subíndices) com a utilização da fonte Arial

*Comentário:* para evitar esse problema, sugerimos a utilização de fontes que minimizam essas diferenças, com a adoção, por exemplo, de uma espora superior na letra “i” e o encurtamento relativo da letra “m”, talvez através de espaços diferenciados entre suas hastes (o segundo espaço maior que o primeiro).

#### 4.2.2.2 Formato de Caracteres Específicos

É imprescindível a uma fonte destinada a notações de engenharia que todos os seus caracteres sejam facilmente reconhecíveis (alta legibilidade). A importância desse ponto fica ainda mais avultada quando lembramos que caracteres e números podem aparecer combinados em expressões matemáticas. É inadmissível, por exemplo, que o par caractere “l” caixa baixa e número “1” seja grafado com um diferencial tão sutil como demonstrado na figura 3:

Century	l	1
Courier New	l	1

Figura 3. Par caractere-número com sutil diferenciação entre os mesmos. Fontes Century e Courier New

*Comentário:* diferenças como essas são praticamente imperceptíveis em tamanho reduzido. Uma solução para esse problema específico é a adoção de fontes onde o caractere “l” caixa baixa possua remate arredondado e o número “1” posua espora saliente, provendo assim diferenciação adequada.

Além de pares problemáticos caracteres-números como o acima discutido, há também outros pares problemáticos caractere-caractere, particularmente aqueles envolvendo concomitantemente caixa alta e caixa baixa. Em muitas fontes não há praticamente diferença de formato entre a caixa alta e a caixa baixa de diversos caracteres.

#### 4.2.2.3 Espaçamento entre Caracteres

Uma notação de engenharia demanda, muitas vezes, a utilização de índices, sejam estes subscritos, sobrescritos ou ambos concomitantemente. Esses índices, ou melhor, subgrupos, têm como função, dentre outros, identificar e qualificar as quantidades físico-matemáticas usadas na engenharia. De forma a garantir a inequívoca e imediata assimilação do subgrupo associado a cada caractere na expressão, o espaçamento entre os caracteres do subgrupo deve ser pequeno.

Quando o espaçamento no subgrupo é grande ou igual para todos os caracteres, aparecem espaços vazios indesejáveis à notação, visto que (a) aumentam ainda mais o comprimento das expressões quase sempre longas, (b) dificultam o estabelecimento da pertinência entre os símbolos, e (c) causam prejuízo estético à notação, tornado-a menos compacta. Vejamos a figura 4:

$$\bar{F}_{mp} = m\bar{a}_{st} \quad \bar{F}_{mp} = m\bar{a}_{st}$$

Figura 4. Exemplo de notação compacta e notações com espaços vazios.

A questão oposta à acima tratada, ou seja, a do espaçamento demasiadamente reduzido entre os caracteres, pode também influenciar sobremaneira a legibilidade das expressões, ficando ainda mais crítica quando a fonte em questão é serifada. Fontes com serifa tendem a mesclar os caracteres, incrementando a legibilidade de blocos de texto longos para leitores experientes. Essa vantagem é aqui, de fato, uma grande desvantagem, visto que a identificação dos caracteres deve ser um a um obrigatoriamente, demandando, portanto um espaçamento adequado. Ressalte-se ainda que a identificação caractere a caractere de fontes serifadas é ainda mais prejudicada quando em tamanho reduzido.

*Comentário:* esse ponto evidencia mais uma vez a importância da escolha de uma fonte sem serifa para os índices (subgrupos) da notação.

#### **4.2.2.4 Simplicidade de Desenho**

O sistema informacional alvo é uma notação de engenharia. Portanto, o objetivo primordial é a transmissão precisa de informação técnica. Fatores puramente estéticos devem sim ser tratados, porém, com importância secundária. Diante disso, sugerimos que o desenho dos caracteres seja o mais simples possível, sem adornos e/ou outros aspectos estilísticos que possam vir a poluir o já reduzido espaço disponível.

*Comentário:* como exemplo de um aspecto estilístico desnecessário, podemos citar o caractere “g” na fonte Trebuchet MS. Esse caractere possui elementos extras estilísticos que dificultam sua rápida identificação quando em tamanho-espaço reduzido.

Dentre todas as fontes analisadas neste estudo, duas foram escolhidas para os índices da notação: Lucida Console e OCR-B Pitch BT. Essas fontes foram as que melhor compatibilizaram os fatores gerais de legibilidade e também melhor se enquadraram nos requisitos projetuais específicos também estabelecidos neste artigo.

De maneira geral, pode-se dizer que as fontes selecionadas não possuem serifa, a discriminabilidade de quase todos os caracteres é elevada, a altura-x dos caracteres parece adequada e a dimensão das ascendentes e descendentes também parece satisfatório. O desenho dos caracteres é bastante simples e sua largura relativamente menos dispare. Essas fontes possuem também uma relação altura-largura que fornece aspecto relativamente condensado à notação. No entanto, ambas as fontes possuem espaçamento fixo entre os caracteres, necessitando reposicionamento manual no editor de equações para evitar espaços visuais desnecessários. Outro problema observado é que essas duas fontes possuem caracteres cujas características gráficas não são as mais adequadas ao sistema informacional alvo, particularmente se combinados em caixa baixa e caixa alta concomitantemente.

### **4.3 Capacitação nos Softwares de simulação de sistemas mecânicos**

Estudamos três softwares de simulação de sistemas mecânicos: o ADAMS/View, o Matlab e o Simulink, sendo o último, parte do segundo. Esse estudo se deu via estudo de manuais de instruções, apostilas encontradas na internet e por meio de exemplos práticos, tanto criados como retirados de trabalhos anteriores do orientador e do co-orientador. É importante ressaltar que o conteúdo desses softwares está longe de ser esgotado, pois estamos trabalhando com programas usados em diversas áreas do conhecimento e com diversas aplicações por diversos pesquisadores de todo mundo. Tentamos aprender o que é importante para a simulação de sistemas mecânicos e um pouco mais.

Vale salientar que eu já possuía algum conhecimento prévio dos softwares supracitados: o Matlab e o Simulink foram ensinados de maneira básica e utilizados em diversas aplicações durante o curso de Mecânica Geral, no período de 2005.1. No período seguinte, realizei um curso de extensão ministrado pelo professor Carlo Pece na UFPB intitulado: “*Simulação Computacional de Sistemas Mecânicos*”. O curso utilizou os três

softwares citados para a modelagem de sistemas mecânicos com maior ênfase no ADAMS/View. O certificado do curso segue em anexo.

A seguir segue uma descrição resumida de cada software estudado:

#### 4.3.1 ADAMS/View

O ADAMS/View é uma poderosa ferramenta de modelagem e simulação na qual permite construir, simular e refinar modelos de sistemas mecânicos. Os passos utilizados para criar um modelo nesse programa são os mesmos que seriam utilizados para a construção de um protótipo. Os passos são os seguintes:

- Construir: criar partes, ligar as partes e definir forças atuantes nas partes;
- Testar: características de medidas, simulações, revisar animações e revisar resultados através de gráficos;
- Validar: importar dados de testes reais e comparar dados de testes reais com os dados obtidos computacionalmente;
- Refinar: adicionar atritos, definir corpos flexíveis, implementar funções de força e definir controles;
- Iterar: adicionar parâmetros e definir 'design variables';
- Otimizar: realizar estudos de sensibilidade do design, realizar experimentos e estudos de otimização;
- Automatizar: gravar e reproduzir operações de modelagem como macros.

#### 4.3.2 Matlab

MATLAB é um "software" interativo de alto desempenho voltado para a computação técnica. O MATLAB integra análise numérica, faz cálculo com matrizes, processamento de sinais e construção de gráficos em ambiente fácil de usar no qual problemas e soluções são expressos somente como eles são escritos matematicamente, ao contrário da programação tradicional.

O MATLAB é um sistema interativo cujo elemento básico de informação é uma matriz que não requer dimensionamento. Esse sistema permite a resolução de muitos problemas numéricos em apenas uma fração do tempo que se gastaria para escrever um programa semelhante em linguagem Fortran, Basic ou C. Além disso, as soluções dos problemas são expressas no MATLAB quase exatamente como elas são escritas matematicamente.

#### 4.3.3 Simulink

O Simulink é um programa utilizado para modelagem, simulação e análise de sistemas mecânicos. O programa se aplica a sistemas lineares e não lineares, contínuos e/ou discretos no tempo.

Utiliza uma interface gráfica com o usuário para construção dos modelos a partir de diagramas em blocos, através de operações de clique-e-arraste do mouse. Com esta interface podem-se criar modelos da mesma forma que se faz com papel e caneta. O Simulink é o resultado de uma longa evolução de pacotes de simulação anteriores que necessitavam a formulação de equações diferenciais ou de equações de diferenças em linguagens de programação. Inclui bibliotecas de blocos contendo fontes, visualizadores, componentes lineares, não lineares e conectores, com a opção de criação ou personalização de blocos.

As ferramentas de análise de modelos incluem ferramentas de linearização e ajuste (Trimming) que podem ser acessadas a partir da linha de comando do MATLAB, assim como várias ferramentas do MATLAB e suas TOOLBOXES específicas. Sendo o MATLAB e o

Simulink integrados, pode-se simular, analisar e revisar os modelos em qualquer dos dois ambientes.

*Comentário:* o aprendizado desses softwares de uma forma mais concreta e aperfeiçoada é bastante importante para alcançar os objetivos do projeto bem como para a formação de um graduando em engenharia, haja vista que todas as empresas desejam colaboradores que possuam conhecimentos avançados em softwares diversos.

#### 4.4 Geração de testes para a avaliação da notação em desenvolvimento

A notação de engenharia em desenvolvimento deve apresentar características específicas. Cada item do teste desenvolvido enfoca uma dessas características com o intuito de validar o sistema informacional em questão. É importante ressaltar que para realizar o teste não é necessário conhecimento prévio da notação, pois desejamos verificar os aspectos cognitivos do sistema.

Vamos explicar essas características específicas citando em que item do teste a mesma é averiguada:

- **Grupos:** os grupos e/ou subgrupos são os elementos que possuem o mesmo nível hierárquico e a mesma natureza, por isso são grafados lado a lado e com as mesmas especificações. É relevante para o sistema que o usuário identifique quais termos tem a mesma natureza e função (*item 01*);
- **Pertinência:** os índices pertencem ao termo principal, porém existem notações a qual essa relação não é tão explícita. Nossa meta é fazer com que rapidamente o usuário perceba a relação de pertinência entre os termos (*item 02*);
- **Hierarquia:** é a ordenação dos elementos em ordem de importância. Para a notação em estudo é muito importante que a identificação, principalmente do termo principal, seja realizada de forma imediata. Utilizamos como critério para diferenciação hierárquica o tamanho dos caracteres, haja vista que em outros casos, o tamanho do termo principal e de seus qualificadores é equivalente (*item 03*);
- **Ordem de leitura:** temos como objetivo induzir o usuário do sistema informacional em questão ler os grupos da notação na ordem idêntica aos níveis de hierarquia da mesma, respeitando também a ordem de leitura ocidental; algo não verificado em muitas notações utilizadas em livros didáticos e artigos científicos. Novamente, nossa maior preocupação é que o termo principal seja identificado primeiro, de maneira clara e instantânea (*item 04*).

*Comentário:* outra característica importante para notações de engenharia é a diagramação. Diagramar diz respeito a distribuir os elementos gráficos no espaço limitado. A característica citada é verificada de forma implícita em todos os itens do teste, visto que também é um requisito necessário para um sistema informacional didático-ergonômico.

#### 4.5 Realização do teste com alunos e professores da engenharia

Realizamos no total vinte e um testes com alunos e professores de engenharia. Abaixo, segue a avaliação dos testes aplicados:

**Item 01:** apenas 9% das respostas foram totalmente equivocadas, sendo 67% das respostas satisfatórias, ou seja, os grupos e subgrupos foram identificados em sua maioria.

**Item 02:** apenas 19% dos testes apresentaram respostas que não representam a realidade da notação proposta no tocante à pertinência; os 81% restante apresentaram praticamente na totalidade as relações de pertinência relacionadas de forma adequada.

**Item 03:** como já explicamos acima, o principal objetivo desse item era a identificação do elemento principal sem qualquer conhecimento prévio do sistema informacional em questão. E nesse aspecto, 91% dos testes aplicados identificaram o termo principal de forma clara e precisa.

**Item 04:** 76% dos testes responderam que o primeiro termo a ser lido era, de fato, o termo principal.

É importante lembrar que nenhuma informação a respeito do sistema informacional testado foi dada aos alunos e professores, ou seja, as respostas dadas no teste foram baseadas na cognição apresentada pela notação. Os testes aplicados seguem em anexo.

*Comentário:* apesar de poucos, os testes são significativos, pois as características testadas da notação de engenharia em desenvolvimento foram confirmadas de forma satisfatória através das respostas obtidas apenas pela cognição. Para o uso efetivo da notação iremos explicá-la de forma minuciosa.

## 4.6 Conclusão do projeto notação

O estudo da cinemática e dinâmica dos corpos rotacionais envolve muitas quantidades intrinsecamente elaboradas como a posição angular, velocidade angular, tensor de inércia e quantidade de movimento angular. Uma simples rotação demanda um aparato matemático sofisticado. Mais ainda, quantidades cinemáticas são quantidades de natureza relativa, ou seja, sua definição depende da referência adotada. A situação torna-se realmente intrincada quando são consideradas as derivadas (taxas de variação temporal) das quantidades descritas. Isso se deve ao fato de que a derivada de uma quantidade não escalar (vetorial e tensorial, por exemplo) depende do observador.

Outro complicador é que quantidades vetoriais e tensoriais têm duas formas de representação: geométrica, independente do sistema de coordenadas escolhido; e algébrica, a qual é intimamente dependente deste. Mesmo assim, não existe, ainda hoje, um consenso notacional nessa área do saber. Há uma tendência minimalista, cujas dificuldades foram supracitadas. A alternativa oposta é a adoção de notações explícitas, ou seja, uma notação complexa que apresente em sua estrutura todos os símbolos necessários à clara e inequívoca representação de cada quantidade em uso.

### 4.6.1 A nova notação

A notação proposta apresenta a estrutura notacional apresentada na figura 1. Segundo Pece (2002), os elementos notacionais apresentados na figura ficam assim definidos:

**Símbolos da Quantidade:** símbolo que denota a quantidade física ou matemática genericamente.

**Base de Decomposição:** base dextra-ortonormal ao longo de cujos eixos a quantidade é decomposta.

**Símbolos de Agrupamento:** símbolos que denotam a quantidade em sua forma algébrica, ou seja, a quantidade é entendida e por vezes expressa como um conjunto de elementos, seja este uni (chaves) ou bidimensional (colchetes), o qual corresponde à decomposição da quantidade na respectiva Base de Decomposição.

**Identificados de Componente:** número de um ou dois dígitos que identifica um componente particular da quantidade quando decomposta da respectiva Base de Decomposição.

**Base de Observação da Derivada:** base dextra-ortonormal a partir da qual a taxa de variação temporal (derivada) da quantidade em questão é observada.

**Símbolos Especiais:** símbolos que especificam certas formas de representação da quantidade, a saber, a forma geométrica (seta/vetor, dupla-seta/diádica) e a forma geométrica anti-simétrica (til).

**Identificador da Quantidade:** seqüência de letras e/ou números que identificam a quantidade; na ordem, estes podem ser:

- O corpo rígido cuja quantidade é medida.
- A base de mensuração da quantidade.
- A base com relação à qual a quantidade é medida.
- Condições especiais associadas à quantidade.

Uma nova notação cuja concepção considere solucionar as dificuldades apresentadas anteriormente deve necessariamente:

(a) Possuir estrutura lógica: ao invés de atribuir arbitrariamente símbolos minimalistas, a notação proposta disponibiliza explicitamente os identificadores e qualificadores das quantidades, diminuindo a possibilidade da ambigüidade notacional. Ao usuário cabe apenas a memorização da função de cada componente notacional para a caracterização da quantidade.

(b) Considerar e adequadamente simbolizar a natureza relativa de quantidades cinemáticas: como muitas quantidades da notação são de natureza relativa, faz-se mister que tal natureza seja simbolizada e evidenciada. Nossa proposta atinge esse objetivo justapondo-se a “base de mensuração” e a “base com relação à qual”. A principal vantagem é a economia de espaço na montagem das respectivas quantidades.

(c) Indicar explicitamente o observador da taxa de variação temporal (derivada): a indicação explícita do observador da derivada pode ser considerada um dos pontos fortes do esquema notacional proposto. Essa indicação não só transmite com propriedade o real significado da derivada de quantidades não escalares, quanto flexibiliza a manipulação do respectivo equacionamento. O convencional ponto sobrescrito tende a mascarar o real sentido da derivada e, conseqüentemente, dificultar a compreensão. O ponto sobrescrito é reservado para simbolizar na notação proposta derivadas independentes do observador, ou seja, derivadas de quantidades intrinsecamente escalares.

(d) Possibilitar fácil intercâmbio entre as representações geométrica e algébrica: a representação geométrica de expressões em engenharia tem grande vantagem por ser independente do sistema de coordenadas. Pois, pode-se adiar a transformação para a forma algébrica até que seja eminentemente necessária. Essa prática também mantém abertas as diversas possibilidades de descrição componental das equações. Porém, soluções detalhadas de movimento não podem geralmente proceder sem redução para a forma escalar (algébrica), algo possível na notação proposta e de fácil intercâmbio como será mostrado ainda neste tópico.

(e) Possuir qualidades gráficas que garantam ótima legibilidade entre seus diversos elementos: Mayhem (1992) considera a falta de diferenciação como responsável pela ocorrência de erros perceptivos. Também afirma que o uso de técnicas de diferenciação facilita a realização de tarefas de busca e interpretação de informações. A presente proposta teve a preocupação de promover uma boa leitabilidade quanto uma boa legibilidade entre seus diversos componentes. A leitabilidade é assegurada através do espaçamento adequado inter e intra grupos. Já a legibilidade é assegurada através de uma tipografia clara e simples empregada nos símbolos notacionais bem como a utilização de cores, se possível, para facilitar essa diferenciação entre os elementos.



(f) Apresentar hierarquia informacional obedecendo ao sentido de leitura ocidental: um dos princípios mais importantes da ergonomia informacional estabelece que as relações hierárquicas entre os componentes de um sistema informacional devem estar claras para o usuário. A proposta visa à diferenciação hierárquica pelo tamanho dos seus componentes. O termo principal é mais avantajado enquanto os seus respectivos qualificadores são colocados a sua direita e abaixo, em tamanho menor, respeitando o sentido de leitura ocidental. O respeito ao sentido de leitura ocidental também impede problemas de pertinência, ou seja, a qual quantidade (a da esquerda ou a da direita) tal identificador/qualificador pertence.

*Comentário:* algumas das principais características da notação proposta, como hierarquia, pertinência, separação dos grupos e dos elementos dentro dos grupos e sentido de leitura ocidental foram validadas no teste desenvolvido e realizado. É importante lembrar novamente, que o teste foi aplicado a pessoas que tinham total desconhecimento ao sistema informacional proposto, apenas foram medidos os aspectos cognitivos da notação.

A proposta inicial utilizava letras gregas nos identificadores e nos qualificadores. Baseados em conceitos da ergonomia informacional e do design da informação, concluímos que uma melhor legibilidade seria atingida com a utilização de caracteres comuns ao dia-a-dia dos usuários.

Baseado nessa conclusão, realizamos vasto estudo em tipografia para identificar os requisitos projetuais de uma família tipográfica para notações em engenharia (tópico B). Concluímos que não existe uma família tipográfica perfeita, devendo esta ser criada, porém encontramos duas que se aproximam do ideal: Lucida Console e OCR-B.

Abaixo segue a Tabela 3, com alguns exemplos da notação desenvolvida para elucidar maiores dúvidas, além da comparação com a notação usual (implícita), a fonte utilizada nos identificadores e qualificadores é a Lúcida Console:

Tabela 3. Exemplos da notação desenvolvida em três formas.

<b>Forma Geométrica</b>	$\vec{\omega}_{ab}$
<b>Forma Algébrica Contraída</b>	$\left\{ \omega_{ab}^a \right\}$
<b>Forma Algébrica Expandida</b>	$\left\{ \begin{array}{l} \omega_{ab}^{a_1} \\ \omega_{ab}^{a_2} \\ \omega_{ab}^{a_3} \end{array} \right\}$

Agora, comparemos através da figura 5 as notações usuais implícitas e a notação desenvolvida:

Quantidade	Derivada
$\omega \rightarrow \vec{\omega}_{ab}$	$\dot{\omega} \rightarrow \dot{\omega}_{ab}^a$
$\alpha \rightarrow \vec{\alpha}_{ab}$	$\dot{\alpha} \rightarrow \dot{\alpha}_{ab}^a$

Figura 5. Comparação entre as notações usuais e a notação desenvolvida.

Podemos perceber a partir da tabela 3 o bastante flexível que é a nova notação. Ela possui três formas distintas e, cada uma delas tem um momento apropriado de uso. Quanto à figura 5, percebemos a diferença de quantidade de informações fornecidas pela nossa notação em detrimento das usuais, possibilitando uma correta interpretação do que está escrito bem como de um aprendizado sólido e duradouro.

#### 4.7 Apresentação dos resultados da pesquisa em encontros de iniciação científica

Conforme previsto no contrato assinado do PIVIC 2005/2006, a última atividade era a participação no **XIV Encontro de Iniciação Científica da UFPB**, nos dias 23 e 24 de novembro do ano passado. Neste encontro, apresentamos em forma de painel o trabalho “*Avaliação de Notações em Engenharia: uma abordagem ergonômica*”. O certificado segue em anexo.

*Comentário:* vejo com muito bons olhos encontros para pesquisadores em formação, pois nos incentiva cada vez mais a produzirmos e publicarmos em congressos e encontros. O lado triste foi a baixa participação dos alunos da UFPB no evento.

#### 4.8 Utilização do novo sistema informacional como apoio na modelagem de sistemas mecânicos

##### 4.8.1 Metodologia

O nosso primeiro passo foi modelar o sistema mecânico com o auxílio do sistema informacional desenvolvido. Em seguida, simulamos o sistema no *Matlab* e no *Adams* comparando os resultados obtidos em ambos os casos. Realizamos a simulação de dois sistemas mecânicos: mecanismo quatro-barras e mecanismo “rabo de helicóptero”.

##### 4.8.2 Mecanismo quatro-barras

O mecanismo estudado está explicado com detalhes na figura 6, com os respectivos comprimentos das barras e outros dados necessários para resolução da modelagem bem como de sua simulação computacional:

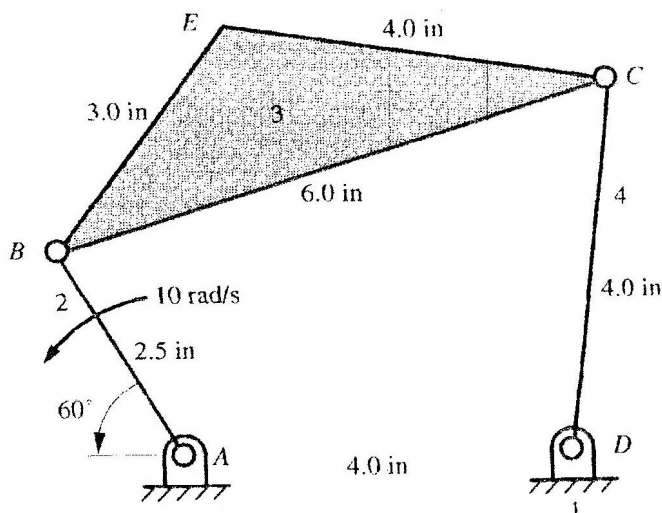


Figura 6. Mecanismo quatro-barras.

Como podemos observar, todos os comprimentos das barras estão explicitadas na figura acima bem como o angula da barra de entrada e sua velocidade angular que é constante.

### 4.8.2.1 Modelagem

A partir da figura 6 podemos obter a equação 1:

$$\vec{r}_{AB} + \vec{r}_{BC} = \vec{r}_{AD} + \vec{r}_{DC} \quad (1)$$

Em termos das componentes, temos as equações 2 e 3:

$$r_{AB} \cos \theta_2 + r_{BC} \cos \theta_3 = r_{AD} \cos \theta_1 + r_{DC} \cos \theta_4 \quad (2)$$

$$r_{AB} \sin \theta_2 + r_{BC} \sin \theta_3 = r_{AD} \sin \theta_1 + r_{DC} \sin \theta_4 \quad (3)$$

Temos os seguintes dados:

$$r_{AD} = 4\text{in}; r_{AB} = 1,56\text{in}; r_{BC} = 6\text{in}; r_{DC} = 4\text{in}; r_{BE} = 3\text{in}; r_{EC} = 4\text{in}$$

$$\theta_1 = 0$$

Para o cálculo das velocidades lineares iremos precisar conhecer o ângulo  $\beta$ , assim, temos a equação 4:

$$\beta = \cos^{-1} \left[ \frac{(r_{EC}^2 - r_{BE}^2 - r_{BC}^2)}{-2r_{BE}r_{BC}} \right] \quad (4)$$

Para a posição linear do ponto E em relação ao ponto A, temos a equação 5:

$$\vec{r}_{AE} = \vec{r}_{AB} + \vec{r}_{BE} \quad (5)$$

Em termos das componentes, temos as equações 6 e 7:

$$\left[ r_{AE}^{i_1} \right] = r_{AB} \cos \theta_2 + r_{BE} \cos(\beta + \theta_3) \quad (6)$$

$$\left[ r_{AE}^{i_2} \right] = r_{AB} \sin \theta_2 + r_{BE} \sin(\beta + \theta_3) \quad (7)$$

Com as equações (7) e (8), podemos encontrar o resultado desejado, ou seja, o comportamento da posição linear do ponto E em relação ao ponto A variando com o tempo em ambos os eixos (abscissa e ordenada) bem como o ângulo de entrada.

### 4.8.2.2 Simulação Computacional no MATLAB

Abaixo, segue o programa desenvolvido no Matlab para plotar as diversas variações de posição, velocidade e aceleração linear bem como angular:

```
clear all
close all
clc
%Dados
teta2=[(130.64*pi)/180:pi/180:(((130.64*pi)/180)+2*pi)]; %variação do angulo
tetap2=2*pi;
r1=4; r2=1.56; r3=6; r4=4; BE=3; EC=4; teta1=0;sigma=-1;
beta=acos(((EC.^2)-(BE.^2)-(r3.^2))/(-2*BE*r3));
```

```

% Analise de posições angulares
A=(2*r1*r4)-(2*r2*r4*cos(teta2));
B=-2*r2*r4*sin(teta2);
C=r1.^2+r2.^2+r4.^2-r3.^2-2*r1*r2*cos(teta2);
t=(-B+sigma*((B.^2-C.^2+A.^2).^0.5))./(C-A);
teta4=(2*atan(t))
teta3=atan((r4*sin(teta4)-r2*sin(teta2))./(r1+r4*cos(teta4)-r2*cos(teta2)))

% Analise de Velocidades Angulares
D1=[-r3*sin(teta3)];
D2=[r4*sin(teta4)];
D3=[-r3*cos(teta3)];
D4=[r4*cos(teta4)];
F=[r2*tetap2.*sin(teta2); r2*tetap2.*cos(teta2)];
for i=1:length(D1)
    aux= inv([D1(i) D2(i); D3(i) D4(i)]);
    E= aux*F;
    tetap3(i)= E(1,1);
    tetap4(i)= E(2,1);
end
[tetap3;tetap4];

% Analise de Acelerações Angulares
H1=[-r3*sin(teta3)];
H2=[r4*sin(teta4)];
H3=[-r3*cos(teta3)];
H4=[-r4*cos(teta4)];
delta= [r2*(tetap2.^2).*cos(teta2)+r3*(tetap3.^2).*cos(teta3)-r4*(tetap4.^2).*cos(teta4);
        r2*(tetap2.^2).*sin(teta2)+r3*(tetap3.^2).*sin(teta3)-r4*(tetap4.^2).*sin(teta4)];

for i=1:length(D1)
    aux= inv([H1(i) H2(i); H3(i) H4(i)]);
    I= aux*delta;
    tetapp3(i)= I(1,1);
    tetapp4(i)= I(2,1);
end
[tetapp3;tetapp4];

% Graficos : posição, velocidade e aceleração lineares do ponto E X variação de angulo
Xe=r2*cos(teta2)+BE*cos(beta+teta3); % Posições lineares do mecanismo
Ye=r2*sin(teta2)+BE*sin(beta+teta3);
figure(1)
L1 = line(teta2,Xe);
set(L1,'Color','b')
figure(2)
L2 = line(teta2,Ye);
set(L2,'Color','b')
Vxe=-r2*tetap2.*sin(teta2)-BE*tetap3.*sin(beta+teta3); % Velocidades lineares do
mecanismo
Vye=r2*tetap2.*cos(teta2)+BE*tetap3.*cos(beta+teta3);
figure(3)
L3 = line(teta2,Vxe);

```

```

set(L3,'Color','r')
figure(4)
L4 = line(teta2,Vye);
set(L4,'Color','r')
Axe=-r2*(tetap2.^2).*cos(teta2)-BE*tetapp3.*sin(beta+teta3)-
BE*((tetap3).^2).*cos(beta+teta3);% Acelerações lineares do mecanismo
Aye=-r2*(tetap2.^2).*sin(teta2)+BE*tetapp3.*cos(beta+teta3)-
BE*((tetap3).^2).*sin(beta+teta3);
figure(5)
L5 = line(teta2,Axe);
set(L5,'Color','g')
figure(6)
L6 = line(teta2,Aye);
set(L6,'Color','g')
end

```

#### 4.8.2.3 Simulação Computacional no ADAMS

A modelagem no Adams é realizada, de forma bastante resumida: construindo as partes, ligando-as e acionando o sistema através de forças ou de um gerador motriz (“motion generation”). Portanto, trata-se de uma animação. Abaixo temos a figura (7) do mecanismo quatro-barras modelado no software de simulação de sistemas mecânicos supracitado:

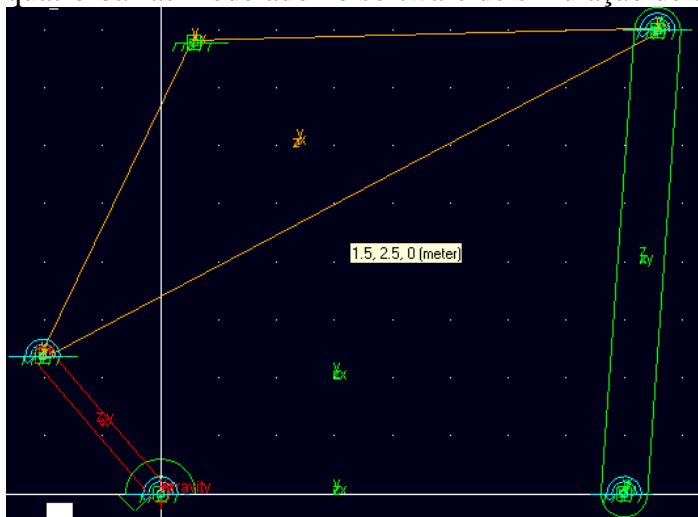


Figura 7. Mecanismo quatro-barras simulado no ADAMS.

#### 4.8.2.4 Comparação dos Resultados Obtidos a partir da Simulação do MATLAB e do ADAMS

É importante ressaltar que uma das partes mais difíceis na simulação de sistemas mecânicos é a verificação dos resultados obtidos. Como ter certeza que os resultados são confiáveis? A metodologia utilizada para validarmos a modelagem foi a comparação dos resultados obtidos nos dois softwares. Por isso modelamos o mesmo mecanismo em dois softwares de natureza completamente distinta. A comparação dos resultados encontra-se na Tabela 1.

Podemos perceber na Tabela 1, pela comparação entre os gráficos obtidos nas simulações realizadas que os resultados obtidos são praticamente idênticos. Portanto, concluímos que a simulação foi executada corretamente e que os resultados são válidos.

### 4.8.3 Mecanismo “Rabo de Helicóptero”

O mecanismo batizado “Rabo de Helicóptero” pode ser visualizado através da figura 8:

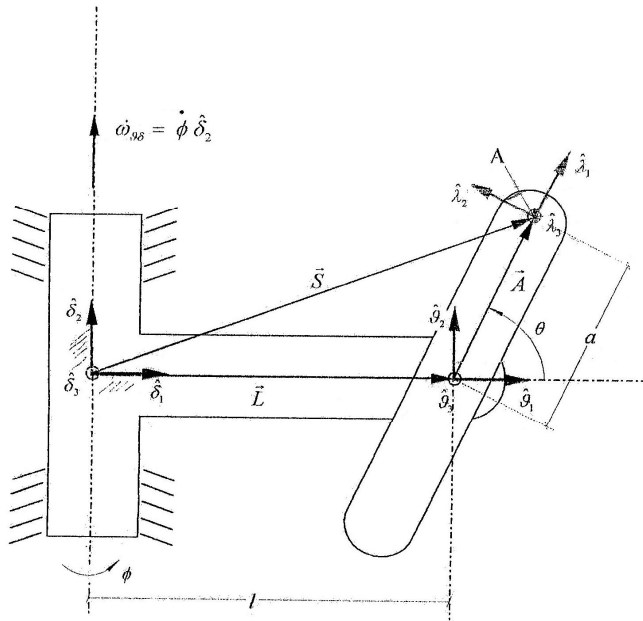


Figura 8. Mecanismo “Rabo de Helicóptero”.

No exemplo realizado, utilizamos os seguintes dados:

A = 150 mm; L = 500 mm.

#### 4.8.3.1 Modelagem

A partir da figura 8, temos a relação expressa pela equação 8:

$$\vec{S} = \vec{L} + \vec{A} \Rightarrow \overset{\delta\delta}{\vec{S}} = \overset{\delta\delta}{\vec{L}} + \overset{\delta\delta}{\vec{A}} \quad (8)$$

Conhecemos a relação explicitada pela equação 9:

$$\overset{\delta\delta}{\vec{L}} = \overset{\delta\delta}{\vec{L}} + 2\overset{\vartheta\vartheta}{\vec{\omega}}_{\delta\delta} \times \overset{\delta\delta}{\vec{L}} + \overset{\vartheta\vartheta}{\vec{\omega}}_{\delta\delta} \times \overset{\delta\delta}{\vec{L}} + \overset{\vartheta\vartheta}{\vec{\omega}}_{\delta\delta} \times (\overset{\vartheta\vartheta}{\vec{\omega}}_{\delta\delta} \times \overset{\delta\delta}{\vec{L}}) \quad (9)$$

Porém, temos os conjuntos de equações 10 e 11:

$$\overset{\delta}{\vec{L}} = l\hat{\theta}_1; \overset{\delta\delta}{\vec{L}} = \overset{\delta\delta}{\vec{L}} = \vec{0} \quad (10)$$

$$\overset{\vartheta\vartheta}{\vec{\omega}}_{\delta\delta} = \dot{\phi} \hat{\delta}_2 = \dot{\phi} \hat{\vartheta}_2; \overset{\vartheta\vartheta}{\vec{\omega}}_{\delta\delta} = \ddot{\phi} \hat{\vartheta}_2 \quad (11)$$

Substituindo as equações 9, 10 e 11 em 9, obtemos a equação 12:

$$\overset{\delta\delta}{\vec{L}} = -l\ddot{\phi} \hat{\vartheta}_3 - l\dot{\phi}^2 \hat{\vartheta}_1 \quad (12)$$

Escrevendo a equação 12 em termos de lambda chegamos à equação 13:

$$\overset{\delta\delta}{\vec{L}} = -l\dot{\phi}^2 \cos \theta \hat{\lambda}_1 + l\dot{\phi}^2 \sin \theta \hat{\lambda}_2 - l\ddot{\phi} \hat{\lambda}_3 \quad (13)$$

Usando raciocínio análogo para A, obtemos a equação 14:

$$\overset{\delta\delta}{\vec{A}} = -a \left( \dot{\vartheta}^2 + \dot{\phi}^2 \cos^2 \theta \right) \hat{\lambda}_1 + a \left( \ddot{\vartheta} + \dot{\phi}^2 \cos \theta \sin \theta \right) \hat{\lambda}_2 + a \left( 2\dot{\vartheta} \dot{\phi} \sin \theta - \ddot{\phi} \cos \theta \right) \hat{\lambda}_3 \quad (14)$$

Substituindo 13 e 14 em 8, obtemos a equação 15:

$$\begin{aligned} \ddot{\mathbf{S}} = & - \left( a \dot{\vartheta}^2 + a \dot{\phi}^2 \cos^2 \theta + l \dot{\phi}^2 \cos \theta \right) \hat{\lambda}_1 + \\ & + \left( a \ddot{\vartheta} + a \dot{\phi}^2 \cos \theta \sin \theta + l \dot{\phi}^2 \sin \theta \right) \hat{\lambda}_2 + \\ & + \left( 2a \dot{\vartheta} \dot{\phi} \sin \theta - a \ddot{\phi} \cos \theta - l \ddot{\phi} \right) \hat{\lambda}_3 \end{aligned} \quad (15)$$

#### 4.8.3.2 Simulação Computacional no MATLAB

Abaixo, temos o programa desenvolvido no Matlab para o nosso exemplo do mecanismo “Rabo de Helicóptero”:

```
clear
close all
clc

end_time = 1;
M = 1; % (phi p rot/s)
N = 2; % (theta t rot/s)
A = 150; % raio da helice (mm)
L = 500; % comprimento do rabo (mm)
ns = 2000; % numero de steps
time = 0:end_time/ns:end_time;
p = M*2*pi*(time);
Dp = M*2*pi*(1);
DDp = M*2*pi*(0);
t = N*2*pi*(time);
Dt = N*2*pi*(1);
DDt = N*2*pi*(0);

accX = -(A*Dt.^2 + A*(Dp.^2).*((cos(t)).^2) + L*(Dp.^2).*cos(t));
accY = A*DDt + A*(Dp.^2).*cos(t).*sin(t) + L*(Dp.^2).*sin(t);
accZ = 2*A*Dt.*Dp.*sin(t) - A*DDp.*cos(t) - L*DDp;
modulo_acc = sqrt ( (accX.^2) + (accY.^2) + (accZ.^2) );

velocX = 0 ;
velocY = Dt * A
velocZ = (-1)*Dp*( L + A * cos(t) );
modulo_veloc = sqrt ( (velocX.^2) + (velocY.^2) + (velocZ.^2) );

figure(1)
line(time,accX)
figure(2)
line(time,accY)
figure(3)
line(time,accZ)
figure(4)
line(time,modulo_acc)
figure(5)
```

```

line(time,velocX)
figure(6)
line(time,velocY)
figure(7)
line(time,velocZ)
figure(8)
line(time,modulo_veloc)
end

```

#### 4.8.3.3 Simulação Computacional no ADAMS

Como foi explicado acima, a modelagem no Adams trata-se de uma animação. Assim, segue a figura 9, mostrando o mecanismo “Rabo de Helicóptero” modelado nesse programa:

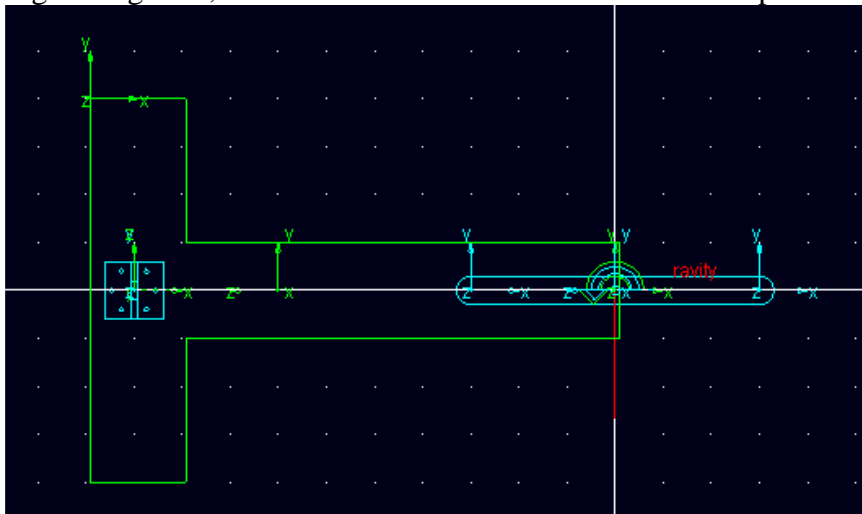


Figura 9. Mecanismo “Rabo de Helicóptero” simulado no Adams.

#### 4.8.3.4 Comparação dos Resultados Obtidos a partir da Simulação do MATLAB e do ADAMS

Novamente, simulamos o mecanismo nos dois principais softwares utilizados nesse projeto para podermos comparar os resultados obtidos em cada um deles. A Tabela 2 traz a comparação através de gráficos medidos nos dois softwares.

Através da mera observação da Tabela 2, podemos perceber que os resultados obtidos no Matlab e no Adams são praticamente os mesmos. Assim, verificamos a autenticidade da modelagem e da simulação.

*Comentário:* a utilização de letras gregas nos qualificadores é uma contradição em relação ao que foi discutido nesse trabalho. Porém, essa controvérsia é deliberada. No início do desenvolvimento da notação utilizávamos na maior parte do tempo letras gregas como qualificadores. Porém, percebemos a dificuldade de gravar o nome de diversos símbolos estranhos. Assim, optamos por utilizar letras comuns do nosso alfabeto. Com um exemplo prático de uma modelagem com qualificadores sendo símbolos não muito usuais, esperamos enfatizar a importância da utilização de caracteres comuns aos usuários do sistema informacional desenvolvido.



#### 4.9 Discussão da utilidade metodológica da nova notação como apoio na simulação computacional de sistemas mecânicos

A etapa da modelagem é bastante crítica na simulação de sistemas mecânicos, pois deve ser facilmente compreendida por todos que por ventura venham a analisá-la. Uma modelagem utilizando uma notação explícita gera esse efeito.

Quando utilizamos notações implícitas não deixamos claro quem são nossos parâmetros, ou seja, em relação a que pontos são as nossas velocidades e acelerações lineares, em relação a que bases são nossas velocidades e acelerações angulares e em relação a que base são nossas taxas de variação temporal (derivada).

A utilização da notação proposta na modelagem de sistemas mecânicos oferece todos os parâmetros supracitados. Permite um total domínio e flexibilidade sobre o modelo. Contudo, o uso de equações explícitas torna-se maçante quando executado em demasia. Assim, aconselhamos o uso da modelagem com uma notação explícita nos seguintes casos:

- quando a modelagem é realizada por estudantes e os conceitos ainda não estão totalmente consolidados. A notação explícita ajuda a não cometer erros e fixar conceitos importantes;
- quando a modelagem é bastante complexa e extensa, pois mesmo um experiente pesquisador pode vir a perder tempo em procura de informações;
- quando a modelagem pretende ser apresentada, também é de grande valia que seja realizada com essa ferramenta da notação explícita, pois facilita o entendimento por parte do público.

*Comentário:* O Adams é um software na qual todas as referências são *markers*, ou seja, sistemas de coordenadas. Quando desejamos criar gráficos de quaisquer grandezas o software pergunta em relação a que outro sistema de coordenada desejamos o nosso gráfico. Especialmente em caso de velocidade e aceleração, pergunta-se qual o observador da derivada do gráfico desejado. Percebemos que o próprio Adams necessita de uma modelagem explícita, visto que a mesma grandeza em relação a sistemas de coordenadas diferentes vai produzir gráficos bastante distintos.

### 5. Conclusões

O presente trabalho tomou por base problemas da cinemática e dinâmica de corpos rígidos e pontos materiais. Situações nas quais as notações utilizadas (em sua maioria, notações implícitas), geravam diversos problemas já mencionados.

Propomos uma notação explícita, baseada em conceitos da ergonomia informacional e design da informação para ao menos as situações críticas: a) usuários iniciantes, como graduandos em engenharia, uma notação explícita reforça todos os conceitos ainda em fase de aprendizagem e (b) usuários experientes em situações de alta complexidade na qual vários agentes interagem concomitantemente.

Como resultados, finalizamos a notação didático-ergonômica através de testes com os possíveis usuários, alunos, professores e pesquisadores da área. Aplicamos a notação ergonomicamente concebida na modelagem de sistemas mecânicos para iniciar uma discussão metodológica da utilidade do uso dessa notação para o devido fim.

Como desdobramentos, sugerimos a utilização da notação desenvolvida na modelagem de sistemas mecânicos maiores, para alunos de pós-graduação, como satélites e sistemas de controle.

## 6. Agradecimentos

Gostaria de agradecer o apoio dado à pesquisa pelo CNPq, pois sem os recursos oferecidos não seria possível desenvolver o presente trabalho. Gostaria também de agradecer à UFPB por viabilizar e apoiar maciçamente os trabalhos de pesquisa, bem como a meu orientador Francisco Másculo, por ter me oferecido oportunidades de aprender e aplicar uma infinidade de conhecimentos científicos.

## 7. Referências

- BIGGS, J. R. *Basic Typography*. London: Faber and Faber. 1968.
- BURT, C. (1959). *A psychological study of typography*, Cambridge: Cambridge University Press.
- FARIAS, P.L. (2000). *Tipografia digital: o impacto das novas tecnologias*. Rio de Janeiro: 2AB.
- MAYHEW, D. J. *Principles and guidelines in software user interface design*. New York: Prentice Hall, 1992.
- MCLEAN, R. (1980). *The Thames and Hudson manual of Typography*. Londres: Thames & Hudson.
- MECHANICAL DYNAMICS. (2000). *Getting Started Using Adams/View*.
- PECE, C. A. (2006). *Introdução à simulação computacional de sistemas mecânicos*. João Pessoa: UFPB/CT/Departamento de Tecnologia Mecânica. Notas de Aula (curso de extensão).
- PECE, C. A. Z.; PADOVANI, S. e ALMEIDA, S. F. M. de. Critérios para a Avaliação de Notações de Engenharia Fundamentados em Princípios do Design da Informação: Estudo Preliminar. *InfoDesign / Revista Brasileira de Design da Informação*, vol. 02, no 01, 2005. p. 09-16.
- PECE, C. A. Z.; PADOVANI, S.; ALMEIDA, S. F. M. e MAIA, R. A. Avaliação de notações de engenharia: uma abordagem ergonômica. *In Anais do IV Ergodesign - Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano-Tecnologia: Produtos, Programas, Informação, Ambiente Construído*. Bauru: UNESP, 2006. CD-ROM.
- PECE, C. A. Z.; PADOVANI, S. e ALMEIDA, S. F. M. de. Aplicação de Princípios da Ergonomia Informacional ao Desenvolvimento de uma Notação de Engenharia: Estudo Preliminar. *In Anais do ABERGO 2004*. Recife: ABERGO – BR, 2004. CD-ROM.
- PRINCE, J. H. (1967). Printing for the visually handicapped. In: *The Journal of Typographic Research*, v.1, (hoje, Visible Language).
- SANDERS, M. S. & McCORMICK, E. J. (1993). *Human Factors in Engineering and Design*. New York: McGraw-Hill.
- SOUSA, M. *Guia de Tipos*. 2002. Disponível em: <http://guiadetipos.go.online.pt/>. Acessado em: 15.05.2006
- TINKER, M, A. (1963). *Legibility of print*. Cambridge: Cambridge University Press.

## **Pórticos planos e espaciais sob excitação harmônica: programação de elementos finitos em C++**

**Ivanildo Teixeira da Silva Júnior**, Bolsista (PIBIC/CNPq/UFPB)

UFPB – Universidade Federal da Paraíba, Campus Universitário I

CT – Centro de Tecnologia, DEC – Departamento de Engenharia Civil

CEP 58051-900, João Pessoa – PB.

[ivyteixeira@yahoo.com.br](mailto:ivyteixeira@yahoo.com.br)

**Ângelo Vieira Mendonça, Prof. Dr.**, Orientador

UFPB – Universidade Federal da Paraíba, Campus Universitário I

CT – Centro de Tecnologia, DEC – Departamento de Engenharia Civil

CEP 58051-900, João Pessoa – PB.

[mendonca@ct.ufpb.br](mailto:mendonca@ct.ufpb.br)

**Resumo:** Neste trabalho são desenvolvidas rotinas implementadas em C++ destinadas à análise de pórticos planos e espaciais submetidos aos regimes estático e dinâmico harmônico, levando-se em conta os efeitos de deformação por cortante e inércia de rotação. Além disso, são apresentadas as formas explícitas das matrizes de rigidez e de massa utilizadas na solução numérica pelo método dos elementos finitos.

Palavras-Chave: MEF, Vibração, Edifícios, Deformação por Cortante.

### **1. Introdução**

A superestrutura de edifícios é composta por diversos componentes, dentre eles: placas que têm a função de receber as ações que atuam nas superfícies horizontais da edificação e transmiti-las para o pórtico (sistema reticulado formado por barras), que por sua vez transmite os efeitos daquelas ações para as fundações. As representações matemáticas dos problemas físicos são, em geral, expressas em equações diferenciais e/ou integrais. Uma das maneiras para construir as soluções dessas equações, ditas governantes, é via métodos analíticos, contudo, essas soluções estão disponíveis para poucos casos, tais como a análise elástica de estruturas apertadas prismáticas isoladas sob carregamento estático. Contudo, para um caso em que há interação do pórtico com outros elementos estruturais do edifício (tais como placas, paredes estruturais, núcleos de rigidez, etc) as soluções analíticas, em geral, não estão disponíveis, requerendo, portanto, a escolha de procedimentos aproximados para a construção das soluções: os métodos numéricos. Dentre as técnicas numéricas destaca-se o Método dos Elementos Finitos (MEF), e a sua aplicação em análise estrutural de sistemas apertados tem recebido diversas contribuições para seu melhor entendimento tanto em regime estático (HUTTON, 2004; REDDY, 2005; SORIANO, 1999; ZIENKIEWICZ, 1983; ZIENKIEWICZ, 1989) quanto dinâmico (HUGHES, 2000; PETYT, 1990).

Neste trabalho, tem-se o objetivo de estudar os regimes estático e dinâmico de pórticos (planos e espaciais). Neste último caso, o estudo se concentra em situações onde a estrutura é submetida à excitação harmônica, que por sua vez, pode ser dividida em vibração livre (determinação de frequências e modos naturais) e vibração forçada, levando-se em conta os efeitos de inércia de rotação e deformação por cortante.

## 2. Resultados e Discussões

Antes de ir propriamente para os resultados e discussões da pesquisa, optou-se por apresentar os princípios e o desenvolvimento matemático para se construir o software necessário para análise dos problemas que são objetivos deste trabalho.

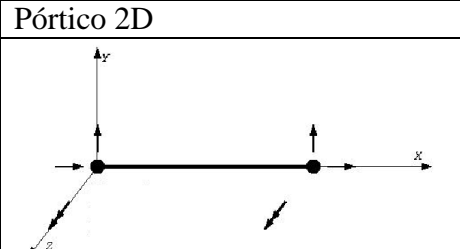
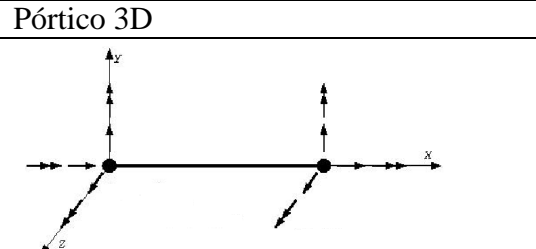
### 2.1.Generalidades

No método dos elementos finitos, como em muitas outras técnicas numéricas, o desenvolvimento de procedimentos são escritos na forma matricial, utilizando as propriedades da álgebra de matrizes na determinação dos campos de interesse, especificamente para análise estrutural, deslocamentos e esforços. A motivação de se utilizar técnicas matriciais vem da necessidade de manipulação de grandes sistemas algébricos, originados pelo considerável número de graus de liberdade requeridos pela estratégia de discretização das estruturas usuais encontradas em problemas de engenharia e pela grande capacidade de manipulação numérica que os computadores possuem.

### 2.2.Realização e Discretização Estrutural

Uma das prioridades dos métodos numéricos é que modelos matemáticos idealizados sejam associados à estrutura real, conforme sua geometria, carregamentos e vínculos. Neste trabalho, os modelos de interesse para estruturas reticuladas são voltados para pórticos planos e espaciais, cujos graus de liberdade estão indicados na Tab.1

Tabela 1 – Representação de estruturas reticulares

Pórtico 2D	Pórtico 3D
	

#### 2.2.1.Sistemas de Coordenadas

Em geral, para a representação de forças, determinação dos esforços internos e deslocamentos da estrutura, utilizam-se dois sistemas distintos de coordenadas: o sistema de coordenadas local e o sistema de coordenadas global. A necessidade de dois sistemas de coordenadas reside no fato de possibilitar a soma algébrica de campos vetoriais em estruturas compostas por barras não-colineares.

##### 2.2.1.1.Sistema de Coordenadas Globais

As coordenadas globais são associadas aos nós da estrutura, sendo referenciadas através de um sistema de eixos ortogonais XYZ, posicionado em relação à estrutura como um todo, vide Fig. 1.

### 2.2.1.2. Sistema de Coordenadas Locais

As coordenadas locais são semelhantes às coordenadas globais, exceto quando estas apresentam referência associada às barras da estrutura. Normalmente seguem a incidência dos nós e têm seu sistema ortogonal posicionado no nó de incidência inicial da barra. Assim as coordenadas nodais, carregamentos, reações de apoio e deslocamentos ficam associados ao posicionamento de cada barra, vide Fig. 1.

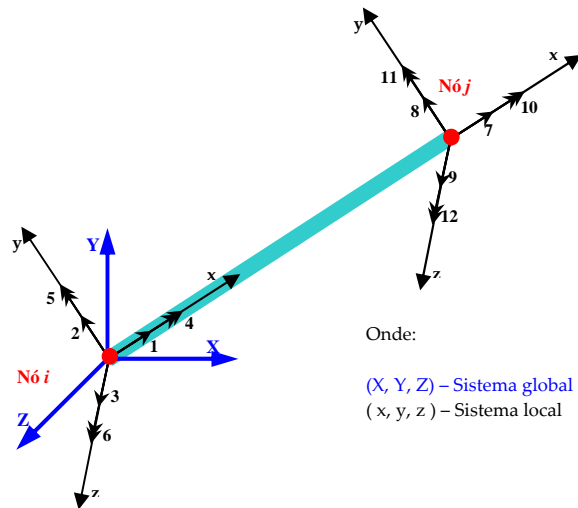


Figura 1 – Sistemas de Coordenadas Local e Global

### 2.3. Matrizes de Rigidez e de Massa de Barra

As matrizes de rigidez e de massa de barra são formadas, respectivamente, por coeficientes de rigidez e de massa que estão associados a cada grau de liberdade existente nas extremidades. Essas matrizes são de ordem quadrada e têm dimensão igual a duas vezes o grau de liberdade de cada extremidade (nó).

As hipóteses adotadas para a representação matemática do pórtico são as seguintes:

- uma das dimensões bem maior que as demais (barra);
- seções transversais uniformes (barra prismática);
- material homogêneo, isótropo, elasto-linear;
- deformações transversais da seção desprezados (supressão do efeito de Poisson);
- conservação da planicidade original das seções transversais durante o processo de deformação;
- campos pequenos (suaves) de deslocamentos e deformações; e
- carregamentos estáticos e excitações harmônicas aplicados.

#### 2.3.1. Contribuição Axial

As energias potencial  $\pi_p$  e cinética  $\pi_c$  para o elemento de barra axialmente carregada serão dadas, respectivamente, por (PETYT, 1990):

$$\pi_p = \frac{1}{2} \int_0^L EA u'^2 dx, \quad \pi_c = \frac{1}{2} \int_0^L \rho A \dot{u}^2 dx \quad (1)$$

onde  $E$  é o módulo de elasticidade longitudinal;  $A$ , a área da seção transversal;  $\rho$ , a densidade;  $L$ , o comprimento da barra;  $u$ , o deslocamento axial;  $u' = du/dx$  e  $\dot{u} = du/dt$ , suas derivadas espacial e temporal.

Interpolando-se linearmente o deslocamento  $u$  da barra com as funções  $\varphi_1$  e  $\varphi_2$ , as energias potencial e cinética Eq. (1), após os cálculos das integrais, podem ser escritas como:

$$\pi_p = \frac{1}{2} [u]^T [K] [u], \quad \pi_c = \frac{1}{2} [\dot{u}]^T [M] [\dot{u}]$$

onde  $[k]$  e  $[M]$  são as matrizes de rigidez e massa dadas por:

$$[K] = \frac{EA}{L} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}, \quad [M] = \frac{\rho AL}{6} \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$$

### 2.3.2. Contribuições do Problema de Flexão com Deformação por Cortante

Nessa seção, será descrita a obtenção das matrizes de rigidez e de massa para o problema de flexão, com consideração da deformação por cortante.

#### 2.3.2.1 Contribuição da Flexão em Z

A energia potencial  $\pi_p$  para o elemento de barra sob flexão em torno do eixo Z é dada por (PETYT, 1990):

$$\pi_p = \frac{1}{2} \int_0^L EI_Z \left( \frac{d\beta}{dx} \right)^2 dx + \frac{1}{2} \int_0^L \kappa AG \left( -\beta + \frac{d\nu}{dx} \right)^2 dx \quad (2),$$

onde  $I_Z$  é o momento de inércia principal em Z;  $\kappa$ , o fator de forma da seção;  $G$ , o módulo de elasticidade transversal;  $\beta$ , a rotação da seção em Z; e  $\nu$ , o deslocamento transversal em Y.

Interpolando-se cubicamente  $\nu$  e quadraticamente  $\beta$ , a energia potencial (2), após o cálculo das integrais, pode ser reescrita como:

$$\pi_p = \frac{1}{2} [u]^T [K_B] [u] + \frac{1}{2} [u]^T [K_S] [u]$$

onde as matrizes de rigidez de flexão  $[K_B]$  e de cisalhamento  $[K_S]$  são dadas por:

$$[K_B] = \frac{EI_Z}{L^3 \cdot (1 + 3\gamma_Z)^2} \begin{bmatrix} 12 & & -12 & & 6L & & \\ & (4 + 6\gamma_Z + 9\gamma_Z^2) \cdot L & & -6L & (2 - 6\gamma_Z - 9\gamma_Z^2) \cdot L^2 & & \\ & & sim. & 12 & & -6L & \\ & & & & & & (4 + 6\gamma_Z + 9\gamma_Z^2) \cdot L \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$[K_S] = \frac{9\gamma_Z EI_Z}{L^3 \cdot (1 + 3\gamma_Z)^2} \begin{bmatrix} 4 & 2L & -4 & 2L \\ & L^2 & -2L & L^2 \\ & & 4 & -2L \\ & sim. & & L^2 \end{bmatrix}, \quad \gamma_Z = \frac{4EI_Z}{\kappa GAL^2} \quad (4)$$

Superpondo-se os efeitos de flexão (3) e de cisalhamento (4), tem-se a forma explícita da matriz de rigidez para o efeito de flexão em torno de Z para barra não-articulada:

$$[K] = \frac{EI_Z}{L^3 \cdot (1+3\gamma_Z)} \begin{bmatrix} 12 & 6L & -12 & 6L \\ (4+3\gamma_Z) \cdot L^2 & -6L & (2-3\gamma_Z) \cdot L^2 & \\ & 12 & -6L & \\ sim. & & (4+3\gamma_Z) \cdot L^2 & \end{bmatrix}$$

A energia cinética  $\pi_C$  para o elemento de barra sob flexão em torno do eixo Z pode ser dividida nas parcelas de translação  $\pi_{CT}$  e de rotação  $\pi_{CR}$ . Essas parcelas são dadas respectivamente por (PETYT, 1990):

$$\pi_{CT} = \frac{1}{2} \int_0^L \rho A \left( \frac{dv}{dt} \right)^2 dx, \quad \pi_{CR} = \frac{1}{2} \int_0^L \rho I_Z \left( \frac{d\beta}{dt} \right)^2 dx \quad (5)$$

Interpolando-se cubicamente  $v$  e quadraticamente  $\beta$ , as energias cinética de translação e rotação Eq.(5), após o cálculo das integrais, podem ser reescritas como:

$$\pi_{CT} = \frac{1}{2} [\dot{u}]^T [M_T] [\dot{u}], \quad \pi_{CR} = \frac{1}{2} [\dot{u}]^T [M_R] [\dot{u}]$$

onde as matrizes de massa de translação  $[M_T]$  e rotação  $[M_R]$  são dadas por:

$$[M_T] = \frac{\rho AL}{840 \cdot (1+3\gamma_Z)^2} \begin{bmatrix} f_1 & f_2 & f_3 & f_4 \\ & f_5 & -f_4 & f_6 \\ & & f_1 & -f_2 \\ sim. & & & f_5 \end{bmatrix}, \quad [M_R] = \frac{\rho I_Z}{30L \cdot (1+3\gamma_Z)^2} \begin{bmatrix} f_7 & f_8 & -f_7 & f_8 \\ & f_9 & -f_8 & f_{10} \\ & & f_7 & -f_8 \\ sim. & & & f_9 \end{bmatrix}$$

onde:

$$f_1 = 312 + 1764\gamma_Z + 2520\gamma_Z^2; f_2 = (44 + 231\gamma_Z + 315\gamma_Z^2) \cdot L; f_3 = 108 + 756\gamma_Z + 1260\gamma_Z^2; \\ f_4 = -(26 + 189\gamma_Z + 315\gamma_Z^2) \cdot L; f_5 = (8 + 42\gamma_Z + 63\gamma_Z^2) \cdot L^2; f_6 = -3 \cdot (2 + 14\gamma_Z + 21\gamma_Z^2) \cdot L^2; \\ f_7 = 36; f_8 = -3 \cdot (-1 + 15\gamma_Z) \cdot L; f_9 = (4 + 15\gamma_Z + 90\gamma_Z^2) \cdot L^2; e \quad f_{10} = (-1 - 15\gamma_Z + 45\gamma_Z^2) \cdot L^2.$$

Para barras com articulação na extremidade esquerda, as matrizes de rigidez e de massa devem ser ajustadas para (MENDONÇA, 2006):

$$[K] = \frac{12EI_Z}{L^3 \cdot (4+3\gamma_Z)} \begin{bmatrix} -1 & 0 & -1 & L \\ & 0 & 0 & 0 \\ & & 1 & -L \\ sim. & & & L^2 \end{bmatrix}$$

$$[M_T] = \frac{\rho AL}{210 \cdot (4+3\gamma_Z)^2} \begin{bmatrix} g_1 & 0 & g_2 & g_3 \\ & 0 & 0 & 0 \\ & & g_4 & g_5 \\ sim. & & & g_6 \end{bmatrix}, \quad [M_R] = \frac{\rho I_Z}{10L \cdot (4+3\gamma_Z)^2} \begin{bmatrix} g_7 & 0 & -g_7 & g_8 \\ & 0 & 0 & 0 \\ & & g_7 & -g_8 \\ sim. & & & g_9 \end{bmatrix}$$

onde:

$$g_1 = 792 + 1386\gamma_Z + 630\gamma_Z^2; g_2 = 468 + 819\gamma_Z + 315\gamma_Z^2; g_3 = -3 \cdot (44 + 49\gamma_Z) \cdot L; \\ g_4 = 1632 + 2016\gamma_Z + 630\gamma_Z^2; g_5 = -24 \cdot (12 + 7\gamma_Z) \cdot L; g_6 = 64L^2; g_7 = 192; \\ g_8 = -8 \cdot (-4 + 15\gamma_Z) \cdot L; e \quad g_9 = 2 \cdot (16 + 45\gamma_Z^2) \cdot L^2.$$

Para barras com articulação na extremidade direita, as matrizes de rigidez e de massa ficam (MENDONÇA, 2006):

$$[K] = \frac{12EI_Z}{L^3 \cdot (4 + 3\gamma_Z)} \begin{bmatrix} 1 & L & -1 & 0 \\ L^2 & -L & 0 & \\ & & 1 & 0 \\ sim. & & & 0 \end{bmatrix}$$

$$[M_T] = \frac{\rho AL}{210 \cdot (4 + 3\gamma_Z)^2} \begin{bmatrix} h_1 & h_2 & h_3 & 0 \\ & h_4 & h_5 & 0 \\ & & h_6 & 0 \\ sim. & & & 0 \end{bmatrix}, \quad [M_R] = \frac{\rho I_Z}{10L \cdot (4 + 3\gamma_Z)^2} \begin{bmatrix} h_7 & h_8 & -h_7 & 0 \\ & h_9 & -h_8 & 0 \\ & & h_7 & 0 \\ sim. & & & 0 \end{bmatrix}$$

onde:

$$h_1 = 1632 + 2016\gamma_Z + 630\gamma_Z^2; \quad h_2 = 24 \cdot (12 + 7\gamma_Z) \cdot L; \quad h_3 = 468 + 819\gamma_Z + 315\gamma_Z^2; \quad h_4 = 64L^2;$$

$$h_5 = 3 \cdot (44 + 49\gamma_Z) \cdot L; \quad h_6 = 792 + 1386\gamma_Z + 630\gamma_Z^2; \quad h_7 = 192; \quad h_8 = -8 \cdot (-4 + 15\gamma_Z) \cdot L;$$

$$h_9 = 2 \cdot (16 + 45\gamma_Z^2) \cdot L^2.$$

### 2.3.2.2. Contribuição da Flexão em Y

Os efeitos da flexão na direção de Y podem ser calculados de forma análoga aos procedimentos empregados na flexão em Z. Portanto, de modo a preservar a concisão deste texto, serão apresentados a seguir apenas os resultados finais para as matrizes de rigidez e de massa para o caso da barra não-articulada. Detalhes adicionais dessa obtenção podem ser encontrados dentre outros em (MENDONÇA, 2006) e (SILVA JR, 2007).

As formas explícitas das matrizes de rigidez  $[K]$  e de massa  $[M_T]$  e  $[M_R]$  para o efeito de flexão em torno de Y para barra não-articulada são dadas por:

$$[K] = \frac{EI_Y}{L^3 \cdot (1 + 3\gamma_Y)} \begin{bmatrix} 12 & -6L & -12 & -6L \\ (4 + 3\gamma_Y) \cdot L^2 & 6L & (2 - 3\gamma_Y) \cdot L^2 & \\ & & 12 & 6L \\ sim. & & & (4 + 3\gamma_Y) \cdot L^2 \end{bmatrix}$$

$$[M_T] = \frac{\rho AL}{840 \cdot (1 + 3\gamma_Y)^2} \begin{bmatrix} j_1 & j_2 & j_3 & j_4 \\ & j_5 & -j_4 & j_6 \\ & & j_1 & -j_2 \\ sim. & & & j_5 \end{bmatrix}, \quad [M_R] = \frac{\rho I_Y}{30L \cdot (1 + 3\gamma_Y)^2} \begin{bmatrix} j_7 & j_8 & -j_7 & j_8 \\ & j_9 & -j_8 & j_{10} \\ & & j_7 & -j_8 \\ sim. & & & j_9 \end{bmatrix}$$

onde:

$$j_1 = 312 + 1764\gamma_Y + 2520\gamma_Y^2; \quad j_2 = -(44 + 231\gamma_Y + 315\gamma_Y^2) \cdot L; \quad j_3 = 108 + 756\gamma_Y + 1260\gamma_Y^2;$$

$$j_4 = (26 + 189\gamma_Y + 315\gamma_Y^2) \cdot L; \quad j_5 = (8 + 42\gamma_Y + 63\gamma_Y^2) \cdot L^2; \quad j_6 = -3 \cdot (2 + 14\gamma_Y + 21\gamma_Y^2) \cdot L^2;$$

$$j_7 = 36; \quad j_8 = 3 \cdot (-1 + 15\gamma_Y) \cdot L; \quad j_9 = (4 + 15\gamma_Y + 90\gamma_Y^2) \cdot L^2; \quad j_{10} = (-1 - 15\gamma_Y + 45\gamma_Y^2) \cdot L^2; \text{ e}$$

$$\gamma_Y = \frac{4EI_Y}{\kappa GAL^2}.$$



### 2.3.3. Contribuição de Torção

As energias potencial  $\pi_p$  e cinética  $\pi_c$  para o elemento de barra submetida a torção, desconsiderando a deformação axial sob torção, serão dadas, respectivamente, por (PETYT, 1990):

$$\pi_p = \frac{1}{2} \int_0^L GI_X \theta_X^2 dx, \quad \pi_c = \frac{1}{2} \int_0^L \rho I_X \dot{\theta}_X^2 dx \quad (6)$$

onde  $I_X$  é o momento de inércia polar;  $\theta_X$ , a rotação da seção em torno de X;  $\theta' = d\theta/dx$  e  $\dot{\theta} = d\theta/dt$ , suas derivadas espacial e temporal.

Interpolando-se linearmente  $\theta$  da barra com as funções  $\varphi_1$  e  $\varphi_2$ , as energias potencial e cinética Eq. (6), após o cálculo das integrais, podem ser reescritas como:

$$\pi_p = \frac{1}{2} [\theta]^T [K] [\theta], \quad \pi_c = \frac{1}{2} [\dot{\theta}]^T [M] [\dot{\theta}]$$

onde as matrizes de rigidez e de massa são:

$$[K] = \frac{GI_X}{L} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}, \quad [M] = \frac{\rho I_X L}{6} \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$$

### 2.4. Sobreposição dos Efeitos: composição das Matrizes de Rigidez e de Massa

As matrizes de rigidez e de massa para as estruturas reticuladas de pórtico plano e espacial serão mostradas nos tópicos a seguir.

#### 2.4.1. Matrizes de Rigidez e de Massa de Barra de Pórtico Plano

Superpondo-se os efeitos axial e de flexão em Z com deformação por cortante, têm-se as matrizes de rigidez e de massa de barra não-articulada de pórtico plano, que podem ser dadas por:

$$[K] = \begin{bmatrix} \chi & 0 & 0 & -\chi & 0 & 0 \\ & 12\eta & 6L\eta & 0 & -12\eta & 6L\eta \\ & & (4+3\gamma_Z)\eta \cdot L^2 & 0 & -6L\eta & (2-3\gamma_Z)\eta \cdot L^2 \\ & & & \chi & 0 & 0 \\ & & & & 12\eta & -6L\eta \\ & & & & & (4+3\gamma_Z)\eta \cdot L^2 \\ & & & & & & sim. \end{bmatrix}$$

$$[M_T] = \begin{bmatrix} 2\phi & 0 & 0 & \phi & 0 & 0 \\ & p_1 & p_2 & 0 & p_3 & p_4 \\ & & p_5 & 0 & -p_4 & p_6 \\ & & & 2\phi & 0 & 0 \\ & & & & p_1 & -p_2 \\ & & & & & p_5 \\ & & & & & & sim. \end{bmatrix}, \quad [M_R] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & p_7 & p_8 & 0 & -p_7 & p_8 \\ & & p_9 & 0 & -p_8 & p_{10} \\ & & & 0 & 0 & 0 \\ & & & & p_7 & -p_8 \\ & & & & & p_9 \\ & & & & & & sim. \end{bmatrix}$$

onde:

$$\chi = \frac{EA}{L}; \quad \eta = \frac{EI_Z}{L^3 \cdot (1+3\gamma_Z)}; \quad \phi = \frac{\rho AL}{6}; \quad \varepsilon = \frac{\rho AL}{840 \cdot (1+3\gamma_Z)^2};$$

$$p_1 = (312 + 1764\gamma_Z + 2520\gamma_Z^2) \cdot \varepsilon; \quad p_2 = (44 + 231\gamma_Z + 315\gamma_Z^2) \cdot L \cdot \varepsilon; \quad p_3 = (108 + 756\gamma_Z + 1260\gamma_Z^2) \cdot \varepsilon;$$

$$p_4 = -(26 + 189\gamma_Z + 315\gamma_Z^2) \cdot L \cdot \varepsilon; \quad p_5 = (8 + 42\gamma_Z + 63\gamma_Z^2) \cdot L^2 \cdot \varepsilon; \quad p_6 = -3 \cdot (2 + 14\gamma_Z + 21\gamma_Z^2) \cdot L^2 \cdot \varepsilon;$$

$$p_7 = 36 \cdot \varepsilon; \quad p_8 = -3 \cdot (-1 + 15\gamma_Z) \cdot L \cdot \varepsilon; \quad p_9 = (4 + 15\gamma_Z + 90\gamma_Z^2) \cdot L^2 \cdot \varepsilon;$$

$$p_{10} = (-1 - 15\gamma_Z + 45\gamma_Z^2) \cdot L^2 \cdot \varepsilon.$$

Note que a matriz de massa total é dada por:  $[M] = [M_T] + [M_R]$ .

Para manter a concisão do texto, as matrizes de pórticos plano para as barras com articulação à esquerda e/ou à direita não serão explicitadas aqui. Elas podem ser encontradas em (MENDONÇA, 2006) ou até mesmo confeccionadas a partir das matrizes de barra articulada apresentadas neste texto desde que se preserve a orientação e a numeração dos graus de liberdade definidas nas Fig. 1.

Se a hipótese de deformação por cortante for desconsiderada para alguma das direções principais de flexão ( $\gamma_Z = 0$ ), a matriz de rigidez e as matrizes de massa de barra para pórtico plano da teoria técnica serão restauradas.

#### 2.4.2. Matrizes de Rigidez e de Massa de Barra de Pórtico Espacial

Superpondo-se os efeitos axial, os de flexão em Y e em Z com deformação por cortante e os de torção, têm-se as matrizes de rigidez, massa translacional e de massa rotacional da barra de pórtico espacial, que podem ser dadas por:

$$[K] = \begin{bmatrix} \chi & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\chi & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & 12\eta & 0 & 0 & 0 & 6L\eta & 0 & -12\eta & 0 & 0 & 0 & 0 & 6L\eta \\ & & 12\mu & 0 & -6L\mu & 0 & 0 & 0 & -12\mu & 0 & -6L\mu & 0 & 0 \\ & & & \tau & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\tau & 0 & 0 \\ & & & & (4+3\gamma_Y)\mu \cdot L^2 & 0 & 0 & 0 & 6L\mu & 0 & (2-3\gamma_Y)\mu \cdot L^2 & 0 & 0 \\ & & & & & (4+3\gamma_Z)\eta \cdot L^2 & 0 & -6L\eta & 0 & 0 & 0 & (2-3\gamma_Z)\eta \cdot L^2 & 0 \\ & & & & & & \chi & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & & & & & & & 12\eta & 0 & 0 & 0 & 0 & -6L\eta \\ & & & & & & & & 12\mu & 0 & 6L\mu & 0 & 0 \\ & & & & & & & & & \tau & 0 & 0 & 0 \\ & & & & & & & & & & (4+3\gamma_Y)\mu \cdot L^2 & 0 & 0 \\ & & & & & & & & & & & (4+3\gamma_Z)\eta \cdot L^2 & 0 \end{bmatrix}$$

*sim.*

$$[M_T] = \begin{bmatrix} 2\phi & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \phi & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & p_1 & 0 & 0 & 0 & p_2 & 0 & p_3 & 0 & 0 & 0 & p_4 \\ & & q_1 & 0 & q_2 & 0 & 0 & 0 & q_3 & 0 & q_4 & 0 \\ & & & 2\lambda & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \lambda & 0 & 0 \\ & & & & q_5 & 0 & 0 & 0 & -q_4 & 0 & q_6 & 0 \\ & & & & & p_5 & 0 & -p_4 & 0 & 0 & 0 & p_6 \\ & & & & & & 2\phi & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & & & & & & & p_1 & 0 & 0 & 0 & -p_2 \\ & & & & & & & & q_1 & 0 & -q_2 & 0 \\ & & & & & & & & & 2\lambda & 0 & 0 \\ & & & & & & & & & & q_5 & 0 \\ & & & & & & & & & & & p_5 \end{bmatrix}$$

*sim.*

$$[M_R] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & p_7 & 0 & 0 & 0 & p_8 & 0 & -p_7 & 0 & 0 & 0 & p_8 \\ & & q_7 & 0 & q_8 & 0 & 0 & 0 & -q_7 & 0 & q_8 & 0 \\ & & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & & & & q_9 & 0 & 0 & 0 & -q_8 & 0 & q_{10} & 0 \\ & & & & & p_9 & 0 & -p_8 & 0 & 0 & 0 & p_{10} \\ & & & & & & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & & & & & & & p_7 & 0 & 0 & 0 & -p_8 \\ & & & & & & & & q_7 & 0 & -q_8 & 0 \\ & & & & & & & & & 0 & 0 & 0 \\ & & & & & & & & & & q_9 & 0 \\ & & & & & & & & & & & p_9 \end{bmatrix}$$

*sim.*

onde:

$$\chi = \frac{EA}{L}; \quad \tau = \frac{GI_x}{L}; \quad \eta = \frac{EI_z}{L^3 \cdot (1+3\gamma_z)}; \quad \mu = \frac{EI_y}{L^3 \cdot (1+3\gamma_y)}; \quad \gamma_y = \frac{4EI_y}{\kappa GAL^2};$$

$$\phi = \frac{\rho AL}{6}; \quad \lambda = \frac{\rho I_x L}{6}; \quad \varepsilon = \frac{\rho AL}{840 \cdot (1+3\gamma_z)^2}; \quad \sigma = \frac{\rho AL}{840 \cdot (1+3\gamma_y)^2}; \quad \gamma_z = \frac{4EI_z}{\kappa GAL^2}$$

$$p_1 = (312 + 1764\gamma_z + 2520\gamma_z^2) \cdot \varepsilon; \quad p_2 = (44 + 231\gamma_z + 315\gamma_z^2) \cdot L \cdot \varepsilon; \quad p_3 = (108 + 756\gamma_z + 1260\gamma_z^2) \cdot \varepsilon;$$

$$p_4 = -(26 + 189\gamma_z + 315\gamma_z^2) \cdot L \cdot \varepsilon; \quad p_5 = (8 + 42\gamma_z + 63\gamma_z^2) \cdot L^2 \cdot \varepsilon; \quad p_6 = -3 \cdot (2 + 14\gamma_z + 21\gamma_z^2) \cdot L^2 \cdot \varepsilon;$$

$$p_7 = 36 \cdot \varepsilon; \quad p_8 = -3 \cdot (-1 + 15\gamma_z) \cdot L \cdot \varepsilon; \quad p_9 = (4 + 15\gamma_z + 90\gamma_z^2) \cdot L^2 \cdot \varepsilon; \quad p_{10} = (-1 - 15\gamma_z + 45\gamma_z^2) \cdot L^2 \cdot \varepsilon.$$

$$q_1 = (312 + 1764\gamma_y + 2520\gamma_y^2) \cdot \sigma; \quad q_2 = -(44 + 231\gamma_y + 315\gamma_y^2) \cdot L \cdot \sigma; \quad q_3 = (108 + 756\gamma_y + 1260\gamma_y^2) \cdot \sigma;$$

$$q_4 = (26 + 189\gamma_y + 315\gamma_y^2) \cdot L \cdot \sigma; \quad q_5 = (8 + 42\gamma_y + 63\gamma_y^2) \cdot L^2 \cdot \sigma; \quad q_6 = -3 \cdot (2 + 14\gamma_y + 21\gamma_y^2) \cdot L^2 \cdot \sigma;$$

$$q_7 = 36 \cdot \sigma; \quad q_8 = 3 \cdot (-1 + 15\gamma_y) \cdot L \cdot \sigma; \quad q_9 = (4 + 15\gamma_y + 90\gamma_y^2) \cdot L^2 \cdot \sigma; \quad q_{10} = (-1 - 15\gamma_y + 45\gamma_y^2) \cdot L^2 \cdot \sigma;$$

Vale ressaltar que a matriz de massa total é dada por:  $[M] = [M_T] + [M_R]$

Se a hipótese de deformação por cortante for desconsiderada para alguma das direções principais de flexão ( $\gamma_z = 0$  e/ou  $\gamma_y = 0$ ), a matriz de rigidez e as matrizes de massa de barra para pórtico espacial da teoria técnica serão restauradas.

## 2.5. Matrizes de Transformação

Para se ter uma soma algébrica das contribuições das matrizes de rigidez e de massa de cada membro, assim como seu vetor de esforços, é necessário que eles estejam no mesmo sistema de coordenadas. Daí a necessidade de convertê-los para um sistema global de coordenadas, o que é feito a partir de uma matriz de transformação [R]. Assim, a relação entre a matriz de rigidez local e a matriz de rigidez global fica:

$$[K_g] = [R]^T \cdot [K_e] \cdot [R]$$

Analogamente, tem-se a mesma relação para matriz de massa:

$$[M_g] = [R]^T \cdot [M_e] \cdot [R]$$

onde [Me] e [Mg] são, respectivamente as matrizes de rigidez nos sistemas local e global de referência. Os valores explícitos para as matrizes de Transformação são dadas a seguir. Para pórticos planos fica:

$$[R] = \begin{bmatrix} [B] & [0] \\ [0] & [B] \end{bmatrix}; \text{ com } [B] = \begin{bmatrix} C_x & C_y & 0 \\ -C_y & C_x & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ e } [0] \text{ é uma matriz nula de ordem 3.}$$

Enquanto para pórticos espaciais, resulta em:

$$[R] = \begin{bmatrix} [B] & [0] & [0] & [0] \\ [0] & [B] & [0] & [0] \\ [0] & [0] & [B] & [0] \\ [0] & [0] & [0] & [B] \end{bmatrix},$$

com:

$$[B] = \begin{bmatrix} C_x & C_y & C_z \\ -(C_x \cdot C_y \cdot \cos\alpha + C_z \cdot \text{sen}\alpha)/C_{xz} & \cos\alpha \cdot C_{xz} & (-C_y \cdot C_z \cdot \cos\alpha + C_x \cdot \text{sen}\alpha)/C_{xz} \\ (C_x \cdot C_y \cdot \text{sen}\alpha - C_z \cdot \cos\alpha)/C_{xz} & -C_{xz} \cdot \text{sen}\alpha & (-C_y \cdot C_z \cdot \text{sen}\alpha + C_x \cdot \cos\alpha)/C_{xz} \end{bmatrix}$$

onde  $\alpha$  é o ângulo dos eixos principais; e  $C_{xz} = \sqrt{C_x^2 + C_z^2}$

## 2.6. Equação de Movimento

As equações de movimento podem ser obtidas pela aplicação do princípio de Hamilton

$$\int_{t_1}^{t_2} [\delta(\pi_C - \pi_P) + \delta W] \cdot dt = 0 \text{ nas energias cinética } \pi_C = \frac{1}{2} [\dot{u}]^T [M_{ge}] [\dot{u}] \text{ e potencial } \pi_P = \frac{1}{2} [u]^T [K_{ge}] [u],$$

resultando em:

$$[M_{ge}] [\ddot{u}] + [K_{ge}] [u] = \{f\} \quad (7)$$

onde [Kge] e [Mge] são as matrizes de rigidez e de massa da estrutura.

Quando se tem uma ação com força harmônica sobre a estrutura, esta responde também harmonicamente, de forma que Eq.(7) pode ser re-escrita como:

$$([K_{ge}] - \omega^2 [M_{ge}]) \cdot [\bar{u}] = [\bar{f}] \quad (8)$$

Se o vetor  $[\bar{f}]$  for nulo, tem-se vibração livre e as frequências correspondentes são chamadas frequências naturais. Caso  $[\bar{f}]$  seja não-nulo, tem-se uma análise de vibração forçada, cujas respostas dependem da frequência de vibração  $\omega$  da ação. Para recuperar a análise estática de estrutura, basta alimentar Eq. (8) com  $\omega$  nulo, resultando em:

$$[Kge][\bar{u}] = [\bar{f}].$$

## 2.7. Resultados Numéricos

Nesta seção, serão apresentados exemplos de pórtico plano e de pórtico espacial sob vibração livre e forçada, mostrando os resultados obtidos. Em seguida, uma tabela nas diferentes razões de altura da seção/comprimento da barra mostrará a influência da consideração do efeito de deformação por cortante, para análise estática, nos esforços e nos deslocamentos das barras. Todos os resultados abaixo apresentados foram comparados com aqueles obtidos de (MENDONÇA, 2006). Convém notar que para todas as análises dinâmicas foram incorporados os efeitos de deformação por cortante e inércia de rotação.

### 2.7.1. Pórtico Plano

Na figura 2, está indicado um pórtico plano cujas propriedades mecânicas e geométricas são listadas a seguir:  $E = 10000 \text{ kPa}$ ;  $G = 5000 \text{ kPa}$ ;  $A = 10 \text{ cm}^2$ ;  $I_z = 1000 \text{ cm}^4$ ;  $L = 100 \text{ cm}$ ;  $P = 10 \text{ kN}$ ;  $\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$ ;  $\kappa = 1$ ; e  $\omega = 2 \text{ rad/s}$ .

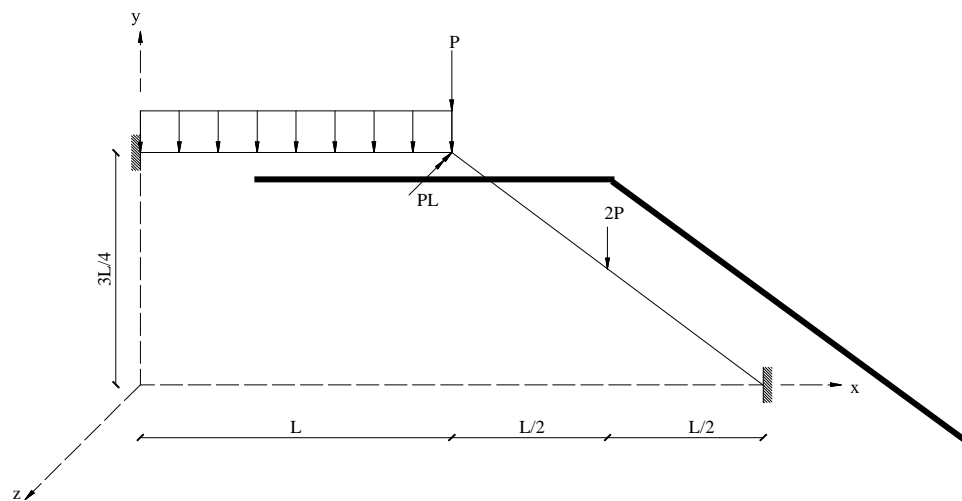


Figura 2 - Pórtico Plano

A seguir está o arquivo de saída gerado pelo programa, apresentando os campos nodais de interesse obtidos da análise forçada da estrutura considerando a deformação por cortante incorporada e a inércia de rotação. Convém notar que os resultados do arquivo de saída seguem a seqüência dos graus de liberdade da barra (vide Fig. 1) para o caso de pórtico plano.

Vetor Esforços na Barra 1

KEb (0,J) = 4.034554e+000 KEb (1,J) = 2.021058e+001 KEb (2,J) = 3.856184e+002  
 KEb (3,J) = 8.066780e+000 KEb (4,J) = 1.817136e+001 KEb (5,J) = -4.201772e+002

Vetor Esforços na Barra 2

KEb (0,J) = 1.044939e+001 KEb (1,J) = -2.737716e+001 KEb (2,J) = -5.798228e+002  
KEb (3,J) = 2.226214e+000 KEb (4,J) = -1.298072e+001 KEb (5,J) = 3.749336e+002

Vetor Deslocamentos da Barra 1

KDb (0,J) = 0.000000e+000 KDb (1,J) = 0.000000e+000 KDb (2,J) = 0.000000e+000  
KDb (3,J) = -7.757265e-007 KDb (4,J) = 1.074724e-006 KDb (5,J) = 1.197986e-007

Vetor Deslocamentos da Barra 2

KDb (0,J) = -1.265416e-006 KDb (1,J) = 3.943434e-007 KDb (2,J) = 1.197986e-007  
KDb (3,J) = 0.000000e+000 KDb (4,J) = 0.000000e+000 KDb (5,J) = 0.000000e+000

Na Tab. 2 estão apresentados os deslocamentos e os esforços da extremidade direita da barra horizontal em seu sistema local de coordenadas para o regime forçado.

Tab. 2 – Graus de liberdade

$u$ (cm)	-7.75726e-07
$v$ (cm)	1.07472e-06
$\theta_z$ (rad)	1.197986e-07
$F_x$ (kN)	8.066780e+00
$F_y$ (kN)	1.817136e+01
$M_z$ (kNcm)	-4.20177e+02

Na Tab. 3 estão apresentados as frequências naturais para os três primeiros modos de vibração livre da estrutura.

Tab. 3 – Frequências Naturais

Modos	Frequência Natural (Hz)
1	3,0117 E-03
2	1,0881 E-03
3	2,4479 E-03

### 2.7.2.Pórtico Espacial

Na figura 3, está indicado um pórtico espacial cujas propriedades mecânicas e geométricas são:  $E = 30000$  kPa;  $G = 12000$  kPa;  $A = 11$  cm<sup>2</sup>;  $I_x = 83$  cm<sup>4</sup>;  $I_y = 56$  cm<sup>4</sup>;  $I_z = 56$  cm<sup>4</sup>;  $L = 120$  cm;  $P = 1$  kN;  $\rho = 7800$  kg/m<sup>3</sup>;  $\kappa = 1$ ; e  $\omega = 2$  rad/s.

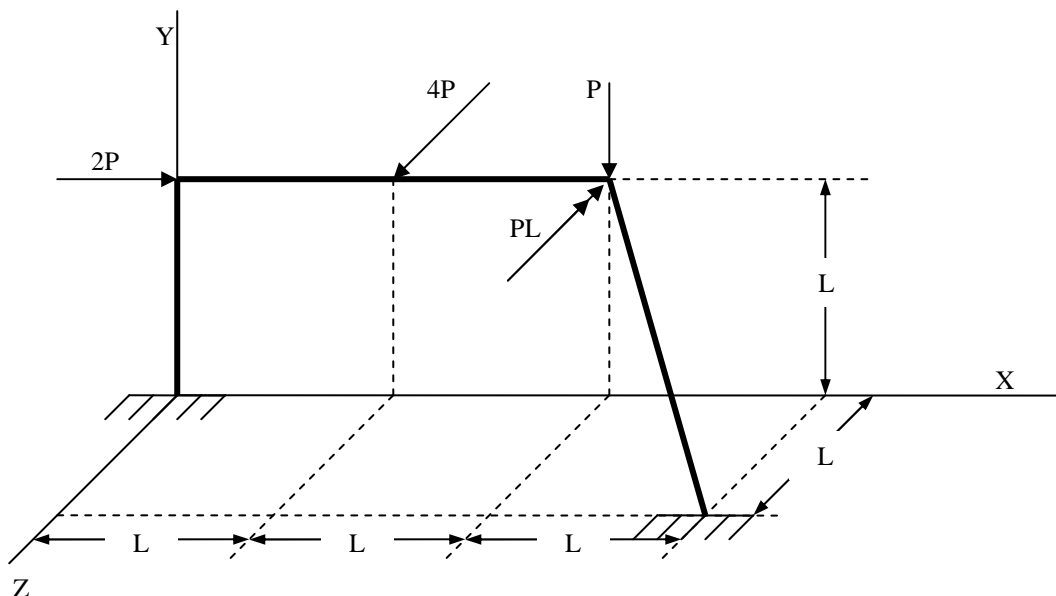


Figura 3 – Pórtico Espacial

A seguir está o arquivo de saída gerado pelo programa, apresentando os campos nodais de interesse obtidos da análise forçada da estrutura considerando a deformação por cortante incorporada e a inércia de rotação. Convém notar que os resultados do arquivo de saída seguem a seqüência dos graus de liberdade da barra (vide Fig. 1) para o caso de pórtico espacial.

Vetor Esforços na Barra 1

KEb (0,J) = 2.136823e+000    KEb (1,J) = -4.801028e-001    KEb (2,J) = 4.873341e-002  
 KEb (3,J) = -1.688425e+000    KEb (4,J) = -1.400816e-001    KEb (5,J) = 9.175459e+000  
 KEb (6,J) = 9.620962e-001    KEb (7,J) = 1.109819e+000    KEb (8,J) = 4.505686e-001  
 KEb (9,J) = -3.583259e+000    KEb (10,J) = 3.119763e+001    KEb (11,J) = -7.877711e+001

Vetor Esforços na Barra 2

KEb (0,J) = 2.406145e-001    KEb (1,J) = 3.862071e-001    KEb (2,J) = -5.958574e-002  
 KEb (3,J) = 7.010649e-002    KEb (4,J) = 1.600123e+000    KEb (5,J) = 1.018747e+001  
 KEb (6,J) = 4.801028e-001    KEb (7,J) = 1.368230e-001    KEb (8,J) = -4.873341e-002  
 KEb (9,J) = 1.400816e-001    KEb (10,J) = -1.688425e+000    KEb (11,J) = -9.175459e+000

Vetor Esforços na Barra 3

KEb (0,J) = 4.025019e-001    KEb (1,J) = -2.299378e+000    KEb (2,J) = 3.617046e-001  
 KEb (3,J) = -3.719291e+000    KEb (4,J) = -4.083907e+001    KEb (5,J) = -3.168273e+001  
 KEb (6,J) = 2.014082e-001    KEb (7,J) = 2.292814e-001    KEb (8,J) = 9.944754e-001  
 KEb (9,J) = -1.860226e+000    KEb (10,J) = 4.542553e+001    KEb (11,J) = -6.310266e+000

Vetor Deslocamento da Barra 1

KDb (0,J) = -3.137242e-007    KDb (1,J) = -1.364995e-007    KDb (2,J) = -3.151755e-008  
 KDb (3,J) = -2.601627e-009    KDb (4,J) = -5.275806e-009    KDb (5,J) = 2.063915e-008  
 KDb (6,J) = 2.026593e-008    KDb (7,J) = 8.158956e-007    KDb (8,J) = 6.812527e-007  
 KDb (9,J) = 6.876232e-008    KDb (10,J) = -3.217094e-008    KDb (11,J) = 3.911485e-008

### Vetor Deslocamento da Barra 2

KDb (0,J) = 0.000000e+000 KDb (1,J) = 0.000000e+000 KDb (2,J) = 0.000000e+000  
KDb (3,J) = 0.000000e+000 KDb (4,J) = 0.000000e+000 KDb (5,J) = 0.000000e+000  
KDb (6,J) = -1.364995e-007 KDb (7,J) = 3.137242e-007 KDb (8,J) = -3.151755e-008  
KDb (9,J) = -5.275806e-009 KDb (10,J) = 2.601627e-009 KDb (11,J) = 2.063915e-008

### Vetor Deslocamento da Barra 3

KDb (0,J) = -6.603555e-008 KDb (1,J) = 9.525698e-007 KDb (2,J) = 4.673883e-007  
KDb (3,J) = 8.085682e-008 KDb (4,J) = 1.777321e-008 KDb (5,J) = -2.096393e-008  
KDb (6,J) = 0.000000e+000 KDb (7,J) = 0.000000e+000 KDb (8,J) = 0.000000e+000  
KDb (9,J) = 0.000000e+000 KDb (10,J) = 0.000000e+000 KDb (11,J) = 0.000000e+000

Na Tab. 4 estão apresentados os deslocamentos e os esforços da extremidade direita da barra horizontal em seu sistema local de coordenadas para o regime forçado.

Tab. 4 – Deslocamentos e esforços

$u$ (cm)	2.026593e-08	$F_x$ (kN)	9.620962e-0
$v$ (cm)	8.158956e-07	$F_y$ (kN)	1.109819e+00
$w$ (cm)	6.812527e-07	$F_z$ (kN)	4.505686e-01
$\theta_x$ (rad)	6.876232e-08	$M_x$ (kNcm)	-3.583259e+00
$\theta_y$ (rad)	-3.217094e-08	$M_y$ (kNcm)	3.119763e+01
$\theta_z$ (rad)	3.911485e-08	$M_z$ (kNcm)	-7.877711e+01

Na Tab. 5 estão apresentados as dozes primeiras frequências naturais de vibração.

Tab. 5 – Frequências Naturais

Modos	Frequência Natural (Hz)	Modos	Frequência Natural (Hz)
1	7,3187 E-03	7	1,0076 E-03
2	6,2535 E-03	8	9,0874 E-05
3	3,1490 E-03	9	1,7314 E-04
4	2,7228 E-03	10	2,1481 E-04
5	1,7268 E-03	11	5,0891 E-04
6	1,1788 E-03	12	4,7110 E-04

### 2.7.3. Contribuição do Cortante

Nesta seção, para o estudo da influência do efeito de deformação por cortante numa análise estática da estrutura, utilizou-se o pórtico plano mostrado anteriormente, fazendo as dimensões (b, h) da seção transversal função do vão.

Então de acordo com Fig. 3, o comprimento L sofrerá alterações de modo que a razão L/h sejam as mostradas em Tab. 6. Optou-se por mostrar resultados dos nós da barra horizontal:



Tabela 6 – Deslocamentos e esforços considerando o efeito da deformação por cortante.

$L/h$	4	6	8	10
Deslocamentos sem cortante	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
	-2.29009e-03	-4.58589e-03	-6.850518e-03	-9.052293e-03
	-9.47687e-03	-1.76711e-02	-2.577151e-02	-3.368285e-02
	-2.43925e-04	-8.15980e-04	-1.927953e-03	-3.763543e-03
Esforços sem cortante	2.450412e+01	3.057413e+01	3.425259e+01	3.620917e+01
	1.006515e+01	7.717639e+00	6.482687e+00	5.826408e+00
	2.071025e+02	1.117877e+02	4.964406e+01	1.664638e+01
	-2.45041e+01	-3.05741e+01	-3.42525e+01	-3.620917e+01
	1.393485e+01	1.628236e+01	1.751731e+01	1.817359e+001
	-4.37236e+02	-5.40023e+02	-6.01375e+02	-6.340056e+02
Deslocamentos com cortante	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
	-2.45041e-03	-4.66490e-03	-6.892822e-03	-9.077321e-03
	-9.92791e-03	-1.78877e-02	-2.588297e-02	-3.374553e-02
	-2.69764e-04	-8.55688e-04	-1.981356e-03	-3.830564e-03
Esforços com cortante	2.290095e+01	3.110091e+01	3.446411e+01	3.630928e+01
	1.030049e+01	7.678199e+00	6.489436e+00	5.842634e+00
	2.420607e+02	9.944145e+01	4.413430e+01	1.371604e+01
	-2.29009e+01	-3.11009e+01	-3.44641e+01	-3.630928e+01
	1.369951e+01	1.632180e+01	1.751056e+01	1.815737e+01
	-4.12011e+02	-5.48122e+02	-6.04514e+02	-6.354261e+02

Nos casos mais críticos, a influência da deformação por cortante neste problema estudado foi inferior a 10% para uma relação vão/altura da seção de 4. Convém notar que para esses casos, tal efeito pode ser significativo de forma que exija uma análise mais completa conforme apresentada neste trabalho.

## Conclusão

Neste artigo, estudou-se os regimes estáticos e dinâmicos harmônicos em estruturas aporticadas planas e espaciais. Na construção da solução numérica da equação de movimento do problema foram contruídas bibliotecas na linguagem C++, onde os efeitos de deformação por cortante e inércia de rotação foram incorporados na análise. Além disso, foram apresentadas as formas explícitas das matrizes de rigidez e de massa para os elementos de pórtico plano e espacial. Alguns resultados numéricos foram apresentados para os problemas em questão.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao suporte financeiro dado através da bolsa de estudo no programa PIBIC/CNPq/UFPB concedido ao primeiro autor.

## **Bibliografia**

CRUZ, M. J., Introdução à análise matricial, Editora Universitária – UFPB, 2001.

HUTTON, D. A. Fundamentals of Finite Analysis. McGraw-Hill, 2004.

HUGGES, T. J. R. The Finite Element Method: Linear Static and Dinamic Finite Element Analysis, 2000.

MENDONÇA, A. V., Métodos Numéricos II, Notas de Aula, PPGEM-UFPB. Em Slides, agosto de 2006.

PETYT, M. Introduction to finite element vibration analysi. Cambridge University Press, 1990.

REDDY, J. N. An Introducion to the Finite Element Method, 2005.

REKTORYS, K., “Variational Methods in Mathematics, Science and Engineering”, D. Reidel Publishing Company, 1977.

SORIANO, H. L. & LIMA, S. S. Método de Elementos Finitos em Análise de Estrutura. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1999.

SILVA JR, I. T. da, Relatório Técnico-Científico Parcial PIBIC. João Pessoa: UFPB, fev. de 2007.

SUSSEKIND, Curso de análise estrutural , vol. 3, 1991.

WEAVER, W. e GERE, J. M., Análise de Estruturas Reticuladas. Guanabara, 1981.

ZIENKIEWICZ, O. C. and TAYLOR, R. L., “The Finite Element Method”, 4th Edition, vol. 1: “Basic Formulation and Linear Problems”, MacGraw-Hill, 1989.

ZIENKIEWICZ, O. C. and MORGAN, K., “Finite Elements and Approximation”, Wiley-Interscience, 1983.

## **Reciclagem de resíduos da indústria de calçados em materiais alternativos na construção civil: desenvolvimento de blocos EVA para piso inter-travados**

**Mariana Porto Viana**

**Universidade Federal da Paraíba**

R. José Patrício de Almeida, N°186, Bessa, JP

CEP: 58036-120, Fone: (83) 3245-9531/8803-7340

**Bolsista PIBIC (CNPq/UFPB/CAU):**

e-mail: [mariana.cg@uol.com.br](mailto:mariana.cg@uol.com.br)

**Aluísio Bráz de Mélo**

**Universidade Federal da Paraíba**

Av. Guarabira, 1125, Ed. Córdoba, Apto. 102, Manaíra, JP

CEP: 58038-142, Fone: (83) 3246-1551

**Prof. Dr. DA/PPGEUA/CT/UFPB**

e-mail: [aluisiobmelo@hotmail.com](mailto:aluisiobmelo@hotmail.com)

**Resumo:** Na busca pelas possibilidades para o aproveitamento dos resíduos provenientes das indústrias calçadistas, desenvolveu-se um estudo experimental com uso dos resíduos de Etileno Acetato de Vinila (E.V.A.), como agregado artificial, na produção de blocos intertravados para uso em pavimentação de passeios públicos. Todo o experimento foi realizado em ambiente de Laboratório (LABEME/CT/UFPB), utilizando-se de máquina do tipo vibro-prensa, com sistema misto (elétrico/manual). A partir do estudo de dosagem referencial para os blocos de concreto, realizou-se o estudo de dosagem alternativa para uma adequada substituição dos agregados naturais, pelos agregados de resíduos de E.V.A. Procurou-se atingir a maior substituição dos agregados naturais por resíduos de EVA e o menor impacto na queda da resistência à compressão dos blocos. Os resultados indicam para uma substituição de até 50% da areia por E.V.A. moído, mantendo-se a resistência à compressão aos 28 dias superior a 25MPa (valor sugerido como parâmetro para futuros testes de aplicação e durabilidade). Dessa forma, o presente trabalho representa uma importante contribuição para a redução de impactos negativos no meio ambiente, possibilitando um destino adequado aos resíduos industriais (E.V.A.) e, ao mesmo tempo, uma redução na extração de recursos naturais (areia) para a construção civil.

**Palavras chave:** *bloco, intertravado, dosagem, resíduos EVA, pavimentação.*

## 1. Introdução

A tendência natural das pessoas é viver nas cidades o que tem tornado o processo de urbanização inevitável no mundo. Em geral, o funcionamento das cidades, com suas construções, atividades, serviços e transportes, tem levado, por um lado, a um processo de grande consumo de energia e de matéria-prima (recursos naturais) disponíveis e, por outro lado, a um aumento da emissão dos gases responsáveis pela mudança climática global. Além disso, têm-se o crescimento na geração de resíduos sólidos de forma generalizada, especialmente os resíduos da construção civil, que têm causado problemas sérios nas áreas urbanas.

O crescimento das indústrias e do consumo de seus produtos tem sido também responsável por um considerável aumento na geração de resíduos sólidos urbanos. Sabe-se que o destino final destes resíduos, assim como seu tratamento inadequado, traz sérios problemas para o meio ambiente. Nos últimos anos, devido ao agravamento deste problema, a legislação ambiental tem se tornado mais rigorosa, obrigando os geradores de resíduos a tratar de maneira adequada seus resíduos. Entretanto, muitas empresas ainda depositam seus resíduos em aterros clandestinos. Esse contexto tem despertado alguns industriais para novas políticas de minimização e reciclagem de resíduos, como forma de diminuir os custos advindos para se cumprir às exigências da lei. Neste processo, os resultados das pesquisas com materiais não convencionais, que avaliam o aproveitamento de resíduos, são importantes para respaldar as alternativas de destino para esses resíduos.

A reciclagem de resíduos recuperáveis tem sido um método de processamento cada vez mais aceito em todo mundo, pois além de diminuir problemas de poluição, preserva os recursos naturais (matérias primas) e elimina custos de armazenamento e tratamento dos resíduos, o que sem dúvida constitui uma importante contribuição para o desenvolvimento sustentável.

De fato, a construção civil tem grande potencial para absorver resíduos dos outros setores industriais. Isso se justifica pela grande variedade de matérias-primas e pelo grande número de materiais aplicados na construção civil. Deve-se levar em conta também que a prática da substituição de agregados naturais (areia e cascalho) por agregados artificiais (resíduos industriais), ainda há que se valorizar e isso pode representar uma redução importante nas agressões ao meio ambiente, tendo em vista a menor extração de matéria-prima da natureza para atender a demanda por materiais de construção, nas obras de engenharia em nossas cidades.

Nessa perspectiva, apresenta-se neste artigo uma etapa de uma ampla pesquisa, em desenvolvimento no LABEME/CT/UFPB, que trata de avaliações com um pré-moldado, bloco denominado PavimEVA, com geometria que permite o inter-travamento entre os elementos, sendo a idéia principal aplicá-lo na execução de pavimentos de passeios públicos (pavimentação para uso de pedestres). A partir do bloco de concreto convencional para pavimentos inter-travados se estudou a dosagem com a substituição de parte dos agregados naturais por agregados de EVA (resíduos de calçados, triturados em granulometria miúda) para produzir o bloco PavimEVA.

No processo de avaliação, foram realizados ensaios de caracterização das peças de piso intertravado, no que se refere ao desempenho quanto à resistência à compressão, a partir de um conjunto de peças produzidas em laboratório LABEME. Portanto, os objetivos específicos desta pesquisa, entre outros, foram: desenvolver um estudo de dosagem alternativa para aproveitamento dos resíduos de EVA em blocos inter-travados para pavimentação de passeios e calçadas; contribuir para estabelecer parâmetros para a resistência à compressão mínima necessária a esses novos blocos (PavimEVA), compatível com usos específicos e ainda contribuir para o avanço no processo de consolidação da reciclagem dos resíduos de EVA na construção civil.

Os estudos foram conduzidos tendo como referência as normas NBR 9780 e NBR 9781. A NBR 9780 trata do requisito da resistência à compressão para as peças de concreto para pavimentação, estabelecendo o valor maior ou igual a 35MPa, para quando há solicitações de veículos comerciais de linha, ou valor maior ou igual a 50MPa, para quando há tráfego de veículos especiais ou solicitações capazes de produzir acentuados efeitos de abrasão. Sendo assim, pode-se ressaltar que a norma não faz referência a um parâmetro de resistência à compressão para blocos de concreto destinados exclusivamente à utilização em praças, calçadas e passeios exclusivos para uso de pedestres, o que hipoteticamente poder-se-ia admitir menor resistência à compressão para os blocos intertravados.

Portanto, desde que esta pesquisa espera uma queda de resistência à compressão, como de fato aconteceu, naturalmente causada pelo aproveitamento de resíduos de EVA, deve-se observar que o alcance dessa resistência (35MPa), no estudo de dosagem, não foi seu intuito principal e que os resultados obtidos, mesmo que menores do que 35MPa, poderão ser validados, futuramente (após ensaios de aplicação e durabilidade), para a utilização deste novo produto nas obras urbanas, em locais de uso exclusivo para pedestre.

## 2. Aproveitamento dos resíduos de EVA em blocos intertravados

A experimentação foi dividida em duas etapas, definindo-se primeiramente a dosagem referencial (bloco de concreto) e posteriormente avaliando-se o aproveitamento dos resíduos de EVA, substituindo os agregados naturais, no estudo de dosagem alternativa (bloco PavimEVA).

### 2.1. Dosagem referencial – bloco de concreto

Como agregados naturais foram utilizados a areia (Figura 01a), o cascalho (Figura 01b) e o pó de pedra, sendo todos selecionados tendo em conta a adequação às normas vigentes (NBR 7211). Ensaios de granulometria (NBR NM 248), ensaios de massa unitária e ensaios para um menor índice de vazios na composição entre os agregados (NBR NM45), foram realizados para determinar a dosagem de referência, na qual a pesquisa foi baseada. O cimento Portland CP V ARI foi usado por ser o mais adequado à produção desses pré-moldados e, além disso, pelo fato de ser o mesmo tipo utilizado por fabricantes locais de blocos intertravados de concreto. Todos os materiais foram estocados nas dependências do laboratório (LABEME), sendo o cimento (Figura 01c) protegido da umidade e da exposição direta ao sol.



a) Areia utilizada na pesquisa. *Fonte: Mariana Porto.*



b) Cascalho utilizado na pesquisa. *Fonte: Mariana Porto*

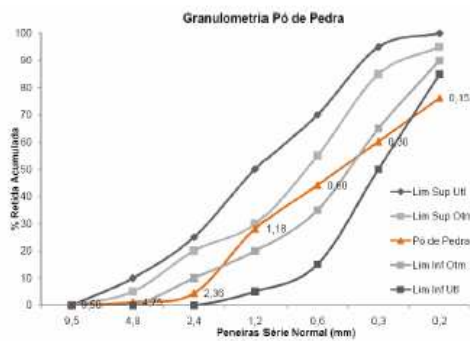


c) Cimento Portland – CP V ARI RS, estocado em sacos plásticos no laboratório. *Fonte: Mariana Porto*

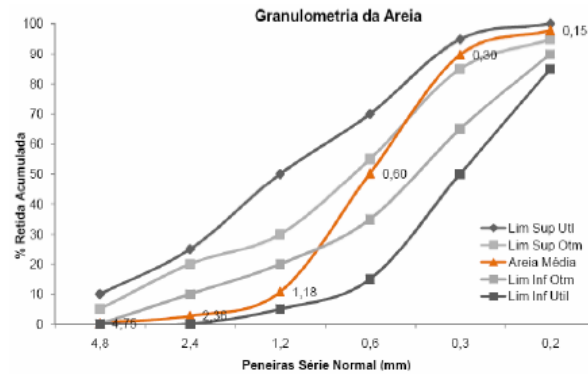
FIGURA 01 – Materiais utilizados na dosagem referencial

De acordo com a NBR NM 45, foram realizados os ensaios para determinação do menor índice de vazios entre os agregados naturais, em estado seco compactado. Esses mostraram inicialmente, que, a mistura mais compacta entre areia e cascalho seria de 60%, para o primeiro insumo, e 40%, para o

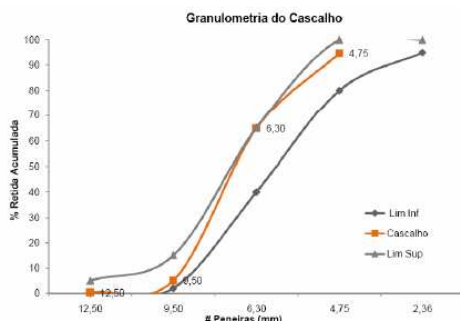
segundo. Um segundo procedimento, incluindo o pó de pedra, indicou que a mistura mais compacta entre os três tipos de agregados disponíveis seria a que continha 90% para o conjunto entre a areia e o cascalho, com as proporções acima citadas, e 10% de pó de pedra, atingindo  $1.935,35 \text{ kg/m}^3$ . Os resultados dos ensaios de granulometrias para os três agregados, que foram utilizados na pesquisa, são apresentados nas Figuras 02a, 02b e 02c:



a) Granulometria do Pó de Pedra



b) Granulometria da Areia.



c) Granulometria do Cascalho

FIGURA 02 – Curvas granulométricas dos agregados naturais

Para os três agregados também foi realizado o ensaio de massa unitária, encontrando-se os seguintes resultados: Cascalho:  $1473,516 \text{ kg/m}^3$ , Areia:  $1721,941 \text{ kg/m}^3$ , Pó de pedra:  $1736,137 \text{ kg/m}^3$

### 2.1.1. Teor ótimo de água na dosagem

Sabe-se que a quantidade de água na dosagem de concreto, além de ser determinante na resistência à compressão, interfere na trabalhabilidade da mistura, que por sua vez deve ser adequada ao processo de produção adotado. Para o caso da fabricação desse tipo de pré-moldado (blocos intertravados), que se utiliza de uma mistura com características do tipo farofa (mistura seca), a quantidade de água necessária ao concreto deverá ser tal que garanta, ao mesmo tempo, trabalhabilidade adequada e bom aspecto nas peças recém-fabricadas. Essa quantidade de água é conhecida como teor de umidade do concreto fresco ou teor de água/materiais secos do concreto, aqui simplificada como teor ótimo de água.

O desejável, tendo em vista a qualidade do pré-moldado, é que a dosagem com teor de água da mistura bem definido permita compatibilizar a maior compactidade dos materiais recém misturados com a capacidade de vibração e prensagem do equipamento, utilizado no processo de moldagem. Geralmente, esse teor ótimo de água corresponde à máxima resistência mecânica que a peça de concreto pode alcançar. Portanto, para cada tipo de equipamento existe um teor ótimo de água diferenciado, sendo esse valor determinado especificamente para cada caso particular e experimentalmente.

Nesta pesquisa, com base em KATTAR & ABREU (2000), a determinação do teor ótimo de água foi feita de maneira bastante simples, em três etapas de avaliação gradativa e sequencial, em que apenas se passou à etapa seguinte quando se atendeu aos requisitos da etapa anterior, como por exemplo:

1. adotando-se um traço de concreto (no caso foi 1:5), preparou-se uma mistura inicial e adicionou-se água, até que foi possível formar, com as mãos, um "bolo" que se manteve com a forma inalterada quando se abriu a mão (Figura 03a);
2. colocou-se esse material nos moldes da vibro-prensa (Figuras 03b e 03c) e após a compactação e a desmoldagem dos elementos observou-se se havia nas suas superfícies laterais minúsculos veios d'água (Figura 03d);
3. finalmente, esses elementos foram pesados antes de seguirem para a cura úmida, onde aguardaram a data (7 dias) para serem ensaiados na resistência á compressão.



a) Teste visual do concreto indicativo de teor ideal água, quando um "bolo" de material se mantém com a forma inalterada após abertura da mão – imagem do lado direito. *Fonte: Mariana Porto*



b) Vibro-prensa semi-automática utilizada na pesquisa para fabricação dos blocos intertravados. *Fonte: Mariana Porto.*  
 c) Detalhe do molde metálico para a produção dos blocos intertravados. *Fonte: Mariana Porto.*



d) Veios d'água na lateral do bloco intertravado recém moldado. *Fonte: Mariana Porto.*

FIGURA 03 – Detalhes do processo de moldagem dos blocos intertravados

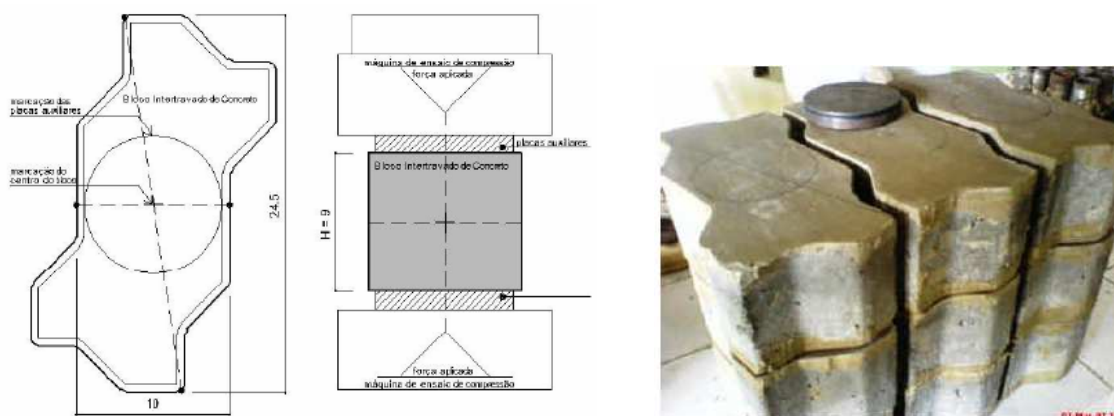
Nos experimentos realizados, a cada etapa descrita foram feitas correções até que se cumpriram os requisitos estabelecidos. Os blocos assim produzidos, em geral, são os mais densos tendo em conta que são baseados em uma dosagem (proporção adequada entre todos os materiais: areia, cascalho, pó de pedra e água) cuja trabalhabilidade permitiu a melhor compactação no interior dos moldes e facilitação na desmoldagem, em função do equipamento utilizado. Esses blocos deverão ter também a maior resistência à compressão, sendo interessante a verificação se há necessidade de ajuste na relação água/cimento, para se obter ainda melhores resultados.

O sistema de cura adotado nesta pesquisa foi levar os blocos imediatamente após a sua desforma para uma câmara úmida (cura úmida com  $T=23^{\circ}\text{C}$  e  $\text{UR}>95\%$ ), onde permaneceram por um dia, antes de seguirem para imersão em um tanque com água saturada com cal (cura sob imersão em água). Nesse tanque, os blocos permaneceram até as datas de realização dos ensaios de resistência à compressão - aos 7 dias e 28 dias.

## 2.1.2. Ensaios de resistência à compressão dos blocos de concreto

Em conformidade com a norma NBR 9780, chama-se a atenção ao fato dos blocos terem sido ensaiados na resistência à compressão na condição saturada em água, com as superfícies secas. Também foi garantida uma superfície de capeamento nos blocos, feita com pasta de cimento Portland, que proporcionou o contato mais adequado entre as placas de aço circulares e cada bloco a ser ensaiado (Figuras 04a a 04d). Para obter os resultados a norma NBR 9780 estabelece que a resistência à compressão (em MPa) do bloco é obtida dividindo-se a carga de ruptura (em N) pela área de carregamento (em mm<sup>2</sup>), multiplicando-se o resultado pelo fator “p”, que é função da altura do bloco. No caso de bloco estudado o “p” adotado foi igual a 1,0 (um).

A NBR 9781 trata da especificação dos blocos de concreto para pavimentação, estipulando os padrões físicos de dimensões e características dos mesmos. A norma define como bloco de concreto para pavimentação um peça pré-moldada, de formato geométrico regular, com comprimento máximo de 400mm, largura mínima de 100mm e altura mínima de 60mm. A norma permite o uso de aditivos e pigmentos, desde que não provoque efeitos prejudiciais ao concreto, devidamente comprovados por ensaios específicos. Nesta pesquisa, foram estudados blocos com as seguintes dimensões de projeto, comprimento de 245mm, largura de 100mm e altura de 90mm, (conforme Figura 04a), sem utilização de aditivo e pigmentos.



a) Dimensões em “cm” do bloco intertravado de concreto usado na pesquisa e as marcações exigidas pela norma para o ensaio de compressão. *Fonte: Mariana Porto.*

b) Blocos capeados e devidamente marcados para o ensaio de resistência. *Fonte: Mariana Porto.*



c) Bloco sendo ensaiado à compressão na prensa. *Fonte: Mariana Porto*



d) Bloco sendo rompido. *Fonte: Mariana Porto.*



e) Bloco já rompido. Percebe-se a marcação da superfície de contato com a placa de aço circular. *Fonte: Mariana Porto.*

FIGURA 04 – Desenho do bloco intertravado e detalhamento do ensaio de resistência á compressão



Seguindo-se o procedimento determinado pela norma NBR 9780, foram desenhados os eixos centrais nas faces superior e inferior dos blocos, o que auxiliou a colocação das duas placas de aço (auxiliares) circulares, com diâmetro de 90mm. Nas Figuras 04c, 04d e 04e ver-se o detalhe do ensaio de resistência à compressão, feito com o bloco sendo comprimido através do contato pelas placas de aço auxiliares colocadas entre a amostra e os pratos da prensa hidráulica. Observou-se também a recomendação de que as placas devem estar devidamente centralizadas em relação aos seus eixos verticais e horizontais, transmitindo a carga aos blocos de modo progressivo e sem choques.

### 2.1.3. Determinação do consumo de cimento: relação agregados/cimento (m)

No estudo de dosagem referencial foram realizadas moldagens de 18 corpos de prova (9 corpos de prova/idade de ensaio) para cada traços 1:4; 1:5 e 1:6, obtendo-se os resultados de resistência à compressão para 7 dias e 28 dias de idade (Tabela 01).

TABELA 01 – Dados obtidos para a determinação da dosagem referencial

Dosagens (em massa)	m			Relação a/c	Resistência à compressão*	
	a	c	pp		7 dias MPa	28 dias MPa
<b>1:4</b>	2,16	1,44	0,4	<b>0,40</b>	25,8	<b>30,6</b>
	60%      40%					
	90%      10%					
1:5	2,70	1,80	0,5	0,50	18,2	24,7
	60%      40%					
	90%      10%					
1:6	3,24	2,16	0,6	0,52	15,9	20,6
	60%      40%					
	90%      10%					

a = areia; c = cascalho; pp = pó de pedra; a/c = relação água cimento;

\*média aplicando-se o critério de “Chauvenet” para validação dos resultados individuais.

Observa-se que com o traço **1:4** os resultados foram os melhores, sendo o mais próximo (30,6MPa aos 28 dias) ao requerido pela norma (35MPa). Na análise desses resultados, devem-se levar em consideração as limitações do equipamento (vibro-prensa), utilizado em laboratório para a moldagem desses blocos. Entretanto, adotando-se o traço 1:4, verificou-se que ainda havia possibilidade de ajuste no teor de água da mistura, como de fato ocorreu, quando se alcançou maiores valores de resistência à compressão das amostras da dosagem referencial, como se verá adiante.

### 2.1.4. Ajuste do teor de água na dosagem de referência (1:4)

A partir do traço 1:4 foram moldadas novas amostras, desta vez variando-se gradualmente a relação a/c para maior e menor daquela utilizada anteriormente, ou seja, foram moldados 27 blocos com traço 1:4 sendo 9 (nove) blocos para cada relação a/c 0,38, 0,40 e 0,41. A Figura 05 mostra os resultados dos ensaios de resistência à compressão, com as variações das relações a/c, onde se pode notar que há um interessante aumento nas resistências à compressão aos 7 dias para todas as amostras, em especial com aquela com relação a/c igual a 0,41. Vale registrar que essa amostra (1:4:a/c=0,41), numa nova moldagem, obteve **35,1MPa** como resultado de resistência à compressão aos 28 dias, o que significa atender aos requisitos da norma. Portanto, essa dosagem (1:4:a/c=0,41) sendo a referência, passou a ser identificada pela letra “R”, nas comparações realizadas na etapa

seguinte, quando se faz as substituições da areia e do pó de pedra por resíduos de EVA moído e pó de EVA, respectivamente.

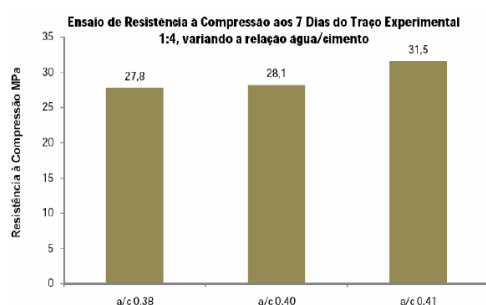


FIGURA 05: Resistência à compressão para 7 dias de cura com traço 1:4 com várias relações a/c.

## 2.2. Dosagem alternativa – bloco de concreto com resíduos E.V.A.

Após o ajuste das condições de produção e obtenção do bloco de referência, iniciaram-se experimentos sempre com o traço 1:4, substituindo parcialmente os agregados naturais por agregados obtidos a partir de resíduos de EVA. Utilizaram-se os resíduos de EVA produzidos a partir das placas destinadas à extração dos moldes de solas em prensas, os quais foram moídos (EVA moído – Figura 6a), atingindo uma granulometria compatível à da areia. No processo de produção das sandálias na indústria, é efetuado o lixamento das superfícies das placas, para acabamento, produzindo o pó de EVA (Figura 6b), outro material/resíduo usado nesses experimentos. A caracterização desses resíduos foi realizada em acordo com CENTRO TECNOLÓGICO DO COURO, CALÇADOS E AFINS (2002) e ZATTERA & BIANCHI (2005).



a) EVA moído. Fonte: Mariana Porto



b) Pó de EVA. Fonte: Mariana Porto.

FIGURA 06 – Agregados obtidos dos resíduos de EVA

Nos experimentos a areia foi parcialmente substituída pelo EVA moído peneirado, e o pó de pedra foi parcialmente substituído pelo pó de EVA, levando-se em conta duas fases experimentais (LYRA, 2007 e PORTO & MÉLO, 2007). A primeira fase com duas substituições isoladas: o pó de pedra pelo pó de EVA, em uma série de 5 (cinco) traços e a areia pelo EVA moído, em outra série de 3 (três) traços (Figura 07). A partir desses resultados, foi possível determinar limites de substituição, os quais serviram como parâmetro para a segunda fase, na qual foram utilizados os dois tipos de resíduos, simultaneamente, em proporções controladas, em uma série de oito traços (Figura 08). Os percentuais de substituição são sempre em relação ao volume dos materiais.

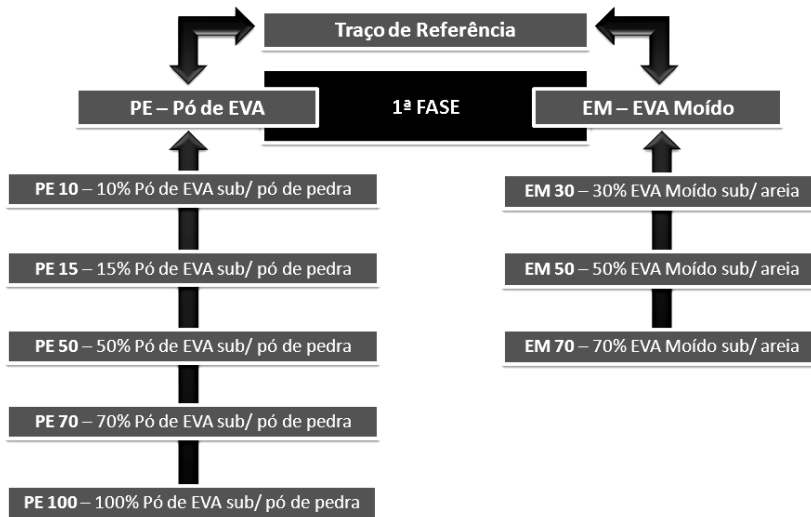


FIGURA 07: Identificação dos traços executados na primeira fase da pesquisa.

Para facilitar o desenvolvimento da pesquisa, determinou-se uma nomenclatura, que identifica os traços experimentais conforme os teores de resíduos de EVA presente nas misturas. Desta forma, na primeira fase do experimento, os traços que possuíam resíduos de EVA moído em sua composição foram chamados de **EM**, assim como os que possuíam teores de resíduos de Pó de EVA foram chamados de **PE**. Na segunda fase, tornou-se necessária uma variação da nomenclatura, de acordo com os tipos de resíduos e suas proporções em cada traço (Figura 09).

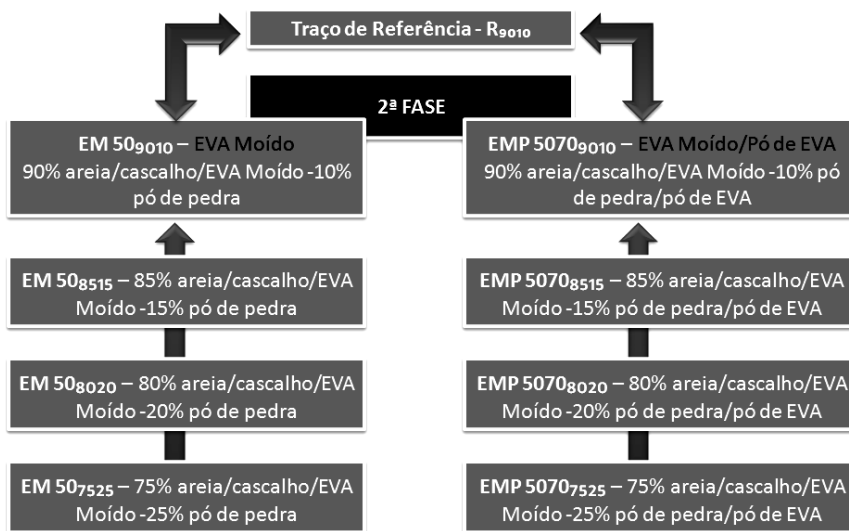


FIGURA 08: Identificação dos traços executados na segunda fase da pesquisa.

Os testes de moldagem e resistência à compressão foram feitos, possibilitando uma comparação entre o bloco de referência e os alternativos. A substituição parcial e gradativa dos agregados naturais por resíduos de EVA exigiu um controle de dosagem, posto que o material EVA tem densidade diferente dos insumos convencionais. Então, procurou-se atingir a maior porcentagem de substituição dos agregados naturais por resíduos de EVA e o menor impacto na queda da resistência à compressão.

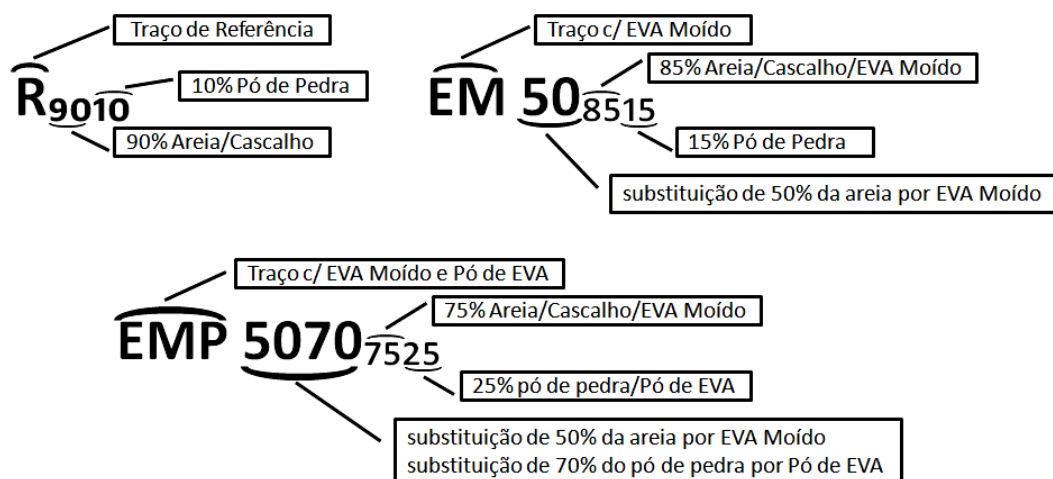


FIGURA 09: Detalhamento da nomenclatura dos traços na segunda fase da pesquisa.

### 2.2.1. Substituições isoladas de agregados naturais por resíduos EVA - 1ª Fase

Considerando os fatores anteriormente citados, o experimento nesta etapa seguiu produzindo-se blocos com as seguintes dosagens de resíduos de Pó de EVA: PE 10% e PE 15%. No procedimento de moldagem desses blocos, os insumos foram pesados e separados em recipientes individuais, cada um contendo a quantidade correta de agregados, sendo, em seguida, levados para um misturador de 320 litros.

Conforme POLARI (2005) sugere, adotou-se o seguinte procedimento padrão na mistura dos materiais contendo resíduos de EVA: inicialmente colocou-se o cascalho e a areia, seguidos de metade do volume de água; após quinze segundos, adicionaram-se o pó de pedra e o pó de EVA (quando foi o caso adicionou-se o EVA moído no lugar do pó de EVA, ou ambos na 2ª fase); aguardou-se por mais quinze segundos, para que houvesse uma melhor mistura, em seguida, adicionaram-se o cimento e o restante da água. Nesta última etapa, a água foi colocada gradualmente, para evitar a aglomeração precoce do material. Todos os traços executados seguiram este mesmo procedimento, como também tiveram a relação a/c fixada em 0,41, a mesma do traço de referência, para a moldagem na vibro-prensa semi-automática (Figura 10).

Como esses primeiros processos não apresentaram falhas, as dosagens PE 50%, PE 70% e PE 100% foram produzidas, sempre observando as mesmas características de mistura dos materiais, desmoldagem e pesagem dos blocos, imediatamente depois de concluído o processo na vibro-prensa. Os blocos com estes resíduos não apresentaram diferenças físicas significantes em relação ao bloco R, permanecendo com a mesma aparência. O teor de água na mistura sofreu uma leve alteração, à medida que os resíduos aumentam na composição, devido a uma maior retenção da água pelo agregado de EVA (material que absorve muita água). Da mesma forma ocorrida na moldagem do bloco R, observou-se que os blocos PE continuam formando as estrias aquosas em suas paredes laterais, entretanto percebe-se que há mudança na cor superficial dos blocos na medida em que se aumenta o teor de resíduos usados na dosagem.

Na pesagem dos blocos após desmoldagem, os traços PE 10%, PE 15% e PE 50% não apresentaram uma variação significativa de peso em relação ao bloco R, enquanto, com os blocos com os traços PE 70% e PE 100%, houve uma redução de 4,8% e 6,1%, respectivamente, em relação ao bloco R (4,92kg).

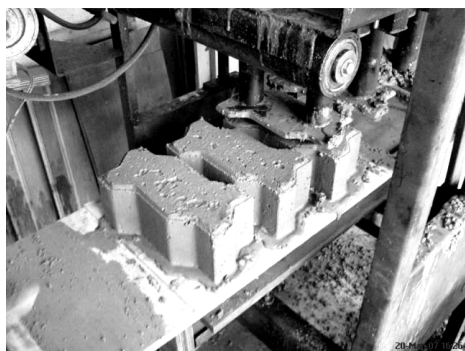


FIGURA 10: Produção dos blocos alternativos (PavimEVA) na máquina vibro-prensa.

Paralelamente também foram produzidos traços com as dosagens de resíduos de EVA moído: EM30%, EM50% e EM70%. As características de produção também foram observadas nesses traços, que não apresentaram mudanças significativas no processo de moldagem, passando por todos os testes visuais. No entanto, observou-se que sua superfície fica mais rugosa de acordo com o aumento da quantidade de resíduos de EVA moído presente na dosagem. Isso se dá, porque existe uma menor quantidade de materiais finos na composição granulométrica do EVA moído, se o compararmos com a areia usada na pesquisa. Desta forma, a mistura tem um teor menor de agregados finos, deixando os blocos com superfícies de aparência rugosa. Na Tabela 02, ver-se a composição dos traços estudados nesta primeira fase.

TABELA 02: Composição dos traços na primeira fase para blocos alternativos.

	1:4 areia	cascalho	EVA moído	pó de pedra	pó de EVA	relação a/c
<b>R</b>	54% 90%	36%	-	10% 10%	-	0,41
<b>EM 30</b>	37,8% 90%	36%	16,2%	10% 10%	-	0,41
<b>EM 50</b>	27% 90%	36%	27%	10% 10%	-	0,41
<b>EM 70</b>	18% 90%	36%	42%	10% 10%	-	0,41
<b>PE 10</b>	54% 90%	36%	-	9,0% 10%	1,0%	0,41
<b>PE 15</b>	54% 90%	36%	-	8,5% 10%	1,5%	0,41
<b>PE 50</b>	54% 90%	36%	-	5,0% 10%	5,0%	0,41
<b>PE 70</b>	54% 90%	36%	-	3,0% 10%	7,0%	0,41
<b>PE 100</b>	54% 90%	36%	-	- 10%	10%	0,41

Na pesagem, se comparados com o peso médio do bloco R, observa-se que os blocos com os traços EM perderam peso, 3,5% (EM30), 9,5% (EM50) e 14,6% (EM70), à medida que a quantidade de resíduos aumenta em sua composição.

Assim como ocorreu com os blocos R, os blocos alternativos produzidos nessa etapa passaram por um processo de cura na câmara úmida e, em seguida, foram imersos nos tanques com água e cal, recebendo capeamento, com pasta de cimento, antes dos testes, aos 7 e 28 dias de idade.

O ensaio de resistência à compressão, segundo a NBR 9780, foi realizado para se analisar as conseqüências da incorporação dos resíduos de EVA nos blocos. Observa-se que a presença do Pó de EVA, que substitui parcelas do pó de pedra da dosagem referencial, representou uma perda de resistência menor que a apresentada pelos blocos em que a areia foi parcialmente substituída pelo EVA moído.

Essa diferença na perda de resistência entre os dois resíduos deve-se ao fato de que apenas 10% da dosagem do traço de referência R são compostos de pó de pedra, enquanto a areia representa uma parcela maior do mesmo traço. Nesse caso, a quantidade de EVA moído, na composição dos traços, é maior do que a de Pó de EVA. Além disso, deve-se ressaltar que a inclusão do Pó de EVA não diminui a quantidade de agregados finos na mistura, o que acontece com o resíduo moído. A seguir, na Figura 11, os resultados dos blocos com os traços PE são comparados aos do bloco R, onde se observa que, à medida que se adicionam os resíduos PE na mistura, a resistência à compressão dos blocos sofre uma redução. No entanto, essa mudança mantém-se estável até a substituição de 70% do volume de pó de pedra pelo pó de EVA. A substituição de 70% do volume de pó de pedra pelo pó de EVA causou uma perda de resistência à compressão equivalente ao traço com a substituição de 15% do agregado natural pelo resíduo, mesmo sendo mais leve.

Embora a incorporação de resíduos diminua o peso e a resistência à compressão dos blocos em relação ao de referência, observa-se que, por ser um material fino, o pó de pedra desempenha um papel importante na composição do traço. Neste caso, o resíduo de pó de EVA tem uma interferência limitada, se comparado ao EVA moído, como será visto a seguir.

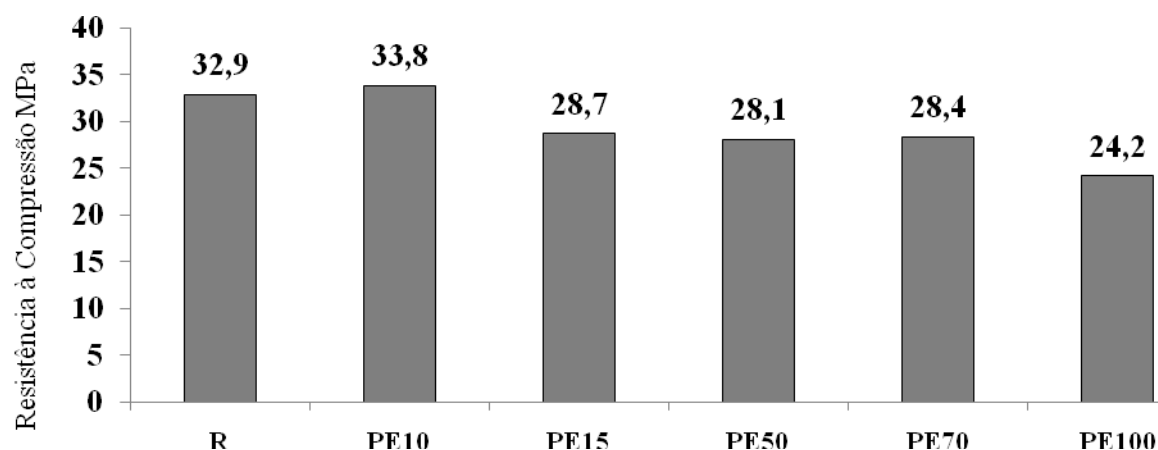


FIGURA 11: Resistência à compressão dos blocos PE aos 7 dias de cura – 1ª Fase.

Os blocos com os traços executados com EVA moído também sofreram uma redução em sua resistência à compressão. Porém, observa-se que essa perda também está relacionada à menor quantidade de material fino em sua granulometria, aumentando o número de vazios, se comparada com a da areia. Neste caso, observa-se que a queda de resistência entre os traços com 30% e 50% de EVA moído é menor, se comparadas ao traço executado com 70% do resíduo. A seguir, na Figura 12, pode ver os resultados dos traços EM comparados aos do R:

Na análise global do efeito dos resíduos nas dosagens, verifica-se que existe pouca variação na perda de resistência, entre os índices de substituição de 15%, 50% e 70%, do pó de pedra por resíduos de Pó de EVA. Sendo assim, definiu-se o índice de substituição limite, de pó de pedra pelo Pó de EVA, em 70% do volume do agregado na dosagem, por ser a maior quantidade possível de incorporação, mantendo a resistência à compressão dos blocos acima de 28MPa.

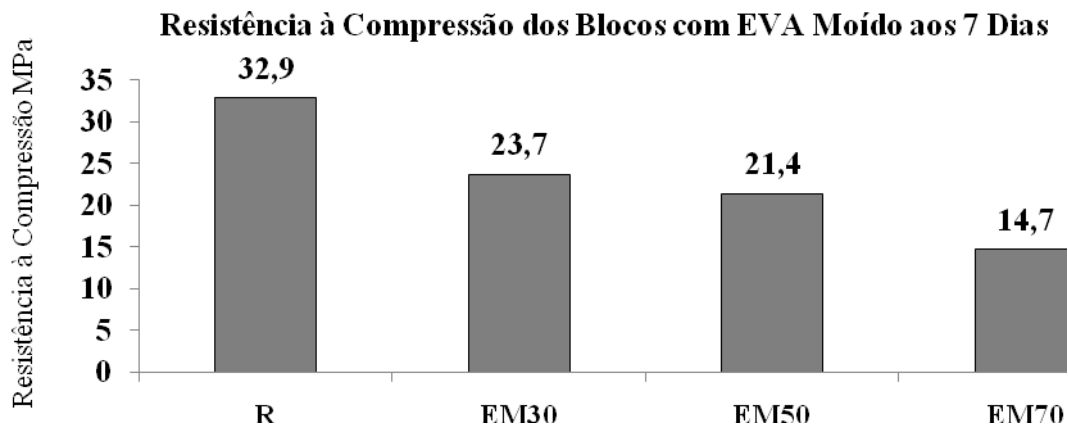


FIGURA 12: Resistência à Compressão aos 7 dias dos blocos EM – 1ª Fase.

Na série de traços EM, percebe-se que, após as quedas de resistência à compressão esperadas, a resistência se mantém no patamar acima de 21MPa (7 dias) entre os índices de substituição de 30% e 50% (resíduos de EVA substituindo a areia). Como a diferença entre os dois valores de resistência permanece em torno dos 10%, o traço EM50 foi selecionado como base para a 2ª fase do estudo, por conter maior quantidade de resíduos com menor queda de resistência proporcional (Figura 13).



FIGURA 13: Resumo dos melhores resultados da 1ª fase e definição dos limites de substituições.

### 2.2.2. Substituições conjuntas de agregados naturais por resíduos EVA – 2ª Fase

Os dados fornecidos pela primeira fase do experimento indicaram os limites de substituição dos agregados naturais pelos resíduos e serviram de parâmetros para um novo estudo de dosagem, procurando aproveitar a maior quantidade possível de EVA, na composição dos blocos intertravados de concreto, com a menor queda de resistência à compressão.

Imaginou-se que seria necessária uma maior incorporação de agregados finos, para tentar compensar a diferença física existente entre os agregados, EVA moído e a areia. Para isso, uma nova seqüência de oito traços, compostos com diferentes proporções de areia, cascalho e pó de pedra, foi montada, para se analisar o comportamento desses resíduos no processo. Como a primeira etapa mostrou que os melhores índices de substituição de areia pelo EVA moído e do pó de pedra pelo Pó de EVA são de 50% e 70%, respectivamente, todas as adições de resíduos desta fase seguem estas proporções, considerando que todos os traços são 1:4 com diferentes substituições.

Como foi citado antes, o **R□□□□**, traço de referência adotado, possui 90% de mistura entre cascalho e areia e 10% de pó de pedra. Uma vez que a porcentagem de substituição de areia por EVA moído foi estabelecida em 50%, utilizou-se o traço EM 50% como base para as outras substituições. Portanto, o primeiro traço estudado foi determinado com a adição do Pó de EVA na dosagem do traço EM 50%, sendo este chamado agora de **EMP 5070□□□□**. Este traço possui a proporção de 90% de areia e cascalho e 10% de pó de pedra, mas nele foram substituídos 50% da areia pelo EVA moído e 70% do pó de pedra pelo Pó de EVA. Nos próximos traços caracterizados

como **EM 50** e **EMP 5070**, a quantidade de areia e cascalho foi reduzida para 85% da mistura, sendo 50% do volume de areia substituído pelo EVA moído. O **EM 50** possui, em pó de pedra, os 15% restantes de sua composição, enquanto, no traço **EMP 5070** temos, 70% de substituição do pó de pedra pelo Pó de EVA. Os traços seguintes obedecem a essa mesma lógica.

A relação água/cimento do traço **EMP 5070** permaneceu a mesma do traço **EM 50**, estabelecida em 0,41. Considerando que o aumento da quantidade de agregados finos implica uma maior necessidade de água, foi corrigida a relação água/cimento de 0,41, do **R**, para 0,43 nos traços **EM 50**, **EMP 5070**, **EM 50** e **EMP 5070**. Durante a fabricação dos blocos, no laboratório, observou-se que aqueles produzidos com esses traços ainda mantinham as características de consistência, no teste manual, e as estrias aquosas, nas faces laterais dos blocos, embora elas se tornassem menos evidentes, à medida que o teor de finos e de resíduos aumentasse. Por esse motivo, os traços **EM 50** e **EMP 5070** tiveram a relação a/c corrigida para 0,45. Apesar de apresentar as características ideais de moldagem, essa correção tornou-se necessária pela maior quantidade de agregados finos na mistura. A Tabela 03 demonstra a composição dos traços em massa.

À medida que se aumenta a quantidade de resíduos na mistura, os blocos tornam-se mais leves, como esperado. Porém, com o ajuste da relação a/c dos traços, há uma menor perda de massa, devido à maior quantidade de água retida nos agregados de EVA. É importante observar que aumentando a água na mistura, também se aumenta a quantidade de pasta de cimento presente no concreto favorecendo o processo de vibração dos blocos na prensa. Na moldagem dos blocos, o ajuste da relação a/c se deu, apenas quando se observava sua necessidade, de acordo com os testes visuais para o teor ideal de água.

TABELA 03 Composição dos traços na segunda fase para blocos alternativos.

	1:4 areia	cascalho	EVA moído	pó de pedra	pó de EVA	relação a/c
<b>R<sub>9010</sub></b>	54% 90%	36%	-	10% 10%	-	0,41
<b>EM 50</b>	27% 90%	36%	27%	10% 10%	-	0,41
<b>EMP 5070</b>	27% 90%	36%	27%	3,0% 10%	7,0%	0,41
<b>EM 50</b>	25,5% 85%	34%	25,5%	15% 15%	-	0,43
<b>EMP 5070</b>	25,5% 85%	34%	25,5%	4,5% 15%	10,5%	0,43
<b>EM 50</b>	24% 80%	32%	24%	20% 20%	-	0,43
<b>EMP 5070</b>	24% 80%	32%	24%	6% 20%	14%	0,43
<b>EM 50</b>	22,5% 75%	30%	22,5%	25% 25%	-	0,45
<b>EMP 5070</b>	22,5% 75%	30%	22,5%	7,5% 25%	17,5%	0,45

Obs.: substituição da areia por EVA moído = 50%; substituição de pó de pedra pelo pó de EVA = 70%



Os ensaios foram realizados, aos 7 dias de cura, com os blocos devidamente capeados e saturados em água, porém superficialmente secos. Os corpos de prova foram medidos antes do capeamento. Durante o procedimento, observou-se que a altura dos blocos tende a cair, quando os teores de resíduos aumentam. No entanto, essa queda permanece menor, em média, do que 5mm, como é exigido pela norma NBR9781. Existe uma variação de até 7mm na altura dos blocos com maior teor de EVA, considerando os resíduos de EVA moído e Pó de EVA (amostras EMP). A média geral de altura dos blocos fabricados no LABEME foi de 8,8mm.

Na partir da Figura 14, percebe-se que a adição dos dois resíduos de EVA, simultaneamente, nos traços experimentais, tende a reduzir consideravelmente a resistência à compressão dos blocos, quando comparados ao referencial R□□□□. As dosagens que recebem apenas o resíduo de EVA moído resultam em menor queda de resistência. Apesar de o experimento da primeira fase mostrar menor perda de resistência nos traços contendo apenas o Pó de EVA, deve-se levar em consideração que o EVA moído é adicionado em maior volume, desde que se adotou como aceitável, a substituição de até 50% da areia por resíduos de EVA moído. O pó de pedra representa apenas 10% do volume total do traço, enquanto a areia compõe 54% da dosagem de referência. Na Figura 15 pode ver o resumo dos melhores resultados durante a segunda fase dos experimentos.

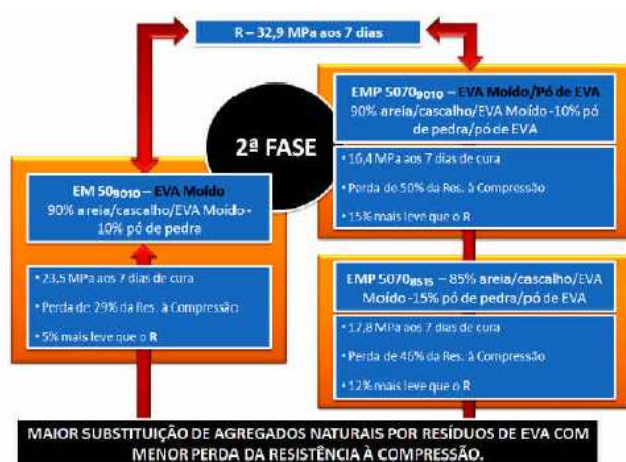
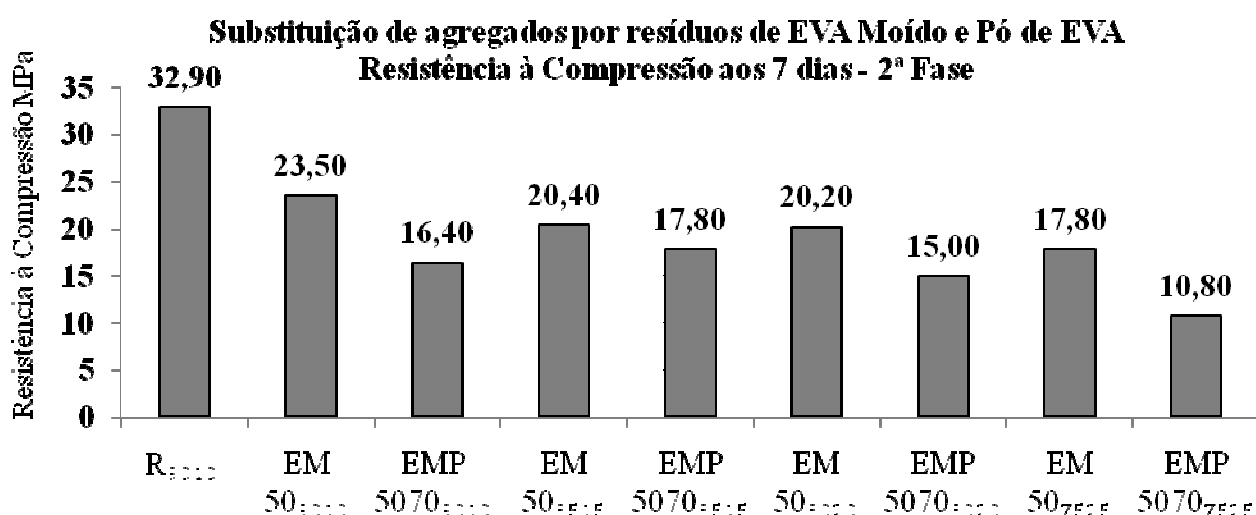


FIGURA 15: Resumo dos melhores resultados da 2ª fase.

Os resultados de resistência à compressão (EM50<sub>010</sub>) para a idade de 28 dias (Figura 16) também confirmaram que o uso do EVA moído é mais adequado do que o do Pó de EVA, para a fabricação de blocos intertravados de concreto.

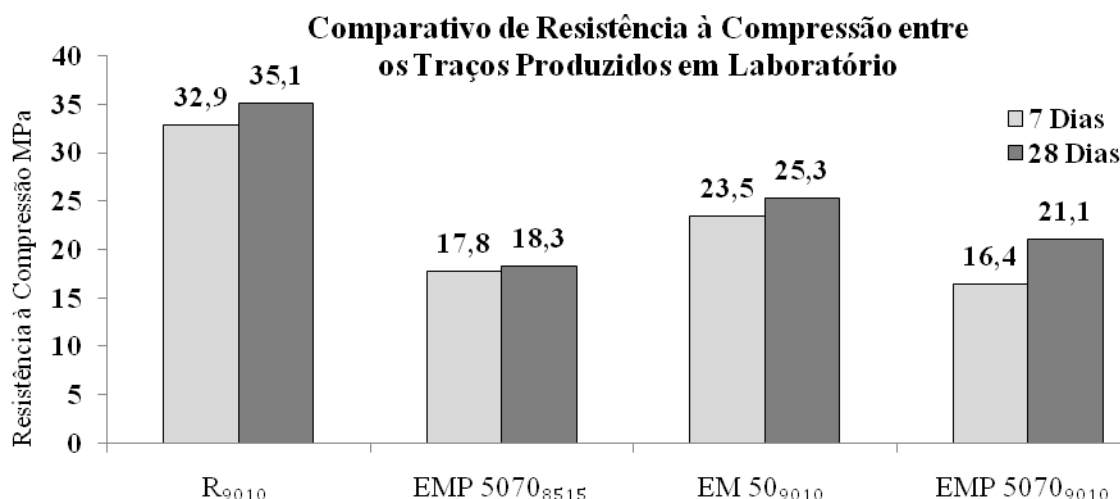


FIGURA 16: Comparativo entre as maiores resistências à compressão dos blocos produzidos na 2ª fase incluindo o bloco referencial.

Portanto, os resultados indicam que é possível substituir até 50% do volume de areia por resíduos de EVA moído, considerando que, entre todas aquelas amostras que têm a presença de resíduos de EVA na sua composição, o traço EM 50<sub>9010</sub> apresenta a maior média de resistência à compressão aos 28 dias (25,3MPa). Com essa dosagem, para as variáveis estudadas, tem-se a menor queda de resistência à compressão com uma maior substituição da areia por resíduo de EVA moído.

A pesquisa desenvolvida com os resíduos de EVA incorporados na composição de blocos intertravados de concreto, ao mesmo tempo em que, indica o limite de substituição da areia por esse material (50%), também aponta para a necessidade de novos estudos que contemple o uso de aditivos e diferentes dosagens, com inclusive ajustes adequados relativamente ao teor ideal de água nas misturas, quando aplicada em testes na produção industrial.

### 3. Conclusões

Os experimentos realizados, considerando os materiais e o método adotados, sugerem as seguintes conclusões:

- Os resíduos de EVA moído possuem potencial para a incorporação em elementos pré-moldados de concreto, desde que sejam observadas suas características físicas, para a substituição parcial de agregados naturais;
- A metodologia aplicada mostrou-se fundamental para o controle dos insumos, indicando os efeitos da presença dos resíduos de EVA durante a moldagem e na resistência à compressão dos blocos intertravados de concreto;
- A pesquisa indica que é possível substituir até 50% do volume de areia por resíduos de EVA moído, representando 27% do volume de agregados da dosagem de referência, sendo importante que as características granulométricas de ambos sejam o mais semelhante possível;
- A resistência à compressão de 25MPa aos 28 dias (superada pela dosagem EM 50□□□□), à luz do conhecimento atual, segue como parâmetro para futuros testes de aplicação e durabilidade de pavimentos intertravados, destinados ao uso de pedestres, executados com uso de blocos de concreto com resíduos de EVA moído;
- As dosagens que incorporam resíduos de Pó de EVA substituindo o pó de pedra, não representaram resultados significativos, uma vez que se observa uma acentuada queda de resistência com a substituição de apenas 7% do volume total de agregados naturais da dosagem referencial;

- a adição dos dois resíduos de EVA (moído e pó), simultaneamente, não é recomendável pois tende a reduzir consideravelmente a resistência à compressão dos blocos;
- A possibilidade de substituir, a partir das análises executadas, em até 50% o volume de areia por resíduos de EVA moído, na composição de blocos intertravados de concreto para uso em passeios públicos, aponta para uma contribuição desta pesquisa no que se refere a diminuição do consumo de recursos naturais (areia) e ao aumento da credibilidade do processo de reciclagem de resíduos de EVA.

#### 4. Agradecimentos

Ao CNPq/UFPB pela bolsa de iniciação científica (PIBIC), á UFPB/PRPG pela premiação no XV ENIC, ao LABEME/CT/UFPB pelo apoio (pessoal e equipamentos) na concretização dos estudos e á FAPESQ/MCT/CNPq pelo auxílio financeiro na execução de toda essa pesquisa.

#### 5. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) **NBR 9780. Peças de Concreto para Pavimentação – Determinação da Resistência à Compressão – Método de Ensaio.** Rio de Janeiro. mar. 1987.

\_\_\_\_\_. **NBR 7211. Agregados para concreto – Especificação.** Rio de Janeiro. abr. 2005.

\_\_\_\_\_. **NBR 9781. Peças de Concreto para Pavimentação – Especificação.** Rio de Janeiro. mar. 1987.

\_\_\_\_\_. **NBR NM 248. Agregados – Determinação da composição granulométrica.** Rio de Janeiro. abr. 2001.

\_\_\_\_\_. **NBR NM 45. Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios.** Rio de Janeiro. mar. 2006.

LYRA, M. L. **Blocos Intertravados de concreto com resíduos de copolímero de etileno-acetato de vinila – EVA - para pavimentação de calçadas e passeios públicos.** Dissertação Mestrado, 118p, UFPB/CT, João Pessoa, 2007;

CENTRO TECNOLÓGICO DO COURO, CALÇADOS E AFINS. **Materiais Para Calçados: Solados e Palmilhas de Montagem.** Série Literatura Técnica Básica em Calçados. Vol 1. 1ª Edição. Novo Hamburgo. mai. 2002.156p.

KATTAR, José Eduardo; ABREU, José Vanderlei. **Piso Intertravado de Concreto – Produção e Utilização.** Manual Técnico. 1ª Edição. Holdercim Brasil S.A.; Santo André, 2000;

POLARI FILHO, R. S. **Contribuição ao Processo de Reciclagem dos Resíduos da Indústria de Calçados na Construção Civil: Bloco EVA - Uma alternativa às alvenarias das construções.** Dissertação de Mestrado – PPGEU/CT/UFPB, 2005.

PORTO, M. & MÉLO, A. B. **Reciclagem de resíduos da indústria de calçados em materiais alternativos na construção civil: Desenvolvimento de blocos EVA para piso inter-travados.** Relatório de pesquisa – PIBIC – CNPq/UFPB, 2007;

ZATTERA, A. J.; BIANCHI, O. **Caracterização de Resíduos de Copolímeros de Etileno-Acetato de Vinila – EVA.** Artigo Técnico Científico. Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 15, nº 1. USC. jan. 2005. p. 73-78.



## **Síntese e Caracterização de Compósitos Formados Por Fosfato de Cálcio Anidro e Óxido de Sílica.**

### **Fosfatos de Cálcio Puro e Na Forma de Compósitos – Aspectos da Síntese, Caracterização e Propriedades Adsorptivas.**

#### **José Hundemberg Pereira Barbosa**

Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Departamento de Química, Laboratório de Compostos de Coordenação e Química de Superfícies.

[hundemberghd@yahoo.com.br](mailto:hundemberghd@yahoo.com.br)

#### **Maria Gardennia da Fonseca**

Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Departamento de Química, Laboratório de Compostos de Coordenação e Química de Superfícies.

**Resumo:** *As cerâmicas de fosfato de cálcio têm sido amplamente estudadas, devido suas peculiares propriedades, como, ausência de toxicidade e biocompatibilidade, possibilitando sua utilização na área medicinal, como substituinte de tecido ósseo em implantes. Mas para tal é necessário que além dessas propriedades, possuam também outras características como bioafinidade, resistência mecânica e química, dentre outras, entretanto uma única composição com uma estrutura uniforme dificilmente satisfará todos estes requisitos. Uma possibilidade para tal, é a obtenção de compósitos, combinando as propriedades mecânicas e físicas dos materiais bioinertes ou biotoleráveis com a propriedade biológica das biocerâmicas. Neste trabalho, foram obtidos compósitos de fosfatos de cálcio com sílica a partir da hidrólise controlada de TEOS sobre cloreto de cálcio e fosfato de amônio. Os sólidos obtidos foram caracterizados por DRX, espectroscopia na região do infravermelho, termogravimetria e ensaios de estabilidade a pH variando entre 1,0 a 6,0. Os resultados mostraram a formação dos fosfatos de cálcio contendo dióxido de silício sem perda da cristalinidade. As propriedades térmicas não foram alteradas significativamente. No entanto, foi observado um aumento da estabilidade química progressiva com a quantidade de sílica, sendo que a partir de 10% não há diferença significativa nessa estabilidade.*

*Palavras Chave:* Fosfato de cálcio, TEOS, Sol-gel.

## 1. Introdução

Um extenso número de compostos derivados dos fosfatos de cálcio é hoje estudado, devido sua importância biológica, como principal constituinte dos ossos. Um destaque especial tem sido dado às cerâmicas de fosfato de cálcio denominadas de biocerâmicas por apresentarem ausência de toxicidade local e sistêmica (biocompatibilidade), ausência de respostas a corpo estranho ou inflamações, e aparente habilidade em se ligar ao tecido hospedeiro. A atrativa biocompatibilidade e bioafinidade da hidroxiapatita (HA) têm difundido o uso deste material em aplicações clínicas (TIAN *et al*, 2002).

Tais vantagens podem ser explicadas pela natureza química destes materiais que por serem formados basicamente de íons cálcio e fosfato, participam ativamente do equilíbrio iônico entre o fluido biológico e a cerâmica (SANTOS *et al*, 2005). A fase mineral do osso é composta por uma grande quantidade de sais, não possuindo uma composição definida, sendo a hidroxiapatita ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ) o principal componente cristalino (KAWACHI *et al*, 2000; PIETAK *et al*, 2007), que constitui cerca de 23% em massa dos ossos e 90% do esmalte dental. Além da hidroxiapatita, outros fosfatos de cálcio como, por exemplo, o fosfato de octacálcio ( $\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), a monetita ( $\text{CaHPO}_4$ ), a brushita ( $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) e fosfato de cálcio amorfo, (cuja fórmula provavelmente se aproxima de fosfato de cálcio  $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]$  e de pirofosfato de cálcio ( $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ), também estão presentes durante as diferentes etapas do desenvolvimento ósseo e em calcificações patológicas (SANTOS *et al*, 2005). Ultimamente, o estudo dos compósitos derivado dos fosfatos de cálcio tem se intensificado com o objetivo de decifrar as propriedades desses compostos para seu emprego em implantes humanos.

Os biomateriais necessitam satisfazer simultaneamente vários requisitos, tais como: não-toxicidade, resistência à corrosão, condutividade térmica e biocompatibilidade. Contudo, uma única composição com uma estrutura uniforme não pode satisfazer todos estes requisitos. Uma alternativa para o cumprimento simultâneo destes requisitos é a obtenção de materiais compósitos, combinando as propriedades mecânicas e físicas dos materiais bioinertes ou biotoleráveis com a propriedade biológica das biocerâmicas (APARECIDA *et al* 2005).

Dessa maneira, o avanço na área dos biomateriais depende essencialmente do desenvolvimento técnico e científico de vários campos do conhecimento humano, já que esta é uma área multidisciplinar. Assim sendo, a contribuição de profissionais da área química pode representar um passo relevante não só para a caracterização química e morfológica dos biomateriais, mas também para o entendimento de o que ocorre na interface implante-tecido vivo.

Vale a pena ressaltar que o vasto número de composições derivadas do fosfato de cálcio faz desses materiais um grupo de grande interesse, não apenas em aplicações biológicas, mas em vários outros campos da ciência, podendo ser utilizados em compósitos ou ainda servindo como hospedeiros para processos de intercalação originando um número extensamente grande de novos materiais para aplicações como trocadores iônicos, catálise heterogênea, eletroquímica, entre outras.

Os ortofosfatos de cálcio são sais de ácido fosfórico tribásico  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , e assim podem formar compostos que contém os íons  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$  ou  $\text{PO}_4^{3-}$ . Os fosfatos que contém os íons  $\text{HPO}_4^{2-}$  e  $\text{PO}_4^{3-}$ , geralmente, constituem os fosfatos de cálcio biologicamente importantes, enquanto que aqueles apenas com os íons  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  normalmente não são encontrados em condições fisiológicas, mas são comercialmente importantes como componentes em fertilizantes (BOHNER, 2000). Alguns fosfatos são hidratados, e aqueles que pertencem aos ortofosfatos cálcicos com estrutura apatítica, ou simplesmente apatitas, têm a fórmula  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{X}_2$ , em que X pode ser o íon fluoreto (originando a flúor-apatita, FAp), o íon hidroxila (hidroxiapatita, HAp) ou o íon cloreto (cloroapatita, ClAp). Este grupo de minerais foi denominado apatita, do grego apataw, que significa enganar, porque frequentemente eram confundidos com minerais pertencentes a outros grupos tais como água-marinha, olivina, ametista entre outros (FREITA, 2000)

Exemplos de alguns ortofosfatos de cálcio são apresentados nos Quadros 1 e 2 e suas respectivas abreviações internacionais.

**Quadro 1** – Fosfatos de Cálcio não-apatíticos e suas abreviações

ABREVIACÃO	CLASSIFICAÇÃO
CaP	Alguns Ortofosfatos de Cálcio
MCPM	Fosfato de Monocálcio monohidratado, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
MCPA	Fosfato de Monocálcio anidro, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$
OCP	Fosfato octacálcio, $\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
DCPD	Fosfato de dicálcio dihidratado, $\text{Ca}(\text{HPO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Não usado como abreviação para o mineral bruxita)
DCPA	Fosfato de dicálcio anidro, $\text{Ca}(\text{HPO}_4)$ , (Não usado como abreviação para o mineral monetita)
TetCP	Fosfato tetracálcio, $\text{Ca}_4(\text{PO}_4)_2\text{O}$
$\beta$ -TCP	$\beta$ - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , sem íons estruturais $\text{HPO}_4^{2-}$ ou $\text{Mg}^{2+}$
$\beta$ -TCa,MgP	$\beta$ - $(\text{Ca,Mg})_3(\text{PO}_4)_2$ , sem íons estruturais $\text{HPO}_4^{2-}$
Mg Whitlockita	$\beta$ -TCP precipita com íons estruturais $\text{HPO}_4^{2-}$ e $\text{Mg}^{2+}$
ACP	Como o ACP, mas contendo íons $\text{Mg}^{2+}$ e $\text{CO}_3^{2-}$ (e $\text{HCO}_3^-$ )
ACa,Mg,CO <sub>3</sub>	
P	

**Quadro 2** – Apatitas e suas formas abreviadas

Abreviação	CLASSIFICAÇÃO
OHAp	Hidroxiapatita, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$
s-OHAp	OHAp estequiométrico, onde a composição química corresponde a ideal $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$
ns-OHAp	Hidroxiapatita não-estequiométrica ( $\text{CO}_3$ -livre). Indica que a análise química mostra (ou mostraria) uma parte de s-OHAp. Isto pode envolver íons de rede $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{HPO}_4^{2-}$ ou $\text{H}_2\text{O}$ e/ou pode ser substituído
Ca-def OHAp	por $2\text{OH}^-$ com $\text{O}^{2-}$
CaCl <sub>2</sub> -def ClAp	Fosfato de Cálcio apatítico deficiente em cálcio ( $\text{CO}_3$ -livre) com razão molar Ca/P entre 1,66-1,5 ou menos. São incluídas combinações que poderiam conter intercadas de OCP.
BCaP	Esta apatita afasta-se da ideal ClAp, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2$ , com uma razão molar entre o cálcio e cloro 1:2. Igualmente para FAP.
A-CO <sub>3</sub> Ap	Fosfato apatítico básico precipitado com uma composição incerta que pode incluir íons $\text{CO}_3^{2-}$ ou $\text{HCO}_3^-$ .
B-CO <sub>3</sub> Ap	Carboapatita tipo A, idealmente $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{CO}_3$ , onde os íons $\text{CO}_3^{2-}$ , ocupam os sítios da hidroxila.
AB-CO <sub>3</sub> Ap	Carboapatita tipo B, onde os íons $\text{CO}_3^{2-}$ ocupam os sítios do $\text{PO}_4^{3-}$ .
CO <sub>3</sub> Ap	Carboapatita do tipo AB, na qual acontecem as substituições anteriores. Qualquer carboapatita contém.

Os ortofosfatos de cálcio podem ser obtidos de duas formas diferentes: (i) por precipitação em solução aquosa à temperatura ambiente (fosfatos de temperatura baixa) compreendendo o DCPA, DCPD, OCP, Ca-dHap, ACP e (ii) à alta temperatura (fosfatos de temperatura alta), pertencem a essa categoria os fosfatos  $\alpha$ -TCP,  $\beta$ -TCP, Hap, TecCP (BOHNER, 2000).

A literatura conta com um grande número de publicações envolvendo o uso dos fosfatos de cálcio tanto os apatíticos como os não apatíticos em aplicações principalmente na área biológica e de saúde, na manufatura de cimentos de fosfatos de cálcio para implantes. (GINEBRA *et al*, 2006)

A síntese de fosfatos de cálcio tem sido relatada por vários métodos, envolvendo: precipitações em soluções aquosas, reações de estado sólido, métodos hidrotérmicos, processo sol-gel e, mais recentemente, microemulsão (KAWACHI *et al*, 2000).

O processo sol-gel é uma técnica experimental que apresenta algumas vantagens inerentes sobre outras na obtenção de compósitos como o controle da estrutura, porosidade com formação de materiais meso ou microporosos, composição homogênea, pureza e habilidade para preparação de materiais estruturados como partículas esféricas, fibras ou filmes finos.

Este processo é um método químico via úmida, o qual dispensa a utilização de alto vácuo e temperaturas elevadas, sendo considerada uma das técnicas mais flexível e promissora. É um método eletivo para a preparação de um pó altamente puro devido à possibilidade de um controle cuidadoso dos parâmetros do processo, favorecido por uma mistura em nível molecular dos íons cálcio e fósforo que é capaz de melhorar a homogeneidade química e física, resultando geralmente em uma microestrutura de granulação fina que contem uma mistura de cristais de tamanho de submicron a nano sendo muito importante para melhorar a reação de contato e a estabilidade da interface osso artificial/natural( SANTOS *et al*, 2005).

Tendo em vista estes fatos, o principal objetivo deste trabalho foi a síntese de fosfato de cálcio nas formas anidra conhecido como monetita, bruxita e como hidroxapatita. E também, composições mistas com óxidos de silício visando aplicações em eletroquímica e adsorção de metais pesados e compostos de interesse biológicos, utilizando-se para tal o método sol-gel.

Neste sentido, os objetivos específicos do trabalho foram:

Sintetizar os compósitos de fosfato de cálcio e óxidos de silício pelo método sol-gel utilizando várias composições mássicas dos óxidos com fosfato cuja variação a princípio seria entre 5-50%; caracterizar os compostos obtidos por difratometria de Raios-X, espectroscopia na região do infravermelho e termogravimetria; avaliar a estabilidade térmica dos compósitos conforme se varia a quantidade de óxido presente; realizar ensaios da estabilidade química dos compósitos a diferentes pHs para avaliar a estabilidade química dos compósitos, conforme se varia a sua composição.

## 2. Metodologia

Entre alguns dos inúmeros métodos de preparação dos fosfatos de cálcio que têm sido sugeridos recentemente, (JINAWATH and SUJARIDWORAKUN, 2002) se adotou o processo sol-gel, por utilizar temperatura de síntese relativamente baixa (SANTOS *et al*, 2005), além de materiais já existentes no laboratório e que são de fácil manuseio e descarte.

### Reagentes

Os reagentes utilizados para a realização prática do trabalho foram:

- Ácido clorídrico (HCl) 37% (MERCK P.A.)
- Cloreto de Potássio (KCl) (MERCK P.A.)
- Bifalato de Potássio (C<sub>8</sub>H<sub>5</sub>O<sub>4</sub>K) (MERCK P.A.)
- Hidróxido de Sódio (NaOH) (MERCK P.A.)
- Fosfato de Amônio Dibásico (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> (REAGEN P.A.)
- Fosfato de Amônio monobásico NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (REAGEN P.A.)
- Cloreto de Cálcio Dihidratado (CaCl<sub>2</sub>).2H<sub>2</sub>O (VETEC P.A.)
- Tetraetoxissilano (TEOS, Si(OCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>) (MERCK P.A.)
- Ácido Etilenodiaminotetraceticodissodico (C<sub>10</sub>H<sub>14</sub>N<sub>2</sub>O<sub>8</sub>Na).2H<sub>2</sub>O, (QM P.A.)



## Síntese dos fosfatos de cálcio puros e na forma de compósito com óxido de sílica

### Síntese da Monetita pura

O método adotado para o preparo dos fosfatos de cálcio puros, foi o método sol gel, como já foi citado, devido suas características relativamente superiores às dos outros métodos como vemos em (SANTOS, 2005).

A síntese da Monetita ( $\text{CaHPO}_4$ ) foi realizada, partindo-se de solução 0,05 mol de monohidrogênio fosfato de amônio  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  e 0,05 mol de cloreto de cálcio  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  numa razão molar Ca/P=1,0. O sistema utilizado constou de balão de três bocas, placa com aquecimento e agitação magnética, mantido sob refluxo. Foram preparadas soluções de 250  $\text{cm}^3$  de  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  e de 250  $\text{cm}^3$  de  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Quando a temperatura atingiu  $373 \pm 10\text{K}$ , as soluções foram adicionadas simultânea e lentamente, numa vazão média de  $1,7 \text{ cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ , sob agitação magnética. Após as soluções serem adicionadas completamente, o precipitado manteve-se em um período de maturação, sob aquecimento a  $373 \pm 10\text{K}$  e sob agitação por 24 horas. O precipitado obtido foi filtrado em placa porosa e lavado abundantemente com água deionizada até o teste negativo de cloreto que foi verificado com a solução de  $\text{AgNO}_3$ . Após esta etapa, procedeu-se à secagem na estufa a uma temperatura de  $373 \pm 10\text{K}$  durante 24 horas.

### Síntese da monetita com o TEOS

Para a monetita com o TEOS o processo foi semelhante, partindo-se de solução 0,05 mol de monohidrogênio fosfato de amônio  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  e 0,05 mol de cloreto de cálcio  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Para preparar as soluções com o TEOS nas concentrações em 5%, 10%, 15% e 20% da massa do fosfato, foram diluídos 7,2832, 14,566, 21,85 e 29,132  $\text{cm}^3$  em álcool respectivamente. O sistema utilizado constou de balão de três bocas, placa com aquecimento e agitação magnética, mantido sob refluxo. Foram preparadas soluções de 250  $\text{cm}^3$  de  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  e de 250  $\text{cm}^3$  de  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Quando a temperatura atingiu  $373 \pm 10\text{K}$ , as soluções foram adicionadas simultânea e lentamente, numa vazão média de  $1,7 \text{ cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ , sob agitação magnética. Após as soluções serem adicionadas completamente, o precipitado manteve-se em um período de maturação, sob aquecimento a  $373 \pm 10\text{K}$  e sob agitação por 24 horas. O precipitado obtido foi filtrado em placa porosa e lavado abundantemente com água deionizada até o teste negativo de cloreto que foi verificado com a solução de  $\text{AgNO}_3$ . Após esta etapa, procedeu-se à secagem na estufa a uma temperatura de  $373 \pm 10\text{K}$  durante 24 horas.

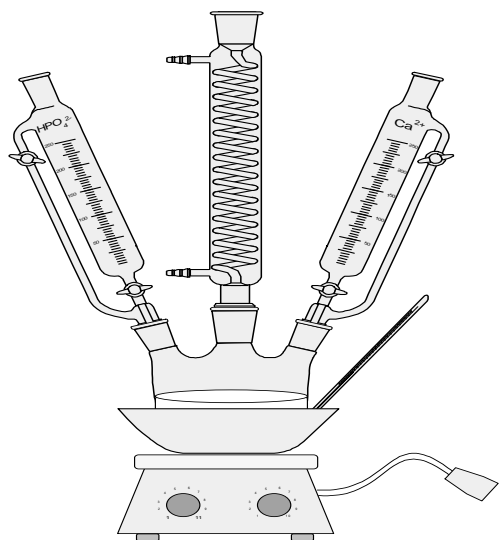
### Síntese do fosfato de monocálcio anidro (MCPA)

A síntese do fosfato monocálcio anidro-MCPA  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  foi realizada de forma semelhante à da monetita, com a diferença de que partiu-se de uma solução 0,1 mol de dihidrogênio fosfato de amônio  $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$  e de uma solução 0,05 mol de  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , mantendo-se uma razão molar de Ca/P=0,5.

### Síntese do fosfato monocálcio anidro (MCPA) na forma de compósito com o óxido de sílica

Sintetizou-se o fosfato de monocálcio anidro com o TEOS nas concentrações de 5 à 20% em massa do fosfato. O sistema montado para a síntese dos fosfatos modificados com TEOS foi semelhante ao utilizado para os fosfatos puros. Para o MCPA, preparou-se 250  $\text{cm}^3$  das soluções 0,1 mol de  $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{PO}_4$  e 0,05 mol de  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Para preparar as soluções de TEOS nas concentrações de 5%, 10%, 15% e 20% em massa do fosfato, diluiu-se 13,38  $\text{cm}^3$ , 25,06  $\text{cm}^3$ , 37,5  $\text{cm}^3$ , 50,12  $\text{cm}^3$  respectivamente em 100  $\text{cm}^3$  de álcool etílico. Na síntese, a solução do fosfato foi colocada no balão de três bocas e aquecida. Ao atingir a temperatura de  $373 \pm 10\text{K}$ , as soluções do

CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O e do TEOS foram adicionadas simultânea e lentamente, sob agitação magnética. Após a completa adição dos reagentes, transferiu-se a suspensão para um béquer, o qual foi mantido a uma temperatura de 313 ± 10K e sem agitação magnética, até a completa evaporação do solvente. Em seguida, o sólido branco formado foi lavado abundantemente com água deionizada até a completa remoção do cloreto, verificada com a solução de AgNO<sub>3</sub>. A secagem foi realizada à vácuo a uma temperatura de 400 ± 10K por um período de 24 horas.



**Figura 1.** Sistema utilizado para síntese da Monetita e MCPA

### *Caracterizações*

#### Difração de Raio-X

O difratograma de Raio-X foi obtido em um difratômetro de raio-X, modelo XD3A, marca Shimadzu, na faixa de  $2\theta = 1,5^\circ - 70^\circ$ , utilizando como fonte de radiação o CuK $\alpha$ .

Estas medidas foram importantes para identificar a cristalinidade do material e confirmar o tipo de fosfato obtido (KEER, 1993).

#### Microscopia Eletrônica de Varredura

As imagens foram obtidas por microscopia eletrônica de varredura por detecção de elétrons secundários em um microscópio Jeol JSTM-300, onde as amostras foram recobertas com uma fina camada de ouro e carbono por metalização em um instrumento da Plasma Science. Estas medidas foram de suma importância para a detecção da morfologia das partículas.

#### Espectroscopia de Absorção na Região do Infravermelho

Os espectros de absorção na região do infravermelho foram obtidos através do espectrofotômetro de marca Bomem, modelo MB-Series, com transformada de Fourier, utilizando pastilhas de KBr com 1% de amostra, na região de 4000 a 400 cm<sup>-1</sup>, com resolução 4 cm<sup>-1</sup> e 32 acumulações. Esta técnica serviu para confirmação dos grupos químicos presentes no fosfato puro e nos modificados com óxido de silício.

## *Análise Térmica*

As curvas termogravimétricas (TG) foram obtidas em uma Termobalança, marca DuPont, modelo 1090, em um intervalo de 300 a 1200 K, com razão de aquecimento  $0,16 \text{ K s}^{-1}$ , em atmosfera de nitrogênio com vazão de  $50 \text{ cm}^3 \cdot \text{min.}$ , em cadinho de platina utilizando uma massa de aproximadamente 50 mg. Esta técnica foi utilizada para avaliação da perda de massa dos compostos com o aumento da temperatura, avaliando assim a estabilidade térmica dos compósitos fosfatos de cálcio e sílica.

## *Ensaio de estabilidade*

Os ensaios de estabilidade dos fosfatos foram realizados submetendo-se os sólidos a condições controladas de pH por um tempo de 48 horas. Nesses testes, amostras de aproximadamente 50 mg do sólido foram suspensas em  $20,0 \text{ cm}^3$  de solução tampão com pH 1,0; 3,03; 4,03; 5,0 e 6,09, sendo o sólido separado por filtração. Utilizou-se os tampões KCl/HCl de pH = 1,0;  $\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K}/\text{HCl}$  pH = 3,03;  $\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K}/\text{NaOH}$  pH = 4,03 e  $\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K}/\text{HCl}$  de pH = 5,0;  $\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K}/\text{HCl}$  de pH 6,09. O teor de cátion  $\text{Ca}^{2+}$  foi, então, determinado nas soluções sobrenadantes por absorção atômica, utilizando-se lantânio para inibir a interferência dos íons fosfatos presentes em solução.

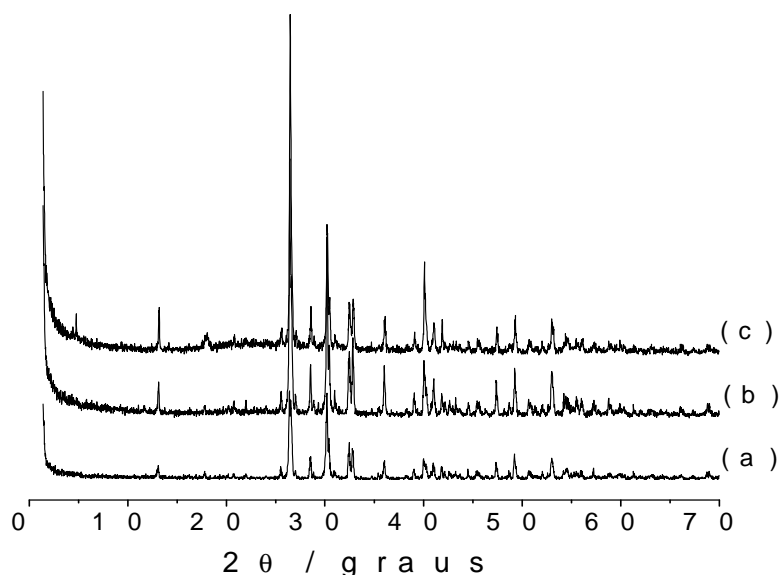
## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Da síntese e caracterização dos Fosfatos de Cálcio Puros e com Sílica

### *Difração de Raio-X*

A síntese realizada sem a presença de TEOS resultou na formação de um precipitado branco que foi seco a 373 K cujos dados de DRX foram indexados aos do fosfato de monocálcio anidro  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  (XIN *et al.*, 2005)

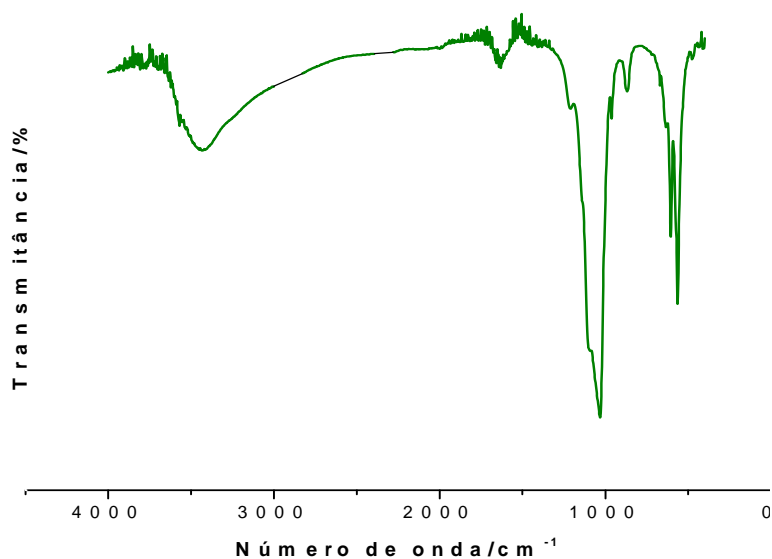
Por outro lado, para as sínteses com TEOS mostra que houve a formação de fases similares a do fosfato de cálcio anidro conforme DRX. No entanto, observa-se a presença de picos de difração em menor ângulo indicando deslocamento do plano *001* nos compósitos que pode ser indicativa da presença de moléculas na região interlamelar. Assim sugere-se que na formação dos compósitos a polimerização do TEOS que resulta na formação de sílica ocorreu na região interlamelar do fosfato de cálcio conforme sugere os dados de DRX.



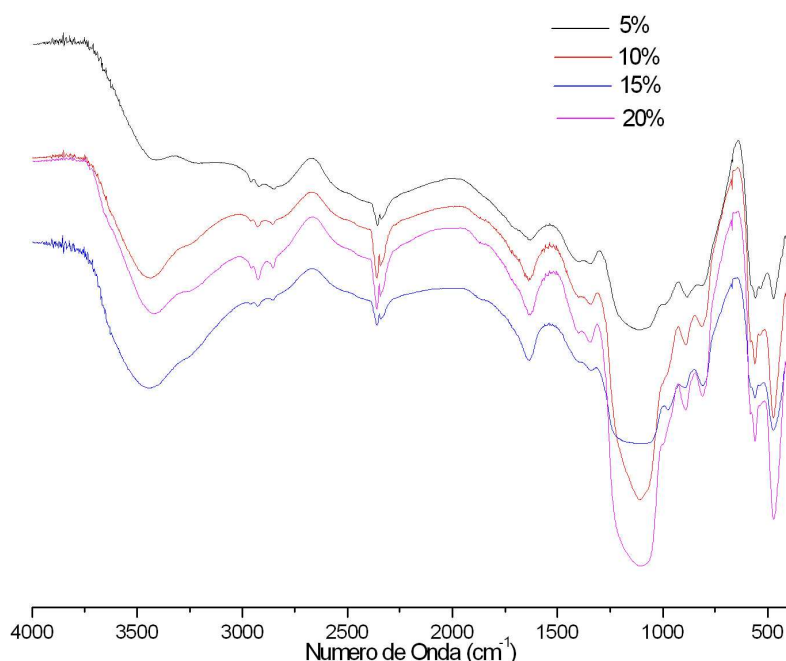
**Figura 2.** Dados de DRX dos fosfato de cálcio anidro (a) e com sílica nas concentrações em mol de 1% (b) e 2% (c).

### *Espectroscopia de Absorção na Região do Infravermelho*

Nos espectros na região do IV relativos à Monetita, uma banda em torno de  $3500\text{ cm}^{-1}$ , que foi atribuída às vibrações de estiramento de grupos OH, tanto da água adsorvida quanto dos grupos OH dos fosfatos. Outras bandas foram observadas em  $1087$ ,  $1030$  e  $956\text{ cm}^{-1}$  correspondentes à deformação assimétrica de grupo  $\text{PO}_4^{3-}$ , em  $865\text{ cm}^{-1}$  associada ao estiramento P-O(H) em  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , em  $610\text{ cm}^{-1}$  corresponde à deformação assimétrica P-O de grupo  $\text{PO}_4^{3-}$  e as bandas em  $560\text{ cm}^{-1}$  e  $450\text{ cm}^{-1}$ , devido à deformação assimétrica P-O(H) de grupo  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ . Nos compósitos essas bandas permaneceram inalteradas, como pode-se perceber nas figuras 3 e 4, referentes a Monetita pura e aos compósitos com concentração de 5 a 20 % de TEOS respectivamente.



**Figura 3.** Espectro na região do Infravermelho para a Monetita



**Figura 4.** Espectros na região do infravermelho para a monetita com 5%, 10%, 15% e 20% de TEOS.

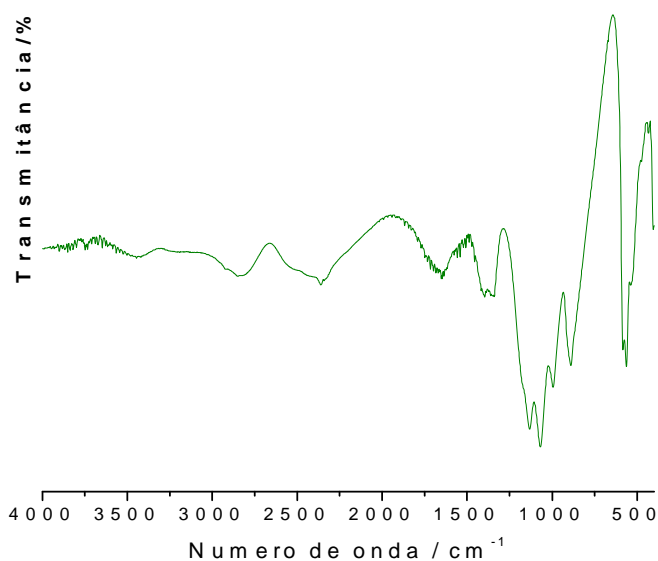
Aqui, percebemos bandas na região de  $1110\text{ cm}^{-1}$  referentes à vibração de estiramento de Si-O-Si (siloxano) e em  $970\text{ cm}^{-1}$  devido a deformação dos grupos silanóis livres como mostra (AUGUSTO FILHA, 2007), indicando a presença do óxido de silício nas amostras. Esses espectros apresentam também duas bandas em  $2950$  e  $2850\text{ cm}^{-1}$  as quais são características dos estiramentos assimétricos e simétricos no C-H dos grupos metilênicos ( $\text{CH}_2$ ), respectivamente, como mostra (LOPES, 2004), relativas à presença de grupos orgânicos ancorados no material. Na Tab. 1 podemos ter uma melhor visão das bandas de absorção da monetita.

**Tabela 1. Bandas de absorção na região do infravermelho da Monetita**

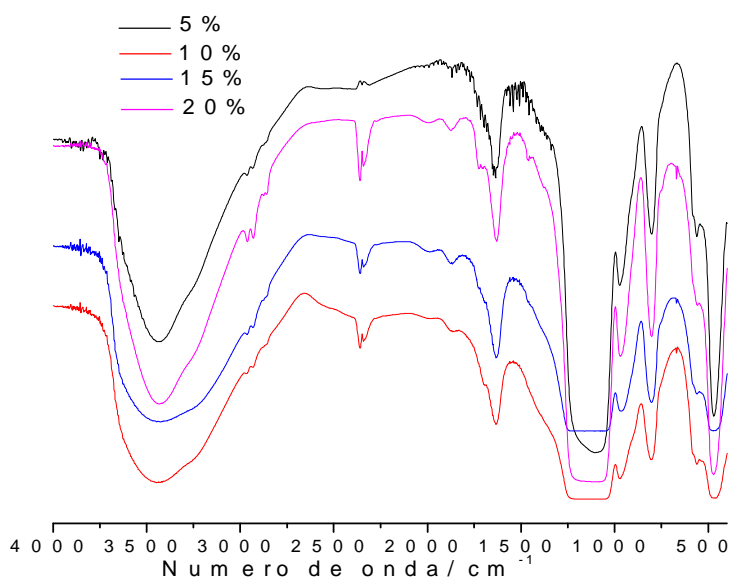
Região de Absorção ( $\text{cm}^{-1}$ )	Designação
<b>3600 - 3100</b>	<b>v O-H de <math>\text{H}_2\text{O}</math> adsorvida e O-H de grupos OH</b>
<b>1630</b>	<b><math>\delta</math> O-H de <math>\text{H}_2\text{O}</math> adsorvida</b>
<b>1110</b>	<b>v P-O do grupo <math>\text{PO}_4^{3-}</math></b>
<b>1028</b>	<b>v P-O do grupo <math>\text{PO}_4^{3-}</math></b>
<b>970</b>	<b>v P-O do grupo <math>\text{PO}_4^{3-}</math></b>
<b>860</b>	<b><math>\delta</math> P-O(H) do grupo <math>\text{HPO}_4^{2-}</math></b>
<b>640</b>	<b><math>\delta</math> O-H de grupo OH</b>
<b>600</b>	<b><math>\delta</math> P-O do grupo <math>\text{PO}_4^{3-}</math></b>
<b>555, 483</b>	<b><math>\delta</math> P-O(H) do grupo <math>\text{HPO}_4^{2-}</math></b>

Fonte: Dissertação de mestrado UFPB (SILVA, 2006)

Nos espectros na região do IV referentes ao MCPA, observaram-se também uma banda em torno de  $3500\text{ cm}^{-1}$ , que foi atribuída às vibrações de estiramento de grupos OH, tanto da água adsorvida quanto dos grupos OH dos fosfatos. Outras bandas foram observadas em 1087, 1030 e  $956\text{ cm}^{-1}$  correspondentes à deformação assimétrica de grupo  $\text{PO}_4^{3-}$ , em  $865\text{ cm}^{-1}$  associada ao estiramento P-O(H) em  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , em  $610\text{ cm}^{-1}$  corresponde à deformação assimétrica P-O de grupo  $\text{PO}_4^{3-}$  e as bandas em  $560\text{ cm}^{-1}$  e  $450\text{ cm}^{-1}$ , devido à deformação assimétrica P-O(H) de grupo  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ . Nos compósitos essas bandas permaneceram inalteradas, como se pode perceber nas figuras 5 e 6, referentes ao MCPA puro e aos compósitos com concentração de 5 a 20 % de TEOS respectivamente.



**Figura 5.** Espectro na região do Infravermelho para O MCPA

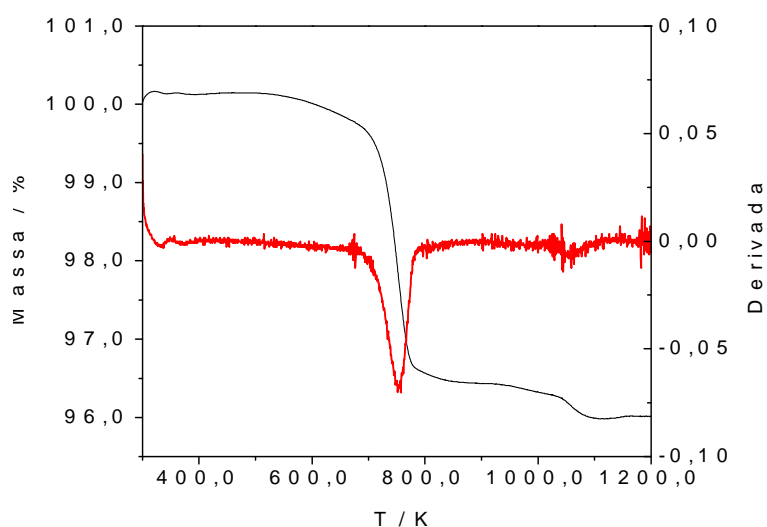


**Figura 6.** Espectros na região do infravermelho para o MCPA 5% a 20% de TEOS.

Quanto aos espectros dos compósitos MCPA óxido de silício, notou-se a presença de bandas na região de  $1130\text{ cm}^{-1}$  referentes à vibração de estiramento de Si-O-Si (siloxano) e em  $964\text{ cm}^{-1}$  devido à deformação dos grupos silanóis livres como observa (AUGUSTO FILHA, 2007), indicativo da presença de óxido de silício. Esses espectros apresentam também duas bandas em  $2970$  e  $2858\text{ cm}^{-1}$  referidas aos estiramentos assimétricos e simétricos no C-H dos grupos metilênicos ( $\text{CH}_2$ ), respectivamente, como mostra (LOPES, 2004), relativas à presença de grupos orgânicos no material.

### Termogravimetria

As curvas termogravimétricas foram utilizadas para investigarmos o comportamento térmico dos fosfatos de cálcio e como variam com o teor de sílica nos compósitos. Os dados obtidos foram comparados com os valores disponíveis para a monetita,  $\text{CaHPO}_4$ , uma vez que os compósitos são à base deste fosfato.



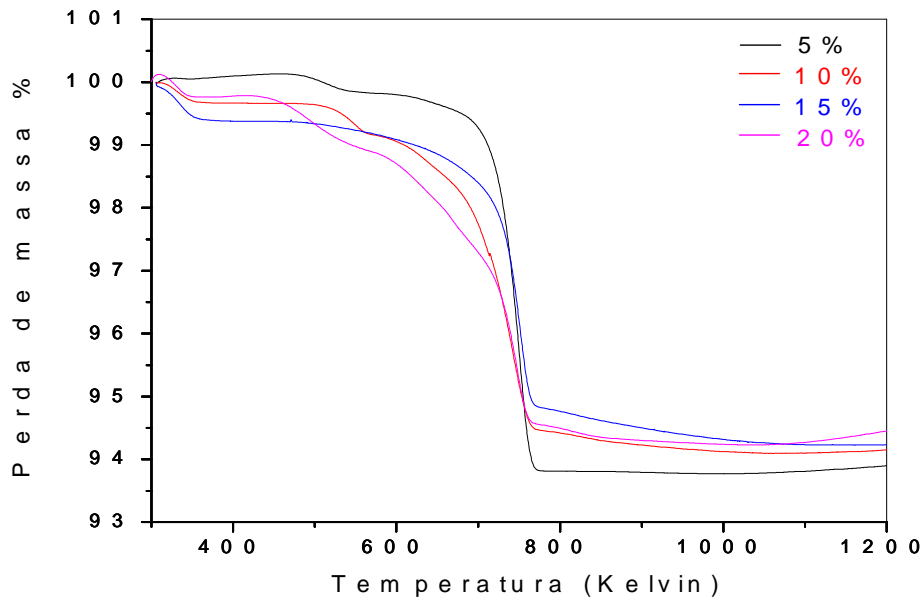
**Figura 7.** Curva termogravimétrica e sua derivada da Monetita

Observando a Figura 7 podemos constatar que a amostra da monetita pura teve três fases de perda de massa: a primeira de 300 a 350K é devido à evaporação de água absorvida no material, a segunda fase de 680 a 790 K é onde a monetita transformando-se em  $\gamma\text{-Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ , através da condensação do grupo  $\text{HPO}_4^{2-}$ , conforme a seguir:

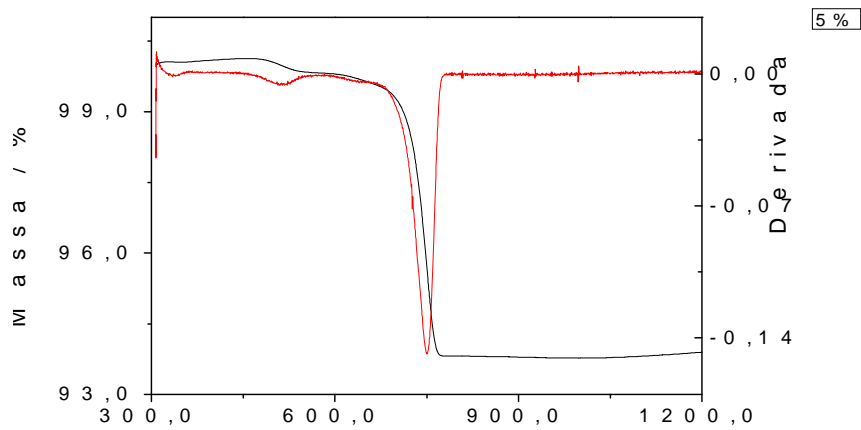


Uma terceira fase de 1030 a 1100K, onde o  $\gamma\text{-Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$  é transformado para a forma  $\beta\text{-Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ . A perda de massa total observada foi de 3,9% na faixa de temperatura estudada.

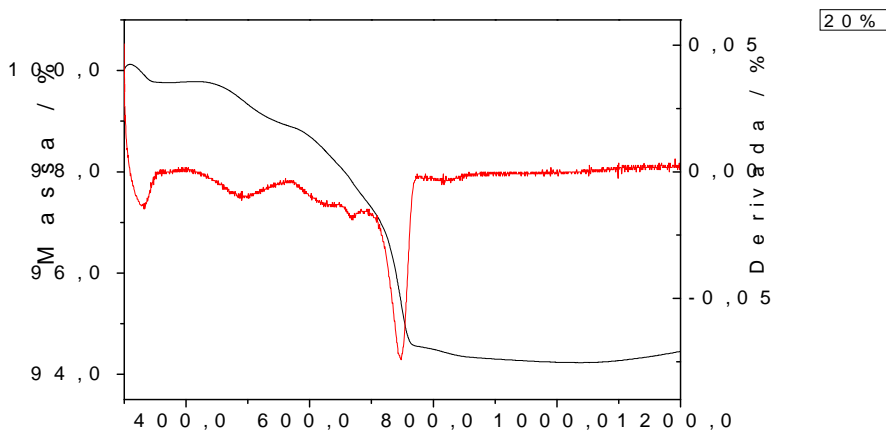
Para os compósitos temos o comportamento está visualizado nas Figuras 8 a 10 e resumidos na tabela 2. Conforme, se observa em todos os compósitos as primeiras perdas se referem à saída de água adsorvida, a segunda condensação dos grupos OH do fosfato e da sílica e de grupos orgânicos não condensados e uma terceira perda referente à saída de grupos OH isolados remanescentes. Observa-se também que não há uma diferença muito grande nas faixas de temperaturas em que os eventos iniciam e terminam. As exceções foram para as amostras contendo 15% cuja termodecomposição ocorreu em duas etapas contínuas e a de composição 20% que tem um processo em quatro etapas.



**Figura 8.** Curvas termogravimétricas dos compósitos.



**Figura 9.** Curva termogravimétrica do compósito de 5% em sílica e sua derivada.



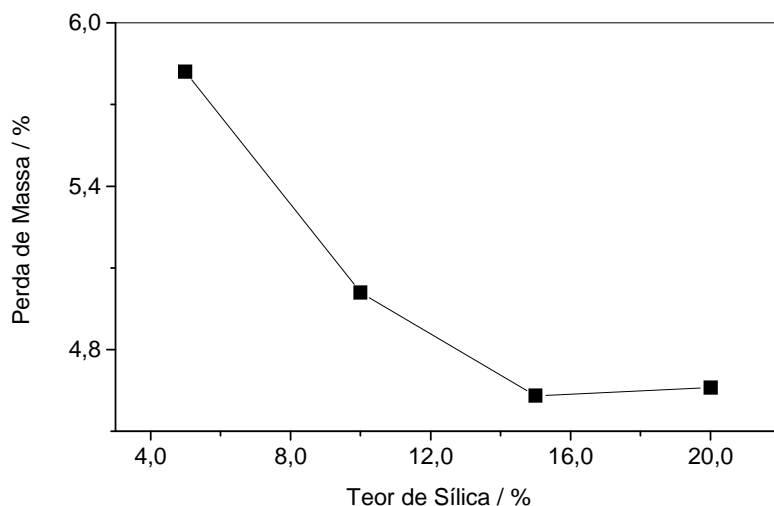
**Figura 10.** Curva termogravimétrica do compósito de 20% em sílica e sua derivada.



**Tabela 2.** Resumos das perdas termogravimétricas nos vários compósitos de fosfato de cálcio monetita e sílica entre 300-200 K.

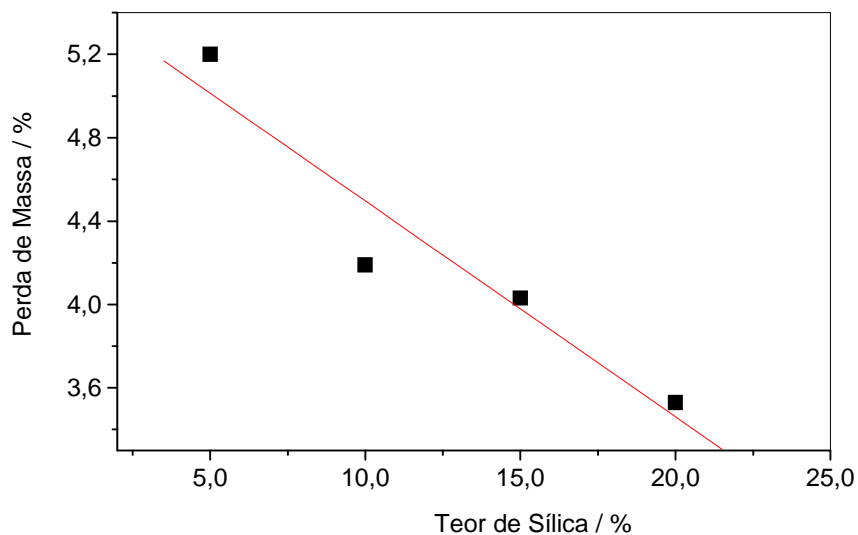
Fase	Temperatura	Perda
Monetita	300-350	0,10
	680-790	3,50
5%	300-361	0,34
	457-550	0,28
	640-781	5,20
10%	300-360	0,33
	493-572	0,49
	648-783	4,19
15%	300-362	0,60
	648-778	4,03
20%	300-356	0,25
	398-568	0,88
	646-695	0,73
	695-776	2,80

A partir desses dados foi verificada uma correlação entre a composição e a perda de massa, conforme ilustrado na Fig. 11 onde se verificou que à medida que a quantidade de sílica aumentou na amostra menor foi a perda de massa.



**Figura 11.** Variação da perda de massa total com o teor de sílica nos vários compósitos

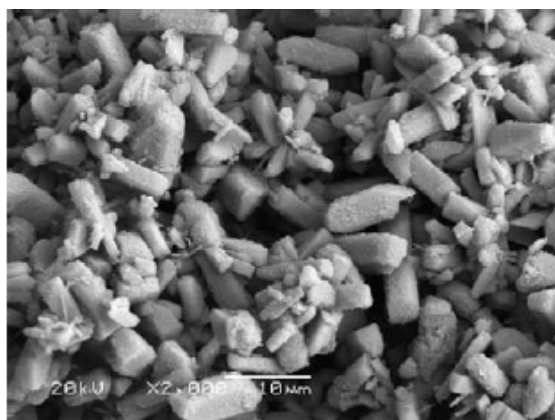
Esse comportamento pode ser devido principalmente à contribuição do último evento correndo na faixa entre 640-780 K cujo evento está associado à condensação dos grupos OH (Fig. 12). Isso indica que a quantidade de sílica afeta na quantidade de grupos OH do fosfato fazendo que haja assim uma diminuição na condensação dos grupos OH.



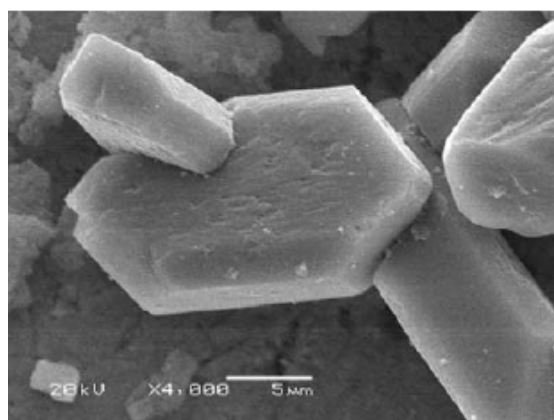
**Figura 12.** Comparação da variação da perda de massa entre 640-780 K nos vários compósitos

As imagens de microscopia eletrônica de varredura de alguns dos compostos são apresentadas na Figura 13.

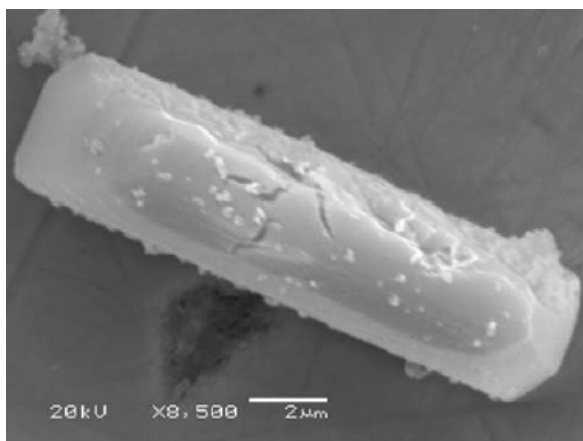
a)



b)



c)



**Figura 13.** Micrografias de microscopia eletrônica de varredura a) monetita, b) compósito MCPA/1% e c)

MCPA 10%.

As imagens de MEV mostram partículas bem formadas de tamanho uniforme cuja morfologia não foi alterada nos compósitos dos fosfatos com sílica.

Os compósitos propostos neste trabalho através da síntese por processo sol-gel entre o cloreto de cálcio, monohidrogenofosfato de amônio e TEOS em várias concentrações, tem por objetivo obter um novo material com melhores propriedades de estabilidade química e mecânica.

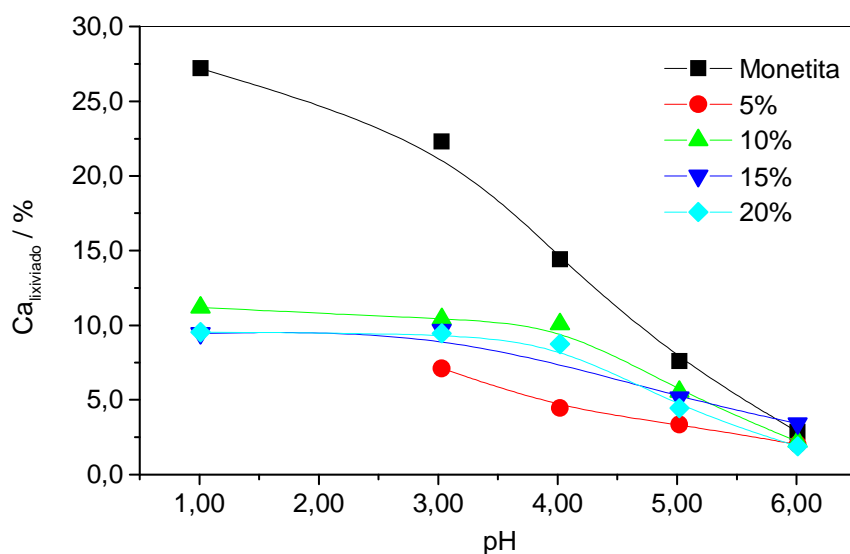
Foi observado que os fosfatos de cálcio possuem uma baixa estabilidade química, sendo dissolvidos quando expostos à sistemas com pH em faixa ácida ( $\text{pH} < 4,0$ ).

As composições em massa de cálcio nos vários sólidos estão apresentadas no quadro 1. Conforme se observa a contribuição em massa do cálcio é máxima na monetita (29,46%) diminuindo progressivamente conforme aumenta-se o teor de sílica.

**Tabela 3.** Teores de cálcio inicial em massa nos vários sólidos

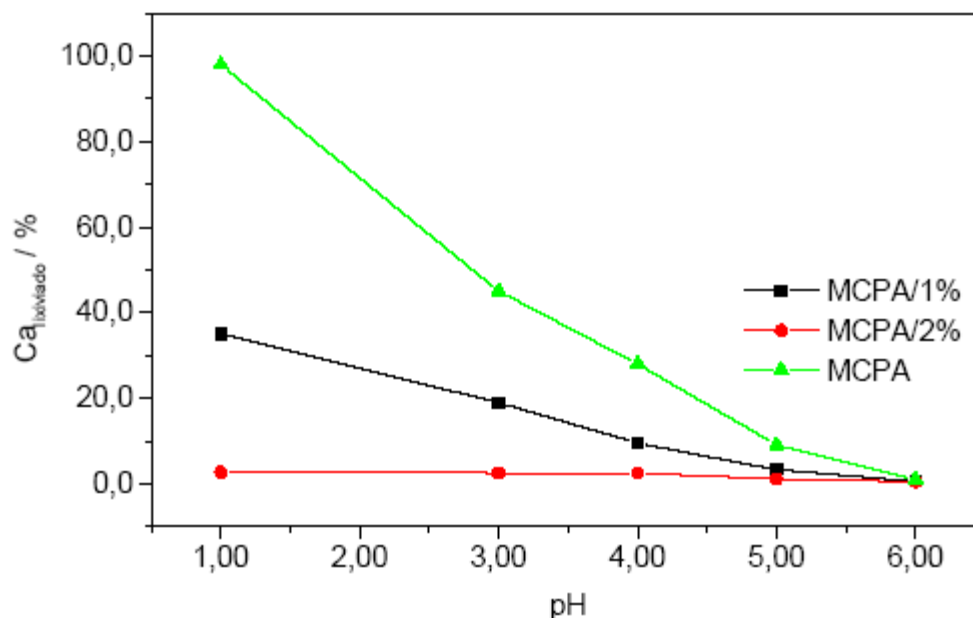
Sólido	Ca / %
Monetita	29,46
Monetita/5%SiO <sub>2</sub>	28,06
Monetita/10%SiO <sub>2</sub>	26,78
Monetita/15%SiO <sub>2</sub>	25,62
Monetita/20%SiO <sub>2</sub>	24,55

Assim para verificar-se a estabilidade, os vários sólidos foram sistematicamente submetidos à soluções de pH controlado por 48 h sendo a quantidade de cálcio lixiviada analisada. Os resultados desses testes estão na Figura 14. Conforme foi verificado, a monetita pura teve quase a quantidade total de cálcio lixiviada em pH 1,0 e 3,0. Observando para os compósitos formados com o óxido de silício ocorre uma melhoria na estabilidade nessa mesma faixa de pH. Por exemplo, para o compósito com 5% de SiO<sub>2</sub> observa-se que nos pH 1,0 e 3,0 apenas 13% e 7%, respectivamente. Enquanto que a monetita os valores de cálcio lixiviados foram 27,2 e 22,3 nesses mesmos pH.



**Figura 14.** Variação do teor de cálcio após 42 h para monetita pura e seus compósitos com sílica em solução de pH controlado.

Ou seja, antes da adição do TEOS, o material apresenta uma baixa resistência a sistemas ácidos, podemos perceber que ao entrar na faixa de  $\text{pH} < 3,0$ , a amostra tem sua massa de cálcio praticamente toda lixiviada. Por outro lado, quando entra sílica na composição ocorre uma maior resistência aos mesmos. Assim a estabilidade do composto é relativamente maior nos compósitos contendo entre 10-20% de sílica, porém há uma pequena variação entre si na quantidade de cobre lixiviada, o que pode ser indicativo de em concentrações superiores a 10% de sílica não uma variação considerável na estabilidade dos compósitos.



**Figura 15.** Variação do teor de cálcio após 42 h para o fosfato MCPA puro e seus compósitos com sílica contendo 1% e 2% em solução de pH controlado.

#### 4. Conclusão

A partir dos dados obtidos nos testes efetuados, foi possível constatar, que a hidrólise controlada de TEOS em solução contendo íons de cálcio e fosfato origina compósitos de fosfato e sílica cuja fase formada depende da razão Ca/P. Neste caso, o óxido de silício se ancora a matriz de fosfato de cálcio havendo portanto a formação de compósitos. Os ensaios de estabilidade química sugeriram que a adição do precursor de silício (TEOS), ao fosfato de cálcio resulta na formação de composto híbrido que apresenta uma maior estabilidade química, sem perder suas principais características.

Tendo em vista os resultados obtidos, uma análise de um sistema fosfato – tecido vivo com a utilização dos compósitos fosfato – óxido de silício, seria pertinente para determinar a biocompatibilidade do mesmo o que confirmaria a possibilidade da sua aplicação como substituinte de tecido ósseo em implantes.

## 5. Referências Bibliográficas

- AUGUSTO FILHA, V. L. S., Sílicas Modificadas Com Centros Básicos De Nitrogênio, Enxofre E Oxigênio  
Como Adsorventes Para Cátions Metálicos, *Dissertação de mestrado UFPB*, 2007
- APARECIDA, A. H.; FOOK, M. V. L.; SANTOS, M. L. dos; GUSTALDI, A. C. Influência dos íons K<sup>+</sup> e Mg<sup>2+</sup> na obtenção de apatitas biomiméticas *Eclét. Quím.* vol 30, no 4, p.13-18. 2005.
- BOHNER, M. Calcium orthophosphates in medicine: from ceramics to calcium phosphate cements *Int. J. Care Injured*, vol 31, no 4 p 37-47, 2000.
- FREITAS, J. S.; SALOMÃO G. C.; GOMES M. F. T. Remoção De Íons Metálicos De Soluções Aquosas, Por Apatitas Sintéticas, Usando O Método De Troca Iônica Em Coluna *Eclét. Quím.*, 25, 2000.
- GINEBRA, M.P.; TRAYKOVA, T; and PLANELL, J. A., Calcium phosphate cements as bone drug delivery systems: A review, *Journal of Controlled Release* vol 113 p 102-110, 2006.
- JINAWATH, S. and SUJARIDWORAKUN, P. Fabrication of porous calcium phosphates *Mat. Sci. and Eng.* Vol 22, p4-461, 2002
- KAWACHI, E. Y.; BERTRAN C. A.; REIS R. R. dos e ALVES O. L. Biocerâmicas : tendências e perspectivas de uma área interdisciplinar *Quím. Nova* vol 23 no. 4, p 518-522, 2000.
- KEER, H.V.; *Principles of Solid State*, John Wiley, New York, 1993.
- LI, J. P.; HABIBOVIC, P.; YUAN, H.; DOEL M. Van. Den.; , WILSON, C. E.; WIJIN, J. R de; BLITTERSWIJK, C A. van; GROOT K. de, Biological performance in goats of a porous titanium alloy-biphasic calcium phosphate composite, *Biomaterials* vol 28 p 4209-4218 2007
- LIMA, C. B. A; AIROLDI, C., Topotactic exchange and intercalation of calcium phosphate, *Solid State Science*, vol 6, p 1245-1250, 2004.
- LOPES A W. e FASCIO, M., Esquema para Interpretação de Espectros de Substâncias Orgânicas na Região do Infravermelho, *Quím. Nova* vol 27 no. 4, p 670-673, 2004.
- PIETAK, A. M.; REID, A. W.; STOTT, M. J.; SAYER, M. Silicon Substitution in the Calcium Phosphate Bioceramics, *Biomaterials* vol 28, p 4023-4032, 2007.
- SANTOS, M. L.; FLORENTINO, A. O.; SAEKI, M. J.; LIA FOOK, A. H.; GUASTALDI, A. C. Síntese de hidroxiapatita pelo método sol-gel utilizando precursores alternativos: Nitrato de cálcio e ácido fosfórico. *Eclét. Quím.*, vol.30, no.3, p.29-35, 2005.
- SILVA O. G., Síntese E Caracterização De Híbridos Inorgânico-Orgânico Formados A Partir De Reações De Silanização Da Hidroxiapatita E Monetita *Dissertação de mestrado UFPB* Junho/ 2006
- TIAN, J.; ZHANG, Y.; GUO, X. and DONG L.; Preparation and Characterization of Hidroxiapatite Suspensions for Solid Freeform Fabrication, *Ceramics International* vol 28, p 299-302, 2002.
- XIN, R.; LENG, Y.; CHEN, J.; ZANG, Q. Q. Comparative study of calcium phosphate formation on Biocerâmicas in vitro and in vivo, *Biomaterials*, vol 26, p 6577, 2005.

## Aplicações da Relação de Merminho ao Estudo de Defeitos Topológicos em Cristais Líquidos

**Bolsista CNPq-PIBIC: Diego Dantas Queiroz Vilar**

Curso de Física – CCEN – UFPB

E-mail do aluno: [diegodantasq@gmail.com](mailto:diegodantasq@gmail.com)

**Orientador CNPq-PIBIC: Fernando Jorge S. Moraes**

Departamento de Física – CCEN – UFPB

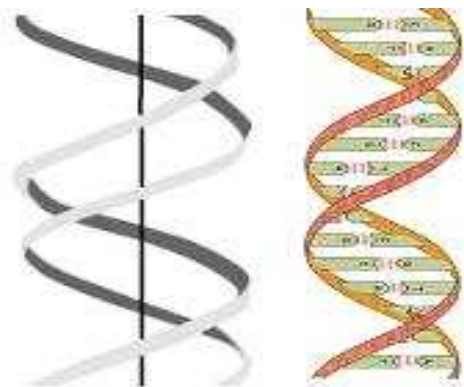
E-mail do orientador: [moraes@fisica.ufpb.br](mailto:moraes@fisica.ufpb.br)

**Resumo:** Através de estudos de artigos sobre cristais líquidos e polímeros como o DNA, notamos que existe uma relação direta entre a geometria conformacional e a configuração energética associada a estas estruturas, sendo este então o nosso objeto de estudo neste trabalho. Apresentaremos o desenvolvimento da relação de Mermin-Ho e sua importância no contexto do DNA. Esta relação nos permitirá detectar e classificar singularidades ao longo destas estruturas. Para tanto, utilizaremos argumentos de geometria diferencial associados ao eletromagnetismo e softwares de manipulação algébrica como o MAPLE.

**Palavras-chave:** *linking number ; Mermin-Ho ; singularidades ; supervoltas ; cristal líquido ;*

### 1. Introdução

A relação de Mermin-Ho surgiu inicialmente no contexto de vórtices em hélio líquido superfluido. Tem tido inúmeras aplicações em diversos sistemas, como por exemplo, no estudo de líquidos ordenados, condensados de Bose-Einstein, cristais líquidos nemáticos e na configuração conformacional do DNA. Um de seus méritos é detectar singularidades ou “defeitos topológicos” no sistema físico estudado.

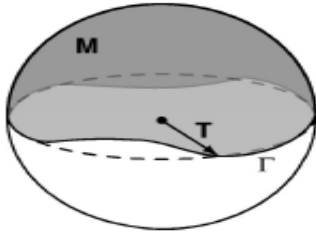


**Figura 1** – Modelo físico à esquerda – Modelo biológico à direita.

Neste trabalho desenvolvemos a relação de Mermin-Ho mostrando o seu algebrismo para que possa ser melhor entendida e assim, aplicada a uma fita dupla (modelo físico) que é associada à estrutura do DNA (modelo biológico), como mostra a figura 1. Fazemos também uma analogia com o eletromagnetismo para podermos desenvolver algumas equações que dizem respeito à configuração da fita dupla.

## 2. A Relação de Mermin-Ho

Seja uma curva  $\mathbf{R}(s)$  parametrizada pelo comprimento de arco  $s$ . Podemos então construir uma outra curva  $\mathbf{T}(s) = \mathbf{R}'(s)$  sobre uma esfera unitária, pois  $|\mathbf{T}(s)|=1$ .



**Figura 2** – Curva  $\Gamma$  mapeada sobre uma esfera unitária tal que  $\mathbf{T}(s) = \mathbf{R}'(s)$  delimitando uma área  $M$  sobre a esfera.

Tome uma base ortonormal  $\{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{T}\}$  variável ao longo da curva  $\mathbf{R}(s)$  onde temos o vetor normal  $\mathbf{N}(s)$  perpendicular a  $\mathbf{T}(s)$  tal que

$$\mathbf{N}(s) = \mathbf{e}_1(s) \cos \theta(s) + \mathbf{e}_2(s) \sin \theta(s) \quad (1)$$

Donde para um  $\mathbf{N}_0$  constante teremos a “conexão de spin”  $\mathbf{\Omega}(s)$

$$\nabla \theta_0(s) = \mathbf{e}_1(s) \cdot \nabla \mathbf{e}_2(s) \equiv \mathbf{\Omega}(s) \quad (2)$$

Para medirmos o desvio  $[\theta(s) - \theta_0(s)]$  em relação a  $\mathbf{N}_0$  definimos a derivada covariante  $D\theta(s)$

$$D\theta(s) = \nabla[\theta(s) - \theta_0(s)] = \nabla \theta(s) - \mathbf{\Omega}(s) \quad (3)$$

Se este desvio  $[\theta(s) - \theta_0(s)]$  é suave, então

$$\nabla \times \nabla[\theta(s) - \theta_0(s)] = 0 \quad \Longrightarrow \quad \nabla \times \nabla \theta(s) = \nabla \times \mathbf{\Omega}(s) \quad (4)$$

Note que se existir algum tipo de defeito, então este rotacional não se anula.

Teremos a *relação de Mermin-Ho*, independente da escolha arbitrária de  $\mathbf{e}_1$  e  $\mathbf{e}_2$

$$[\nabla \times \mathbf{\Omega}(s)]_i = \frac{1}{2} \varepsilon_{\alpha\beta\gamma} \mathbf{T}^\alpha(s) \varepsilon_{ijk} \partial_j \mathbf{T}^\beta(s) \partial_k \mathbf{T}^\gamma(s) \quad (5)$$

Esta demonstração encontra-se em detalhes no artigo [1], e de outra forma em [2].

Se tivermos duas curvas (sendo uma delas um fio por onde passa uma corrente unitária) fechadas e muito próximas enroscadas uma na outra, fazemos uma analogia com a Lei de Ampère do eletromagnetismo associada à Lei de Biot-Savart, e obtemos

$$Lk = T\mathbf{w} + W\mathbf{r} \quad (6)$$

onde  $Lk$  é o número de vezes que uma curva enrosca na outra, mais conhecido como *número de enlace*,  $T\mathbf{w}$  é o *número de voltas* e  $W\mathbf{r}$  é o *número de super-voltas*.

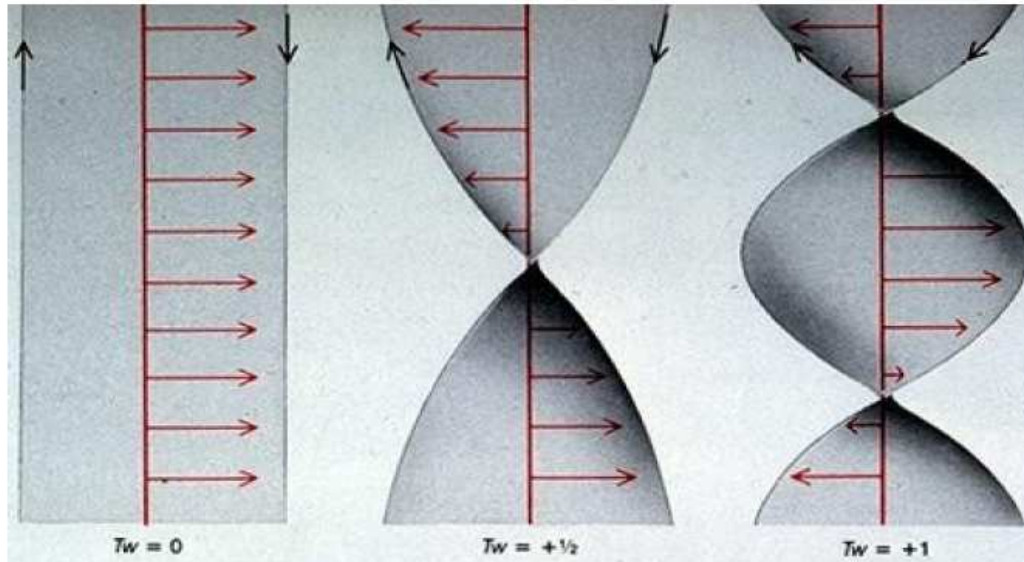
Mapeando-se uma curva numa esfera unitária (Fig. 2), mostramos que existe uma semelhança entre esta expressão acima citada e o teorema de Gauss-Bonnet citada nos artigos [3] e [4]

$$\iint_M K dS + \oint_{\partial M} \kappa_g ds = 2\pi \quad (7)$$

Onde  $\mathbf{K}$  é a curvatura Gaussiana e  $\mathbf{k}_g$  a curvatura geodésica.

### 2.1 Exemplo 1

Como os filamentos do DNA estão entrelaçados, representamos esta conexão através do vetor  $\mathbf{N}(s)$  (cor vermelha) em uma fita, como mostra a Figura 3.



**Figura 3:** Filamentos (bordas) representados por uma fita

Neste caso  $\mathbf{Lk} = \mathbf{Tw}$ .

Note que  $\mathbf{Tw}$  mede o número de vezes que os filamentos se enroscam sobre o eixo médio, e  $\mathbf{Wr}$  mede o número de vezes que o eixo médio se enrosca sobre si mesmo, caracterizando a supervolta.

### 2.2 Exemplo 2

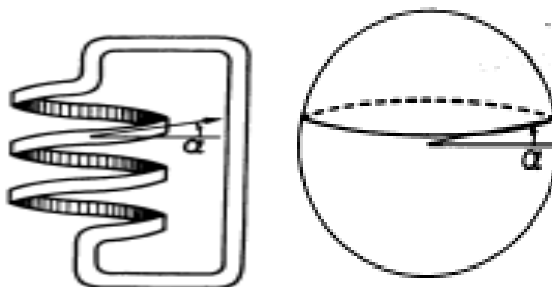
Na figura 4 temos filamentos entrelaçados (fita) mapeados numa esfera unitária. Através de argumentos de geometria diferencial, mostra-se que existe uma relação entre  $\mathbf{Wr}$ , a área delimitada pelo vetor  $\mathbf{T}$  tangente, e a relação de Mermin-Ho, satisfazendo a Eq. (7), demonstrada através do seguinte exemplo presente no artigo [5]:



$$Lk = m$$

$$Tw = m \cdot \sin \alpha$$

$$Wr = m \cdot (1 - \sin \alpha)$$



**Figura 3** – Fita dupla mapeada pelo vetor tangente na esfera unitária com seus respectivos **Lk**, **Tw** e **Wr**.

Note que para a esfera unitária a área **A** da calota é

$$A = 2\pi(1 - \sin \alpha) \quad (8)$$

Logo, mostramos que para **m** enlacs teremos

$$Wr = \frac{A}{2\pi} = m(1 - \sin \alpha) \quad (9)$$

Satisfazendo então a Eq. (6)!

Sendo **Lk** um invariante topológico, notamos que a energia **E** necessária pra o polímero manter-se curvado é proporcional a **Tw**, dado por

$$E = \frac{1}{2} \int_0^L (A \cdot \kappa^2 + C \cdot Tw^2) ds \quad (10)$$

Onde **k** é a curvatura do eixo médio do polímero, e **A** e **C** duas constantes.

Podemos então utilizar esta relação para cálculo de energias de conformação de estruturas não-triviais, bem como identificação de defeitos topológicos.

### 3. Agradecimentos

Agradeço ao PIBIC-CNPq/UFPB pelo apoio financeiro.  
Agradeço ao meu orientador Fernando Moraes.

### 4. Referências

- [1] Randall D. Kamien, Review of Modern Physics, Vol. 74: pp. 953-958 (2002)
- [2] N. D. Mermin and Tin-Lun Ho, Phys. Rew. Lett, Vol. 36: pp. 594-597 (1976)
- [3] F. Brock Fuller, Proc. Nat. Acad. Sci. USA, Vol. 68, No. 4, pp. 815-819 (1971)
- [4] Randall D. Kamien, Eur. Phys. J. B. 1, 1-4 (1998)
- [5] F. Brock Fuller, Proc. Nat. Acad. Sci. USA, Vol. 75, No. 8, pp. 3557-3561 (1978)

## **Análise de Ruído, Compressão e Segmentação de Imagens Mamográficas**

### **José Raphael Teixeira Marques**

Universidade Federal da Paraíba  
Centro de Ciências Exatas e da Natureza - Departamento de Informática  
Cidade Universitária - João Pessoa - PB – Brasil - CEP 58051-900  
Bolsista PIBIC-CNPq/UFPB  
jose\_raphael\_marques@yahoo.com.br

### **Leonardo Vidal Batista**

Universidade Federal da Paraíba  
Centro de Ciências Exatas e da Natureza - Departamento de Informática  
Cidade Universitária - João Pessoa - PB – Brasil - CEP 58051-900  
Orientador  
leonardo@di.ufpb.br

**Resumo:** A utilização de bancos de dados de imagens mamográficas em formato digital e as práticas de telemedicina exigem armazenar e transmitir grandes quantidades de dados. A digitalização das imagens de um único exame pode ocupar até 120MB em disco, o que torna-se uma situação ainda pior considerando o grande número de exames diários efetuados em uma clínica. Assim, técnicas eficientes de compressão de dados são necessárias para reduzir os custos de armazenamento e transmissão. A segmentação das regiões de interesse de uma imagem mamográfica auxilia o diagnóstico médico e permite desenvolver compressores específicos para cada região. A digitalização das imagens introduz ruído que pode prejudicar a compressão e análise das imagens, e por este motivo deve ser avaliado e tratado. Este trabalho descreve o desenvolvimento de ferramentas de compressão baseadas no algoritmo PPM (*Prediction by Partial Matching*) juntamente com segmentação, mapeamento, codificação com Código Gray e decomposição em planos de bits, compondo sistemas de compressão com e sem perdas voltados a imagens mamográficas. Adicionalmente, o compressor desenvolvido foi adaptado para compressão de sinais eletrocardiográficos. O compressor proposto demonstrou a eficiência da junção dos módulos desenvolvidos tanto em relação às taxas de compressão quanto ao tempo de processamento.

*Palavras chave: Compressão de dados, Prediction by Partial Matching, Mamografia, Segmentação, Planos de Bits.*

### *1. Introdução*

Grave problema de saúde pública mundial, o câncer de mama é a principal causa de óbitos por câncer na população feminina brasileira, tendo ocorrido aproximadamente 42.000 novos casos e 9.000 óbitos em 2003. Em um cenário de envelhecimento populacional e exposição crescente a fatores de risco, a taxa bruta de mortalidade associada ao câncer de mama no Brasil aumentou 69% entre 1979 e 2000. Contudo, não existem ainda no país programas governamentais de rastreamento mamográfico em mulheres assintomáticas. O número insuficiente e a má distribuição de mamógrafos, os altos custos do exame e a falta de controle de qualidade das imagens contribuem para agravar o problema (Godinho e Koch, 2004).

Em países desenvolvidos, menos de 10% dos casos de câncer de mama são diagnosticados em estádios avançados; no Brasil, por outro lado, cerca de 87% dos cânceres de mama diagnosticados no SUS encontram-se em estádios avançados (Costa et al., 2004). Ressalte-se que o

custo do tratamento do câncer de mama relaciona-se diretamente com o estágio da doença no momento do diagnóstico. Estima-se que o custo médio de tratamento varia de \$23.275 para o estágio I, a \$36.340 (dólares americanos) para o estágio IV (avançado). O estadiamento é determinado com base no tamanho do tumor, na extensão do acometimento linfonodal e na evidência de metástases (Will et al., 2000). O diagnóstico auxiliado por computador – *Computer-Aided Diagnosis* (CAD) (Almeida et al., 2004; Astley and Gilbert, 2003) pode facilitar o trabalho do radiologista e até emitir uma segunda opinião, aumentando as chances de um diagnóstico precoce.

A Organização Mundial de Saúde recomenda o rastreamento em massa para enfermidades que constituam problemas sérios de saúde pública, desde que, como ocorre com o câncer de mama, a detecção precoce leve à redução da morbidade e da mortalidade. Os programas de rastreamento objetivam reduzir a mortalidade através da identificação e tratamento dos cânceres em estágios mais precoces do que seria feito sem o rastreamento. O diagnóstico precoce e a coleta de informações sistemáticas sobre o câncer de mama são imperativos para a aplicação adequada de recursos e mensuração dos progressos associados à política de saúde pública, trazendo grandes benefícios em termos de expectativa e qualidade de sobrevivência e de redução de custos laborais, sociais e de tratamento (Anderson et al., 2003).

A mamografia é o método mais confiável para detecção de lesões subclínicas; no entanto a inspeção do filme mamográfico é uma tarefa árdua e propensa a erros. Além disso, a ampliação de programas de rastreamento nos países desenvolvidos tem aumentado substancialmente a carga de trabalho dos radiologistas, conduzindo à saturação iminente (Astley and Gilbert, 2003). Os sistemas de CAD podem facilitar o trabalho do radiologista, fornecendo um conjunto de ferramentas para a análise dos exames mamográficos, e até emitindo uma segunda opinião. Assim sendo, sistemas de CAD adequadamente projetados proporcionam uma alternativa aos problemas acima apontados.

A título de ilustração, um único exame mamográfico com duas incidências por mama utilizando imagens com resolução adequada ao diagnóstico pode chegar a gerar aproximadamente 120MBytes. Técnicas eficientes de compressão de dados são, portanto, necessárias para reduzir custos de armazenamento e transmissão. As técnicas de compressão de propósito geral, tais com os padrões JPEG, JPEG2000 e MPEG-2 não são adequadas no escopo de imagens médicas, uma vez que as distorções resultantes não são devidamente controladas (Batista, 2002). As peculiaridades das imagens mamográficas podem ser exploradas com vistas a aumentar as taxas de compressão sem degradação clinicamente perceptível. O desenvolvimento de técnicas de compressão avançadas permite reduzir os custos de armazenamento e transmissão das imagens médicas e sinais biológicos, viabilizando uma série de aplicações práticas de tele-medicina.

O grupo de pesquisa em Processamento e Análise de Sinais, Imagens e Vídeo e Reconhecimento de Padrões da UFPB vêm desenvolvendo um sistema avançado de auxílio ao diagnóstico médico baseado em imagens mamográficas (SIAD), incorporando ampla funcionalidade, soluções inovadoras e uma arquitetura de *software* aberta e reconfigurável. O presente artigo propõe novos métodos para compressão, segmentação e análise de ruídos em imagens mamográficas, a serem incorporados ao SIAD após validação.

## 2. Objetivos

O objetivo geral do trabalho é pesquisar e desenvolver um sistema computadorizado de auxílio ao diagnóstico médico baseado em imagens mamográficas (SIAD), incorporando ampla funcionalidade, soluções inovadoras e uma arquitetura de *software* aberta e reconfigurável.

Os objetivos específicos são:

1 - Efetuar levantamento do estado-da-arte em diagnóstico médico auxiliado por computador, técnicas de segmentação de imagens, e compressão de dados, com ênfase em compressão de sinais biológicos e de imagens médicas.

2 - Desenvolver e incorporar ao SIAD métodos de análise e tratamento de ruídos em imagens médicas, com ênfase em imagens mamográficas.

3 - Desenvolver e incorporar ao SIAD ferramentas para verificação do nível de ruído de imagens de fantoma.

4 - Adaptar para sinais eletrocardiográficos os métodos de compressão desenvolvidos e aperfeiçoá-los.

5 - Desenvolver e incorporar ao SIAD novos métodos de alto desempenho para segmentação e compressão de imagens mamográficas.

### 3. Referencial Teórico

Esta seção apresenta resumidamente os conceitos teóricos necessários para a compreensão e desenvolvimento do trabalho.

#### 3.1. Conceitos Básicos de Compressão de Dados

As técnicas de compressão partem do princípio de que as fontes usuais de informação geram dados redundantes e codificados de maneira pouco eficiente. Com base nesta premissa, procura-se explorar as características da fonte de forma a reduzir a redundância e obter uma codificação mais apropriada para os dados. O objetivo de um compressor é reduzir a representação da informação gerada pela fonte, procurando preservar a informação em si (Batista, 2002).

Um indicador muito aplicado para avaliar o grau de compressão obtido é a razão de compressão,  $RC$ , dada por:

$$RC = \frac{n}{m} \quad (1)$$

Onde  $n$  e  $m$  são os tamanhos dos arquivos original e comprimido respectivamente.

Na compressão sem perdas a informação é completamente preservada e, assim, a mensagem original pode ser perfeitamente reconstruída. Na compressão com perdas os dados são irreversivelmente alterados, ocorrendo perda de informação potencialmente importante. Neste caso, pode-se apenas construir uma aproximação da mensagem original. Em geral, maiores distorções permitem obter maiores razões de compressão.

#### 3.2. Técnicas de Compressão de Dados

Esta seção aborda as técnicas de compressão de dados utilizadas neste trabalho.

### 3.2.1. Entropia, Modelagem e Codificação

Considere-se uma fonte de informação  $S$  produzindo elementos cujos valores são selecionados de um conjunto  $A = \{a_0, a_1, \dots, a_{M-1}\}$ . Define-se a auto-informação (Shannon, 1948),  $I(a_i)$ , associada à ocorrência do símbolo  $a_i$  como:

$$I(a_i) = \log_2 \frac{1}{P(x = a_i)} \text{ bits} \quad (2)$$

Onde  $P(x=a_i)$  é a probabilidade de ocorrer o símbolo  $a_i$ .

Se  $x_0, x_1, \dots, x_{n-1}$  são elementos gerados por  $S$ , a entropia da fonte é definida como:

$$H(S) = -\sum_{i=0}^{M-1} P(x = a_i) \log_2 P(x = a_i) \text{ bits/símbolo} \quad (3)$$

É possível codificar sem perdas a saída de uma fonte qualquer de informação com um número médio de bits por símbolo arbitrariamente próximo a entropia, mas não inferior a ela. Assim, pode-se usar a entropia para avaliar a eficiência da codificação efetuada, sendo o código ótimo aquele cujo comprimento médio é igual à entropia. O problema de como construir tal código foi resolvido com a codificação aritmética, que será apresentada mais adiante.

A separação do processo de compressão em modelagem e codificação permite tratar uma enorme variedade de compressores como a associação entre alguns poucos modelos e codificadores.

A entropia é calculada a partir da definição de um modelo estatístico que está relacionado com a definição das probabilidades associadas aos símbolos e suas dependências estatísticas. Um modelo que captura mais precisamente as características reais da fonte “reduz sua entropia”, aumentando as oportunidades de compressão.

Enquanto a codificação ótima é um problema já solucionado, a modelagem permanece um ativo campo de pesquisa. A definição de um modelo que leve à menor entropia para uma fonte genérica é um problema sem solução definida, e ganhos de compressão podem sempre ser obtidos com a construção de modelos mais precisos.

Quando a suposição de independência entre os símbolos não é satisfatória, usam-se os modelos de *Markov* onde a distribuição de probabilidades de um elemento depende unicamente dos  $K$  símbolos que o antecedem (Batista, 2002).

Uma codificação prática consiste em representar os dados através de palavras-códigos formadas por seqüências de bits. Em um código de comprimento fixo, todas as palavras-código têm o mesmo comprimento, enquanto que em um código de comprimento variável, as palavras-códigos podem ter comprimentos diferentes. Atribuindo-se menos bits à representação dos valores com maior probabilidade de ocorrência, é possível reduzir o comprimento médio dos identificadores, reduzindo assim a taxa das mensagens geradas pela fonte. Este é o princípio básico dos codificadores de entropia (Batista, 2002).

### 3.2.2. Codificação Aritmética

É certo que a representação binária mais eficiente de uma mensagem ocorre quando o comprimento médio de bits por símbolo se iguala à entropia. Isso acontece quando cada símbolo  $a_i$  com probabilidade  $P_i$  requer um número de bits igual à auto-informação associada ao símbolo ( $-\log_2 P_i$  bits). Entretanto, em codificadores como o de *Huffman* (Huffman, 1952), as palavras-códigos têm sempre um número inteiro de bits, o que impede que o limite teórico de compressão, dado pela entropia, seja atingido, exceto em casos específicos.

O codificador aritmético elimina a associação entre símbolos individuais e palavras-códigos de comprimento inteiro e, com isto, é capaz de praticamente igualar a entropia da fonte em todos os casos (Batista, 2002).

Há dois problemas práticos principais para a implementação de um codificador aritmético seguindo a descrição básica apresentada: o cálculo dos limites do intervalo corrente para mensagens genéricas exige aritmética de altíssima precisão; e nenhuma codificação é produzida antes que toda a mensagem tenha sido processada. Já foram construídos vários mecanismos que possibilitam a construção de codificadores aritméticos executáveis em computadores atuais (Batista, 2002).

### 3.2.3. Compressor PPM

O PPM (*Prediction by Partial Matching*) (Bell et al., 1984; Moffat, 1990) é uma técnica de codificação por entropia baseada na modelagem adaptativa e na previsão probabilística contextual. O modelo PPM utiliza um conjunto de no máximo  $K$  símbolos precedentes como contexto para estimar a distribuição de probabilidades condicionais para o próximo símbolo da mensagem (Marques et al., 2007).

Dado um contexto  $C$  de ordem  $K$ , comprime-se o símbolo baseado na sua probabilidade condicionada ao seu contexto. Na ocorrência de um novo símbolo no contexto  $C$ , um escape é codificado que representa a ocorrência de um símbolo desconhecido nesse contexto. Após codificar um escape, tenta-se codificar o símbolo no contexto de tamanho  $K-1$  até alcançar um contexto de tamanho zero. Se o símbolo não puder ser codificado em nenhum contexto, ele será codificado utilizando um modelo de “ignorância absoluta”, onde se admite que todos os símbolos do alfabeto sejam equiprováveis.

A cada iteração do algoritmo, o modelo é atualizado incrementando os contadores específicos de cada símbolo assim como adicionando novos símbolos e novos contextos.

A codificação do símbolo é feita geralmente usando um codificador aritmético.

Uma técnica que visa melhorar a compressão é o mecanismo de exclusão que se baseia em retirar de uma tabela de contadores símbolos que não podem ocorrer naquele contexto específico. Uma particularidade do mecanismo de exclusão é eliminar o escape quando todos os símbolos do alfabeto já tiverem ocorrido.

### 3.3. Imagens de Fantoma

A qualidade de um mamógrafo pode ser avaliada usando-se fantasmas que simulam uma mama comprimida entre 4 e 5 cm e possuem detalhes que produzem imagens radiograficamente semelhantes às estruturas presentes numa mama real, tais como microcalcificações, fibras e massas tumorais (Mascena, 2007).



Figura 1: Imagem de Fantoma.

#### 4. Metodologia

Esta seção descreve a metodologia utilizada para desenvolvimento e avaliação empírica dos compressores desenvolvidos. Foi definido que Java seria a linguagem de programação utilizada no desenvolvimento do projeto, devido à vasta disponibilidade de bibliotecas livres e ao suporte ao paradigma de programação orientada a objetos.

Os sistemas de compressão foram divididos em módulos independentes de forma a facilitar a inclusão e remoção de qualquer módulo para formar um novo sistema de compressão.

A Figura 2 mostra a arquitetura do sistema de compressão onde os módulos com contorno pontilhado são opcionais. Cada combinação da inclusão/remoção desses módulos opcionais gera um novo sistema de compressão.



Figura 2: Arquitetura do Sistema de Compressão.

##### 4.1. Codificador Aritmético

Para desenvolvimento do compressor PPM, foi utilizado um codificador aritmético escrito em Java que pode ser localizado na internet (Carpenter, 2008). Com isso foi possível aproveitar as várias otimizações de código do codificador aritmético, e ter as atenções voltadas apenas para o desenvolvimento do PPM.

Tendo como foco principal o desenvolvimento do PPM, a análise do código fonte do codificador aritmético foi deixada de lado. Após o entendimento de algumas classes, o codificador aritmético foi submetido a testes a fim de confirmar seu funcionamento correto.

##### 4.2. Planos de Bits e Mapeamento

A decomposição em planos de bits (Gonzales, 2002) decompõe uma imagem  $S$  de  $n$  bits por pixel (ou seja,  $2^n$  níveis de cinza) em  $n$  imagens binárias, ou planos de bits,  $S_0, S_1, \dots, S_{n-1}$  (Marques et al., 2006).

A Figura 3 ilustra a decomposição em planos de bits. Nesse exemplo, cada pixel na imagem original possui três bits; assim, a decomposição gera três imagens binárias.

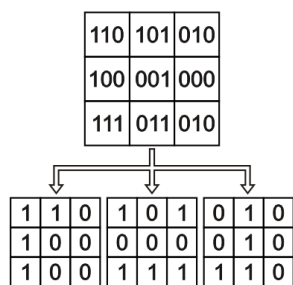


Figura 3: Decomposição em Planos de Bits.

Nas imagens de teste há 2949 níveis de cinza diferentes, codificados em 16 bits de tal forma que assumem valores inteiros entre 0 e 65535. Uma vez que 12 bits seriam suficientes para codificar cada pixel, antes da decomposição em planos de bits os níveis são mapeados para valores inteiros entre 0 e 2948, e representados em 12 bits, gerando 12 planos de bits. O grau de compressão é aferido considerando que as imagens originais têm 12 bits/pixel, e não 16 bits/pixel, uma vez que este último número não corresponde à informação efetivamente disponível nas imagens. Destaque-se que, caso se considere que as imagens originais têm 16 bits/pixel, os resultados de compressão com os métodos aqui propostos ficam substancialmente melhores.

### 4.3. Código Gray

Código Gray é um tipo de representação binária. A definição de Código Gray determina que a representação de dois números sucessivos deva se diferenciar por exatamente um bit. A vantagem da utilização do Código Gray está diretamente ligada à utilização de planos de bits em compressão de sinais. Geralmente, em sinais digitais extraídos de sistemas físicos, como eletrocardiograma, imagens de raios-X e ultra-sonografia, os valores de duas amostras consecutivas não variam muito devido à natureza contínua dos sinais originais.

Na compressão por plano de bits, quanto menor a variação dos bits em cada plano, melhor a compressão obtida. Com a utilização do Código Gray buscou-se reduzir consideravelmente essa variação dos bits. Por exemplo, na variação entre os valores 3 e 4, no Código Binário convencional, há a alteração de todos os bits (011<sub>2</sub> muda para 100<sub>2</sub>) enquanto que no Código Gray apenas o primeiro bit é alterado (010<sub>2</sub> muda para 110<sub>2</sub>) (Marques et al., 2007).

Como pode ser visto na Figura 4, a utilização de Código Gray reduz bastante a variação dos bits no plano  $S_8$ . Esse comportamento repete-se nos demais planos de bits, em uns com mais e em outros com menos intensidade.

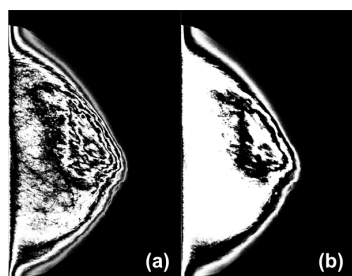


Figura 4: Plano de Bits  $S_8$ : (a) sem Código Gray; (b) com Código Gray.



#### 4.4. Segmentação de Imagens Mamográficas

Com o intuito de melhorar a compressão, o *background* foi separado da região da mama através de segmentação por limiarização. Seja  $S(x,y)$  o valor do pixel na posição  $(x,y)$  e  $L$  um valor de limiar escolhido de acordo com as características do *background* da imagem mamográfica. Os pixels com valor menor ou igual a  $L$  são considerados como *background*, e os demais como mama.

O processo de segmentação baseia-se no fato de que o *background*, em geral, é a região mais escura da mamografia, cujos pixels normalmente possuem nível de cinza igual à zero. São criados dois modelos diferentes para o PPM, um para cada região presente na mamografia, o que tende a melhorar a compressão, pois os modelos serão mais específicos e precisos para cada região (Marques et al., 2007).

Uma imagem binária adicional, com bits de valor '1' indicando região de mama e de valor '0' indicando região de *background* é anexada ao arquivo comprimido, para permitir a descompressão com os modelos corretos para cada pixel. Esta imagem binária possui um tamanho em torno de 50KB podendo variar para cada mamografia utilizada.

A segmentação da mamografia em mama e *background* produz duas regiões muito bem delimitadas. Porém em uma imagem mamográfica a transição de mama para *background* não é muito bem definida. Na verdade, existe uma região de transição entre mama e *background* onde os níveis de cinza sofrem grande variação. Essa grande variação prejudica a compressão do resto da região de mama. Assim, uma parte da região antes classificada como mama, é segmentada como área de transição sem alterar a região de *background*.

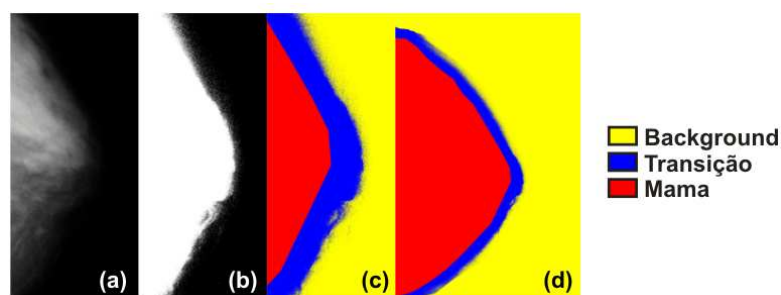


Figura 5: Área de Transição: (a)recorte da mamografia original; (b) segmentação de mama e *background*; (c) segmentação de mama, transição e *background*; (d) segmentação em tamanho original.

A segmentação da área de transição foi feita manualmente de forma a cobrir toda área da mama próxima ao *background* como mostra a Figura 5. Pretende-se futuramente desenvolver uma ferramenta automática para fazer a segmentação da área de transição.

A partir da segmentação manual em três classes (mama, transição e *background*) o compressor PPM comprime cada área isoladamente gerando um modelo estatístico específico para cada região.

Com os modelos estatísticos de cada região criados, o método efetua a classificação de cada pixel da imagem em uma das três classes. Cada pixel é classificado como sendo pertencente à classe cujo modelo estatístico comprime melhor o pixel de acordo com seu contexto atual.

#### 4.5. Compressor Binário por Plano de Bits Sem Perdas

Uma desvantagem do PPM com alfabetos grandes é o custo excessivo para armazenar os modelos em memória, como também o processo demorado de busca nos contextos.

Como solução foi proposto um PPM Binário estruturado da seguinte maneira: cada contexto indexa diretamente a posição do vetor onde são armazenadas as probabilidades condicionadas ao contexto. Exemplificando, as probabilidades condicionais estimadas para o contexto  $0110_2$  são armazenadas na posição  $0110_2 = 6_{10}$  do vetor. Com a indexação direta a busca por um modelo específico representa uma economia enorme de tempo de processamento.

Outra vantagem dessa abordagem é a economia de memória, não sendo mais necessário manter os contextos na memória, já que cada contexto está implicitamente contido nos índices do vetor de modelos.

Um vetor referente a um contexto de tamanho  $K$  possui  $2K$  elementos. Assim, o PPM necessita de vários vetores de tamanhos diferentes, um para cada tamanho de contexto. Um vetor foi criado de forma a armazenar seqüencialmente os vetores de todos os  $K$ 's necessários ao PPM. Cada posição desses vetores contém uma estrutura com a identificação dos símbolos (0 ou 1), seus contadores e o mecanismo de exclusão.

Dado um tamanho de contexto  $K$ , a quantidade de memória necessária para armazenar os modelos estatísticos é dada pela Equação (4). Assim, para um contexto de tamanho  $K=9$  serão necessários apenas 8KB de memória RAM.

$$M = (2^{K+2} - 2) \times 4 \text{ Bytes} \quad (4)$$

#### 4.6. Compressor Binário por Plano de Bits Com Perdas

A compressão por planos de bits oferece a possibilidade de conversão simples do compressor sem perdas em um compressor “*lossy-to-lossless*” (“com perdas a sem perdas”).

A forma de introduzir perda implementada consiste na remoção total de planos de bits. Sendo um sinal decomposto em planos de bits  $\{S_0, S_1, \dots, S_{n-1}\}$ , durante a compressão do sinal, são codificados apenas os  $n-p$  planos mais significativos, onde  $p$  define a intensidade da perda representando a quantidade de planos desprezados.

Uma desvantagem da remoção total de planos de bits é o aumento excessivo na distorção entre o sinal original e o sinal descomprimido. Isso ocorre devido ao fato de que os bits desprezados são simplesmente mantidos em zero na reconstrução do sinal. Para contornar esse problema, antes da codificação do sinal, é realizado um arredondamento nos valores das amostras. Esse arredondamento consiste em analisar o valor do bit mais significativo a ser desprezado (bit do plano  $S_{p-1}$ ) e caso o valor desse bit seja um, é somado um ao valor correspondente ao restante dos bits que irão ser preservados. O procedimento equivale a efetuar uma quantização da imagem.

A eliminação dos planos também reduz o ruído contido nos planos menos significativos de uma mamografia (Marques, et al.).

#### 4.7. Compressão de Imagens Mamográficas

O banco de dados de imagens utilizado para realizar os testes é o *Digital Database for Screening Mammography* (DDSM) (Heat et al., 2000). A compressão de imagens mamográficas consiste na leitura seqüencial de arquivos com extensão RAW onde cada pixel da mamografia corresponde a dois bytes do arquivo. Durante a compressão utilizando planos de bits é desprezada a representação bidimensional da imagem tratando-a como um sinal unidimensional.

Outra característica relevante de imagens mamográficas é a existência de um *background* completamente preto, o que permite atingir maiores razões de compressão, por intermédio da ferramenta de segmentação. Como o *background* possui um valor constante igual a zero, não é necessária sua compressão.

#### 4.8. Compressão de Sinais de Eletrocardiograma (ECG)

A adaptação do compressor para sinais de ECG consistiu na alteração de alguns módulos levando em conta as características do sinal.

Os sinais de ECG utilizados para os testes são provenientes do MIT-BIH *Arrhythmia Database* (Moody et al., 1988), armazenados em arquivos com extensão DAT onde cada amostra do sinal corresponde a dois bytes do arquivo.

Um sinal de ECG dessa base de dados é composto de dois canais independentes, armazenados num único arquivo onde se intercalam as amostras dos canais. Cada canal dos arquivos foi separado num arquivo diferente e considerado como um único sinal de ECG.

#### 4.9. Remoção de Ruído

Para remoção de ruído presentes nas mamografias, além da remoção de planos de bits, foram utilizada as funções wiener e mediana do software MATLAB.

O MATLAB (*MATrix LABORatory*) é um *software* interativo de alta performance voltado à computação técnica cujo elemento básico de informação é uma matriz. Esse sistema permite a resolução de muitos problemas numéricos em apenas uma fração do tempo que se gastaria para escrever um programa semelhante em linguagens como C/C++ ou Java. O MATLAB também possui uma vasta biblioteca de funções para processamento de imagens onde cada imagem é tratada como uma matriz.

O filtro de *Wiener* faz uma filtragem passa-baixa eficaz para imagens degradadas por ruído aditivo uniforme. O filtro de *Wiener* usa um método adaptativo baseado em uma estimação estatística da vizinhança local de cada pixel usando vizinhanças de tamanho  $m$  por  $n$  para estimar a média local e o desvio padrão local.

A mediana é uma filtragem não linear usada frequentemente para reduzir o ruído “*salt and pepper*”. O filtro da mediana é mais eficaz que o filtro da média quando o objetivo é reduzir o ruído preservando as bordas.

### 5. Resultados e Discussão

Os testes foram realizados em um computador com as seguintes configurações: processador *AMD Sempron™* 2800+1,6GHz, 1GB de RAM DRR400, HD *Samsung* 7200RPM de 80GB, sistema operacional *Microsoft Windows XP Professional SP2* com Máquina Virtual Java versão 1.6.0\_02.

Para aferição da qualidade do sinal reconstruído após a compressão com perdas, as seguintes medidas foram utilizadas: MSE(*Mean Squared Error*), SNR(*Signal-to-Noise Ratio*), PSNR(*Peak Signal-to-Noise Ratio*), E\_MED(*Erro Médio*), E\_MAX(*Erro Máximo*) e PRD(*Percent Root-mean-square Difference*) (Marques et al., 2007).

Para identificar a intensidade da perda em cada teste, é utilizado o parâmetro  $P$  que representa a quantidade de planos eliminados a partir do plano menos significativo.

Os testes com mamografias e sinais de ECG foram ambos realizados sobre 3 arquivos, e os resultados são obtidos calculando-se a média dos resultados obtidos em cada arquivo de cada tipo (mamografia e ECG).

### 5.1. PPM Binário por Plano de Bits

O modelo estatístico criado pelo PPM pode ser considerado como sendo um vetor de contadores. Testes foram feitos para averiguar como o valor máximo desses contadores afeta a compressão e notou-se que para imagens mamográficas, a limitação dos contadores a um valor máximo de 2000 gerava o melhor resultado. Quando um dos contadores de um dado contexto alcança esse limite, todos os contadores desse contexto são divididos por dois e arredondados, limitando assim o valor máximo dos contadores sem afetar substancialmente a proporção entre eles.

Outro teste foi realizado para verificar a eficiência com que o PPM constrói o modelo estatístico. Utilizou-se um PPM que começa com um modelo vazio, e outro PPM que começa com um modelo previamente criado. Em um teste, a utilização de um modelo previamente criado aumentou marginalmente a RC, de 3,101 para 3,103. Na prática, o armazenamento desse modelo inicial junto com o arquivo comprimido acabaria prejudicando a compressão total. O aumento desprezível na RC comprova a eficiência com que o PPM constrói o modelo estatístico, podendo-se dizer que o PPM “aprende rápido” o comportamento dos dados do arquivo.

O algoritmo PPM é, geralmente, um processo com alto custo computacional envolvido. Porém, o sistema desenvolvido de armazenagem dos modelos binários em um vetor estático apresentou um baixo custo computacional comprimindo imagens mamográficas de 30MB em aproximadamente 25 segundos e consumindo em torno de 100MB de memória RAM. A maior parte da memória utilizada é destinada ao armazenamento do arquivo inteiro em memória, o que torna o processamento dos dados mais rápido por evitar acessar constantemente o disco rígido.

### 5.2. Compressão de Imagens Mamográficas e Sinais de ECG Sem Perdas

Para esses testes as imagens foram segmentadas em duas regiões (mama e *background*).

A Tabela 1 e a Tabela 2, mostram a compressão (RC) do sistema de compressão sem perdas, sem e com código Gray. Os valores obtidos para cada plano referem-se apenas à região da mama já que o *background* não é comprimido, mas sim descartado por ser completamente composto por zeros. A RC total leva em consideração toda a imagem original (mama e *background*) inclusive todas as informações que são inseridas no arquivo comprimido para possibilitar a descompressão.

Tabela 1: Compressão de Mamografia Sem Perdas, Sem Código Gray.

	K=0	K=1	K=2	K=3	K=4	K=5	K=6	K=7	K=8	K=9	K=10	K=11	K=12
<b>Plano 5</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
<b>Plano 6</b>	1,00	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
<b>Plano 7</b>	1,01	1,28	1,31	1,33	1,34	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
<b>Plano 8</b>	1,05	1,84	1,98	2,06	2,12	2,15	2,17	2,18	2,18	2,19	2,19	2,19	2,18
<b>Plano 9</b>	1,08	2,73	3,04	3,24	3,35	3,42	3,46	3,49	3,51	3,53	3,55	3,55	3,55
<b>Plano 10</b>	1,22	5,91	6,86	7,51	7,89	8,14	8,30	8,39	8,46	8,52	8,59	8,63	8,63
<b>Plano 11</b>	1,90	11,32	12,52	13,47	14,08	14,44	14,65	14,79	14,89	14,95	14,98	14,96	14,92
<b>Total</b>	<b>2,85</b>	<b>4,28</b>	<b>4,36</b>	<b>4,40</b>	<b>4,42</b>	<b>4,43</b>	<b>4,44</b>	<b>4,45</b>	<b>4,45</b>	<b>4,45</b>	<b>4,45</b>	<b>4,45</b>	<b>4,44</b>

Tabela 2: Compressão de Mamografia Sem Perdas, Com Código Gray.

	K=0	K=1	K=2	K=3	K=4	K=5	K=6	K=7	K=8	K=9	K=10	K=11	K=12
<b>Plano 5</b>	1,00	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
<b>Plano 6</b>	1,01	1,27	1,30	1,32	1,34	1,34	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
<b>Plano 7</b>	1,07	1,86	1,99	2,09	2,14	2,17	2,19	2,21	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22
<b>Plano 8</b>	1,18	3,35	3,79	4,09	4,26	4,38	4,45	4,50	4,53	4,55	4,57	4,57	4,56
<b>Plano 9</b>	1,32	5,42	6,24	6,84	7,21	7,45	7,61	7,72	7,79	7,83	7,85	7,85	7,83
<b>Plano 10</b>	2,20	15,3 7	18,3 1	20,1 0	21,1 4	21,8 5	22,3 5	22,7 1	22,9 9	23,1 9	23,3 0	23,3 5	23,3 2
<b>Plano 11</b>	1,90	11,3 2	12,5 2	13,4 7	14,0 8	14,4 4	14,6 5	14,7 9	14,8 9	14,9 5	14,9 8	14,9 6	14,9 2
<b>Total</b>	<b>3,00</b>	<b>4,78</b>	<b>4,89</b>	<b>4,95</b>	<b>4,98</b>	<b>5,00</b>	<b>5,01</b>	<b>5,01</b>	<b>5,02</b>	<b>5,02</b>	<b>5,02</b>	<b>5,02</b>	<b>5,01</b>

Na Tabela 1 e na Tabela 2, foram omitidas as compressões dos cinco planos menos significativos, planos  $S_0$  a  $S_4$ . Nesses planos, não ocorre ganhos de compressão, independente do tamanho do contexto  $K$  utilizado, o que é um forte indício que estão fortemente contaminados por ruído (Marques et al. 2007).

Tanto com Código Gray como sem Código Gray o melhor resultado foi obtido utilizando contexto  $K=9$ ; para contextos maiores que  $K=9$  a compressão começa a cair. Porém observa-se para  $K=9$  que a utilização do Código Gray aumenta a RC de 4,45 para 5,02 que corresponde a um aumento de 13%.

Nos testes realizados com sinais de ECG não houve segmentação, portanto, os resultados obtidos para cada plano correspondem a todo o sinal.

De acordo com a Tabela 3 e a Tabela 4, os melhores resultados obtidos com sinais de ECG também foram obtidos utilizando  $K=9$ , e a utilização de Código Gray também aumentou a RC, agora de 2,17 para 2,65 que corresponde a um aumento de 22%.

Tabela 3: Compressão de ECG Sem Perdas Sem Código Gray.

	K=0	K=1	K=2	K=3	K=4	K=5	K=6	K=7	K=8	K=9	K=10	K=11	K=12
<b>Plano 0</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,98
<b>Plano 1</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,98
<b>Plano 2</b>	1,00	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01
<b>Plano 3</b>	1,00	1,22	1,22	1,23	1,24	1,26	1,28	1,28	1,29	1,29	1,29	1,29	1,28
<b>Plano 4</b>	1,00	1,66	1,71	1,75	1,79	1,84	1,87	1,88	1,89	1,90	1,90	1,90	1,89
<b>Plano 5</b>	1,08	2,40	2,55	2,69	2,79	2,87	2,92	2,95	2,97	2,98	2,99	2,99	2,98
<b>Plano 6</b>	1,41	3,49	3,84	4,05	4,28	4,48	4,59	4,66	4,73	4,77	4,80	4,81	4,79
<b>Plano 7</b>	2,93	8,18	8,29	8,61	8,95	9,32	9,63	9,83	9,95	10,08	10,21	10,26	10,25
<b>Plano 8</b>	5,20	18,67	19,08	19,63	20,01	20,43	20,76	21,06	21,16	21,23	21,33	21,36	21,38
<b>Plano 9</b>	17,37	23,23	23,26	23,31	23,35	23,41	23,49	23,59	23,70	23,78	23,83	23,86	23,82
<b>Total</b>	<b>1,49</b>	<b>2,04</b>	<b>2,07</b>	<b>2,09</b>	<b>2,12</b>	<b>2,14</b>	<b>2,16</b>	<b>2,16</b>	<b>2,17</b>	<b>2,17</b>	<b>2,17</b>	<b>2,16</b>	<b>2,15</b>

Tabela 4: Compressão de ECG Sem Perdas Com Código Gray.

	<b>K=0</b>	<b>K=1</b>	<b>K=2</b>	<b>K=3</b>	<b>K=4</b>	<b>K=5</b>	<b>K=6</b>	<b>K=7</b>	<b>K=8</b>	<b>K=9</b>	<b>K=10</b>	<b>K=11</b>	<b>K=12</b>
<b>Plano 0</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,98
<b>Plano 1</b>	1,00	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01
<b>Plano 2</b>	1,00	1,22	1,22	1,23	1,24	1,26	1,28	1,28	1,29	1,29	1,29	1,29	1,28
<b>Plano 3</b>	1,00	1,67	1,72	1,75	1,80	1,84	1,87	1,89	1,90	1,90	1,91	1,90	1,90
<b>Plano 4</b>	1,04	2,36	2,50	2,63	2,74	2,83	2,88	2,91	2,93	2,94	2,95	2,95	2,94
<b>Plano 5</b>	1,57	3,56	3,91	4,18	4,44	4,68	4,83	4,92	4,99	5,05	5,09	5,11	5,09
<b>Plano 6</b>	3,72	7,35	7,52	7,80	8,12	8,58	9,03	9,27	9,43	9,52	9,58	9,63	9,67
<b>Plano 7</b>	8,06	19,40	19,53	19,56	19,66	20,07	20,43	20,60	20,64	20,64	20,60	20,52	20,44
<b>Plano 8</b>	15,26	32,32	32,47	33,19	33,96	34,44	34,59	34,60	34,56	34,47	34,35	34,31	34,23
<b>Plano 9</b>	17,37	23,23	23,26	23,31	23,35	23,41	23,49	23,59	23,70	23,78	23,83	23,86	23,82
<b>Total</b>	<b>1,63</b>	<b>2,45</b>	<b>2,49</b>	<b>2,52</b>	<b>2,56</b>	<b>2,60</b>	<b>2,62</b>	<b>2,63</b>	<b>2,64</b>	<b>2,65</b>	<b>2,64</b>	<b>2,64</b>	<b>2,62</b>

### 5.3. Análise de Ruído em Imagens de Fantoma

Para mensurar o ruído presente nas imagens de fantoma, foram utilizadas duas imagens digitalizadas a 1200dpi a partir de filmes radiográficos do fantoma. Como um fantoma possui várias estruturas que podem contribuir para uma diminuição da compressão, foi selecionada em cada imagem de fantoma uma região que não contenha nenhuma dessas estruturas.

A Figura 6 mostra como essas áreas foram selecionadas. Em teoria, essas regiões selecionadas deveriam apresentar níveis de cinza praticamente constantes. Qualquer variação de nível de cinza nessas áreas corresponde principalmente a ruído. Assim, uma forma de determinar esse ruído é comprimir a região selecionada e verificar a compressão obtida em cada plano de bits.

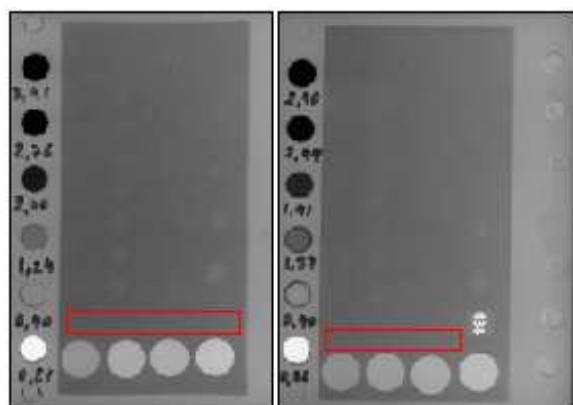


Figura 6: Área selecionada para compressão em imagens de Fantoma.

Nos testes, as regiões selecionadas praticamente não podem ser comprimidas, o que é um forte indicio que estão quase completamente contaminadas por ruído (Marques et al., 2006). Isso se deve à superposição de ruídos provenientes do próprio fantoma, do filme radiográfico e do scanner utilizado na digitalização do filme. A Figura 7 evidencia a forte presença de ruído nas imagens de fantoma analisadas.

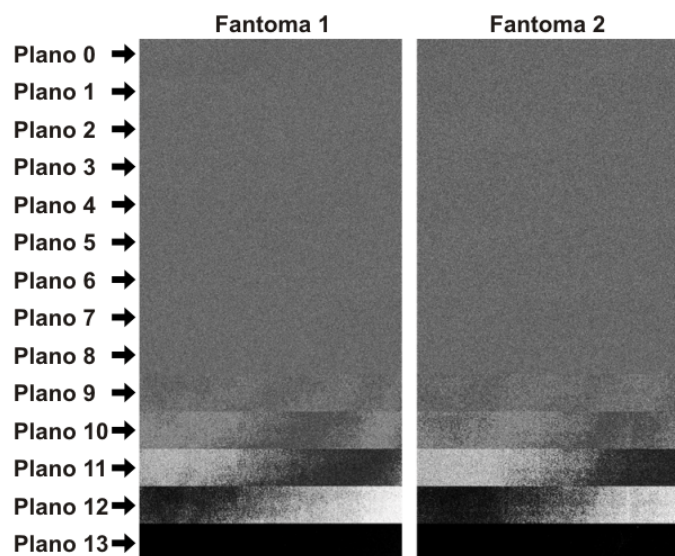


Figura 7: Decomposição dos Planos de Bits das Imagens de Fantoma.

#### 5.4. Compressão de Mamografia Com Perdas

A Tabela 5 e a Tabela 6 trazem os resultados obtidos com a compressão com perdas, mostrando como o parâmetro  $P$  afeta a compressão e a distorção, onde  $P$  é a quantidade de planos menos significativos eliminados.

Nesse caso, os valores obtidos para cada plano referem-se a toda região do plano (mama e *background*). Os valores omitidos nas tabelas correspondem aos planos eliminados.

Tabela 5: Compressão de Mamografia Com Perdas, Sem Código Gray, K=9.

	<b>P=0</b>	<b>P=1</b>	<b>P=2</b>	<b>P=3</b>	<b>P=4</b>	<b>P=5</b>	<b>P=6</b>
<b>Plano 0</b>	3,26	-	-	-	-	-	-
<b>Plano 1</b>	3,26	3,26	-	-	-	-	-
<b>Plano 2</b>	3,26	3,26	3,26	-	-	-	-
<b>Plano 3</b>	3,26	3,26	3,26	3,26	-	-	-
<b>Plano 4</b>	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	-	-
<b>Plano 5</b>	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	-
<b>Plano 6</b>	3,36	3,36	3,36	3,36	3,36	3,36	3,36
<b>Plano 7</b>	4,41	4,41	4,41	4,40	4,40	4,40	4,39
<b>Plano 8</b>	7,23	7,23	7,22	7,21	7,19	7,15	7,07
<b>Plano 9</b>	11,92	11,91	11,91	11,90	11,88	11,85	11,83
<b>Plano 10</b>	25,66	25,67	25,67	25,70	25,72	25,74	25,77
<b>Plano 11</b>	42,95	42,99	42,98	43,02	43,10	43,13	43,10
<b>Total</b>	<b>4,45</b>	<b>5,02</b>	<b>5,77</b>	<b>6,76</b>	<b>8,17</b>	<b>10,32</b>	<b>14,01</b>
<b>MSE</b>	0,00	0,50	1,51	5,50	21,32	85,62	340,64
<b>SNR</b>	$\infty$	157,34	146,23	133,31	119,75	105,85	92,04
<b>PSNR</b>	$\infty$	173,35	162,24	149,31	135,76	121,86	108,05
<b>E_MED</b>	0,00	0,50	1,00	2,00	3,98	8,00	15,97
<b>E_MAX</b>	0	1	3	5	11	17	32
<b>PRD</b>	0,00	0,04	0,07	0,13	0,25	0,51	1,01

Tabela 6: Compressão de Mamografia Com Perdas, Com Código Gray, K=9.

	<b>P=0</b>	<b>P=1</b>	<b>P=2</b>	<b>P=3</b>	<b>P=4</b>	<b>P=5</b>	<b>P=6</b>
<b>Plano 0</b>	3,26	-	-	-	-	-	-
<b>Plano 1</b>	3,26	3,26	-	-	-	-	-
<b>Plano 2</b>	3,26	3,26	3,26	-	-	-	-
<b>Plano 3</b>	3,26	3,26	3,26	3,26	-	-	-
<b>Plano 4</b>	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	-	-
<b>Plano 5</b>	3,36	3,36	3,36	3,36	3,36	3,36	-
<b>Plano 6</b>	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,39	4,40
<b>Plano 7</b>	7,12	7,12	7,13	7,13	7,14	7,18	7,22
<b>Plano 8</b>	14,53	14,53	14,51	14,48	14,43	14,31	14,04
<b>Plano 9</b>	26,85	26,82	26,78	26,72	26,59	26,34	25,83
<b>Plano 10</b>	74,91	74,88	74,86	74,95	74,88	74,72	74,47
<b>Plano 11</b>	42,95	42,99	42,98	43,02	43,10	43,13	43,10
<b>Total</b>	<b>5,02</b>	<b>5,76</b>	<b>6,76</b>	<b>8,17</b>	<b>10,32</b>	<b>14,03</b>	<b>21,51</b>
<b>MSE</b>	0,00	0,50	1,51	5,50	21,32	85,62	340,64
<b>SNR</b>	$\infty$	157,34	146,23	133,31	119,75	105,85	92,04
<b>PSNR</b>	$\infty$	173,35	162,24	149,31	135,76	121,86	108,05
<b>E_MED</b>	0,00	0,50	1,00	2,00	3,98	8,00	15,97
<b>E_MAX</b>	0	1	3	5	11	17	32
<b>PRD</b>	0,00	0,04	0,07	0,13	0,25	0,51	1,01

O aumento da quantidade de planos eliminados melhora a compressão total, porém compromete a reconstrução da imagem já que também ocorre o aumento da distorção. A escolha do valor de  $P$  influi diretamente na compressão mas depende dos níveis de distorção tolerados na imagem reconstruída.



### 5.5. Segmentação de Mamografia e Classificação com PPM

A Tabela 7 faz a comparação entre a ausência de segmentação, a segmentação de duas áreas (mama e *background*) e a segmentação de três áreas (mama, transição e *background*).

Tabela 7: Comparação da Quantidade de Regiões Segmentadas.

	Sem Segmentação	2 Áreas	3 Áreas
Sem Gray	4,27	4,45	4,56
Com Gray	4,80	5,02	5,04

Nota-se que a segmentação da área de transição melhora a compressão com e sem a utilização de Código Gray, porém a segmentação em três áreas não foi muito explorada por se tratar de uma segmentação manual. Pretende-se no futuro elaborar um método de segmentação da área de transição que funcione de forma automática.

O esquema proposto classifica cada pixel da imagem como pertencente a uma região (mama, transição ou *background*). É possível notar na Figura 8(b) o surgimento de outras estruturas na imagem. Essas estruturas aparecem devido à combinação de vários pixels vizinhos que possuem um determinado comportamento. Nota-se uma faixa azul ao redor da mama que corresponde à região de transição e uma região central com presença predominante de pixels vermelhos no centro que corresponde a uma estrutura mamária chamada região glandular.

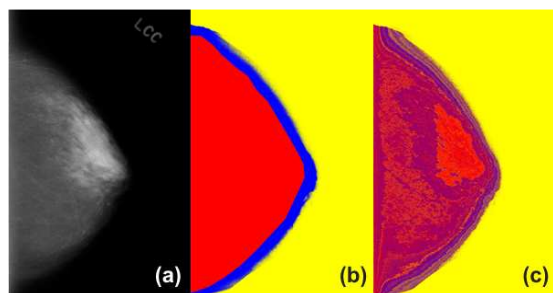


Figura 8: Segmentação por PPM: (a) imagem original; (b) segmentação manual; (c) segmentação por PPM.

### 5.6. Filtragens MATLAB

Para as filtragens com *wiener* e *mediana* foi utilizada uma vizinhança de tamanho  $7 \times 7$ . Também foram testadas duas formas de filtragem:

Planos Juntos: todos os planos são filtrados como uma única imagem.

Planos Separados: cada plano é filtrado separadamente para compor a imagem final.

Tabela 8: Compressões e Distorções com Mediana e Wiener sem Código Gray.

	Original	Planos Juntos		Planos Separados	
		Mediana	Wiener	Mediana	Wiener
<b>RC</b>	4,27	5,54	5,24	7,13	4,33
<b>MSE</b>	0	123,05	114,06	551,48	32,81
<b>SNR</b>	$\infty$	24,69	24,94	19,69	29,09
<b>PSNR</b>	$\infty$	35,75	36,00	30,75	40,15
<b>E_MED</b>	0	2,37	2,36	3,65	0,11
<b>E_MAX</b>	0	986	102	1004	299
<b>PRD</b>	0	0,82	0,79	1,74	0,42

Tabela 9: Compressões e Distorções com Mediana e Wiener com Código Gray.

	Original	Planos Juntos		Planos Separados	
		Mediana	Wiener	Mediana	Wiener
<b>RC</b>	4,73	6,41	6,04	5,97	4,76
<b>MSE</b>	0	123,05	114,06	551,48	32,81
<b>SNR</b>	$\infty$	24,69	24,94	19,69	29,09
<b>PSNR</b>	$\infty$	35,75	36,00	30,75	40,15
<b>E_MED</b>	0	2,37	2,36	3,65	0,11
<b>E_MAX</b>	0	986	102	1004	299
<b>PRD</b>	0	0,82	0,79	1,74	0,42

A Tabela 8 e a Tabela 9 mostram que a utilização da mediana melhora a compressão, porém aumenta a distorção das imagens.

Não foi possível perceber visualmente o resultado das filtragens com janelas 7x7. Em outras palavras, essa filtragem é muito leve, quase imperceptível, para imagens de alta resolução, como mamografia.

## 6. Conclusões

Os sistemas de compressão desenvolvidos mostraram a eficiência da combinação do compressor PPM, a decomposição em planos de bits, a segmentação, o mapeamento e codificação em Código Gray. Essa eficiência se verifica tanto em relação à RC quanto ao custo computacional relativo a memória e tempo de processamento.

A compressão com perdas baseada na eliminação de planos de bits pode ser facilmente adaptada para a compressão progressiva *lossy-to-lossless*, importante para telemedicina.

Os módulos de detecção e remoção de ruído desenvolvidos são de grande importância para averiguar a qualidade de imagens de mamografia e de fantoma.

## 7. Agradecimentos

Agradecimento ao CNPq e à UFPB pelo apoio financeiro.

## 8. Referências

- [1] ALMEIDA, C. W. D.; SILVA, F. P. R.; BATISTA, L. V.; BRASIL, L. M.; “Desenvolvimento de um Sistema de Auxílio ao Diagnóstico para Mamografia Digital”. Proceedings of the International Federation for Medical and Biological Engineering (IFMBE Proceedings), p. 1419-1422, 2004.
- [2] ANDERSON, B.O. et al. “Overview of Breast Health Care Guidelines for Countries with Limited Resources”; Breast J. , 9 (Suppl. 2):S42-S50, 2003.
- [3] ASTLEY, S.; GILBERT, F.; “Computer-aided Detection in Mammography”, Clinical Radiol. 59:390-399, 2004.
- [4] BATISTA, L. V. “Compressão de Sinais Eletrocardiográficos Baseada na Transformada Cosseno Discreta”. Tese de doutorado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Campina Grande, 2002.
- [5] BELL, T. C.; WHITTEN, IAN; CLEARY, JOHN. Text Compression, Prentice Hall, 1989.
- [6] CARPENTER, B. “Compression via Arithmetic Coding in Java. Version 1.1”. Disponível em: <http://www.colloquial.com/ArithmeticCoding/> . Acessado em: 27/04/2008.
- [7] COSTA, M.; GOMES, S.; ALMEIDA, R. “Perfil do Atendimento Ambulatorial de Mulheres com Câncer de Mama no Estado do Rio de Janeiro”. Proc. Int. Federat. Med. and Biol. Eng. 1:1419-1422, 2004.
- [8] GODINHO, E.; KOCH, H., “Rastreamento do Câncer de Mama: Aspectos Relacionados ao Médico”, Radiol. Bras. 37(2):91-99, 2004.
- [9] GONZALEZ, R. C., WOODS, R. E. “Digital Image Processing” (2nd Ed). Prentice Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey, USA, 2002.
- [10] HEAT, M., BOWYER, K., KOPANS, D., MOORE, R., KEGELMEYER, P. “The digital database for screening mammography”. In: Digital Mammography – Proceedings of the 5th International Workshop on Digital Mammography (IWDM2000), Yaffe, M. J. (Ed.), Toronto, pp. 212-218, 2000
- [11] HUFFMAN, D. A. “A method for the construction of minimum-redundancy codes”. Proceedings of the I.R.E., pp. 1098-1102, 1952
- [12] MARQUES, J. R. T. ; HONORIO, T. C. S. ; POEL, J. V. D. ; SOUZA, A. R. C. ; BATISTA, L. V. . “Compressão sem Perdas de Imagens Mamográficas Utilizando Código Gray e Algoritmo PPM”. IFMBE Proceedings, v. 1, p. 1216-1220, 2007.
- [13] MARQUES, J. R. T. ; PIRES, G. M. ; BATISTA, L. V. ; POEL, J. V. D. . “Compressão de Imagens Mamográficas Utilizando Segmentação e o Algoritmo PPM”. In: X Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, 2006, Florianópolis. Anais do X Congresso Brasileiro de Informática em Saúde. Florianópolis : SBIS. v. 1. p. 22-27, 2006.
- [14] MARQUES, J. R. T. ; POEL, J. V. D. ; BARBOSA, Y. A. M. ; MATOS, F. M. S. ; BATISTA, L. V. . “Compressão com Controle de Perdas de Imagens Mamográficas Utilizando Segmentação e o Algoritmo PPM”. In: VI Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software - SBQS 2007 / VII Workshop de Informática Médica / WIM 2007, 2007, Ipojuca. Anais do VI Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software - SBQS 2007 / VII Workshop de Informática Médica / WIM 2007. Recife : Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007.
- [15] MASCENA, E. N. ; BATISTA, L. V. ; DUARTE, R. C. M. ; MEDEIROS, T. F. L. ; CARVALHO, J. F. G. ; SILVA, M. F. M. P. . “Controle de Qualidade de Mamógrafos Utilizando Análise Computacional de Imagens de Fantoma”. In: VI Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software - SBQS 2007 / VII Workshop de Informática Médica / WIM 2007, 2007, Ipojuca. Anais do VI Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software - SBQS 2007 / VII Workshop de Informática Médica / WIM 2007. Recife : Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007.
- [16] MOFFAT, A. “Implementing the PPM data compression scheme”. IEEE Transactions on Communications, v. 38, n. 11, pp. 1917-1921, 1990.

- [17] MOODY, G. B.; AND MARK, R. G. "MIT-BIH Arrhythmia Database Directory". Second edition, BMEC TR010 (revised), Massachusetts Institute of Technology, Biomedical Engineering Center, August, 1988.
- [18] SHANNON, C. E. "A Mathematical Theory of Communication." Bell Syst. Tech. J., v. 27, p. 379-423, 1948.
- [19] WILL, B.; BERTHELOT J.; LE PETIT, C.; TOMIAK, E.; VERMA, S.; EVANS, W. "Estimates of the lifetime costs of breast cancer treatment in Canada." Eur. J. Cancer;36:724-35, 2000.

## **Estudo Teórico dos Fatores que Afetam a Basicidade de Aminas Alifáticas em Fase Gasosa e em Solução**

**<sup>a,\*</sup>Josias A. R. Santos(IC/PIVIC), <sup>a</sup>Regiane C. M. U. Araújo (PQ), <sup>a</sup>Antonio B. Carvalho (PQ), <sup>a</sup>Josemberto R. Costa (PG) e <sup>a</sup>Sidney R. Santana(PQ)**

Departamento de Química, Universidade Federal da Paraíba, 58036-300-João Pessoa,PB, Brasil  
e-mail: [alvesrochadossantos@yahoo.com.br](mailto:alvesrochadossantos@yahoo.com.br)

### **Resumo**

A basicidade das aminas depende do meio em que elas se encontrem. Por exemplo, em solventes apróticos e não polares, a basicidade das aminas é determinada somente pelo efeito indutivo dos grupos alquila, sendo as aminas terciárias consideradas bases mais fortes do que as aminas secundárias e primárias. Por sua vez, quando o solvente empregado é polar, a basicidade das aminas é determinada tanto pelo efeito indutivo dos grupos alquila, quanto pela solvatação. Neste último caso, pode-se sugerir que, quanto mais átomos de hidrogênio estiverem ligados ao átomo de nitrogênio da amina, maior será a possibilidade de solvatação, devido, principalmente, à formação de ligação de hidrogênio. Vários aspectos com relação às propriedades das aminas são bem discutidos nos livros textos de química orgânica. Contudo, há pouca ou quase nenhuma investigação sistemática envolvendo o efeito de solvatação dos diversos solventes na basicidade das aminas.

Neste contexto, o presente projeto, trata da investigação teórica, empregando a Teoria do Funcional da Densidade (DFT), dos fatores que afetam a basicidade da metilamina e dimetilamina de acordo com o meio em que estas se encontram. Os cálculos teóricos são realizados inicialmente, em fase gasosa, e numa etapa posterior, em solução (H<sub>2</sub>O). Nesta etapa posterior, a influência do solvente nas propriedades eletrônicas e estruturais das aminas são investigadas.

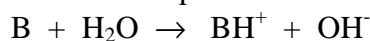
Palavras-chave: DFT, Basicidade, Aminas Alifáticas, Simulação do Efeito do Solvente

## Introdução

As aminas são compostos orgânicos que possuem um, dois ou três radicais alquila ou arila ligados a um átomo de nitrogênio. Quanto ao número de radicais ligados ao átomo de nitrogênio, independente da natureza deles, as aminas podem ser classificadas como primárias ( $R-NH_2$ ), secundárias ( $R_2-NH$ ) e terciárias ( $R_3-N$ ). Se o átomo de nitrogênio estiver ligado a apenas grupos alquila, as aminas serão denominadas alifáticas. Entretanto, se o nitrogênio estiver diretamente ligado a, pelo menos, um grupo arila, a amina será denominada aromática. É importante lembrar que, existem compostos onde o nitrogênio pode estar ligado a quatro radicais, que podem ser do tipo alquila, arila ou hidrogênio. Neste caso, o nitrogênio estará carregado positivamente, sendo o composto denominado de sal de amônio [1-2].

Devido à presença de um par de elétrons não ligantes no átomo de nitrogênio, as aminas se comportam como bases de Lewis, assim como os álcoois e os éteres. Sendo o átomo de nitrogênio menos eletronegativo do que o átomo de oxigênio, as aminas apresentam maior tendência a reagir com prótons do que os álcoois e os éteres, sendo, portanto, mais básicas que estes compostos. A basicidade é, portanto, uma das propriedades características das aminas [1-2].

A basicidade, ou seja, a força relativa de uma base (o  $pK_b$ ), é medida pelo  $pK_b$ , uma constante que mede a associação de uma base com um próton, da mesma forma que a acidez de um ácido é medida pelo  $pK_a$ , de acordo com a expressão:



$$K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]} \quad \text{e} \quad pK_b = -\log K_b$$

Com respeito à basicidade das aminas alifáticas, os reagentes e produtos apresentam espécies carregadas, de modo que, não ocorrem mudanças na solvatação. Na Tabela 1 são apresentados os valores de  $pK_a$  e  $pK_b$  das aminas alifáticas investigadas ( $H_3C-NH_2$ ,  $(H_3C)_2-NH$  e  $(H_3C)_3-N$ ), bem como da amônia ( $NH_3$ ) [1-3].

Tabela 1. Valores de  $pK_a$  e  $pK_b$  das aminas alifáticas  $H_3C-NH_2$ ,  $(H_3C)_2-NH$  e  $(H_3C)_3-N$  e da amônia.

<b>BASES</b>	<b><math>pK_a</math></b>	<b><math>pK_b</math></b>
$NH_3$	9,25	4,75
$H_3C-NH_2$	10,64	3,36
$(H_3C)_2-NH$	10,77	3,23
$(H_3C)_3-N$	9,80	4,20

As aminas alifáticas são mais básicas do que a amônia, devido, principalmente, ao efeito doador de elétrons dos grupos alquila. Acredita-se que, a menor basicidade da trimetilamina, quando comparada com a dimetilamina ou amônia, é devido à menor solvatação causada pela presença dos três substituintes alquila. Neste caso, pode-se sugerir que, quanto mais átomos de hidrogênio estiverem ligados ao átomo de nitrogênio da amina, maior será a possibilidade de solvatação, através da formação de ligação de hidrogênio, conforme pode ser visualizado a partir das estruturas da Figura 1.

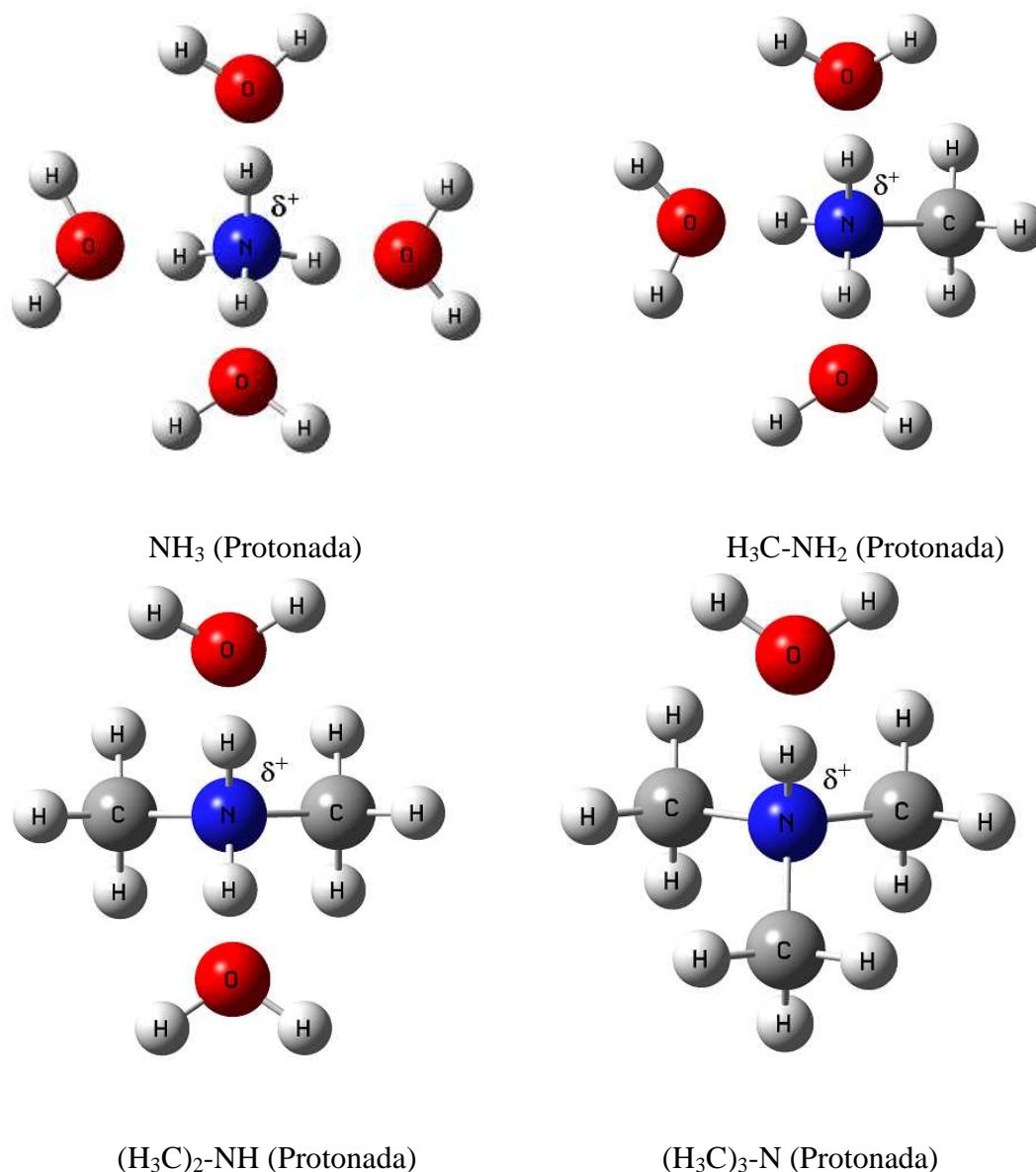


Figura 1. Ilustração das estruturas das aminas alifáticas e da amônia, protonadas, enfocando o efeito da solvatação.

Em solventes apróticos e não polares, a basicidade das aminas é determinada somente pelo efeito indutivo dos grupos alquila sendo as aminas terciárias consideradas bases mais fortes do que as aminas secundárias e primárias, conforme ilustrado a seguir:

Basicidade:  $\text{R-NH}_2 < \text{R}_2\text{-NH} < \text{R}_3\text{-N}$

Neste contexto uma investigação teórica dos fatores (efeito indutivo dos grupos alquila, tipo de solvente (polar ou apolar), formação de ligação de hidrogênio entre o solvente e a amina, dentre outros, que afetam a basicidade de aminas alifáticas [  $\text{H}_3\text{C-NH}_2$  e  $(\text{H}_3\text{C})_2\text{-NH}$ ] de acordo com o meio em que estas se encontram são investigados.

Para realizar este estudo teórico, foram empregados cálculos que empregam a Teoria do Funcional da Densidade (DFT) [4-6] com os funcionais híbridos B3LYP [7] e PBE1PBE e o conjunto de base 6-31++G(d,p). A geometria das aminas foi otimizada inicialmente em fase gasosa e, em uma etapa posterior, em solução aquosa. O estudo da estrutura eletrônica considerando a influência do solvente tem se mostrado de apreciável importância [8-10], onde atualmente, esta abordagem pode ser feita através de dois métodos clássicos: método contínuo ou dielétrico e método discreto. Desde os trabalhos iniciais de Born [11], Onsager [12] e Kirkwood [13],

desenvolveram-se várias formas de abordagem do solvente, denominadas como métodos contínuos de solvatação, dos quais se pode mencionar como exemplo o modelo PCM (*Polarized Continuum Model*) [14]. Nestes métodos, o solvente é descrito a partir de sua constante dielétrica e de uma cavidade arbitrária onde a molécula do soluto é inserida. A limitação dos métodos contínuos pode ser minimizada mediante a aplicação de métodos discretos [15], os quais tratam o solvente como moléculas individuais, descrevendo apropriadamente interações específicas soluto-solvente. Os métodos discretos reproduzem de forma eficaz a questão referente à associação de um vasto número de configurações estruturais possíveis do solvente em torno do soluto.

Assim, são exemplos de métodos discretos a simulação de MC (*Monte Carlo*) [16] e de MD (*Dinâmica Molecular*) [17], os quais possuem considerável aplicabilidade. A metodologia empregada no método contínuo está implementada no pacote computacional Gaussian/98W [18].

### **Metodologia**

O objetivo da presente proposta de pesquisa consistiu na obtenção das propriedades estruturais e eletrônicas, em fase gasosa e em solução, das aminas alifáticas. Para isso, foram realizados cálculos DFT, com os funcionais híbridos B3LYP e PBE1PBE e o conjunto de base 6-31++G(d,p), para otimização completa de geometria das aminas alifáticas, em fase gasosa, utilizando o software Gaussian/98W [18] e, como auxílio na visualização das estruturas otimizadas, o programa GaussView/03 [19], os quais possuem versões para os ambientes operacionais: Windows e Linux.

Nesta etapa, foram realizados os cálculos com simulação do efeito solvente [8-17], estando o solvente usado na simulação, nesse caso, a água (H<sub>2</sub>O) implementado no pacote computacional Gaussian 98W [18].

Os resultados foram obtidos no Laboratório de Química Quântica Computacional (LQQC) do Departamento de Química do Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba.

### **Resultados e Discussão**

A simulação do efeito do solvente para o caso da amônia e das aminas investigadas: NH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-NH e (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>-N, utilizando o modelo PCM, mostrou que, em solução aquosa, a carga no átomo de nitrogênio se torna menos negativa à medida que aumenta o número de substituintes alquila, -CH<sub>3</sub>.

Supondo que a reação abaixo se encontra em equilíbrio,



significa dizer que, o grupo -CH<sub>3</sub>, sendo um grupo de efeito indutivo positivo, vai contribuir para aumentar a atração entre o átomo de nitrogênio da amina e o átomo de hidrogênio das moléculas de água.

Com o aumento da solvatação do nitrogênio nas aminas, deve ocorrer um decréscimo da formação do ácido conjugado, (amina alifática protonada), ocasionando menores valores de pK<sub>b</sub>. Na Tabela 2 são apresentados os resultados obtidos através dos dois métodos DFT/PBE1PBE e DFT/B3LYP.

Tabela 2. Valores da carga CHELPG no átomo de nitrogênio da amônia e das aminas, obtidos através dos cálculos DFT/PBE1PBE e DFT/B3LYP, com o conjunto de base 6-31++G(d,p) e o método PCM para simulação do efeito do solvente.



CARGA NO NITROGÊNIO			
<i>BASES</i>	$pK_b^*$	<i>B3LYP</i>	<i>PBE1PBE</i>
NH <sub>3</sub>	4,75	-1,198	-1,188
CH <sub>3</sub> -NH <sub>2</sub>	3,34	-1,160	-1,163
(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> -NH	3,27	-0,878	-0,971
(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> -N	4,19	-0,435	-0,482

\*Valores experimentais em fase aquosa Ref.[20]

É interessante observar o fato de que, se a basicidade das aminas alifáticas fosse obtida em fase gasosa, usando os dois funcionais híbridos B3LYP e PBE1PBE, esperaríamos a seguinte ordem de basicidade devido a carga no átomo de nitrogênio das aminas: NH<sub>3</sub> < CH<sub>3</sub>-NH<sub>2</sub> < (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-NH < (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>-N.

Entretanto, avaliando os valores de pK<sub>b</sub> experimentais, obtidos em fase aquosa, apresentados na Tabela 2, pode-se sugerir que, em solução, a "anomalia" da basicidade da trimetilamina é devido à diminuição da solvatação da mesma, ocasionando na seguinte ordem de basicidade: NH<sub>3</sub> < (CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>-N < CH<sub>3</sub>-NH<sub>2</sub> < (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-NH.

### Conclusão

Pode-se concluir que a basicidade das aminas alifáticas vai depender, dentre outros fatores, do meio em que estas se encontrem. Os valores da carga no átomo de nitrogênio obtidos através dos cálculos teóricos, em fase gasosa, contradizem os valores de pK<sub>b</sub> obtidos em solução, especialmente no caso da trimetilamina. Com relação aos resultados em fase aquosa, a anomalia observada para o caso da trimetilamina é devido à diminuição da solvatação da mesma, e também devido ao impedimento estérico proporcionado pelos grupos metila, esses, muito volumosos dificultam a protonação da trimetilamina.

### Agradecimentos

Os pesquisadores deste trabalho agradecem o apoio dos órgãos de fomento CNPq e CAPES

### Referências Bibliográficas

- [1] Carey F. A. e Sundberg R. J., "Advanced Organic Chemistry – Part A: Structure and Mechanisms", 3<sup>a</sup> ed., Plenum Press, NY, (1990).
- [2] Smith M. B. e March J., "Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure", 5<sup>a</sup> ed., Wiley-Interscience, NY, (2001).
- [3] Bayles J. W. e Taylor A. F., *J. Am. Chem. Soc.*, 84 (1961) 417.
- [4] Parr R. G. e Yang W., "Density Functional Theory", Oxford University Press, NY, (1989).
- [5] Morgon N. H. e Custódio R., *Quím. Nova*, 18(1) (1995) 44.

- [6] Duarte H. A., *Quím. Nova*, 24 (2001) 501.
- [7] Becke, A. D., *J. Chem. Phys.*, 98 (1993) 5648.
- [8] Reichard R., "Solvent Effects in Organic Chemistry", Verlag Chemie, Weinheim, N.Y., (1979).
- [9] Basu S., *Adv. Quantum Chem.*, 1 (1964) 145.
- [10] Amos A.T. e Burrows B.L., *Adv. Quantum Chem.*, 7 (1973) 289.
- [11] Born M., *Phys. Z.*, 1 (1920) 45.
- [12] Onsager L., *J. Am. Chem. Soc.*, 58 (1963) 1486.
- [13] Kirkwood J., *J. Chem. Phys.*, 3 (1953) 300.
- [14] Miertus S., Scrocco E. e Tomasi J., *Chem. Phys.*, 55 (1981) 117.
- [15] Heerman D.W., "Computer Simulation in Theoretical Physics", Springer-Verlag, N. Y., (1990).
- [16] Jorgensen W.L., Briggs J.M. e Contreras M.L., *J. Phys. Chem.*, 94 (1990) 1683.
- [17] Jorgensen W.L. e McDonald N.A., *J. Mol. Struct. (Theochem)*, 424 (1998) 145.
- [18] GAUSSIAN 98W, Revision E.1, M. J. Frisch, G. W. Trucks, et al., GAUSSIAN, INC., Pittsburgh PA, (2001).
- [19] GAUSSVIEW/03, [www.gaussian.com](http://www.gaussian.com).
- [20] Química Inorgânica não tão Concisa/ J.D.Lee; tradução da 5ª edição inglesa/Henrique E. Toma , Koiti Araki, Reginaldo C. Rocha- São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

# **LINGÜÍSTICA LETRAS E ARTES**

---

## **A construção da textualidade na fala infantil**

**Neilson Alves de Medeiros (LETRAS/CCHLA/UFPB)**

Universidade Federal da Paraíba

Bolsista PIBIC-CNPq/UFPB

neilsonmedeiros@yahoo.com.br

**Evangelina Maria Brito de Faria (CCHLA/UFPB)**

Universidade Federal da Paraíba

Orientadora - evangelinab.faria@gmail.com

**Resumo:** Este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados obtidos durante o projeto “A coesão na fala infantil em diferentes gêneros textuais”, bem como discutir as implicações referentes à investigação. Ancorados nas teorias que permeiam as diretrizes dos Parâmetros Curriculares Nacionais – Língua Portuguesa, os estudos dos Gêneros Textuais (MARCUSCHI, 2004; SCHNEUWLY & DOLZ, 2004) e do processo da coesão textual (ANTUNES, 2005; KOCH, 1991), buscamos compreender o funcionamento dos mecanismos de coesão nos textos orais infantis. Além disso, nossa meta também consiste em propor estratégias metodológicas mais eficientes, privilegiando o desenvolvimento das capacidades de lidar com textos orais e escritos. Para tanto, lançamos mão de dados (crianças entre 3 e 5 anos de idade) coletados em salas de aula da pré-escola e em ambiente caseiro, transcritos e armazenados no banco de dados do Laboratório da Aquisição da Fala e da Escrita. Os resultados a que chegamos indicam que o processo de coesão nos textos orais das crianças se apresenta mais sob a modalidade de reiteração (referenciação) e de associação, havendo problemas em relação à modalidade de conexão (seqüenciação). Somado a isso, também identificamos um uso limitado e não-sistemático de gêneros textuais da fala em sala de aula, o que pode acarretar problemas quanto ao manejo dos mecanismos de coesão.

**Palavras-chave:** *coesão, fala infantil, gêneros textuais.*

### **1. Introdução**

Ao entrar para a escola, a criança se depara com um modo diferente de utilizar a língua, pois a escrita e a leitura de textos, bem como a fala monitorada do professor orientam-se, geralmente, para o grau mais formal da linguagem. Esse envolvimento pode ampliar as maneiras como a criança estrutura seus primeiros textos. Quanto mais diversificada for a exposição de textos, maior será a possibilidade de o aluno se tornar um usuário proficiente das diferentes modalidades que compõem a língua. Dentre esses elementos a serem dominados, encontra-se o processo de coesão.

Isso reforça o fato de colocarmos como uma de nossas principais metas a compreensão das diferentes formas e funções do processo de coesão no momento de inserção da criança na escola. Ao lado disso, também pretendemos discutir os movimentos, estratégias, contribuições advindas do professor que, nesse contexto, possui o papel de mediar o contato entre aluno e gêneros textuais diversos. Esse contato torna-se lugar de constituição de um sujeito capaz de compreender e produzir textos de esferas diferentes, tornando-o capaz de participar, sem grandes problemas, de eventos sócio-comunicativos que permeiam o cotidiano. Nisso, o processo de coesão textual acaba sendo, de certa forma, uma consequência desse acesso aos gêneros. No entanto, isso não significa que não se deve tratar a coesão como objeto de ensino, mas é necessário entender que esse processo pode e deve ser aprimorado junto ao estudo de outros aspectos referentes ao texto, tais como a coerência, a

intertextualidade, a informatividade, a aceitabilidade, a intencionalidade e a situacionalidade (BEAUGRANDE & DRESSLER, 1981)<sup>1</sup>, bem como aspectos referentes aos gêneros textuais.

## 2. Materiais e métodos

No que concerne à investigação propriamente dita, debruçamo-nos sobre dados de três *corpora* (textos orais): o primeiro refere-se à interação entre mãe e duas filhas (3 anos e 5 anos de idade cada uma) no ambiente familiar enquanto o segundo e o terceiro referem-se a dados coletados em uma sala do pré-escolar, com a participação de um grupo de crianças (faixa etária entre 3 e 5 anos de idade) que interagem entre si e com a professora. As gravações foram transcritas de acordo com as orientações de Marcuschi (1998)<sup>2</sup> no livro “Análise da Conversação”.

Por fim, vale ressaltar que, nesse trabalho, além de expormos um quadro de como se encontra a coesão na fala infantil, pretendemos dar realce aos gêneros textuais, orais e escritos, como ferramentas que podem auxiliar os alunos na habilidade de estruturação textual, levando em conta elementos internos e externos à elaboração de textos. Familiarizar-se com a grande diversidade de gêneros implica, certamente, conhecer os diferentes mecanismos coesivos que são solicitados em determinadas seqüências tipológicas que integram os textos. Essa proposta, que discutiremos com mais aprofundamento no decorrer desse trabalho, se coloca em consonância com os PCN – nosso ponto de partida e de chegada – pois ela lança mão dos textos como base para reflexão e aprimoramento da língua, passando pelo conhecimento metalingüístico e retornando ao uso mais consciente e produtivo das modalidades sob as quais a língua se encontra.

## 3. A fala e escrita: aspectos da coesão

A fala e a escrita são duas modalidades do sistema da língua portuguesa, que hoje são vistas dentro de um continuum que vai do nível mais informal aos mais formais. Tomamos a fala e a escrita como atividades de interação. Nessa perspectiva, são atividades **cooperativas**, em que pelo menos dois sujeitos agem conjuntamente para a interpretação de um sentido; **contextualizadas**, situadas em um espaço e em um tempo e, naturalmente, **textuais**, que se materializam em textos orais ou escritos.

Uma das preocupações básicas de pesquisadores tem sido a discussão sobre em que consiste a essência de um texto e, nessa busca, dentre os fatores de textualidade, os que mais ganharam relevo na Linguística Textual foram os de coesão e de coerência. Há diferentes visões a respeito dessas noções. A coesão ora é vista como um mecanismo isolado, ora ao nível da coerência. Para Halliday e Hasan (1980), a coesão seria entendida como conectividade formal explícita, expressa tanto pela gramática quanto pelo léxico (que estabelece relações semânticas), enquanto a coerência seria a conectividade lógico-semântica, nem sempre explícita, entre as proposições. Outra visão é a de Charolles (1978) que considera apenas um desses níveis: a coerência e a subdivide em três: local, interfrasal e global. A linearidade aqui é o fator de coerência. Cadeias de representações de natureza lógico-semântica e condições pragmáticas garantem a conectividade e a boa formação das estruturas textuais.

Hoje de acordo com Costa Val (2000) e Antunes (2005), a crescente compreensão dos aspectos cognitivos, pragmáticos e discursivos do texto leva à superação dessa própria discussão sobre a existência de textos com coesão, mas sem coerência. Sabe-se que é impróprio separar o

---

<sup>1</sup> Apud COSTA VAL, M. G. *Repensando a textualidade*. In: AZEREDO, J. C. (org.) *Língua Portuguesa em debate*. Petrópolis: Editora Vozes, 2002.

<sup>2</sup> Ver MARCUSCHI, L. A. *Análise da Conversação*. São Paulo: Ática, 1998.

imane do situacional, o semântico do pragmático, porque a produção do sentido do texto, que passa pela construção de sua macroestrutura semântica, está estreitamente vinculada às condições em que esse processo ocorre e depende das ações realizadas e interpretadas pelos locutores. A coesão é uma decorrência da própria continuidade exigida pelo texto, a qual, por sua vez, é exigência da unidade que dá coerência ao texto (Antunes, 2005). Assim, cada vez que um interlocutor interpreta um artefato como texto é porque conseguiu aplicar a ele os princípios de textualização, construindo sua coesão, sua coerência.

E toda essa mudança tem a ver com a noção de texto. Num primeiro momento, o texto é visto como produto, como uma sucessão coesa de frases. Num segundo momento, o texto é visto como processo, como uma unidade de sentido, em que pesa a noção de coerência. Numa terceira etapa, o texto passa a ser considerado como uma unidade sócio-pragmática, em que a questão do contexto está presente de um modo fortíssimo. Hoje, para esta fase da Linguística Textual, o texto é encarado como um evento sócio-discursivo, como unidade processual da língua. Para esta mudança de perspectiva, o caminho percorrido foi do formal para o funcional. Partiu-se de uma autonomia de língua para um envolvimento com os falantes, demonstrando que ela não é apenas um sistema, a língua é dinâmica, social, histórica e constituidora da realidade.

Embasados por pontos de vista como o de Charolles (1978), Costa Val (2000) e Antunes (2005:47), assumimos o conceito de coesão como a propriedade pela qual se cria e se sinaliza toda a espécie de ligação, que dá ao texto unidade de sentido ou unidade temática, cuja função é a de promover a continuidade do texto, que concorre para a coerência.

Olhar a fala e a escrita por esse ângulo é procurar as marcas do processo, isto é, direcionar o foco para as ligações efetivadas na superfície, que sinalizam elos conceituais subjacentes a essa superfície. E de posse desse olhar tentar responder: que visão tem a criança de seu texto oral? E como pode o professor ampliar essa visão de texto na criança? Desenvolver sua habilidade oral?

Apresentamos, abaixo, um quadro sistemático dos mecanismos de coesão, no qual nos apoiamos para analisar as produções infantis.

Tabela 1: A PROPRIEDADE DA COESÃO DO TEXTO: RELAÇÕES, PROCEDIMENTOS E RECURSOS

A C O E S Ã O  D O  T E X T O	<u>RELAÇÕES TEXTUAIS</u> (CAMPO 1)	<u>PROCEDIMENTOS</u> (CAMPO 2)	<u>RECURSOS</u> (CAMPO 3)		
	<u>1. REITERAÇÃO</u>	<b>1.1. Repetição</b>	1.1.1. Paráfrase		
			1.1.2. Paralelismo		
			1.1.3. Repetição propriamente dita		<ul style="list-style-type: none"> <li>• De unidades do léxico</li> <li>• De unidades da gramática</li> </ul>
		<b>1.2. Substituição</b>	1.2.1. Substituição gramatical		Retomada <sup>3</sup> por: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pronomes ou por</li> <li>• Advérbios</li> </ul>
			1.2.2. Substituição lexical		Retomada por: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinônimos</li> <li>• Hiperônimos</li> <li>• Caracterizadores situacionais</li> </ul>
			1.2.3. Elipse		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retomada por elipse</li> </ul>
	<u>2. ASSOCIAÇÃO</u>	<b>2.1. Seleção lexical</b>	Seleção de palavras semanticamente próximas		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por antônimos</li> <li>• Por diferentes modos de relações de parte / todo</li> </ul>
	<u>3. CONEXÃO</u>	<b>3.1. Estabelecimento de relações sintático-semânticas entre termos, orações, períodos, parágrafos e blocos supraparagráficos</b>	Uso de diferentes conectores:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• preposições</li> <li>• conjunções</li> <li>• advérbios e</li> <li>• respectivas locuções</li> </ul>

Antunes (2005, p.51)

Com relação à fala da criança, verificamos que por muito tempo ela foi analisada como pobre ou sem lógica, pois a compreensão da linguagem dependia de um olhar mais aguçado, que pudesse perceber os sentidos escondidos por trás do aparente erro.

Na tentativa de desvendar os enigmas que pertencem à linguagem infantil, buscamos, através da nossa pesquisa, estudar de modo mais aprofundado os processos de coesão que já se fazem presentes na fala infantil, procurando, dessa forma, compreender melhor os caminhos trilhados pelo sujeito no seu envolvimento ininterrupto com a linguagem. Vale lembrar que os resultados esperados nesse estudo visam romper com o mito de que a linguagem infantil encontra-se desprovida de recursos referentes à construção de textos significativos de fato e apontar para metodologias que desenvolvam melhor a oralidade dessas crianças.

Tomando como base a perspectiva interacional, acreditamos que a criança, embora ainda não seja detentora de todo o potencial que a língua oferece, mostra-se habilidosa ao fazer uso de processos úteis para a construção de sentido como a coesão e a coerência desde cedo.

<sup>3</sup> Koch (2002) diferencia 'remeter' e 'retomar' e conseqüentemente, entre 'remissão' e 'retomada'. Antunes (2005) concorda com essa distinção, entretanto, para facilitar a compreensão do assunto, considera toda estratégia de voltar ao texto para estabelecer um nexos reiterativo como sendo, genericamente uma retomada.

De acordo com Fávero (1999), a natureza do texto conversacional exige uma análise específica, em que os mecanismos coesivos devem ser observados de modo distinto da escrita, já que as duas modalidades apresentam certas diferenças entre si.

#### 4. Resultados e discussão

Para empregar diferentes tipos de recursos coesivos, a criança precisa perceber que há vários efeitos produzidos em um texto de acordo com o modo como a ligação entre as partes se realiza. Quanto maior a quantidade e diversidade de textos (falados e escritos) expostos à criança, maior será o conhecimento dela acerca das funções e das formas contidas na linguagem. Vejamos então o trecho a seguir:

Bárbara-	conta essa historinha pra mim.
Mãe-	Bárbara vai ler agora
	((?))
Bárbara-	Era uma vez (...) uma linda ((?)) ((segue-se um longo trecho em que Bárbara tenta contar uma estorinha, mas o faz em voz baixa, sendo difícil compreender na gravação))
Mãe-	Não tô entendendo nada, Bárbara, do que ta dizendo.
Marla-	((?)) pisou o besouro em uma pedra e outro besouro em outra pedra ((?))
	((?))
Mãe-	Crocodilo?
Bárbara-	O crocodilo (.) o crocodilo (.) o crocodilo queria comer a fadinha. O crocodilo queria comer a fadinha
Mãe-	Sai Marla, deixa de conversa!
	((?))
Bárbara-	((?)) três porquinhos. ((?)) Era uma vez um lindo rio que ((?)) (.) Agora eu me lembro! Daquele filme, o filme, A Lagoa Azul. Assistiu?

Em meio a uma conversa com as suas duas filhas, Bárbara (03 anos) e Marla (05 anos), a mãe sugere que Bárbara leia um livro. Nisso a conversa é colocada em segundo plano por Bárbara e ela passa a produzir uma estorinha, explicitando isso através da expressão “era uma vez...” No entanto, a produção textual de Bárbara apresenta certos problemas: primeiramente, ela lança mão da associação, introduzindo diferentes personagens em sua narrativa (os besouros, o crocodilo, a fadinha, o rato e o rei) que são representadas por animais com ações humanas ou por seres mágicos como a fada, demonstrando a entrada da criança em um mundo onde determinados acontecimentos ocorrem com alguém, em algum tempo e em algum lugar geralmente remotos. Com relação a isso podemos verificar que Bárbara tece sua estória tendo como uma de suas principais preocupações trazer os personagens à tona. Prova disso está no fato de que Bárbara relata a tentativa de o “crocodilo” comer a “fadinha” e, de repente, passa a falar sobre os “três porquinhos”, finalizando a estória e utilizando a expressão “era uma vez” para dar início a outra. Embora haja alguma ação atribuída aos personagens, percebemos que a criança ainda não emprega muitos recursos que relacionam enunciados entre si, dando ao interlocutor a impressão de que a estória não segue uma lógica nem uma organização. Diante disso, constatamos o papel importante que o interlocutor possui no envolvimento da criança na língua. No caso estudado, a mãe de Bárbara ora interrompe sua filha, fazendo algum comentário sobre a estória, ora retoma a conversa travada anteriormente entre os três interlocutores. O primeiro caso serve como auxílio para a construção da estória, pois ao interagir com Bárbara sobre sua produção textual, como no momento em que a mãe diz “crocodilo?” como resposta a um trecho não compreendido na gravação, podemos supor que essa participação no evento sugere um interesse por parte da mãe, que ocupa o lugar de espectador para a estória contada pela criança. A contação de estórias, enquanto atividade oral, permite uma abertura



maior à interação, possibilitando o surgimento de outros textos durante o desenvolvimento da estória.

No próximo trecho, temos como foco o ambiente escolar, onde as crianças e a professora transitam por produções textuais orais. Visto que a conversa é o gênero textual que predomina na sala de aula, buscaremos analisar um outro gênero muito presente como atividade proposta aos alunos: a contação de estórias. Passemos ao primeiro fragmento:

Prof	Vá, conte. O que foi que aconteceu com o príncipe?
Jonathan	Um lindo príncipe.
Prof	Como é o nome dessa historinha aí? Historinha de quê?
Várias crianças	((falas simultâneas)) A Bela e a Fe:ra. A Fera e a Bela.
Prof	A Bela e a Fera. Aí o que foi que aconteceu? A Fera se transformou em quê?
Felipe	Na princesa.
Prof	A fera se transformou em uma princesa, foi?
Criança	Não.
Prof	Não foi num príncipe não?
Várias crianças	FO:I!

Impelidos pela professora, Jonathan e Felipe se propõem a contar uma estorinha com base em um livro intitulado “A Bela e a Fera”. Entretanto, após silenciarem por alguns minutos, os meninos são interrogados pela professora sobre os acontecimentos da estória. A partir das perguntas feitas pela professora, percebemos que a contação da estória se transforma em uma espécie de jogo, em que perguntas acerca do conto de fadas são lançadas aos garotos responsáveis pela atividade, que, ao invés de construí-la, acabam se limitando a responder às perguntas sobre a estória. Deve-se levar em conta, no entanto, que, mesmo aparentando ser um jogo de perguntas e respostas sobre a estória, a produção resultante da interação entre a professora e os alunos não deixa de contar uma estória, embora de forma fragmentada. O que falta nessa atividade é um certo empenho por parte da professora em sistematizar a produção textual das crianças. Isso pode ser realizado através do uso de mecanismos responsáveis pela progressão, pela continuidade do tecido textual. Se a professora, ao formular as perguntas que auxiliam seus alunos na contação da estória, desse atenção especial à utilização de diferentes conectivos que despertam diferentes relações sintático-semânticas entre os enunciados, as respostas poderiam ir além de enunciados simples, enriquecendo o texto criado. Com isso, retomamos os PCN e sua ênfase sobre o uso da língua, sendo a análise lingüística posta num plano secundário. Ao lançar conectivos como “mas”, “se”, “portanto”, “quando”, “no entanto”, “pois” para as crianças durante a construção da estória, a professora os leva a refletir sobre os diferentes sentidos que essas palavras produzem, bem como no modo que o texto deve tomar rumo com a presença delas.

Em outro momento do mesmo corpus, podemos perceber as estratégias utilizadas não só pela professora, mas também por outros alunos para auxiliar Felipe na construção do texto oral:

Felipe	Era uma vez.
Prof	Era uma vez quem?
Felipe	Um lobo mau. ((?))
Criança	Uma fera.
Prof	Vamo pará até aí, vai. (.) Pode não, mexer aí Cíntia! Calma, vai terminar rasgando o livro! Peraí, dá licença! Dá licença. ((a professora toma o livro das crianças, que se amontoavam para vê-lo)) Felipe vai, a gente vai olhar e Felipe vai contá. O que foi que aconteceu? ((?)) Quem é esse senhor aqui? ((apontando para uma gravura do livro)) quem é ele? Na historinha que a tia contou?
Algumas crianças	O pai de BE:LA

O recorte acima mostra-nos que a tentativa de se contar uma estória é retomada. Felipe utiliza a expressão “era uma vez” para dar início à sua estória, tendo a professora como um interlocutor que também participa da atividade através da pergunta: “era uma vez quem?” O garoto responde: “um lobo mau.”, mas antes de progredir com sua narrativa, uma outra criança discorda do personagem proposto por Felipe, modificando-o para “uma fera”. Após essa interferência, o gênero textual muda e em seu lugar surge uma discussão entre alunos e professora, que tenta, por sua vez, restabelecer a ordem e o gênero anterior. As interferências que surgem durante a estória podem ser consideradas como fatores inerentes aos textos da oralidade. Novamente, o texto oral aparece sem uma organização maior devido à falta de uma sistematização que compete à professora. Já que a tomada de turno na oralidade pode ser efetuada mais facilmente a qualquer instante, cabe ao professor refletir junto com seus alunos sobre as regras que devem ser colocadas em prática quando alguém conta uma estória: para que o autor da estória possa obter êxito em sua tarefa, faz-se necessária a colaboração de todos os envolvidos no evento interativo, interferindo o mínimo possível na apresentação. Em segundo lugar, é interessante que haja uma reflexão não sobre nomenclaturas referentes aos elementos de coesão, mas sim às **funções** que eles possuem quando colocados na rede de palavras que constitui o texto. Portanto, deve-se frisar tanto a organização do gênero textual em questão, como também a inserção de mecanismos coesivos de conexão, considerando o fato de que eles não são tão presentes nos textos dos infantes.

De acordo com os dados encontrados, podemos dizer que crianças a partir de 3 anos já criam relações textuais nos campos da reiteração, associação e de conexão, esta última de um modo bastante frágil, precisando, no entanto, de interferências para uma melhor percepção da língua, de estratégias de monitoração para um desenvolvimento melhor da habilidade oral.

O uso de mecanismos de coesão é assimilado pela criança de maneira gradual, em que as várias possibilidades de “costurar” os elementos do texto passam a fazer parte do repertório lingüístico do infante por meio da prática constante de textos ligados às várias situações comunicativas. Estimular o envolvimento da criança com os textos encontra lugar de destaque no ensino de língua materna. Segundo os PCNs, os diálogos, as exposições orais e a contação de histórias passam a ser considerados como produções textuais, que requerem, de um lado, organização entre as partes que compõem o texto e do outro, uma ligação com as práticas sociais colocadas em circulação, ou seja, a interação constante entre os conhecimentos, opiniões e metas dos falantes reais da língua.

Selecionamos um fragmento do terceiro corpus, em que novamente nos deparamos com um momento em que as crianças estão contando histórias. Dessa vez, Anna Paulla (3 anos e 6 meses) conta sua história, “costurando o tecido” do texto por meio de mecanismos de coesão que ela já domina:

14-Anna Paulla	Era uma vez (.) uma cinderela mais linda (.) o nome dela era tia Paloma (.) Ela tem os cabelos grandes e loiros (.) ela tem os olhos azuis. A madrasta dela disse que ela é muito feia. Aí depois, um príncipe encantado chegou e disse: “Cinderela, venha cá”. Aí depois Hávilla chegou, amiga de Paloma e disse: “O que você tem?” “É a madrasta (.) disse que eu sou feia”. Aí Hávilla foi falar com a madrasta e disse: “É você que é feia”. E aí depois o príncipe encantado ficou feliz para sempre.
----------------	--

Podemos observar, na história contada pela criança, uma narrativa com início, desenvolvimento, e conclusão. Temos um texto, uma unidade de sentido, com estruturas interligadas, possuindo uma relação significativa entre si, que, por sua vez, reflete no sentido global do texto. Assim como seus outros colegas, Anna Paulla faz um jogo entre realidade e ficção ao elaborar seu texto, transformando seus colegas e até mesmo sua professora em personagens da sua narrativa. O texto obedece às peculiaridades dos contos de fadas, na medida em que o texto é iniciado com a expressão “Era uma vez” e finalizado com “ficou feliz para sempre”. A retomada dessas expressões revela um sujeito que se mostra capaz de perceber elementos que estruturam a língua em seus diferentes gêneros textuais.

É interessante o modo como a criança usa a palavra “cinderela” como sinônimo de princesa, depositando no primeiro termo o **aspecto genérico**, podendo esse movimento ser considerado como um mecanismo coesivo, pois Anna Paulla abre seu texto falando sobre “uma cinderela mais linda” e logo após nomeia sua “cinderela” com o nome de sua professora: “o nome dela era tia Paloma”. Aproveitando a ocorrência do pronome “dela”, destacamos o emprego dos pronomes no texto oral da criança, que reforça o envolvimento do sujeito com os diferentes elementos que compõem a linguagem. Em termos quantitativos, temos cerca de sete pronomes pessoais e possessivos que sustentam a coesão da narrativa de Anna Paulla, sem a ocorrência de ambigüidade, às vezes decorrentes do uso descuidado dos pronomes. Vale lembrar que essas produções textuais foram coletadas em situações espontâneas dos diálogos das crianças em sala de aula. Contar uma história para alguém supõe uma série de fatores: um “público” ouvinte, explicação cuidadosa dos fatos que acontecem na história, uso de informações que os interlocutores já devem conhecer, acrescido do uso de informações novas, provenientes da criatividade de quem conta a história, etc. Nesse percurso novo, um dado interessante é a apresentação de Hávilla, como amiga de Paloma, que participa ativamente para o desenlace da história. O cuidado de explicitar essa informação concorre para a construção da coesão e naturalmente da coerência.

Um recurso amplamente utilizado para garantir a continuidade foi a idéia de temporalidade, marca típica das narrativas. São exemplos desse tipo de recurso coesivo expressões como “aí, aí depois”. O uso do “aí”, funcionando como elemento de **conexão**, ocorre com frequência no discurso infantil, inclusive no texto de Anna Paulla. Outro recurso foi a utilização dos verbos *discendi*, que introduzem o discurso indireto, neste fragmento, centrado no verbo dizer.

Analisando a história, vemos que, implicitamente, essa criança já domina a estrutura da narrativa. Essa é uma atividade normal no pré-escolar: o momento da roda. Só que a fala não é objeto de estudo, não será retomada e esse momento não será desenvolvido.

No plano da superfície, o uso constante do ‘aí’ chama a nossa atenção para a adoção de metodologias que privilegiem outras formas de conexão entre os enunciados, tornando a criança apta para utilizar diferentes mecanismos de ligação, que expressem o mesmo sentido entre suas idéias. Em todo o corpus coletado afora a conjunção e, não encontramos em suas falas exemplos de outros conectivos. No plano conceptual, vemos a necessidade de reconstruir junto a Anna Paulla o motivo da introdução de Hávilla após o surgimento do príncipe, que marca um momento de lacuna no texto infantil. Para isso, faz-se necessária a intervenção do adulto. De acordo com Cazden (1988, apud Costa 2000), existem três modelos – não excludentes - de assistência que visam desenvolver a habilidade oral: andaime (*scaffolding*), modelagem (*modeling*) e instrução direta (*direct instruction*). Pelo andaime, o mais experiente dá condições de ampliação da linguagem da criança por perguntas ou por pedidos de explicação; a modelagem refere-se a correções lingüísticas de

formas usadas inadequadamente pelo falante e a instrução direta é usada em situações convencionais sociais: instruções de saudações, agradecimento, etc. (Fale ‘bom dia’. Diga ‘até logo’, ‘obrigada’). A interferência do adulto em determinados momentos é preciosa, mas para isso é preciso colocar em relevo a textualidade. Um trabalho de planejamento e monitoração integrado apresenta possibilidades de ampliação no domínio de novos elementos de coesão na construção textual.

## 5. Considerações Finais

Durante nossa pesquisa, foi possível elaborar uma série de atividades que permitiram um melhor entendimento de como se apresenta a linguagem da criança, por meio da observação de elementos de coesão nos textos orais, e de como a fala infantil é tratada, na escola ou em casa, ganhando destaque o papel que o adulto possui na regulação dos textos construídos pelo infante. O professor, como responsável pelo desenvolvimento sistemático das várias formas de linguagem da criança, acaba suscitando, ao longo do nosso trabalho, uma certa preocupação com relação ao tratamento dado à leitura e a produção textual na escola, principalmente nas primeiras séries.

A pesquisa desenvolvida chamou a atenção para a construção da textualidade como um processo que cumpre funções no discurso escrito e no oral, bem como para a necessidade de novas perspectivas na sala de aula. Uma delas é levar para o ensino uma prática que explicita as convergências entre essas duas modalidades, em oposição à antiga dicotomia. Em relação à oralidade, tomar o oral como objeto de ensino, isto implica reflexão, análise e metodologias para ampliar a habilidade oral. Após análises de diversos textos, percebemos que o uso de pronomes pessoais, possessivos e relativos constitui o recurso privilegiado das crianças para evitar o abuso das repetições, tornando o texto mais dinâmico. Outro recurso permanente na fala infantil é a elipse, que também se presta à dinâmica requerida pela oralidade, evitando que alguns termos sejam explicitados sem necessidade. Em relação aos conectivos, descobrimos alguns problemas, visto que sua presença é rara nas produções textuais orais das crianças, havendo maior presença das preposições em comparação às conjunções.

O percurso efetuado no nosso trabalho partiu do objetivo de elencar os recursos de coesão mais recorrentes na fala infantil, envolvendo atividades de coleta, transcrição e análise dos eventos gravados. Podemos destacar, nesse ponto, as seguintes considerações:

- As produções textuais orais das crianças são representadas predominantemente, tanto em casa como na escola, por dois gêneros textuais – a conversa e a co-construção de histórias;
- Nesses dois gêneros frequentes, há alguns problemas quanto ao processo de coesão, particularmente a coesão por conexão, que se mostra quase ausente das produções textuais;
- A necessidade de se cultivar, no momento em que o texto falado é desenvolvido, um ambiente favorável à construção textual bem elaborada, por meio do estabelecimento de regras que organizem a interação entre os participantes;
- A mudança do foco quanto ao ensino de mecanismos de coesão, em que as nomenclaturas dão lugar para a reflexão sobre as funções que os elementos da língua adquirem em determinados contextos;
- E a falta de sistematização do trabalho com o texto oral, que não chega aos alunos sob suas variadas possibilidades e muitas vezes não é visto como uma produção textual que assume formas e funções em consonância com fatores de ordem sócio-comunicativa.

Terminada essa fase de trabalhos, voltamos nossa atenção para a presença desses mecanismos nos diferentes gêneros textuais orais. Entretanto, ao observarmos nosso corpus relativo à sala de aula, não verificamos uma variedade grande de gêneros orais trabalhados de modo sistemático na sala de aula. Os textos que circulavam em sala de aula não passavam da conversação e das histórias

(contos de fadas). Disso aí, surgiram outras discussões já apresentadas em nosso trabalho, sobre a ausência de uma maior frequência de gêneros textuais orais na escola. Essas discussões nos levaram a acreditar que há uma relação entre o envolvimento da criança com os vários gêneros e o desenvolvimento do processo de coesão.

Avaliar os mecanismos de coesão na fala infantil também trouxe à tona muitos questionamentos que requerem certo tempo de estudo para serem compreendidos. Um desses pontos que estimula a discussão diz respeito aos processos de coesão internalizados pelas crianças: por que a referenciação se apresenta como fenômeno tão recorrente na fala infantil em comparação à seqüenciação? O que determina a quase ausência das conjunções nos diálogos infantis? Qual o papel da escrita em relação à presença de conectivos na oralidade?

## **Agradecimentos**

Agradecemos ao CNPq e à Universidade Federal da Paraíba pelo apoio financeiro à pesquisa desenvolvida.

## **6. Referências Bibliográficas**

- ANTUNES, Irandé (2005). *Lutar com palavras: coesão e coerência*. São Paulo: Parábola.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais – Língua Portuguesa*. Brasília: MEC, 1996.
- CAZDEN, C. *Classroom Discourse*. Fasold: Basil Blackwell, 1984
- COSTA VAL, Maria da Graça. *Repensando a textualidade*. In: AZEREDO, J. C. (org.) *Língua Portuguesa em debate*. Petrópolis: Editora Vozes, 2002.
- KOCH, Ingedore G. Villaça. *A coesão textual*. São Paulo: Ed. Contexto, 1991.
- MARCUSCHI, Luiz Antônio. (1988) Leitura e compreensão de texto falado e escrito como um ato individual de uma prática social. In ZILBERMAN (org.) *Leitura Perspectivas interdisciplinares*.
- SCHNEUWLY, Bernard e DOLZ, Joaquim (2004). *Gêneros orais e escritos na escola*. Campinas, S.P. : Mercado de Letras.

## **A morfossintaxe dos verbos em situação de comunicação lingüística e suas implicações na correferencialidade**

**Raquel Torres de Araújo\***

**Maria de Fátima Benício de Melo\*\***

**Resumo:** *O presente estudo focaliza o processamento das relações correferenciais entre o sujeito pronominal da oração complementar e seus antecedentes potenciais (sujeito ou objeto) da oração principal, cujo verbo é de controle do sujeito (auto-centrado), do objeto (outro-centrado) ou de duplo controle (bi-centrado). O objetivo principal do trabalho é verificar, em situações específicas de comunicação lingüística, a morfossintaxe das formas verbais da oração completiva, seu modo verbal e suas possibilidades de correferência com os elementos presentes nessas situações comunicativas. Fez-se, inicialmente, uma seleção daquelas formas verbais que apresentavam uma nuance semântica de experiência pessoal, relacionadas a temas tais como: exteriorização de sentimentos, morte ou nascimento, processos cognitivos e processos sensitivos. Observou-se, pelo controle das nuances significativas das formas verbais presentes na oração completiva, se tal fato altera as possibilidades de correferência com os elementos presentes na situação comunicativa: sujeito, objeto ou terceira pessoa, não nomeada na oração, mas presente no contexto de comunicação, denominada de pessoa extradiscursiva, considerando, também, a presença ou ausência do pronome sujeito na oração completiva. Verificou-se que a presença ou ausência do sujeito pronominal altera as possibilidades de correferência com o sujeito, o objeto ou uma terceira pessoa não lexicalizada. No tocante à presença do sujeito pronominal, observou-se uma tendência maior para a correferência com o emissor da mensagem ou uma terceira pessoa extradiscursiva. No entanto, dependendo do modo verbal (indicativo e subjuntivo) analisado, a ação de comunicar pode se concentrar no receptor da mensagem ou mesmo em uma terceira pessoa extradiscursiva. A ausência do sujeito pronominal na oração completiva restringe a possibilidade de correferência ao sujeito da oração matriz, ou seja, ao emissor da mensagem, bem como a natureza semântica do verbo da oração completiva.*

**Palavras-chave:** *correferência; modo verbal; sujeito pronominal; situação de comunicação lingüística*

---

\* Orientanda

\*\* Orientadora

## 1. Introdução

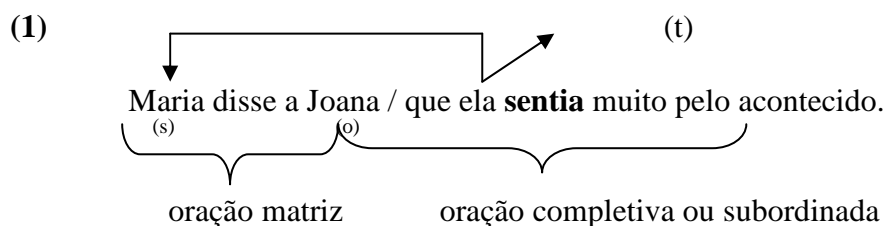
Esta pesquisa teve início há dois anos como necessidade de abordar alguns aspectos relacionados à questão da correferencialidade que, embora comuns na linguagem cotidiana, não possuem, até o presente momento, o tratamento satisfatório através de estudos teóricos mais específicos que tratem dessa discussão. Durante esse período, iniciou-se a investigação com a leitura do trabalho de Melo (1995) e o delineamento do campo investigativo.

O trabalho pioneiro desenvolvido por Melo (1995) e intitulado “*Relação entre modo verbal e correferencialidade no português do Brasil: um estudo dos verbos de comunicação lingüística com complementos oracionais*” foi o embasamento teórico propulsor do delineamento investigativo e analítico desse estudo, que possui uma conexão estreita com o trabalho supracitado. No entanto, o foco de análise proposto nessa pesquisa diferencia-se no seguinte ponto: Melo (1995) propõe uma análise centrada no verbo da oração matriz, enquanto que este trabalho focaliza os aspectos sintáticos e semântico-pragmáticos dos verbos da oração completiva, isto é, as nuances significativas das formas verbais presentes na oração completiva, observando se tal fato altera as possibilidades de correferência com os elementos presentes na situação comunicativa: sujeito, objeto ou terceira pessoa, não nomeada na oração, mas presente no contexto de comunicação, denominada de pessoa extradiscursiva, considerando, também, a presença ou a ausência do pronome sujeito na oração completiva.

É relevante que alguns conceitos lingüísticos estejam bem definidos para a melhor compreensão dessa análise. Assim, por correferencialidade entende-se a “*relação de duas ou mais entidades da cadeia sintagmática ao mesmo referente textual*” [MARTINS (1987), *apud* MELO (1995)]. A correferencialidade é um mecanismo coesivo classificado por Koch (2004: 31) como remissivo ou referencial, ou seja, “*faz remissão a outro elemento presente na superfície do texto*”. No caso específico desse estudo, a correferencialidade observada diz respeito apenas àquela surgida em estruturas sintáticas formadas a partir de verbos em situação de comunicação lingüística e que possuem uma carga semântica particular. Em outras palavras, tais verbos têm como característica estabelecer uma situação comunicativa entre um falante (emissor) e um ouvinte (receptor), na qualidade de sujeito e objeto, respectivamente, envolvendo a transferência de informação (mensagem), que pode referir-se ao sujeito da oração principal (auto-centrado), ao objeto dessa oração (outro-centrado) ou, ainda, a ambos (bi-centrado). Essa classificação foi proposta por Melo (1995) para designar a quem a ação verbal se refere, ou seja, em quem a mensagem está centrada.

De antemão, observa-se que a correferencialidade a ser aqui analisada dirá respeito apenas àquelas ocorridas pela presença ou ausência de pronomes, que, segundo Vogt (1989: 135), são um meio econômico para se referir a certos objetos da realidade, designando “*os seres enquanto personagens do diálogo, no seu papel de destinador e destinatário*”.

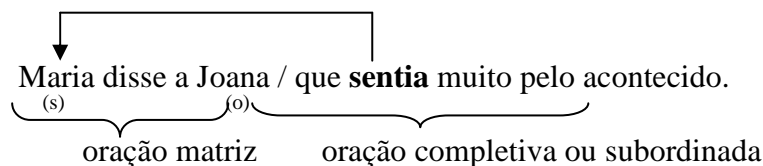
Postas estas definições-chave, para dar prosseguimento ao presente trabalho, cumpre mostrar como ambas se relacionam. Façamos isso por meio de um exemplo de enunciado no qual coexistem, para, em seguida, realizarmos a descrição das partes que o compõem. Veja-se este exemplo:



Observa-se, a partir desse exemplo, que o verbo “*sentir*” possui uma carga semântica incompatível com a possibilidade do pronome “*ela*” referir-se ao objeto da oração principal “*Joana*”. Por essa razão, a ação do verbo *sentir* só pode estar centrada no emissor da mensagem (sujeito) ou em uma pessoa extradiscursiva (t). Nesse caso, a presença do sujeito pronominal “*ela*”

torna a oração ambígua. Todavia, se omitirmos o sujeito pronominal da oração, a ambigüidade deixa de existir.

(2)



Vemos que, ao retirarmos o pronome “*ela*”, a ação de “*sentir*” passa a se referir obrigatoriamente ao sujeito da oração principal “*Maria*”. Logo, nota-se que a ausência do sujeito pronominal altera as possibilidades de correferência.

Por necessidade de se buscar a precisão de termos, é importante que aqui se defina também o conceito de ambigüidade, devido ao fato de esta ser uma expressão de uso já bastante disseminado. Considerar-se-á a ambigüidade como sendo a circunstância de comunicação lingüística que se presta a mais de uma interpretação.

Procurou-se, como será mostrado a seguir, construir frases referentes a situações de comunicação lingüística comumente vivenciadas pelos falantes da Língua Portuguesa.

O objetivo geral desse estudo é analisar, em situações específicas de comunicação lingüística, a morfossintaxe das formas verbais da oração completiva, seu modo verbal e suas possibilidades de correferência com os elementos presentes nessas situações comunicativas, verificando a imbricação dos fatores sintáticos e semântico-pragmáticos e tendo como fundamentação teórica alguns conceitos referentes a essa temática propostos por Melo (*op.cit.*).

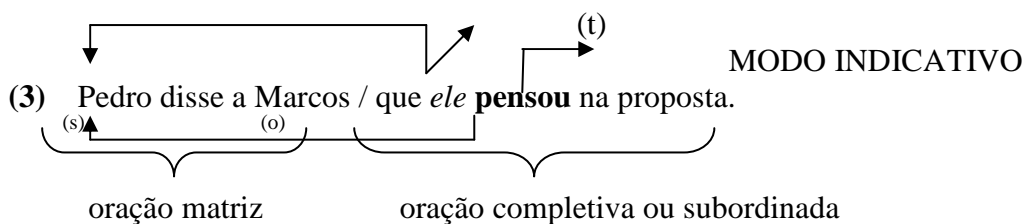
Para o entendimento do fenômeno da correferencialidade e, conseqüentemente, para o prosseguimento da pesquisa, estabeleceram-se os seguintes objetivos específicos que se mostraram essenciais para a compreensão global do fenômeno da correferencialidade. Foram eles: a) analisar se as nuances significativas das formas verbais da oração completiva alteram as possibilidades de correferência com os elementos presentes na situação comunicativa; b) observar se a presença ou a ausência do sujeito pronominal altera as possibilidades de correferência com esses elementos; c) verificar a relação do modo verbal com a semântica dos verbos da oração completiva; d) averiguar se a semântica do verbo é um elemento modificador da correferencialidade.

## 2. A correferencialidade sob diferentes perspectivas teóricas: problemática

Correferencialidade é o fenômeno que une dois ou mais entes gramaticais pelo fato de se referirem ao mesmo objeto de referência. Quando isso ocorre, têm-se duas ou mais possibilidades interpretativas para uma mesma sentença, gerando ambigüidade. Criam-se dois ou mais caminhos para o estabelecimento das relações correferenciais. Há uma interrupção do fluxo de leitura e busca-se, por anáfora<sup>1</sup>, a solução adequada para o impasse, através da recorrência a blocos de significados (pistas) dispostos ao longo do texto.

No entanto, apesar de a correferencialidade situar-se, sintaticamente, no âmbito da frase, na qual estão materializadas a *forma remissiva* e os *referentes textuais* (KOCH, 2004), segundo Bentes (2004:247) “o fenômeno da co-referenciação (...) ultrapassa a fronteira da frase, e só pode ser melhor compreendido no interior do texto”. Isto porque, na frase, só existe, como foi dito anteriormente, a materialização dos elementos que entram em jogo no processo de correferenciação, sem, contudo, apresentar elementos que possam desfazer a ambigüidade. Entretanto, a análise cuidadosa dos nossos dados aponta para o fato de que a intuição do falante, acrescida ao seu conhecimento de mundo e ao contexto em que o discurso é efetivamente produzido, podem ajudar o interlocutor ou leitor da frase a identificar o(s) referente(s) potencial(is) do sujeito pronominal da oração completiva, conforme mostra o exemplo a seguir:





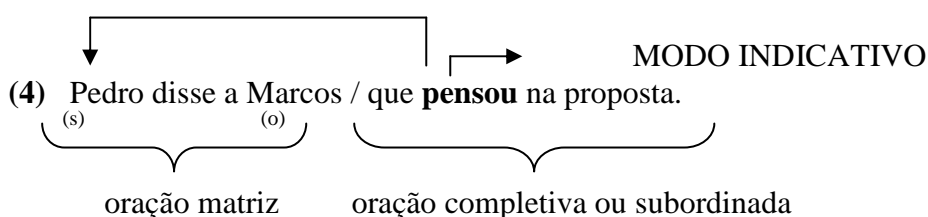
Vale salientar que a correferencialidade aqui observada dirá respeito apenas aos pronomes, que, segundo VOGT (1989, p.135), são apenas um meio econômico para se referir a certos objetos da realidade, designando “os seres enquanto personagens do diálogo, no seu papel destinador e destinatário”.

Reconhecem-se duas possibilidades interpretativas surgidas pelo fenômeno da correferencialidade em (3): o pronome-sujeito “*ele*” pode se referir tanto a *Pedro* (sujeito da oração matriz ou principal) ou a uma terceira pessoa não lexicalizada na sentença (mas supostamente existente no texto).

<sup>1</sup> Entendia-se, na retórica clássica, o termo anáfora como a repetição de uma expressão ou de um sintagma no início da frase. Hoje, como afirma Marcuschi, (2001:219) o termo é usado para designar expressões que, no texto, se reportam a outras expressões, enunciados, conteúdos ou contextos textuais (retomando-os ou não), contribuindo, assim, para a continuidade tópica referencial.

Veja-se que, na frase acima, não há nada que permita dar certeza a qual das duas entidades, reconhecidas como referentes potenciais, o pronome-sujeito se refere. Dessa forma, percebe-se que o surgimento do pronome pessoal de terceira pessoa na oração subordinada (mensagem transmitida) gera a possibilidade de correferência com o sujeito ou o objeto da oração matriz ou, ainda, com uma terceira pessoa fora da situação comunicativa estabelecida entre emissor e receptor do discurso indireto.

Note-se, de antemão, que a possibilidade de correferência só acontece devido ao fato de o sujeito e o objeto da oração matriz apresentarem, ambos, o mesmo gênero gramatical (no caso acima, masculino). E essa ambigüidade só poderá ser esclarecida mediante informações contidas no contexto da comunicação. Quando, porém, o pronome-sujeito é omitido da frase, ela deixa de existir. Dessa forma, temos:



Ao retirarmos o pronome-sujeito, a ambigüidade desaparece, restringindo a ação de *pensar* exclusivamente ao sujeito da oração matriz *Pedro*. Outro fator relevante presente nesse exemplo refere-se ao conteúdo semântico do verbo “*pensar*”. Este verbo, originalmente, designa um processo cognitivo, e como temos um verbo *dicendi* no modo indicativo na oração matriz, logo se torna, pragmaticamente, inexequível haver ambigüidade, uma vez que não há outra possibilidade de correferência. Assim, conclui-se que, em determinados tipos de frases complexas, existe uma correlação sistemática entre as dimensões semântica, sintática e até pragmática.

Decorre, pois, que toda correferencialidade gera uma ambigüidade, aqui tomada como a “*circunstância de a comunicação lingüística se prestar a mais de uma interpretação*” (CAMARA Jr, 1986:92). É essa possibilidade de mais de uma interpretação o objeto de análise de nosso estudo.

Cunha & Cintra (1985:280), na seção: *equivocos e incorreções* de sua Gramática, menciona o fenômeno da correferencialidade (mas sem nomeá-lo dessa forma). Apenas previne que construções do tipo

(5) Álvaro disse a Paulo / que ele chegaria primeiro.

devem ser evitadas por serem ambíguas, posto que o pronome-sujeito “*ele*” “*pode aplicar-se tanto a Álvaro como a Paulo*”. Contudo, como as gramáticas normativas fixam suas análises apenas nas frases em si, não recorrendo a contextos para explicar os motivos que originaram as situações consideradas “erradas”, pouco têm a contribuir para a análise e explicação do fenômeno da ambigüidade, a não ser taxá-lo de “erro”. Substituir o pronome pelo nome (Álvaro ou Paulo) também seria uma *incorreção*, por motivo de repetição.

Portanto, para uma análise sistemática das possibilidades de correferência dos verbos em situação de comunicação lingüística, alguns questionamentos foram levantados, a fim de que pudessem ser elucidados ao longo do desenvolvimento do trabalho. São eles: 1) A natureza semântica do verbo da oração completiva influenciaria a correferência com o sujeito, o objeto ou uma terceira pessoa extratextual?; 2) O modo verbal utilizado na oração completiva altera as possibilidades de correferência?; 3) A presença ou ausência do sujeito pronominal da oração completiva altera as possibilidades de correferência?; 4) A semântica do verbo “*dizer*”, na oração matriz, influenciaria o modo verbal da oração completiva?; 5) Qual o fator responsável pela interpretação de um ou outro referente?

Com base nesses questionamentos, estabeleceram-se algumas hipóteses que poderão ser corroboradas na análise dos resultados (seção 4): 1<sup>a</sup>. A semântica do verbo da oração completiva altera a correferencialidade com o sujeito, o objeto ou uma pessoa extratextual. 2<sup>a</sup>. O modo do verbo da oração completiva modifica a relação de correferência, tendendo o modo indicativo a ser auto-centrado ou bi-centrado e, o modo subjuntivo, à tipologia outro-centrado ou bi-centrado. 3<sup>a</sup>. A omissão do sujeito pronominal restringe as possibilidades de correferência com os elementos presentes na situação de comunicação. 4<sup>a</sup>. A semântica do verbo “*dizer*” impede o uso de ambos os modos verbais.

### 3. Metodologia

As frases do presente trabalho foram elaboradas partindo do princípio de que os falantes da Língua Portuguesa as utilizam em situações específicas de comunicação. Foram construídas 65 frases, contendo verbos de comunicação lingüística, definidos por MELO (1995) como auto-centrados (AC), outro-centrados (OC) e bi-centrados (BC). Esta classificação foi proposta para verbos que apresentam características semânticas comuns. O primeiro grupo de verbos, auto-centrados (AC), refere-se àqueles que “*ao figurarem em contextos formados por verbos de comunicação lingüística com complementos do tipo oracional, concentram a ação de comunicar no emissor da mensagem*” (MELO, 1995, p.12), ou seja, no sujeito da oração matriz. Os verbos outro-centrados (OC), por sua vez, focalizam a ação verbal no receptor da mensagem, isto é, no objeto (direto ou indireto) da oração matriz. Por fim, os verbos bi-centrados (BC) direcionam a ação de comunicar ora ao emissor (sujeito da oração matriz), ora ao receptor da mensagem (objeto da oração matriz), tendo como critério semântico, o modo verbal da oração completiva ou subordinada (modo indicativo ou subjuntivo). Diferentemente de MELO (1995), que faz uma análise centrada no verbo da oração matriz, optou-se, nesse estudo, pelo controle das nuances significativas das formas verbais presentes na oração completiva, observando se tal fato altera as possibilidades de correferência com os elementos presentes na situação comunicativa: sujeito, objeto ou terceira pessoa, não nomeada na oração, mas presente no contexto de comunicação, denominada de pessoa extradiscursiva, considerando, também, a presença ou ausência do pronome sujeito na oração completiva.

Fez-se, inicialmente, uma seleção daquelas formas verbais que apresentavam uma nuance semântica de experiência pessoal, relacionadas a temas tais como: exteriorização de sentimentos, morte ou nascimento, processos cognitivos e processos sensitivos.

Posteriormente, foram agrupados os verbos que apresentavam características semânticas comuns. Dessa forma, configurou-se o seguinte quadro:

Exteriorização de sentimentos	Morte/ Nascimento	Processos Cognitivos	Processos Sensitivos
sentir	morrer	pensar	pressentir
ressentir (-se)	falecer	refletir	ouvir
deleitar (-se)	nascer	compreender	escutar
jurar	ressurgir	aceitar	ver
agradar		aprender	enxergar
perdoar		entender	falar
gostar		assimilar	sonhar
adorar			
amar			
odiar			
desejar			
querer			

**Quadro 1:** Tipologia verbal de acordo com suas nuances significativas

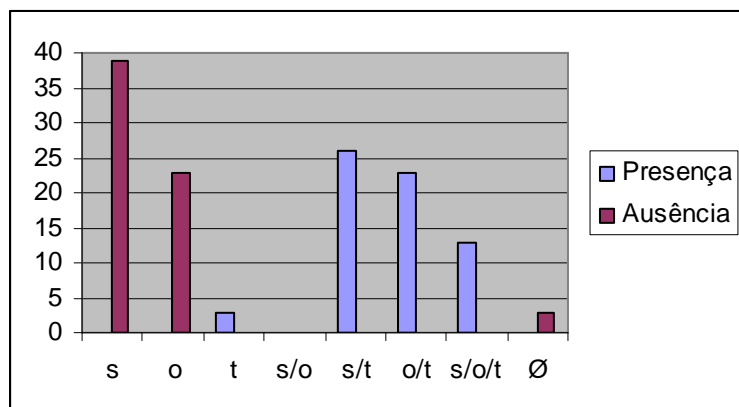
Por fim, fez-se uma análise quantitativa dos índices de correferência dessas frases, observando a presença ou ausência do sujeito pronominal e se tal fato altera as possibilidades de correferência com o emissor, o receptor ou uma terceira pessoa não lexicalizada, mas presente no contexto da comunicação. Observou-se, também, se o modo verbal utilizado na oração completiva restringe a possibilidade de correferência com os elementos da oração matriz e se a natureza semântica do verbo da oração completiva impossibilita a omissão do sujeito pronominal.

A seguir, será feita a descrição dos dados sob análise.

#### 4. Resultados e Discussões

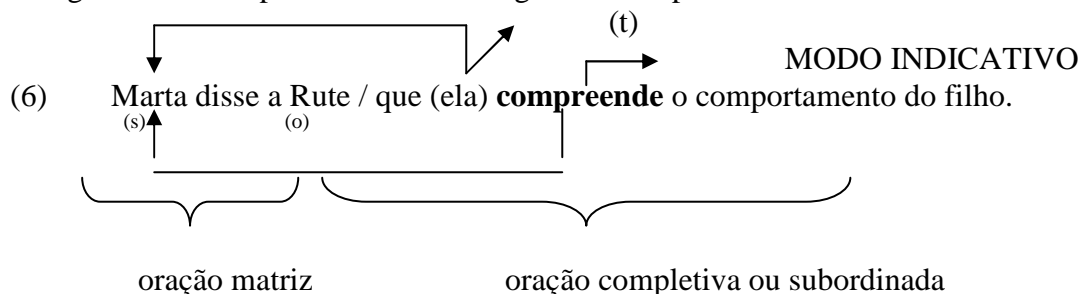
A análise dos resultados corrobora as hipóteses aventadas para a realização da presente pesquisa, além de abranger os aspectos ressaltados na problemática desse estudo. Para sua compreensão, segue abaixo um gráfico contendo os dados recolhidos das frases construídas, relativos à ocorrência dos índices de correferência, tendo como variáveis a presença ou a ausência do sujeito pronominal, bem como a análise desses resultados.

#### Gráfico

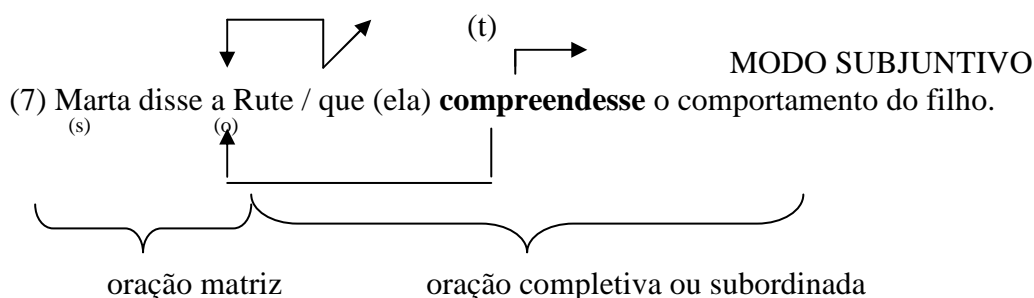


**Gráfico 1:** Ocorrência dos índices de correferência nas frases analisadas, observando a presença ou a ausência do sujeito pronominal da oração completiva.

Observa-se, nesse gráfico, que a presença ou a ausência do sujeito pronominal altera as possibilidades de correferência com o sujeito, o objeto ou uma terceira pessoa não lexicalizada. No tocante à presença do sujeito pronominal, observa-se uma tendência maior para a correferência com o emissor da mensagem ou uma terceira pessoa extradiscursiva. No entanto, dependendo do modo verbal analisado, a ação de comunicar pode se concentrar no receptor da mensagem ou mesmo em uma terceira pessoa extradiscursiva. A ausência do sujeito pronominal na oração completiva restringe a possibilidade de correferência ao sujeito da oração matriz, ou seja, ao emissor da mensagem. Como se pode observar no seguinte exemplo.



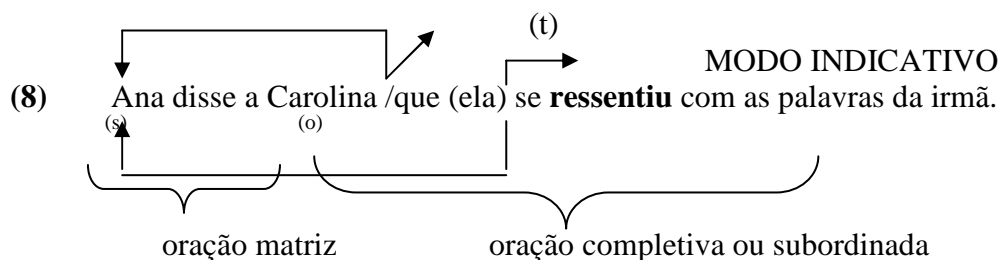
Neste exemplo, observa-se que a presença do sujeito pronominal “*ela*” pode referir-se tanto ao emissor da mensagem “*Marta*” como a uma terceira pessoa extradiscursiva, mas presente no contexto comunicativo. Porém, se houver a omissão do pronome-sujeito na oração completiva, a ambigüidade de interpretação se extinguirá, podendo a ação de “*compreender*” se referir apenas ao sujeito da oração matriz “*Marta*”.



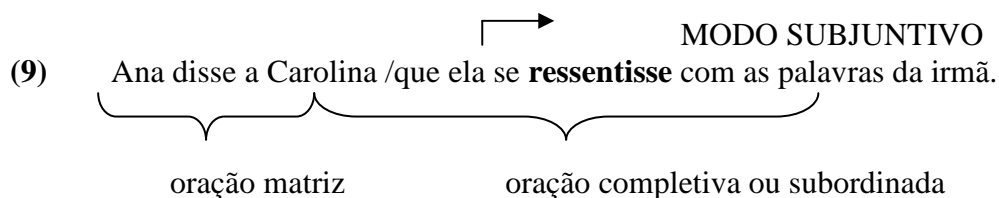
Já em (7), com a mudança do modo verbal, a ação de comunicar se concentrou no receptor da mensagem ou mesmo em uma terceira pessoa extradiscursiva, excluindo o emissor da mensagem. Nesse mesmo exemplo, caso o pronome-sujeito “*ela*” seja retirado da frase, a possibilidade de correferência volta-se, exclusivamente, para o objeto da oração matriz, o receptor da mensagem, no caso “*Rute*”.

Como o modo subjuntivo tem um caráter hipotético, ao contrário do indicativo, que possui um determinado grau de certeza, sua ocorrência na oração completiva impede a correferência com o sujeito da oração matriz, sendo este apenas o interlocutor da mensagem, restringindo o estabelecimento da relação correferencial com o objeto da oração principal ou a uma terceira pessoa não citada na oração, sendo estes, portanto, os agentes da ação verbal. A ambigüidade de correferência se extinguirá com a omissão do sujeito pronominal, estando a ação voltada exclusivamente para o objeto da oração matriz.

Vale salientar que as propriedades semânticas do verbo da oração completiva podem impossibilitar a mudança de modo verbal, tornando a frase pragmaticamente irrealizável. Vamos comparar duas frases semelhantes, sendo que em uma o verbo está no modo indicativo e em outra, no subjuntivo.



O verbo “*ressentir*”, por possuir um caráter individual e subjetivo, de exteriorização de sentimentos, não permite a possibilidade de a ação verbal estar relacionada ao receptor da mensagem. Assim, a ação de “*ressentir-se*” só pode referir-se a uma ação do sujeito da oração matriz “*Ana*” ou, dependendo do contexto, fazer referência a uma terceira pessoa extradiscursiva. Essa possibilidade de interpretação só é possível quando o verbo da oração completiva está no modo indicativo. Percebemos a inviabilidade de se utilizar o modo subjuntivo com verbos com tal caráter semântico. Assim, não se admitem construções do tipo:



Pode-se observar ainda que, em alguns casos específicos, a natureza semântica do verbo da oração completiva impossibilita a omissão do sujeito pronominal. É o que ocorre nos exemplos a seguir.

- a) Natália disse a Larissa / que (ela) **morreu** de pneumonia.
- b) Roberto disse a Fernando / que (ele) **faleceu** ontem pela manhã.
- c) Bruna disse a Aline / que (ela) **nascera** em dezembro.

Nessas orações supracitadas, a presença do sujeito pronominal faz correferência com uma terceira pessoa não lexicalizada, mas presente na situação de comunicação. Entretanto, se omitirmos o sujeito pronominal, a ação verbal da oração completiva se voltará para o sujeito da oração matriz, o que, pragmaticamente, não se admite, uma vez que o próprio sujeito da ação não pode declarar sua morte, seu falecimento, nem seu nascimento iminente. Deve-se observar que, em todos os casos, o modo indicativo também influenciou a impossibilidade de correferência. Conclui-se, portanto, que o grupo semântico *morte/nascimento* possui algumas restrições quanto a sua natureza semântica em relação tanto à correferencialidade quanto ao seu modo verbal.

## 5. Considerações finais

Tendo em vista que, ao se estudarem aspectos lingüísticos, não se pode falar em conclusões definitivas, posto que a língua é mutável e dinâmica, serão apontados, portanto, *aspectos* conclusivos da análise das situações de comunicação lingüística relativos à correferencialidade, destacadas para esta pesquisa como forma de refletir sobre algumas questões que, embora usuais no cotidiano dos falantes, não foram suficientemente explicitadas.

Observou-se que, no tocante à natureza semântica dos verbos da oração complementar, seu modo verbal (indicativo e/ou subjuntivo) e as relações de correferencialidade estabelecidas entre os participantes da situação de comunicação e o pronome-sujeito (presente ou ausente) da referida oração, houve a os resultados obtidos entraram em consonância com as hipóteses estabelecidas para o estudo. Em outras palavras, verificou-se, com a análise dos dados, que a presença ou a ausência

do sujeito pronominal, o modo verbal e a semântica do verbo alteram as possibilidades de correferência com o sujeito, o objeto ou uma terceira pessoa extradiscursiva. Cumpre destacar que uma abordagem satisfatória do fenômeno da correferência deve levar em consideração fatores de caráter sintático-semântico-pragmáticos.

Como dito anteriormente, os resultados ora apresentados não esgotam as possibilidades de análise, mas servem como referência para estudos posteriores.

## 6. Referências

CUNHA, Celso. *Nova Gramática do Português Contemporâneo*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1985

KOCH, Ingedore Villaça. *O Texto e a Construção dos Sentidos*. São Paulo: Contexto, 2004, 124p.

MARCUSCHI, L. A. *Anáfora indireta: o barco textual e suas âncoras*. In: Revista Letras, n° 56. Curitiba: Ed. da UFPR, 2001.

MARTINS, Márcia do Amaral Peixoto. *Os predicadores de comunicação lingüística: uma proposta de classificação*. Dissertação (inédita) de mestrado, PUC-Rio, 1987.

MELO, Maria de Fátima Benício. *Relação entre Modo Verbal e Correferencialidade no Português do Brasil: um Estudo dos Verbos de Comunicação Lingüística em Complementos Oraçionais* – Dissertação de Mestrado. PUC, Rio de Janeiro, 1995.

VOGT, Carlos. *Linguagem, Pragmática e Ideologia*. 2.ed. São Paulo: Hucitec. 215p.

## 7. Publicação

Devido ao curto prazo de vigência da bolsa PIBIC (Janeiro a Julho de 2007), já que houve a substituição do bolsista, os dados reunidos e analisados desse estudo não foram publicados até o presente momento. No entanto, a publicação desses resultados está no planejamento desse projeto.

## 8. Perspectivas

O presente projeto não terá continuidade, pelo fato da estudante estar em fase de conclusão da graduação. Entretanto, pensa-se na possibilidade de aprofundar mais algumas questões decorridas do desenvolvimento deste trabalho em uma pós-graduação.

## 9. Outras atividades

Os resultados recolhidos nessa pesquisa foram apresentados em dois eventos significativos. O primeiro, antes do financiamento do PIBIC, em Dezembro de 2005, intitulado “*A Morfossintaxe dos Verbos de Comunicação Lingüística e a relação Modo vs. Correferencialidade*”, apresentado no VI Encontro Unificado de Ensino, Pesquisa e Extensão, promovido pela Pró-reitoria de Extensão e Assuntos Comunitários/UFPB, em João Pessoa, PB. O outro trabalho, intitulado “*A morfossintaxe dos verbos em situação de comunicação e suas implicações na correferencialidade*” foi apresentado no V Seminário Nacional sobre o Ensino de Língua Materna e Estrangeira e de Literatura (SELIMEL), realizado na Universidade Federal de Campina Grande, pelo Programa de Pós-graduação em Linguagem e Ensino, no período de 05 a 08 de Junho de 2007.

# **ANEXOS**

**LISTA DE VERBOS DA ORAÇÃO COMPLETIVA PARA CORREFERENCIALIDADE:**

1. Sentir
2. Pensar
3. Pressentir
4. Ressentir (-se)
5. Refletir
6. Deleitar (-se)
7. Agradar
8. Compreender
9. Entender
10. Aprender
11. Assimilar
12. Aceitar
13. Perdoar
14. Gostar
15. Adorar
16. Amar
17. Odiar
18. Morrer
19. Falecer
20. Nascer
21. Ressurgir
22. Jurar
23. Desejar
24. Querer
25. Ouvir
26. Escutar
27. Ver
28. Enxergar
29. Falar
30. Sonhar

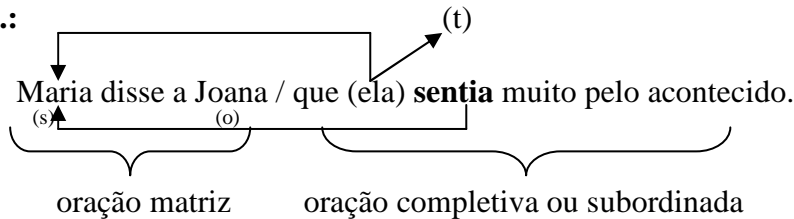


**Conjunto de frases elaboradas para análise dos verbos em situação de comunicação lingüística e a relação modo vs. correferencialidade**

**Observar a semântica do verbo da oração completiva**

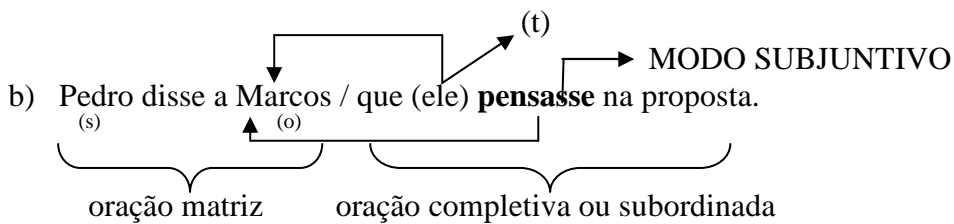
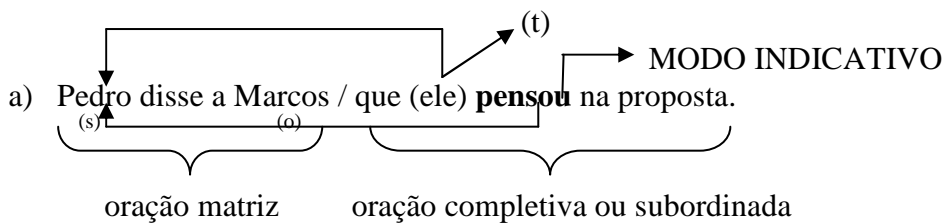
**1. Sentir**

Ex.:



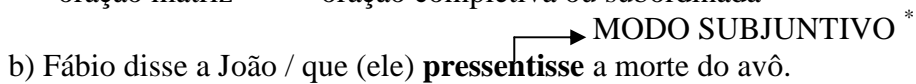
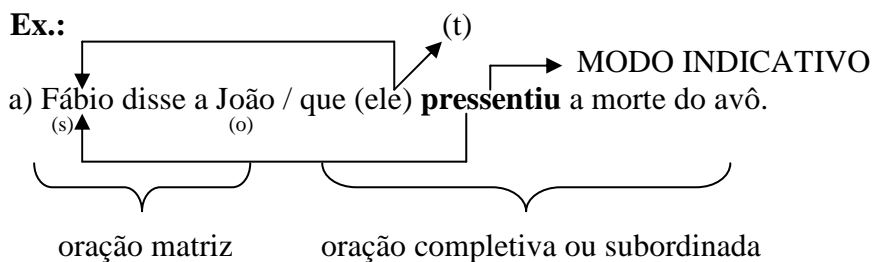
**2. Pensar**

Ex.:



**3. Pressentir**

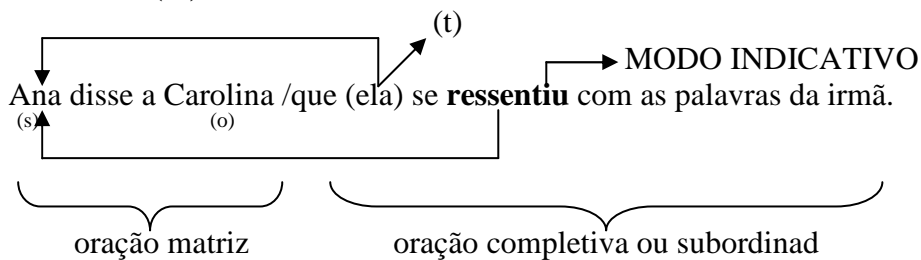
Ex.:



\* **Obs.: Não se admite o Modo Subjuntivo.**

#### 4. Ressentir – (se)

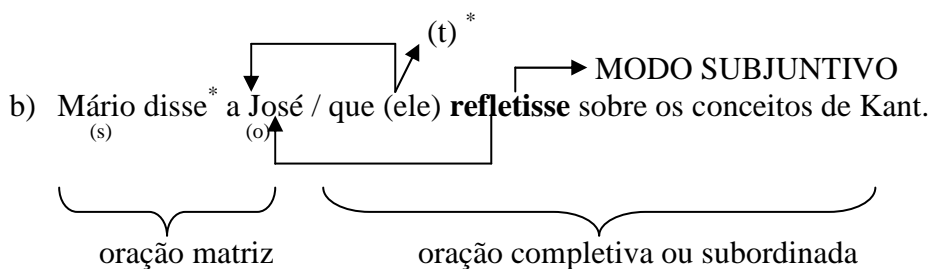
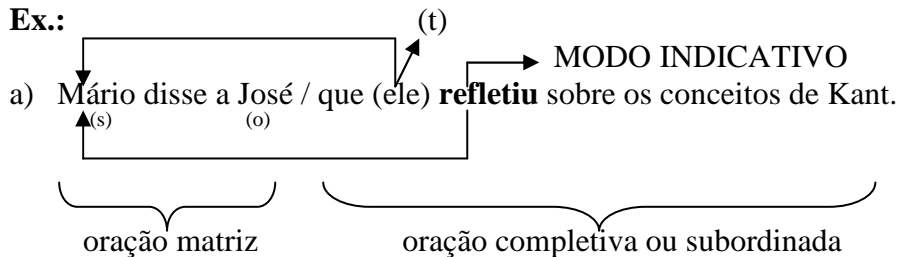
Ex.:



Obs.: Não se admite o Modo Subjuntivo.

#### 5. Refletir

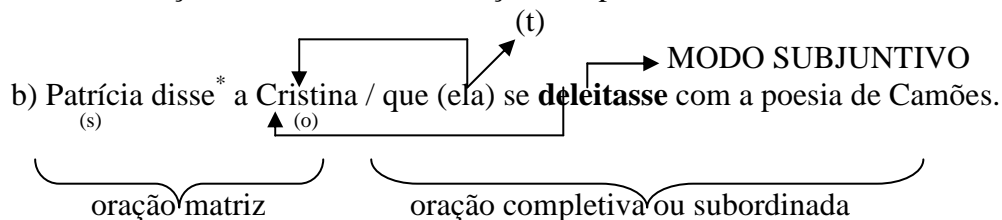
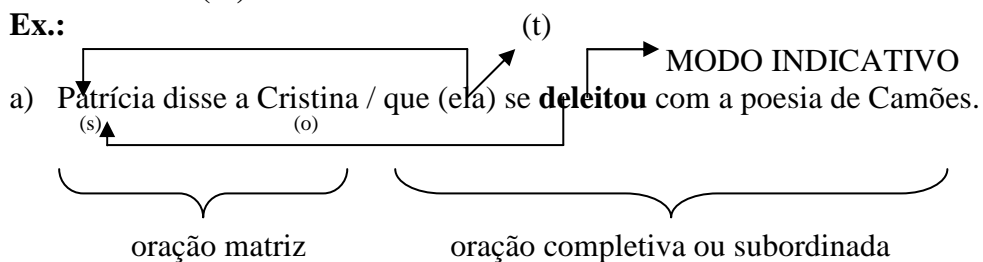
Ex.:



\*Semântica: tom de ordem, pedido.

#### 6. Deleitar – (se)

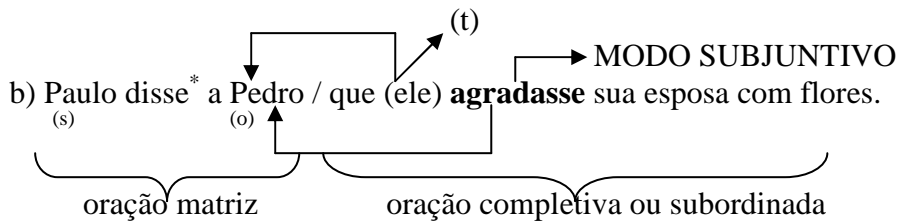
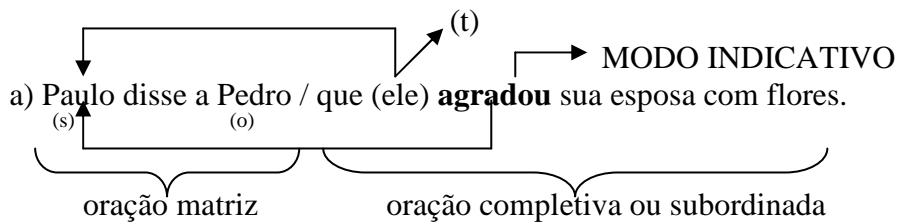
Ex.:



Obs.: \* Semântica: tom de conselho

## 7. Agradar

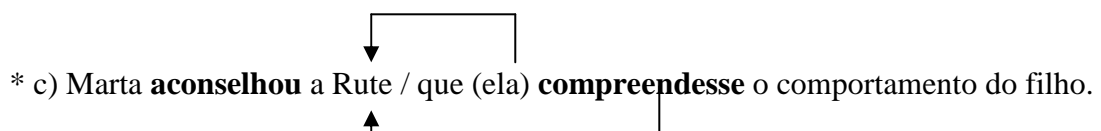
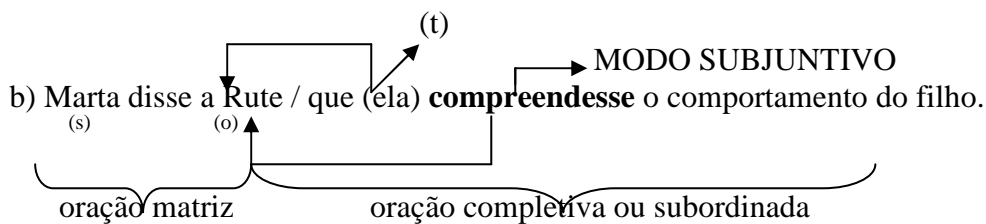
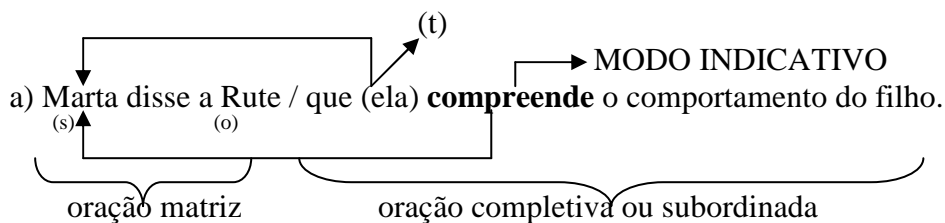
Ex.:



\* Verbo “dizer” no sentido de “aconselhar”.

## 8. Compreender

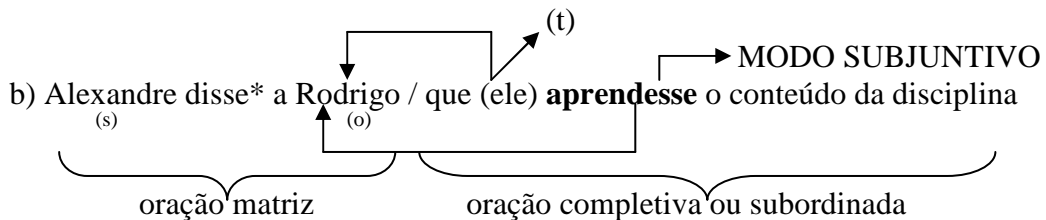
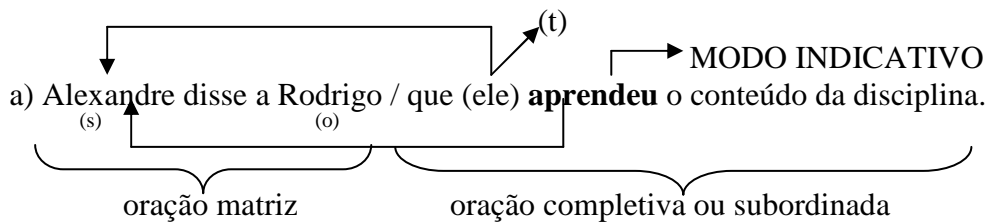
Ex.:



\* O verbo da oração matriz pode alterar a semântica da 2ª oração. No caso acima, o verbo “aconselhar” modifica a semântica da oração completiva, não permitindo a ambigüidade na correferencialidade.

## 9) Aprender

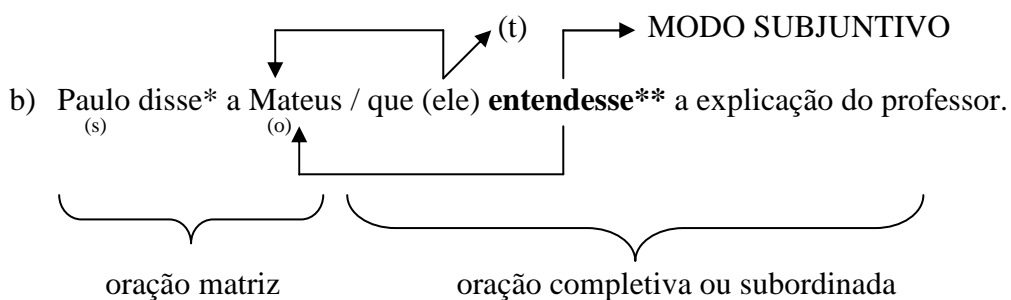
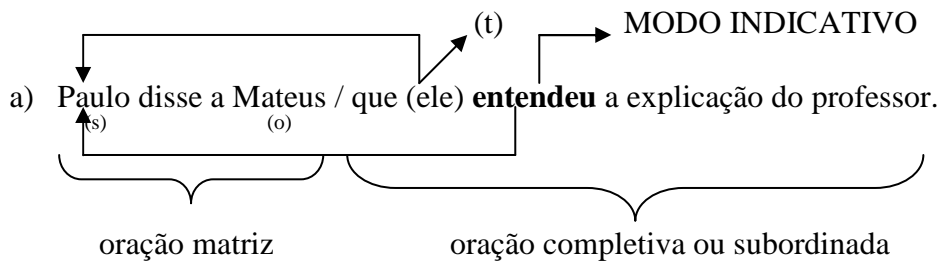
Ex.:



\* Verbo “dizer” no sentido de “ordenar”.

## 10. Entender

Ex.:

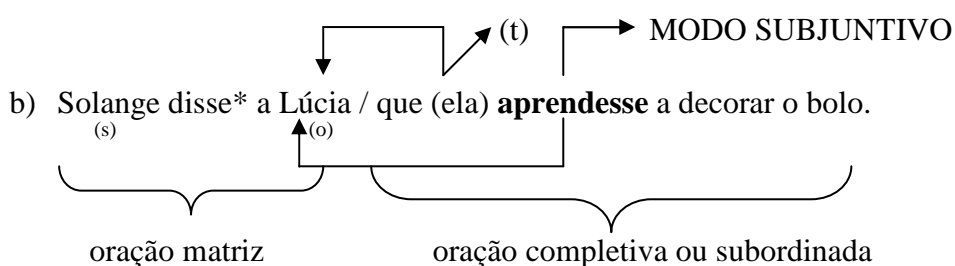
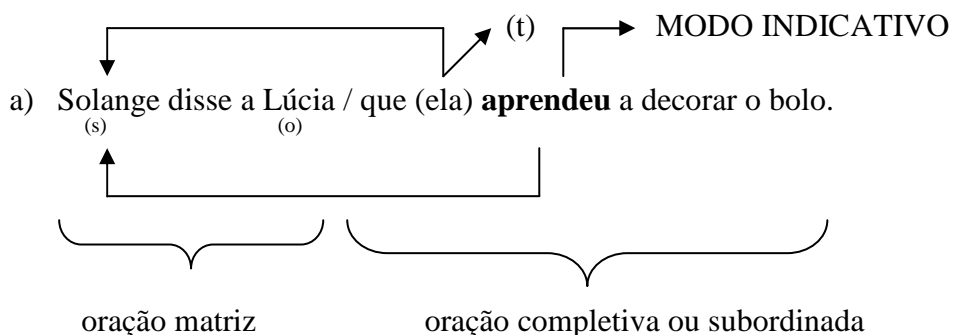


\* Verbo “dizer” no sentido de “aconselhar” ou “ordenar”

\*\* O Modo Subjuntivo impede a ocorrência da correferencialidade com o sujeito da oração matriz.

## 11. Aprender

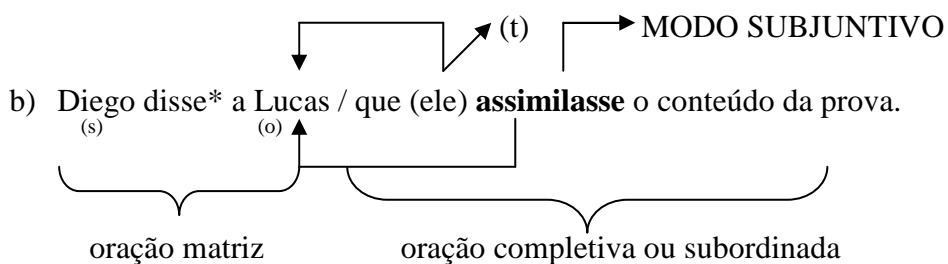
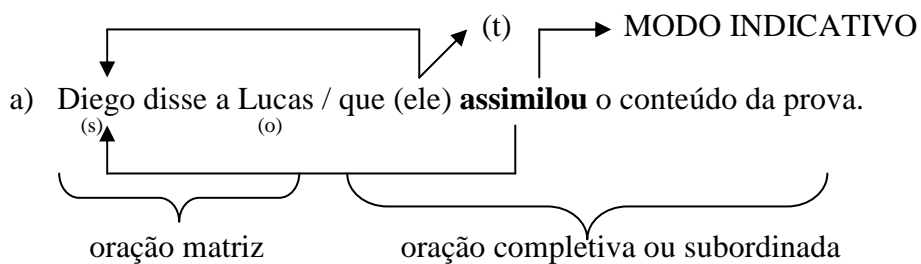
Ex.:



\* Verbo “dizer” no sentido de “aconselhar” ou “ordenar”

## 12. Assimilar

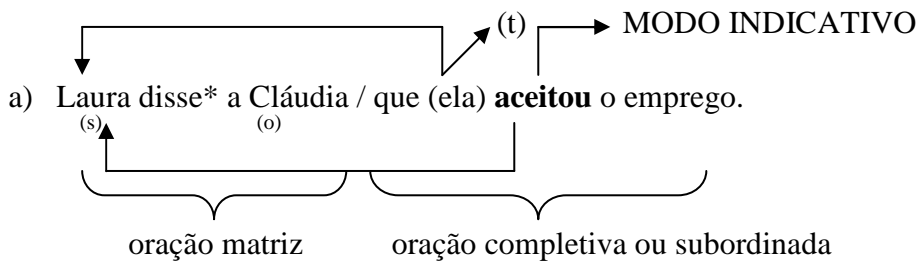
Ex.:



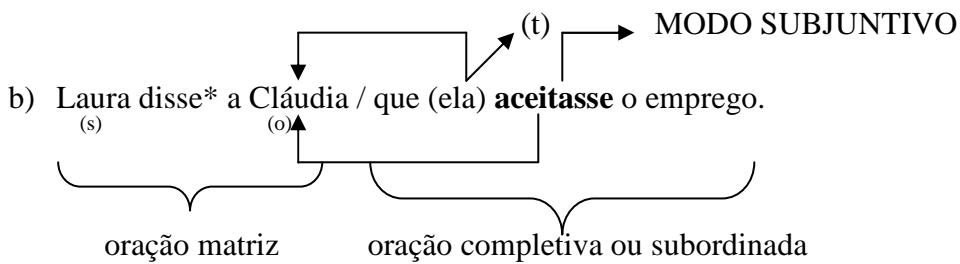
\* Verbo “dizer” no sentido de “aconselhar” ou “ordenar”

### 13. Aceitar

Ex.:



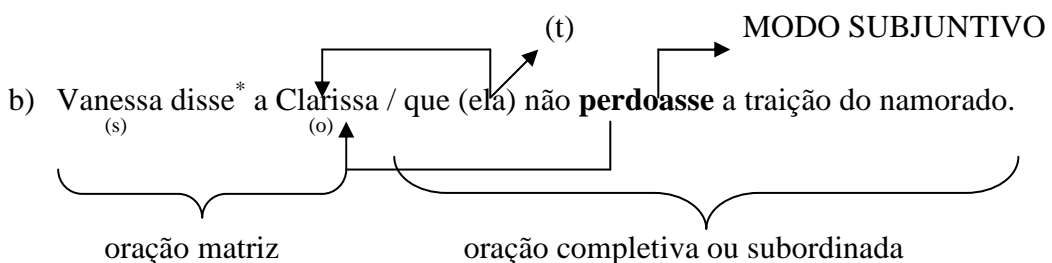
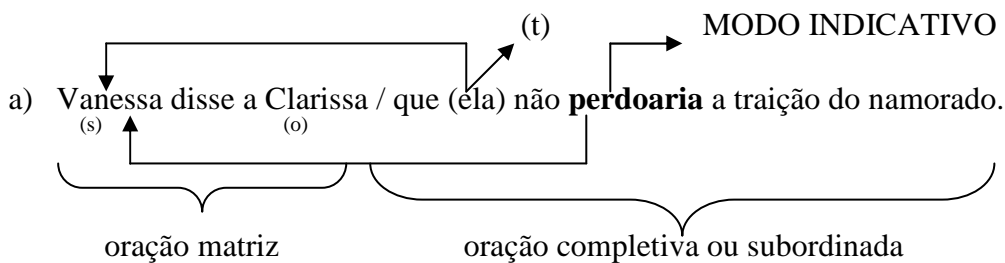
\* Verbo “dizer” no sentido de “relatar”.



\* Verbo “dizer” no sentido de “aconselhar” ou “ordenar”

### 14. Perdoar

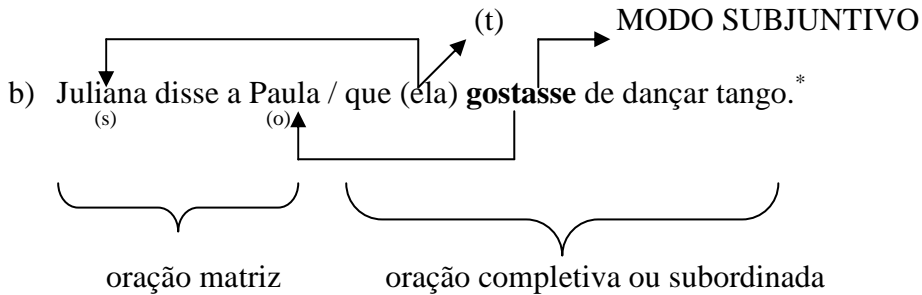
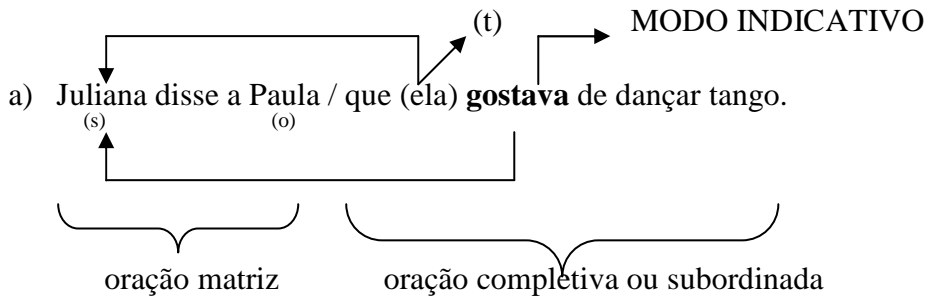
Ex.:



\* Verbo “dizer” em tom de conselho

## 15. Gostar

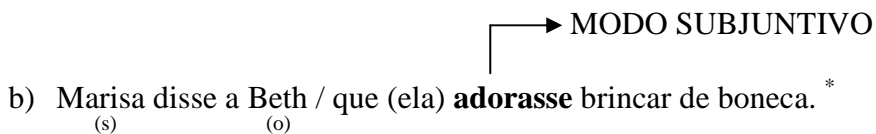
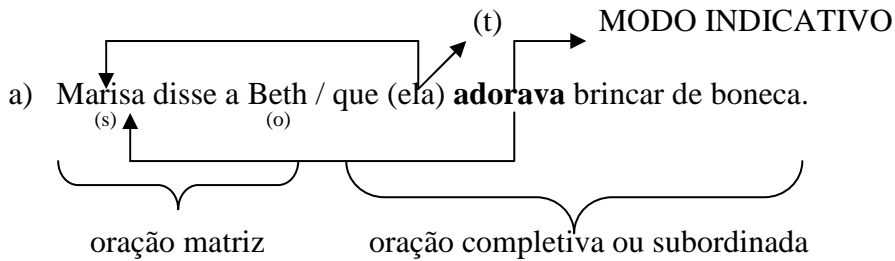
Ex.:



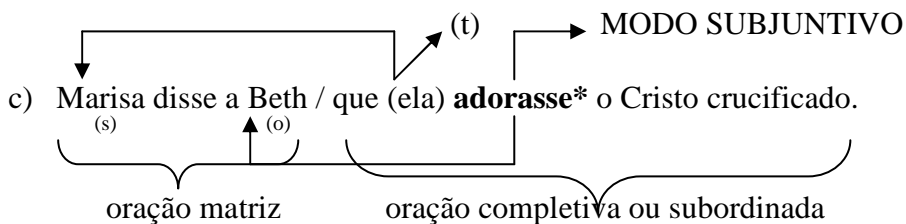
\* Não se admite o modo subjuntivo.

## 16. Adorar

Ex.:



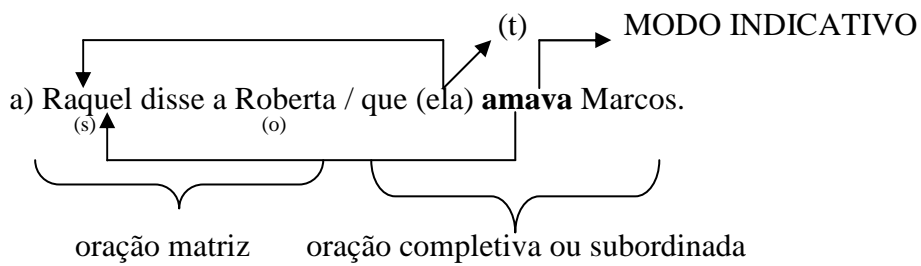
\* Não se admite o modo subjuntivo.



\* A semântica do verbo “adorar” altera as possibilidades de correferência.

## 17. Amar

Ex.:



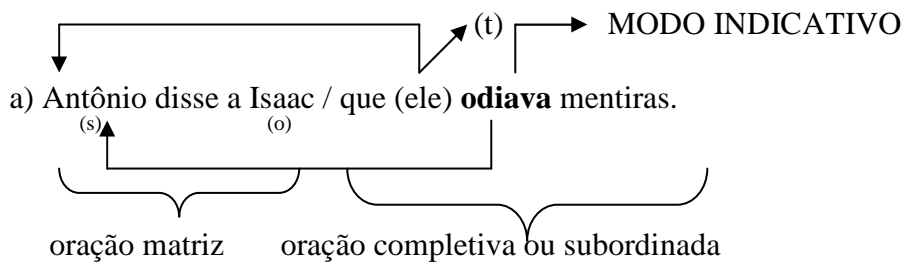
b) Raquel disse a Roberta / que (ela) **amasse** Marcos.\*

MODO SUBJUNTIVO

\* Não é possível o Modo Subjuntivo.

## 18. Odiar

Ex.:



b) Antônio disse a Isaac / que (ele) **odiasse** mentiras.\*

MODO SUBJUNTIVO


\* Não se admite o modo subjuntivo



## 19. Morrer

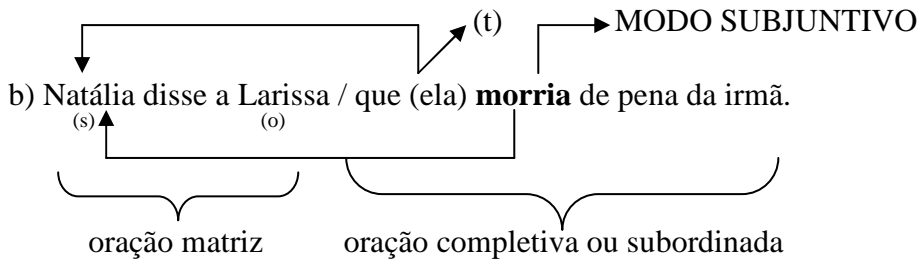
Ex.:

a) Natália disse a Larissa / que (ela) **morreu**\* de pneumonia.

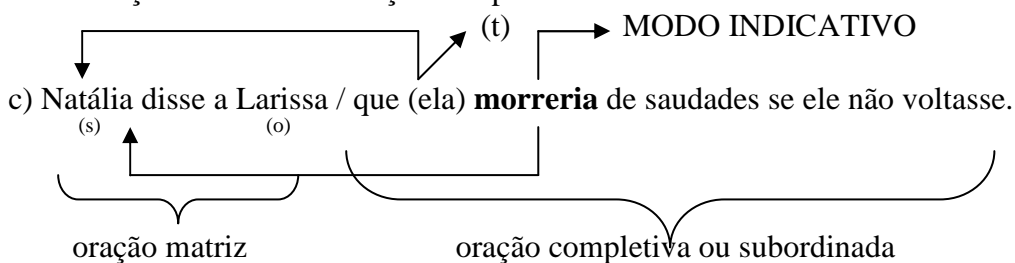


\* A semântica do verbo “morrer”, nesse caso, só permite a correferência com uma pessoa extradiscursiva.

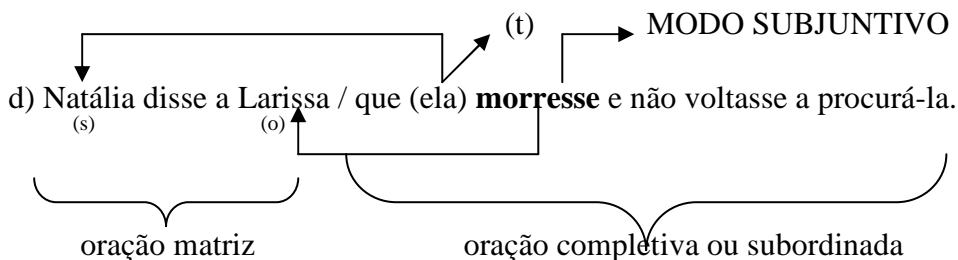
b) Natália disse a Larissa / que (ela) **morria** de pena da irmã.



c) Natália disse a Larissa / que (ela) **morreria** de saudades se ele não voltasse.



d) Natália disse a Larissa / que (ela) **morresse** e não voltasse a procurá-la.

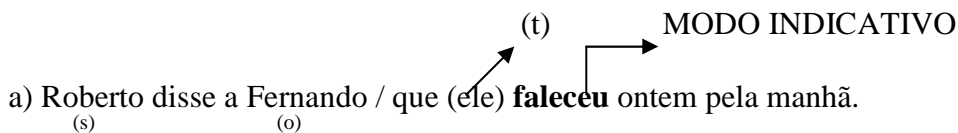


\* A semântica do verbo “morrer” permite várias possibilidades de correferência.

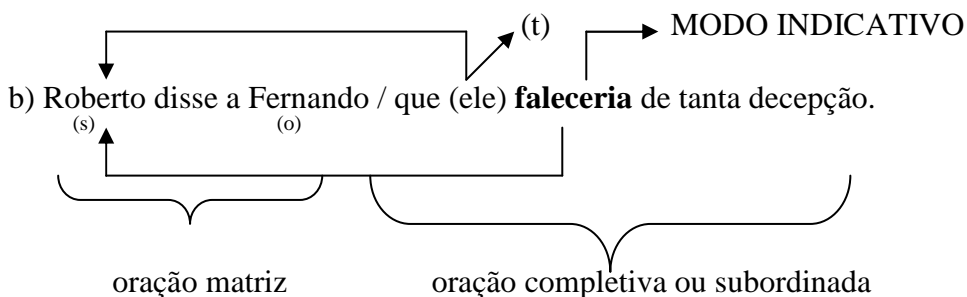
## 20. Falecer

Ex.:

a) Roberto disse a Fernando / que (ele) **faleceu** ontem pela manhã.

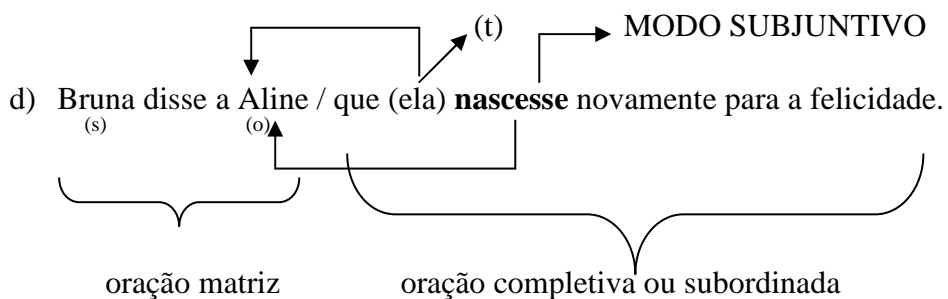
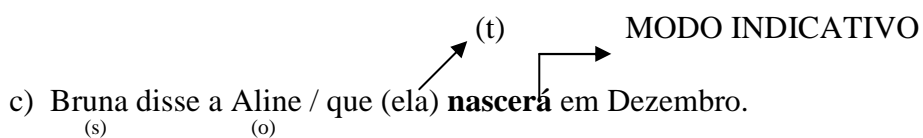
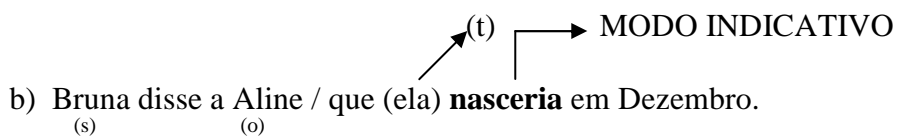
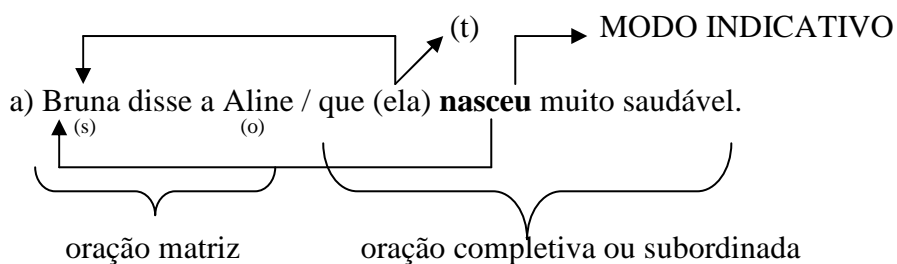


b) Roberto disse a Fernando / que (ele) **faleceria** de tanta decepção.



## 21. Nascer

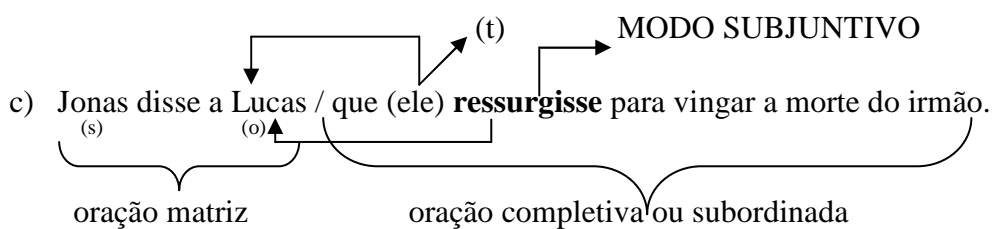
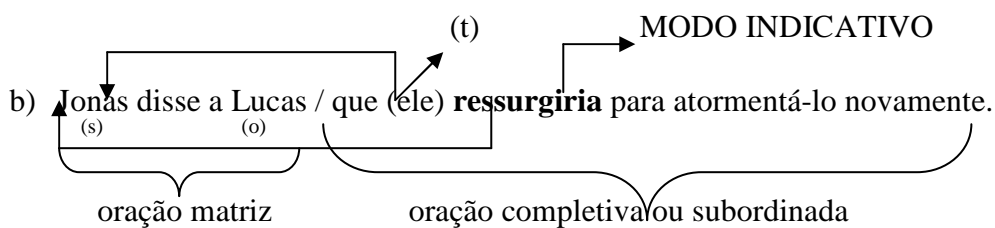
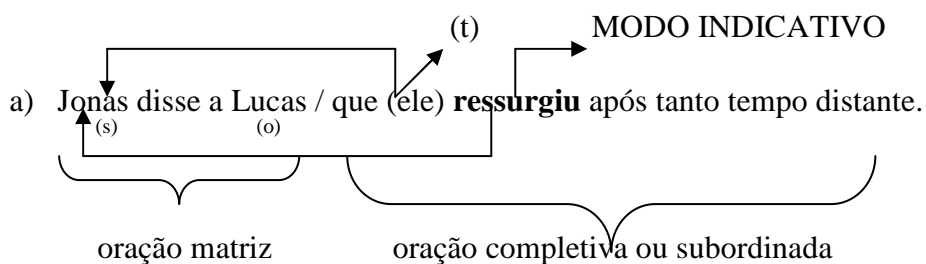
Ex.:



\* A semântica do verbo “nascer” altera as possibilidades de correferência.

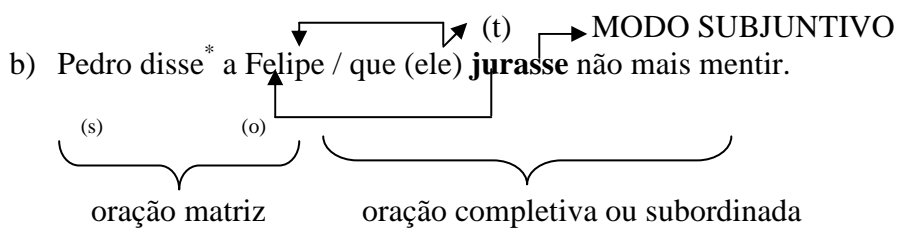
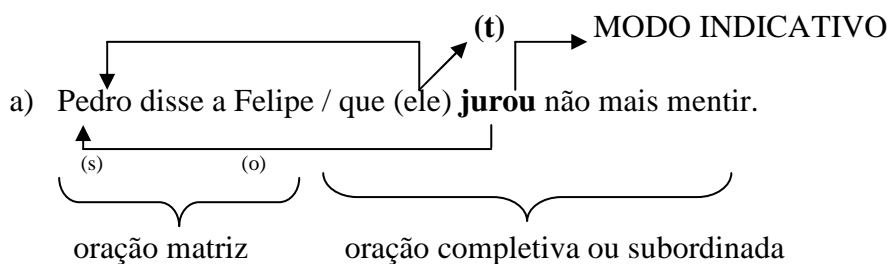
## 22. Ressurgir

Ex.:



## 22. Jurar

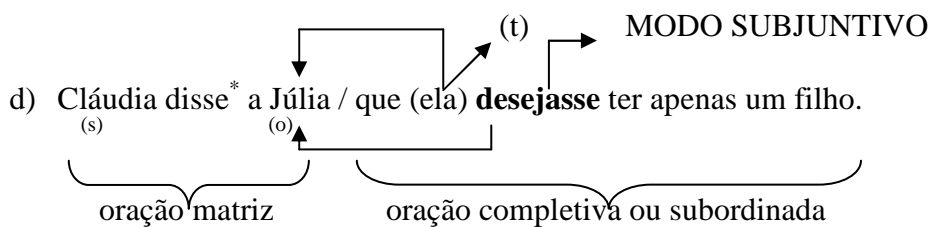
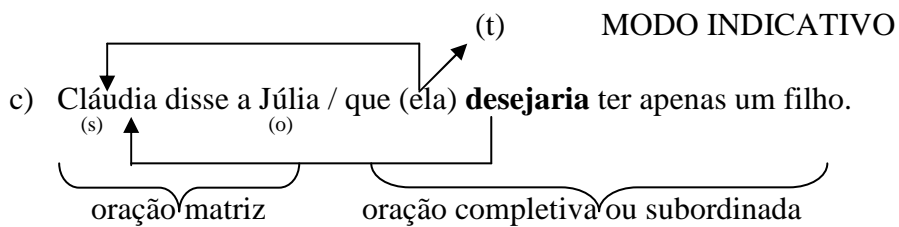
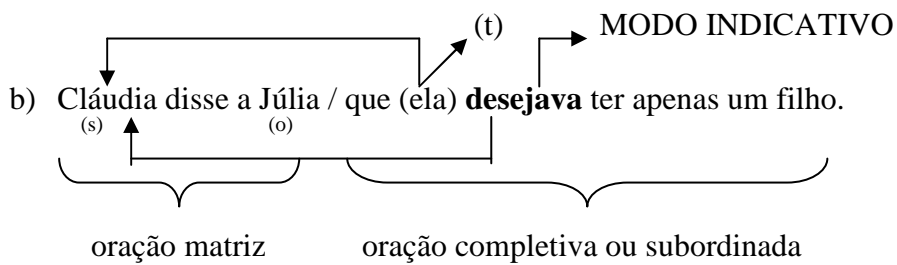
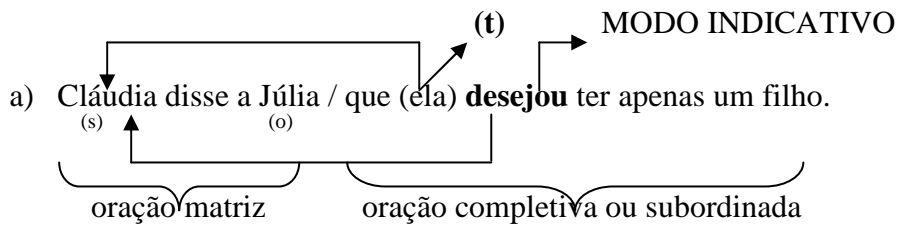
Ex.:



\* Verbo “dizer” no sentido de “ordenar”.

### 23. Desejar

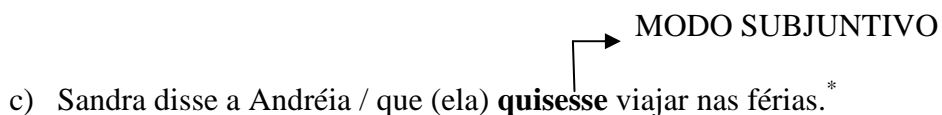
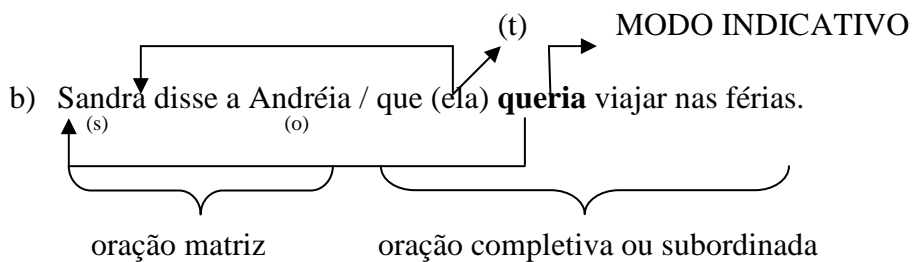
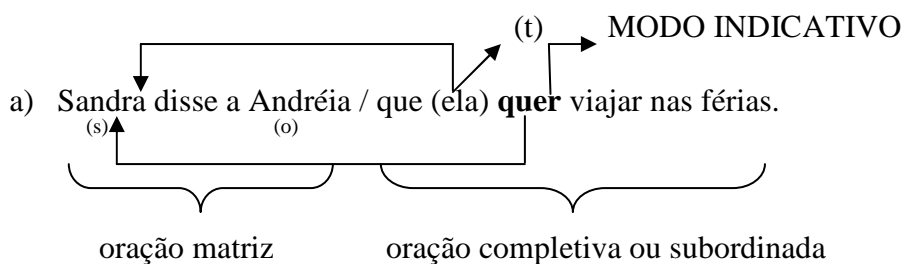
Ex.:



\* Verbo “dizer” no sentido de “aconselhar”.

## 24. Querer

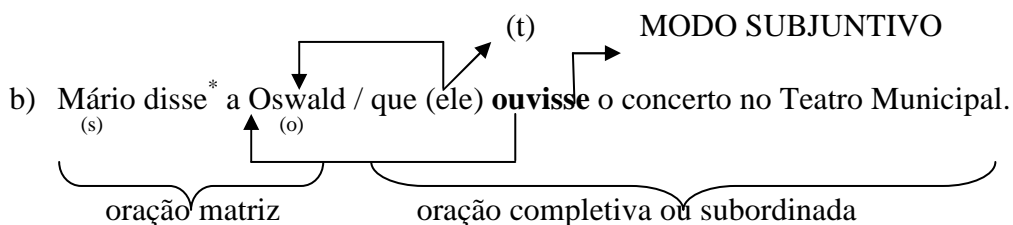
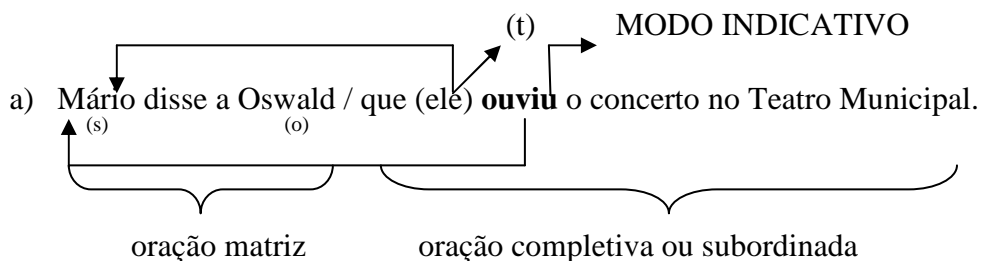
Ex.:



\* Não se admite o modo subjuntivo.

## 25. Ouvir

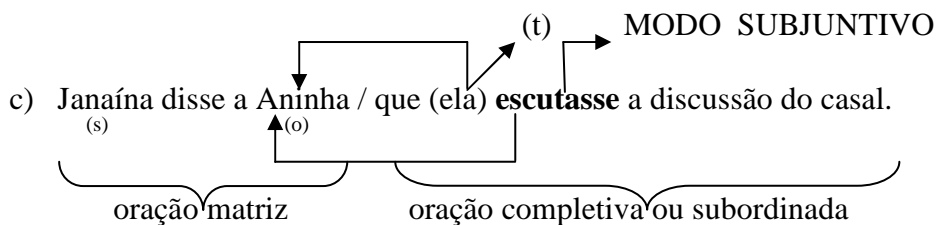
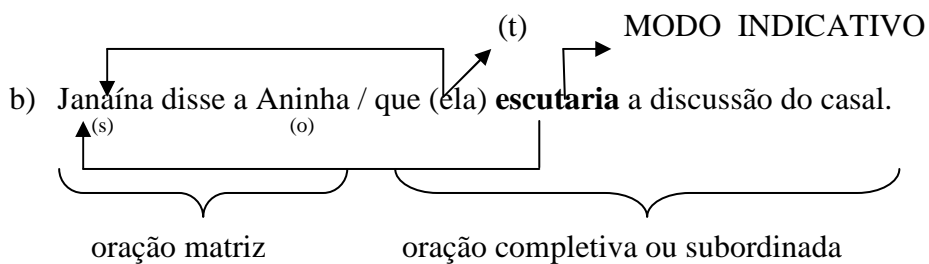
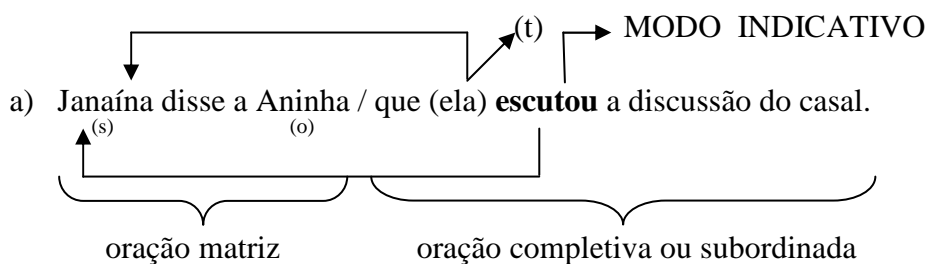
Ex.:



\* Verbo "dizer" no sentido de "aconselhar".

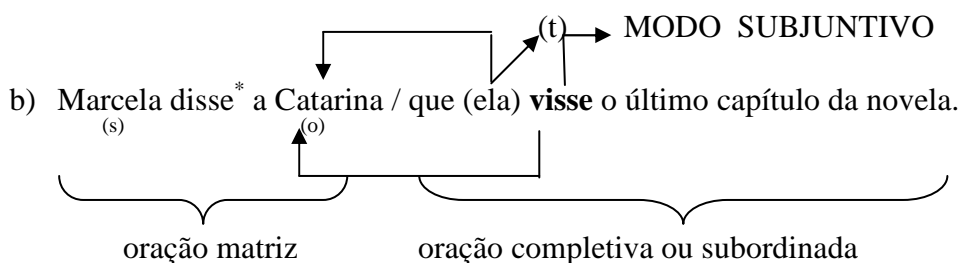
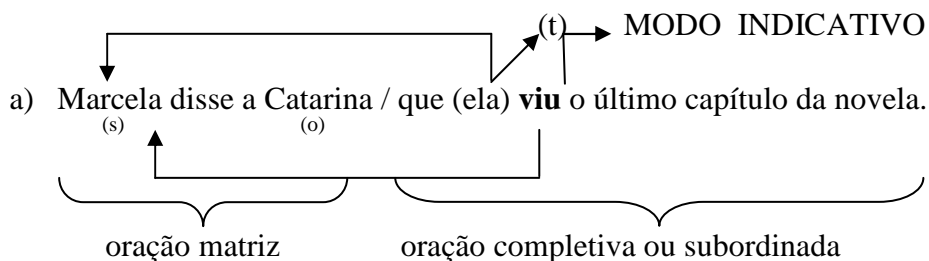
## 26. Escutar

Ex.:



## 27. Ver

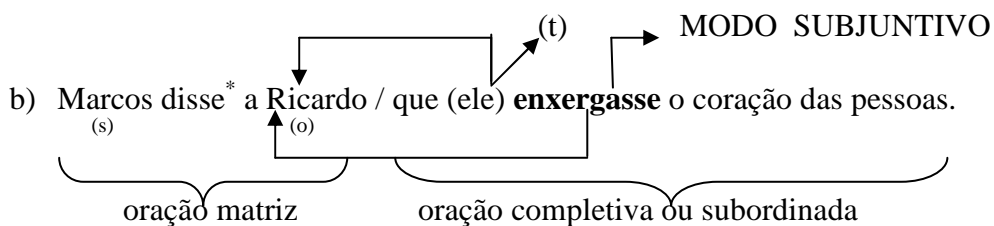
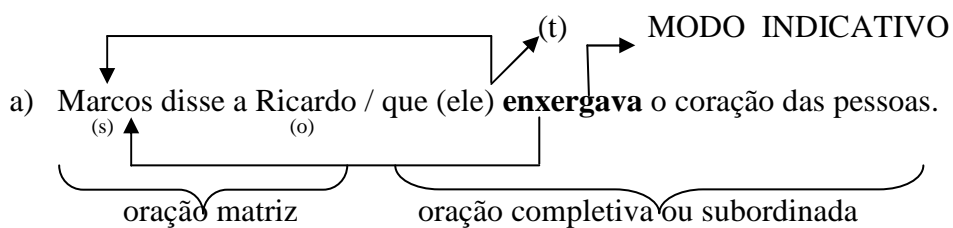
Ex.:



\* Verbo “dizer” no sentido de “ordenar”.

## 28. Enxergar

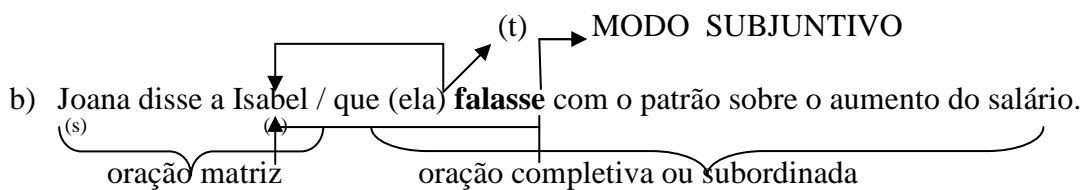
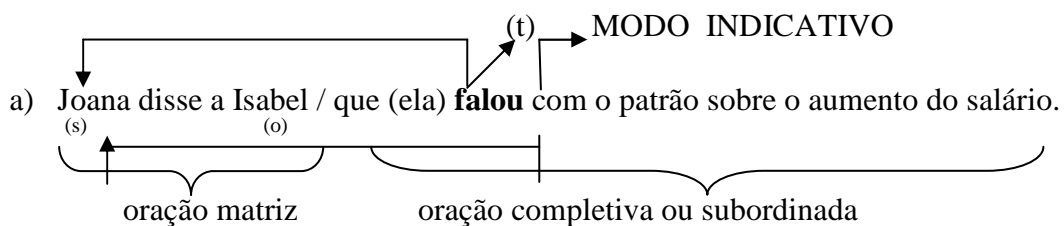
Ex.:



\* Verbo “dizer” no sentido de “aconselhar”.

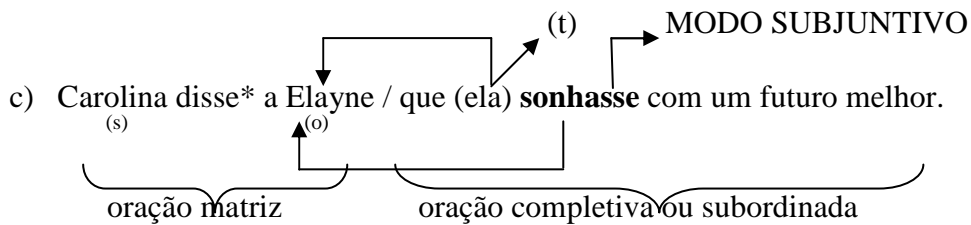
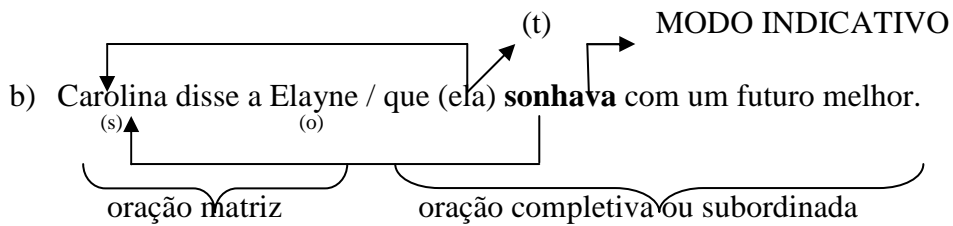
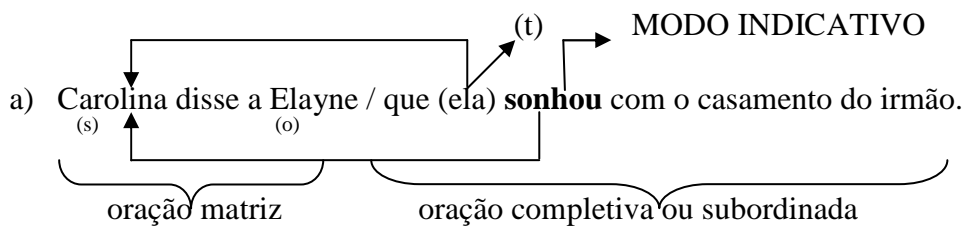
## 29. Falar

Ex.:



### 30. Sonhar

Ex.:



\*Verbo “dizer” no sentido de aconselhar.



# **CIÊNCIAS HUMANAS**

---

# ESPAÇO AGRÁRIO E TRABALHO ASSALARIADO NA ZONA DA MATA PARAIBANA

**Noemi Paes Freire**

Universidade Federal da Paraíba - [noemipaes@bol.com.br](mailto:noemipaes@bol.com.br)  
Bolsista PIBIC –CNPq/ UFPB

**Éricson da Nóbrega Torres**

Universidade Federal da Paraíba - [ent6587@yahoo.com.br](mailto:ent6587@yahoo.com.br)  
Bolsista PIBIC –CNPq/ UFPB

**Emilia de Rodat Fernandes Moreira**

Universidade Federal da Paraíba  
[erodat@hotmail.com](mailto:erodat@hotmail.com)

**Resumo:** Este trabalho aborda a relação entre espaço agrário e trabalho assalariado na Zona da Mata paraibana. Ele parte da discussão sobre espaço e espaço agrário para resgatar a evolução da organização do espaço agrário regional. Centraliza a atenção no trabalho assalariado desde suas origens aos dias atuais. Com base nos dados dos censos agropecuários analisa a evolução do trabalho assalariado rural na Zona da Mata entre 1985 e 1995, sua composição segundo a categoria e o sexo e sua distribuição espacial em 1995. Com base na pesquisa de campo focaliza as atuais condições de vida e trabalho dos trabalhadores assalariados da cana-de-açúcar, busca entender a complementariedade existente entre campesinato e assalariamento através de um estudo de caso realizado num assentamento de reforma agrária, bem como a atuação atual do movimento sindical frente aos desafios impostos pelo sistema de trabalho na cana. Resgata ainda as perspectivas dos canavieiros e de seus representantes sindicais com relação à recente retomada da atividade sucroalcooleira no rastro do aumento do preço do açúcar e das perspectivas de produção do etanol, bem como a percepção dos assalariados da cana de áreas de assentamento sobre a importância da atividade para a reprodução desse tipo de campesinato.

*Palavras chave:* espaço agrário; trabalho assalariado; campesinato; sindicalismo rural; atividade canavieira.

## 1. Introdução

Este trabalho é um dos produtos de uma pesquisa mais ampla, desenvolvida com o apoio do CNPq<sup>4</sup>, que tem por objetivo analisar as mudanças levadas a efeito na organização da produção e do trabalho na agropecuária paraibana, durante as duas últimas décadas do século XX, e na virada do século XXI. Ele focaliza especificamente, um dos aspectos estudados pela mencionada pesquisa: a dinâmica do espaço agrário e o trabalho assalariado na Zona da Mata Paraibana.

Sabe-se que, desde o período colonial até meados do século XX, predominaram, no espaço agrário paraibano, relações de trabalho diferentes das tipicamente capitalistas tais como o sistema de moradia, a parceria, o arrendamento e o sistema de posse da terra. Apesar disso, desde a implantação dos engenhos já era possível identificar formas de trabalho que não se enquadravam nessas categorias, ou seja, trabalhadores que dependiam de um salário mesmo pequeno para viver. Ao longo do tempo, as mudanças na dinâmica e na organização do espaço agrário, ensejaram profundas transformações nas relações de trabalho no campo, representadas tanto por alterações nas

---

<sup>4</sup> A pesquisa “Espaço agrário paraibano: transformações na organização da produção e do trabalho” foi desenvolvida pela professora Emilia Moreira com o apoio do CNPq através de bolsa de produtividade em pesquisa.

relações tradicionais como pela expansão do trabalho assalariado em detrimento das mesmas, e ainda pelo surgimento do camponês assentado.

A intensificação do processo de assalariamento rural, porém, só se concretizará de forma mais significativa, na segunda metade do século XX<sup>5</sup>, particularmente a partir de 1970, no bojo do processo de modernização tecnológica da agricultura brasileira, conhecido como “industrialização da agricultura” ou “penetração do capital no campo” (SILVA, 1985). Embora este processo, na Paraíba, tenha sido mais modesto do que o verificado no Centro-Sul do país, concentrando-se marcadamente em duas atividades, a cana e a pecuária, ele foi responsável pela expropriação maciça de produtores diretos, fossem eles moradores, parceiros, arrendatários ou posseiros e pelo crescimento do trabalho assalariado.

Neste trabalho, buscamos, inicialmente, recuperar a discussão teórico-conceitual sobre espaço e, à luz dessa discussão, resgatamos o processo de formação do espaço agrário brasileiro. Num segundo momento, voltamos o olhar para a produção do espaço agrário da região objeto de estudo, a Zona da Mata Paraibana, procurando entender em linhas gerais, as mudanças nele levadas a efeito desde o período colonial até o início dos anos 80 do século XX, tentando situar o desenvolvimento do trabalho assalariado rural no contexto da produção desse espaço. A partir dessa contextualização, procuramos, através da perspectiva analítica-descritiva, expor as características assumidas pelo trabalho assalariado rural na Zona da Mata Paraibana em 1995 e, através da análise-comparativa, estudar sua dinâmica entre 1985/95. Finalmente, para entender a realidade da organização do espaço agrário regional pelo viés do trabalho assalariado na atualidade, voltamos nossa atenção para a compreensão das condições de vida e trabalho da mais importante categoria de assalariados da região, os assalariados da cana e tentamos entender a complementaridade identificada entre essa forma de trabalho e a condição camponesa e as perspectivas dos canavieiros e do movimento sindical em relação ao recente incentivo do governo e aos interesses internacionais dirigidos para a produção do etanol.

### **1.1. Sobre o conceito de espaço**

Segundo Milton Santos o espaço que interessa aos geógrafos é o espaço humano, o espaço social ou geográfico, isto é, “a natureza modificada pelo homem através do seu trabalho” (1996: p. 119). Ele afirma também que o espaço deve ser considerado,

como um conjunto de relações realizadas através de funções e de formas, que se apresentam como testemunho de uma história escrita por processos do passado e do presente. Isto é, o espaço se define como um conjunto de formas representativas de relações sociais que estão acontecendo diante dos nossos olhos e que se manifestam através de processos e funções. O espaço é então um verdadeiro campo de forças cuja aceleração é desigual (SANTOS, 1996: p. 122).

Com isso ele justifica porque a evolução espacial não se faz de forma idêntica em todos os lugares, pois para ele as formas variam de acordo com a dinâmica social, utilizando-se neste caso, de forma grosseira, de uma comparação com a noção de relatividade introduzida por Einstein.

Tecendo considerações sobre os escritos de Engels, no final do século XIX, Santos observa que ele já considerava o espaço como elemento de formação da sociedade ao incluir ao conceito de relações econômicas a base geográfica sobre a qual estas se desenvolvem e também os vestígios dos

---

<sup>5</sup> Não se quer dizer com isso que essa forma de trabalho não estivesse presente no espaço agrário paraibano. Atividades como a sisaleira, desenvolvida no Agreste entre 1940 e 1970, a abacaxizeira e a canavieira desenvolvidas na Zona da Mata, bem antes de 1970, já utilizavam a forma assalariada de trabalho. Todavia, é só a partir da segunda metade dos anos 60 do século XX, com o modelo de desenvolvimento agrícola implantado pelos militares, pautado numa modernização técnica da produção, que essa forma de trabalho irá se expandir no estado da Paraíba e intensificar-se em todas as suas unidades espaciais, concentrando-se, porém, naquelas mais fortemente submetidas ao novo padrão de modernização como a atividade canavieira e a pecuária.

estágios anteriores de desenvolvimento que foram transmitidos ao espaço. Engels demonstrava ter consciência da ação de subordinação das relações econômicas ao espaço e vice e versa, citando inclusive os vestígios de um momento anterior, à semelhança do que Santos define como rugosidades.

Para Santos o espaço não é jamais um produto terminado, nem fixado, porém as formas espaciais são resistentes à mudança social e servem como testemunho do passado – que está fixado no presente; e do futuro – pelo fato da finalidade já atribuída às coisas construídas desde o momento em que ocupam um lugar em um ponto qualquer da superfície da Terra.

Em “A Natureza do Espaço” o autor segue uma seqüência na discussão apontando três propostas de definições de espaço geográfico. Num primeiro momento ele define espaço como sendo “um conjunto de fixos e fluxos”. Os elementos fixos, fixados em cada lugar, permitem ações que modificam o próprio lugar, fluxos novos ou renovados que recriam as condições ambientais e as condições sociais, e redefinem cada lugar. Os fluxos são um resultado direto ou indireto das ações e atravessam ou se instalam nos fixos, modificando a sua significação e o seu valor, ao mesmo tempo em que, também, se modificam (SANTOS, 1982, p.53; SANTOS, 1988, p.75-85 *apud* SANTOS, 1997b: p. 50). Para ele a interação dos fixos e fluxos expressaria a realidade geográfica, mas hoje os fixos são cada vez mais artificiais e mais fixados ao solo e os fluxos por sua vez cada vez mais diversos, amplos, numerosos e rápidos.

A outra possibilidade citada é a de compreender o espaço como a *configuração territorial* – que seria formada pelos sistemas naturais e os acréscimos que os homens superimpuseram sobre eles; e as *relações sociais* – que seria, para ele, a vida que anima o espaço. A princípio, a configuração territorial é entendida simplesmente como o conjunto dos complexos naturais, como uma natureza primeira, que ainda não tenha sofrido as transformações causadas pelo trabalho humano. Mas a partir das relações sociais o homem cria uma configuração territorial que é resultado de uma produção histórica. A configuração territorial, em sua concepção, tem uma existência material própria, porém a sua existência real lhe é dada a partir das relações sociais.

Outra abordagem do espaço realizada por Milton Santos é aquela em que o espaço é formado por um conjunto indissociável de sistemas de objetos e sistemas de ações que interagem. De um lado os sistemas de objetos condicionam as formas como se dão as ações e, de outro lado, o sistema de ações leva a criação de objetos novos ou se realiza sobre objetos pré-existentes sendo assim que o espaço encontra sua dinâmica e se transforma.

Santos coloca que toda criação de objetos responde a condições sociais e técnicas presentes num dado momento histórico e que sua reprodução também obedece às condições sociais, além disso, poucos objetos são oferecidos sós e tão pouco funcionam isoladamente.

O autor apóia-se em Sauer (1925) quando ele ressalta que hoje em dia a correlação entre os objetos é cada vez mais nítida e acrescenta que ela não deve ser vista pelo geógrafo senão como um sistema. Um sistema seria a disposição de partes de um todo coordenadas entre si, que funcionam como uma estrutura organizada.

Com relação aos objetos de interesse da geografia, o autor acrescenta que é importante entender que eles podem ser móveis, mas também imóveis, como uma cidade, um porto, uma floresta, e que esses objetos são tanto do domínio tanto da Geografia Física como do domínio da Geografia Humana e durante os processos de produção e transformação destes objetos as Geografias Física e Humana se encontram.

Sobre o tratamento dado pelos geógrafos ao seu objeto, Santos chama a atenção para a importância de se buscar as categorias analíticas que permitam rever o todo como realidade e como processo, situação e movimento, formulando conceitos que permitam dar conta do todo e das partes que interagem neste conjunto indissociável de sistemas de objetos e sistemas de ações que compõe o espaço geográfico, numa tentativa de se reconhecer a significação e valor geográfico que os geógrafos desempenham no processo social.

Os objetos não agem por si só, mas podem nascer destinados a certo tipo de ação, e ela acaba por defini-lo, dando-lhe um sentido, atuando sobre eles como um processo e com um propósito, onde o homem, ao criar ou transformar alguma coisa ele transforma a si mesmo concomitantemente, e essa noção é uma das idéias de base de Marx e Engels quando eles colocam

que através do trabalho o homem exerce ação sobre o meio mudando a si mesmo ao mesmo tempo que modifica a natureza externa.

A partir desta noção de espaço, para Santos, é possível reconhecer as categorias analíticas internas da geografia que ajudarão a compreender esses sistemas através de um processo de desmembramento, mas onde o todo não pode ser perdido de vista, para que se possa, posteriormente, realizar uma análise integrada que será a compreensão das interações dos sistemas que fazem parte da sociedade total, fazendo com que o trabalho geográfico não tenha um caráter somente descritivo, gerando peças isoladas, mas também explicativo criando a necessidade da existência prévia de um sistema que possibilitará a compreensão, tendo em vista que as partes estão coordenadas entre si e funcionam como uma estrutura organizada.

Em suma, entendendo o espaço como um conjunto indissociável de sistemas de objetos e sistemas de ações Santos afirma ser possível reconhecer suas categorias analíticas internas e externas. As categorias analíticas internas seriam a paisagem, a configuração territorial do trabalho, o espaço produzido ou espaço produtivo, as rugosidades, as formas conteúdo. Estas podem ser vistas através de recortes espaciais tais como: a região, o lugar, redes e escalas, tecnoesfera, psicoesfera, cotidiano, ordem mundial e local. O grupo dos processos básicos de transformação e organização do espaço, originariamente externos ao espaço reconhecidos a partir do estudo dinâmico das categorias constituem a técnica, a ação, os objetos, a norma e os eventos, a universalidade e a particularidade, a totalidade e a totalização, a temporalidade e a temporalização e idealização e a objetivação, os símbolos e a ideologia (SANTOS, 1997b). O estudo das categorias internas deve ser feito de forma sistêmica e com base numa reflexão sobre a essência do espaço e não resumir-se apenas à descrição

Ruy Moreira (1980), ao abordar a questão espacial, procura estabelecer a relação entre espaço e classes sociais. Para ele, “são as relações de classes que orientam a dialética do espaço do lugar” e é exatamente esse o porquê da fusão sociedade-espaço em uma mesma totalidade social. Desse modo, o espaço se organiza de acordo com a estrutura de classes e estampa, em sua morfologia e organização, o seu caráter de classe.

Na concepção de Ruy Moreira, as classes sociais surgem na natureza das relações de produção, e para ele as relações de produção são um dos fatores determinantes da sociedade e do espaço. Portanto, para que possamos compreender de que forma o espaço se organiza, é de fundamental importância saber quais as classes sociais presentes em cada modo de produção e quais as transformações que ocorreram nas relações estabelecidas entre as classes ao longo da construção do espaço.

São esses pressupostos teórico-conceituais que dão suporte à nossa compreensão de espaço e de espaço agrário, enquanto um dos seus segmentos, e que constituem a base a partir da qual desenvolvemos o estudo aqui apresentado. No estudo objetivo da produção do espaço agrário brasileiro e da Zona da Mata Paraibana, apoiamos-nos em autores que têm demonstrado, através de suas obras, o compromisso com o desvendamento da realidade através de uma análise crítica/dialética a exemplo de Ruy Moreira, Manoel Correia de Andrade, Lígia Sigaud, Emilia Moreira e Ivan Targino, entre outros. No plano dos procedimentos e técnicas de pesquisa o estudo baseou-se em informações estatísticas, fornecidas pelo IBGE através dos censos agropecuários de 1985 e 1995-96, na bibliografia consultada e no trabalho de campo.

### **3. A produção do espaço agrário brasileiro**

O espaço agrário brasileiro desde o princípio da colonização vem se desenvolvendo dentro de um campo de forças desiguais, de uma sociedade de classes. Ruy Moreira (1980), afirma que a lógica da formação do espaço agrário brasileiro foi regida inicialmente pelo modo de produção escravista-mercantil marcado, segundo ele, pela existência de três classes sociais fundamentais antagônicas: a dos senhores de engenho, detentores da terra, de prestígio e de poder; a dos lavradores de partido que possuíam escravos, mas não possuíam engenho e; a dos escravos. Essas classes possibilitaram o surgimento de três formações econômico-sociais distintas as quais deram origem a três formações sócio-espaciais. Cada classe social caracteriza um espaço particular, e as

relações entre as áreas nada mais são que relações entre classes sociais, relações de dominação, contradições e lutas de classes.

Moreira (1980), afirma que as relações sociais escravistas constituem a base da formação econômico-social brasileira até o último quartel do século XIX. O espaço agrícola era dominante e a sua organização tinha fins declaradamente mercantis. O espaço era organizado de forma fragmentada segundo as relações de classes. Era dividido em monocultura de cana e policultura de subsistência.

O espaço da monocultura canavieira dividia-se em grandes propriedades de lavradores de partido e de senhores de engenho, que geralmente ocupavam as áreas mais privilegiadas e férteis, à beira rio e próximo ao litoral, o que facilitava, entre outras coisas, o escoamento da produção, uso das águas, recebimento de cana e lenha. Ao redor dos engenhos localizavam-se os canaviais do proprietário do engenho, e a dos trabalhadores de partido mais além. Restava à policultura de subsistência independente ocupar as periferias, em forma de pontos dispersos ao redor dos canaviais.

A policultura produzida pelos escravos nos domingos e feriados, localizava-se em lugares afastados do engenho. Essa produção tinha como base a mandioca e era na maioria das vezes insuficiente para garantir a reprodução da força-de-trabalho escrava. Muitas vezes, a produção policultora escravista era complementada pela produção de lavradores agregados, geralmente mestiços, que dividiam a sua produção com o grande proprietário. Para Moreira (1980), o final do século XIX marca o fim da formação econômico-social escravista-mercantil acompanhando, no plano mundial, a consolidação do modo de produção capitalista que segue em sua fase imperialista. O autor ressalta que as mudanças nas relações de produção partem da quebra da autarquia da grande lavoura e da transformação do escravo em um “quase campesinato”.

Os senhores interessavam-se em manter o monopólio da terra, mas, ao mesmo tempo, desejavam a elevação da produtividade do espaço rural. Para que isso ocorresse, eles precisariam dar acesso a terra à população recém-liberta, porém isto não implicava em ela ter a propriedade real da terra. Como afirma Moreira “o campesinato ganha a posse da terra e não sua propriedade real” (1980: p.41). Além disso, desta forma, os grandes proprietários retêm o máximo de reserva de força-de-trabalho no âmbito do domínio da “grande lavoura”, além de deixar sob a responsabilidade dos camponeses a sua própria reprodução.

É assim que surgem, no lugar dos escravos, múltiplas formas de campesinato: posseiros, parceiros, moradores de condição, arrendatários, intermediários e colonos. Surgem também os primeiros proletários rurais.

Segundo Ruy Moreira, nas porções do espaço agrário onde a penetração das relações capitalistas de produção completa-se, significa dizer que houve a eliminação das lavouras de subsistência e dos sistemas de parceria em geral. Para ele, dentro do capitalismo não há espaço para formas de campesinato, pois este modo de produção causaria a expropriação dos trabalhadores dos seus meios de produção, obrigando-os a ter que vender sua força-de-trabalho para adquirir os meios de subsistência necessários à sua reprodução, tornando-se clientes do mercado urbano, aonde irão comprá-los. Essa percepção de Ruy Moreira enquadra-se numa leitura unilinear das proposições de Marx, no quadro da discussão sobre o lugar do campesinato no processo de desenvolvimento capitalista na agricultura. Segundo esta leitura, o campesinato tenderia a desaparecer como uma etapa do chamado processo de acumulação primitiva. Embora essa visão tenha sido adotada por Lênin, particularmente na sua obra “Desenvolvimento do Capitalismo na Rússia”, ao defender a tese da “desagregação do campesinato”, ele posteriormente abre uma primeira e importante revisão desta concepção quando apresenta as duas vias possíveis de desenvolvimento do capitalismo na agricultura: a via prussiana e a via americana (TEPICHT, 1973 ).

Kautsky, no seu livro “A questão agrária” (1986), embora desenvolva a concepção de Marx sobre a agricultura parcelária, também introduz alguns elementos que contribuem para a discussão sobre a permanência da produção familiar: a constituição de cooperativas e a ação do Estado, através de políticas que favoreçam os pequenos produtores.

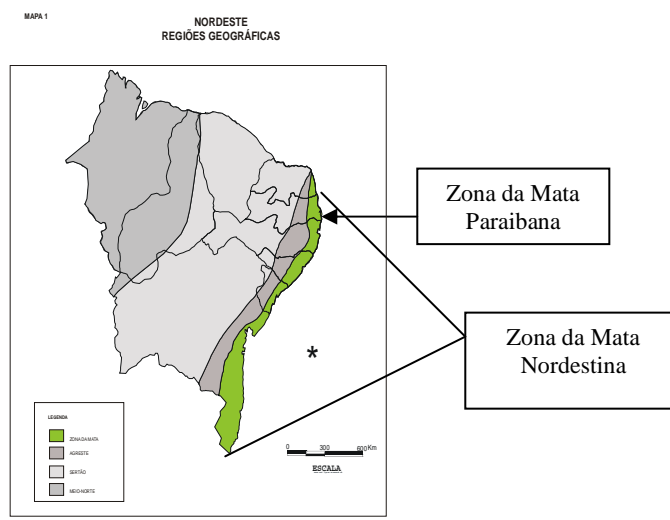
Com a publicação dos Grundrisse (MARX, 1977), o debate ganha novos contornos.

A extinção da pequena produção já não aparece como uma tendência inexorável do desenvolvimento capitalista na agricultura, pois o capital pode criar e recriar relações sociais de produção não capitalistas, contanto que favoreçam o processo de acumulação. Como contraponto a essa posição, são importantes as contribuições de Chayanov ao precisar que a pequena produção tem condições de se manter mesmo em uma economia de mercado, uma vez que ela está organizada com base na lógica da reprodução da unidade camponesa que é, ao mesmo tempo, unidade de consumo e de produção (MOREIRA e TARGINO, 2007: cd-rom).

O resgate do processo histórico de formação do espaço agrário da Zona da Mata paraibana reproduz em grande escala a lógica do processo analisado por Ruy Moreira no estudo da formação do espaço agrário brasileiro e confirma a assertiva apresentada por Milton Santos de que o espaço é um produto social em constante movimento, portanto não é jamais um produto terminado, nem fixado. O trabalho de campo por sua vez reforça a compreensão de que nem sempre o capital se desenvolve destruindo o campesinato. Esses aspectos serão melhor abordados no próximo item.

#### 4. A produção do espaço agrário da Zona da Mata paraibana

Zona da Mata é uma expressão utilizada para designar a faixa de terras úmidas que se estende ao longo do litoral do Nordeste Oriental (v. mapa 1) e que coincide, historicamente, com a principal área produtora de cana e cacau da região (ANDRADE, 1986). Na Paraíba, a Zona da Mata coincide com os limites da Microrregião da Mata Paraibana (mapa 1), abrange 5.327,0 km<sup>2</sup>, que correspondem a 9,4% do território estadual e estende-se da borda litorânea do Estado em direção ao interior abrangendo 30 municípios. Primeiro espaço a ser ocupado pelo colonizador, a Zona da Mata Paraibana individualiza-se no conjunto do território estadual tanto pelas particularidades do meio natural, quanto pelo processo histórico de transformação da natureza natural em natureza humanizada.



Foi na Zona da Mata Paraibana que teve início a conquista do atual território estadual. A apropriação das terras pelo colonizador esteve, desde o princípio, atrelada à atividade canieira a qual sofreu modificações significativas, dependendo ora de condicionantes externos, ora das mudanças nas relações técnicas e sociais de produção (MOREIRA e TARGINO, 1997).

De fato, as modificações nas relações técnicas e sociais de produção observadas desde o início da colonização que culminaram com a substituição da escravidão pelo sistema de moradia refletiram-se na organização do espaço regional engendrando novas paisagens e novas dinâmicas. No final do século XIX e início do século XX, o surgimento da usina de açúcar foi responsável por mudanças significativas nas relações de trabalho tradicionais principalmente por promover o avanço do trabalho assalariado. Isto sem falar na intensificação da concentração fundiária por ela promovida uma vez que uma única usina apropriava-se regra geral das terras de vários engenhos.

O surgimento da usina não embutiu o surgimento de uma nova classe dominante. Ela constituiu apenas um reflexo da modernização dos meios de produção, uma vez que é a classe dominante inicial que permanece no poder, se reafirma e se fortalece. Esse fortalecimento se dá através do que Moreira e Targino (1997) denominam de “concentração de poder”: o senhor de engenho “beneficiado” com os incentivos do Estado para a implantação da usina transforma-se numa nova figura “a do usineiro” que acaba por concentrar o poder não só ao anexar terras de engenhos como por transformar os senhores-de-engenho em meros fornecedores de cana para a usina destituindo-os da força política que antes eles aglutinavam<sup>6</sup>.

O advento da usina de açúcar representou: a) a intensificação da concentração da propriedade da terra e da produção, e conseqüentemente do poder político, econômico e social nas mãos de poucos; b) mudanças significativas nas relações de trabalho – com a instalação das usinas de açúcar, a cana se expande e invade as terras dos moradores, ocasionando a sua expulsão e por rebatimento a retração dessa forma tradicional de trabalho; c) a expansão do trabalho assalariado e do emprego sazonal (ANDRADE, 1986; 1989; MOREIRA e TARGINO, 1997).

Uma vez expulsos, os moradores vão para as cidades e são em parte convertidos em trabalhadores assalariados nos próprios canaviais. Segundo Lygia Sigaud, (...) os trabalhadores ao abandonarem os Engenhos vão se instalar nas periferias das cidades, em locais de difícil acesso, sujeitos a inundações e desabamentos constantes. Privados agora das terras dos Engenhos, vão ter que vender sua força de trabalho todo dia no mercado (SIGAUD, 1979, p.87). Esse processo vai se intensificar a partir da segunda metade dos anos 70 do século XX, com a modernização do parque agroindustrial canavieiro e a expansão conseqüente da cana através do Programa Nacional do Alcool (PROALCOOL). Observa-se a partir da implantação desse Programa o aumento da área cultivada e da quantidade produzida com cana, a intensificação da mecanização e da quimificação da atividade (ampliação nunca vista do uso de fertilizantes químicos, pesticidas, fungicidas, etc.), com sérios reflexos sobre a organização da produção e do trabalho. Verifica-se também a modernização do parque industrial através da implantação de 4 destilarias anexas às antigas usinas e de 7 destilarias autônomas (MOREIRA, TORRES e MARQUES, 2005).

O Proalcool, ao promover a modernização da atividade sucro-alcooleira na Paraíba, dentro da perspectiva de uma modernização agrícola conservadora, propiciou a reconcentração da propriedade da terra e promoveu uma expulsão maciça dos trabalhadores moradores que haviam sobrevivido ao sistema usina. A partir de então, cresce significativamente a mão-de-obra assalariada no campo da Zona da Mata Paraibana. A revolução-verde, apoiada em mudanças tecnológicas no processo produtivo, substituiu grande número de trabalhadores, sobretudo na limpeza da cana, no combate a pragas e doenças e no preparo do solo, por máquinas e outros equipamentos. Assim ao se subordinar ao modelo capitalista de produção, à montante e à jusante do processo produtivo, o setor canavieiro vai cada vez mais necessitar de um trabalhador “livre”, isto é desligado da terra e que tenha de seu, unicamente a força-de-trabalho para vender no mercado.

Entre 1970 e 1980, o número de trabalhadores assalariados temporários na região canavieira da Paraíba aumentou em 18,5% (MOREIRA e TARGINO, 1997). Esse crescimento do trabalho assalariado foi acompanhado pela precarização das condições de trabalho e de vida dos canavieiros. Isto sem falar do empobrecimento dos trabalhadores que passaram a viver nas periferias das cidades com trabalho garantido apenas na época de safra da cana. Em suma, fica claro que a evolução das relações de trabalho na Zona da Mata paraibana, assim como em todo o estado, sempre esteve ligada à forma como se organiza o espaço agrário, passando da mão-de-obra escrava para o sistema de morador e deste para o trabalho assalariado. Ou seja, a cada movimento vivenciado pela forma de produção dominante, observam-se mudanças profundas na organização do espaço com reflexos nas relações de trabalho.

---

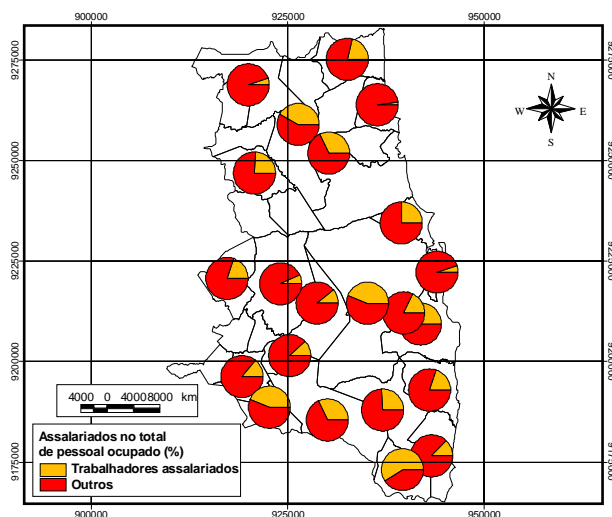
<sup>6</sup> Ao discutir o conceito de território e buscar construir o conceito de Território de Esperança, Moreira (2007), faz menção a essa disputa pelo controle do território dentro dos próprios grupos oligárquico regionais.



## 5. O trabalho assalariado na Zona da Mata paraibana

Na Zona da Mata paraibana existiam, em 1995, 56.155 pessoas ocupadas na agropecuária. Deste total, 23,6% eram empregados assalariados. Essa participação percentual dos assalariados na força-de-trabalho rural não era homogênea, em alguns municípios ela era mais significativa (Santa Rita, Caaporã, Mamanguape e Juripiranga) e em outros, menos expressiva (Baía da Traição, Cabedelo e Jacaraú) (v. mapa 2).

**Mapa 2- ZONA DA MATA PARAIBANA - PARTICIPAÇÃO DO TRABALHO ASSALARIADO NO TOTAL DO PESSOAL OCUPADO NA AGRICULTURA**



Fonte: IBGE, Censo Agropecuário 1995-96

O maior número de assalariados na agricultura era encontrado principalmente nos municípios de Pedras de Fogo e Mamanguape seguidos dos municípios de Caaporã, Alhandra, Juripiranga, Pilar, Santa Rita, Sapé, Rio Tinto e Itapororoca.

Os empregados assalariados permanentes totalizavam 8.703 pessoas o que correspondia a 66% do total dos assalariados. Os empregados assalariados temporários totalizavam 4.562 pessoas o que equivalia a 34% do total dos assalariados. Os assalariados permanentes representavam 15% do pessoal ocupado na região e os assalariados temporários 8%. Os trabalhadores assalariados permanentes eram mais significativos nos municípios de Mataraca, Lucena, Bayeux, Conde e Caaporã. A forte presença dos assalariados permanentes nesses municípios bem como na maioria dos municípios da região, pode refletir um problema do censo que leva em consideração apenas a população residente. Como este é feito em plena safra da cana, muitos trabalhadores temporários fora de seus domicílios podem ter sido deixados de lado. Isto sem falar que em 1995, a região vivenciava o ápice da crise do Proalcool e que a contratação da mão-de-obra temporária estava circunscrita a apenas quatro meses no ano.

Os municípios com forte presença de trabalhadores assalariados são: Jacaraú, Baía da Traição, Rio Tinto, Mamanguape e Itapororoca, no litoral norte, área de influência das usinas de Monte Alegre e Miriri; Juripiranga, São Miguel de Taipu, Pilar, Pedras de Fogo e Pitimbu, no litoral sul, área de influência das destilarias Giasa e Tabu. Além desses dois grupos de municípios, distingue-se um terceiro com uma participação um pouco menor, mas ainda significativa: Mari, Sapé, Cruz do Espírito Santo e Santa Rita. A predominância de trabalhadores assalariados temporários no município de Cabedelo e de trabalhadores assalariados permanentes no município de Bayeux, deve ser entendida de modo cauteloso uma vez esses municípios são essencialmente urbanos e neles, a atividade agrícola é insignificante, assim, os poucos trabalhadores rurais existentes são assalariados temporários.

Chama-se a atenção para a distribuição do pessoal ocupado segundo o tamanho dos estabelecimentos agrícolas. Neste aspecto, constata-se, que os estabelecimentos com menos de 50 hectares empregavam o maior número de pessoas em 1995, isto é, eram os pequenos

estabelecimentos que absorviam o maior número da mão-de-obra agrícola na região. Porém a mão-de-obra por eles ocupada era essencialmente familiar. Em contrapartida, os maiores estabelecimentos, embora ocupem uma mão-de-obra bem menor, ela é predominantemente assalariada.

Na década de 1985-1995 observou-se uma redução no número de trabalhadores assalariados na atividade primária desenvolvida na Zona da Mata Paraibana. De 29.371 assalariados existentes em 1985, passa-se para 13.265 em 1995, o que representa uma redução de -54,8%. Constatou-se uma grande redução no número de empregados temporários, que passou de 20.258 para 4.562, enquanto os empregados permanentes tiveram uma redução de 4,5%. Essa importante redução do emprego de trabalho assalariado pode ser explicada em grande parte pela crise enfrentada pela principal atividade agrícola empregadora de mão-de-obra assalariada na região, a atividade canavieira<sup>7</sup>. Tal crise exprime-se através da retração da área plantada com cana, da redução da produção de açúcar e álcool, da falência de usinas tradicionais e da redução dos períodos de safra de nove para quatro meses, com reflexos importantes sobre o emprego no período.

A partir de 2000, o aumento do preço do açúcar no mercado internacional tem estimulado a retomada da produção de cana-de-açúcar na região, com reflexos perceptíveis no aumento da área plantada e da quantidade produzida de cana. A nova política energética governamental pautada no desenvolvimento de agro-combustíveis, com destaque para o incentivo à produção do etanol, abre novas perspectivas para o setor canavieiro com reflexos sem dúvida importantes sobre o trabalho assalariado na região canavieira tradicional do estado da Paraíba que é a Zona da Mata. Sem dúvida essas perspectivas têm e terão rebatimentos sobre a organização do espaço agrário e se refletirão na dinâmica do emprego, particularmente nas relações de trabalho assalariadas que sempre deram sustentação à essa atividade. Interessa-nos, portanto entender como tais perspectivas são percebidas pelos trabalhadores e para os trabalhadores, desvendar a realidade do mundo do trabalho canavieiro, suas trajetórias e os significados da vida e do trabalho para os mesmos.

### **3.4. Trabalho e vida dos assalariados da cana: dinâmica atual e perspectivas**

De acordo com a pesquisa de campo realizada constatou-se que na safra de 2007 os trabalhadores contratados pelas usinas da região tiveram suas carteiras assinadas durante o período da safra, o que significa ter um contrato de seis meses. Eles trabalharam em um regime chamado de “5 por 1” onde se trabalha cinco dias seguidos e se folga 1, de modo que o dia de folga varia a cada 5 dias.

Os trabalhadores são arregimentados pelos arregimentadores ou recrutadores, mas o contrato e o pagamento são feitos diretamente na empresa. Os recrutadores recebem um percentual de 8% relativo ao salário do número de pessoas por ele recrutado. O salário do trabalhador possui um valor fixo por produção. Para receber um salário mínimo (R\$ 380,00) ele tem que cortar 2,5 toneladas de cana por dia. Na Usina São João, porém, a meta diária estabelecida pelos empregadores é de 8 toneladas ao dia e na Usina Japungu também situada no município de Santa Rita é de 6 toneladas/dia. Não interessa às usinas trabalhadores que cortem menos cana do que a meta estipulada independente de o limite assegurado ser de 2,5 toneladas. Essa condição foi explicitada pelo fiscal da usina São João durante a assembléia dos canavieiros por nós presenciada.

As usinas da região não estão mais contratando mulheres nem crianças para o corte da cana. A pressão do Ministério do Trabalho e do Movimento Sindical nos anos 90 do século XX, foi fundamental para erradicar o trabalho infantil em terras das usinas. Já a redução e o quase total desaparecimento da mulher no corte da cana estão mais relacionados às exigências de produção que tornam o trabalho muito seletivo, dando preferência aos homens com maior capacidade produtiva.

Os trabalhadores são transportados para o campo em ônibus que vão buscá-los e deixá-los em pontos determinados. Eles recebem uma garrafa térmica de 5 ou 9 litros, para armazenar água, porém o valor da garrafa é descontado do seu salário. O pagamento do salário é feito quinzenalmente de acordo com a produção e o trabalhador recebe um contra-cheque especificando o valor produzido a cada dia.

---

<sup>7</sup> Sobre a crise da atividade canavieira na Zona da Mata paraibana e seus efeitos sobre o emprego rural, leia-se: Moreira et al. 2001.

O valor do preço da cana cortada varia de acordo com o grau de dificuldade no corte a depender do tipo de cana e do terreno. A cada dia, pela manhã, um fiscal informa aos trabalhadores o valor da cana que eles estão cortando. O dia de trabalho começa geralmente às 6:30h e vai até 16:00h com uma pausa para o almoço.

É grande o número de trabalhadores que cortaram cana pela primeira vez na safra de 2007. A previsão só no município de Santa Rita era algo em torno de 2.500 trabalhadores, grande parte dos quais são assentados em Projetos de Assentamento dos municípios da região.

Observamos que o discurso sindical e patronal convergem quanto à produtividade do trabalho esperada do trabalhador. Em ambos os casos defende-se a alta produtividade como algo de interesse comum.

Segundo o presidente do STR de Santa Rita, houve muitas mudanças nas condições de trabalho dos assalariados da cana do município e em relação aos outros estados produtores de cana, é na Paraíba onde estas condições são melhores, principalmente no que tange à quantidade de cana cortada para atingir um salário, que segundo ele é de 2,5 toneladas na Paraíba, de 4 toneladas em Alagoas e de 3,5 toneladas em Pernambuco.

De acordo com o entrevistado, atualmente no município funcionam as Usinas Miriri, Agroval, Japungu e São João. A usina que mais emprega trabalhadores é a Japungu, que planta cana em 7 municípios e faz inclusive plantio de verão utilizando irrigação. Para ele a produção de cana teve um significativo aumento a partir do ano 2000.

Em relação às principais conquistas dos trabalhadores dos anos 90 para 2007, ele citou: a) o fim do trabalho dos empreiteiros. Responsáveis pelo recrutamento e pagamento dos trabalhadores eles favoreciam a clandestinidade e a redução dos salários apropriando-se de parte dos mesmos. Hoje em dia existe o que ele chama de “arregimentadores” que apenas recrutam os trabalhadores e para isso recebem uma comissão sobre o salário do trabalhador, mas toda a contratação e o pagamento é feito diretamente pela empresa; b) a extinção dos tradicionais e precários alojamentos no interior das propriedades, devido tanto à intensidade das denúncias efetuadas como pela intensa fiscalização do Sindicato e do Ministério do Trabalho. Segundo o presidente do Sindicato, no caso da Usina Japungu que ainda mantém os alojamentos, houve consideráveis mudanças nas suas condições infra-estruturais quando comparadas às dos antigos galpões identificados por Moreira et al. em 1997<sup>8</sup>; c) a substituição dos gaiolões pelo ônibus para o transporte dos trabalhadores; d) a substituição do regime de trabalho tradicional de 42 horas entre segunda e sábado pela manhã pelo regime de 5 por 1.

Conforme o presidente do STR de Santa Rita, hoje em dia os trabalhadores têm mais informações sobre os contratos, formas de pagamento, preço da cana, etc. e o sindicato vai a campo duas vezes por semana para fiscalizar as condições de trabalho. No que se refere ao emprego no período da entressafra ele afirmou que a Usina Japungu mantém em média 500 trabalhadores com contratos permanentes e a Usina São João em média 300.

Acrescentou ainda que: as usinas possuem médicos e que os trabalhadores fazem exames médicos antes de iniciar o período de safra e fazem alongamentos diários antes de iniciar o trabalho; os acidentes com os trabalhadores diminuíram bastante porque “os empregadores estão exigindo o uso dos equipamentos de segurança e se o trabalhador não estiver com os equipamentos ele não trabalha”..

O contrato de trabalho é temporário e pré-estabelecido, não tendo, desse modo os trabalhadores, direito ao seguro desemprego. Todavia, segundo o presidente do STR de Santa Rita, algumas usinas, como a Japungu, “fornecem a guia do seguro aos seus empregados”.

Indagado sobre os trabalhadores sem carteira assinada o presidente do sindicato afirmou que: “nas usinas não existem mais trabalhadores clandestinos, pode até haver nas propriedades de alguns fornecedores da usina, mais se o sindicato ficar sabendo os proprietários são penalizados”. Ele acrescentou que existem em média 15 fornecedores de cana para as usinas e que a usina Una, situada no município de Sapé, compra cana do presidente do STR do citado município onde é assentado, produtor de cana com base no trabalho assalariado, além de atravessador, na medida em que compra cana dos outros assentados para negociar com a usina.

---

<sup>8</sup> Esta informação deverá ser comprovada no decorrer do trabalho de campo.

O período de safra, segundo ele, é geralmente de agosto a janeiro e na entressafra muitos dos trabalhadores trabalham fazendo bicos na construção civil e na produção de abacaxi “*que vem crescendo muito de uns anos pra cá*”. Segundo ainda o entrevistado, existem trabalhadores aplicando herbicidas nas plantações, mas apenas “*trabalhadores qualificados*” com cursos realizados nas usinas ou no SENAI, com faixa etária entre 20 e 35 anos, “*além disso eles trabalham apenas nos horários em que o sol está mais frio e a empresa fornece todos os equipamentos de segurança, um banho após o trabalho e meio litro de leite por dia*”. A meta de produção diária na aplicação de herbicidas é de 2 a 2,5 bombas variando de acordo com o terreno. Ainda segundo o presidente do STR, atualmente diversas máquinas são usadas na produção: colheitadeiras, enchedeiras, entre outras, sendo que o trabalhador corta a cana e as máquinas recolhem a cana cortada. Para ele hoje é mais fácil conversar com os funcionários das empresas. Foi possível observar que realmente ocorreram mudanças nessas relações a ponto do presidente declarar na assembléia que “*o sindicato é hoje um parceiro das empresas e vice-versa*” (declaração do Presidente do STR de Santa Rita em Assembléia dos canavieiros realizada em 05 de julho de 2007).

Num outro momento da pesquisa iniciamos os contatos com canavieiros-assentados. Escolhemos para o primeiro trabalho, o assentamento Massangana III situado no município de Cruz do Espírito Santo, onde cerca de 50 assentados trabalham como assalariados nos períodos de safra da cana. Segundo depoimento de alguns assentados, vários motivos os levam a vender sua força-de-trabalho no corte da cana, sendo que três deles podem ser considerados como principais no caso do assentamento Massangana III: a) os lotes localizam-se nos topos dos tabuleiros costeiros, nas chamadas “*chãs*”, caracterizadas pela dominância de um solo arenoso e pobre em nutrientes; b) em muitos casos os filhos dos assentados não se interessam pela agricultura preferindo assalariar-se; c) a produção do lote não é suficiente para o sustento da família durante todo o ano. Alguns resumem sua produção a um ou dois produtos, a exemplo da mandioca e do caju que comercializam na entressafra da cana para garantir a sobrevivência da família nesse período.

Os trabalhadores admitem que realmente muitas coisas melhoraram nas condições de trabalho na cana e citam com principais mudanças a carteira assinada, o transporte, e as informações sobre o preço da cana cortada no dia. O salário também mudou. Segundo um dos entrevistados antigamente ele recebia um salário e hoje em dia consegue fazer um salário e meio e muitas vezes dois salários. Uma característica importante constatada é que grande parte dos trabalhadores entrevistados já foi morador das usinas e já possui mais de 45 anos. Há também um número significativo de jovens filhos dos assentados que não têm interesse nem pelo estudo nem pelo “*trabalho na roça*” que consideram sem futuro e preferem trabalhar no corte da cana. Eles contam que o ônibus os pega pela manhã entre 5:30h e 6:00h e que eles costumam tomar café no campo. Regra geral ainda utilizam a “*quarenta*” (mistura feita como uma espécie de angu de farinha de milho com água e sal), “*pois é mais prático e simples de preparar*”.

Relatando o cotidiano de um dia de trabalho um dos entrevistados explicou que tem uma pausa para o almoço que geralmente não chega a uma hora.

Segundo o que nos contaram os entrevistados, conseguimos perceber algumas contradições em relação ao que nos relatou o presidente do STR de Santa Rita como por exemplo: a) a questão da fiscalização sindical, que segundo os trabalhadores raramente acontece; b) a relação dos representantes sindicais é maior com a empresa do que com os trabalhadores; c) os alongamentos citados pelo Sr. Edílson também segundo os canavieiros entrevistados não acontecem e não há fiscalização para trabalhadores que estejam sem os equipamentos de segurança. Além disso, um dos trabalhadores entrevistados que já passou mal durante a aplicação de herbicidas, desconhece que existam trabalhadores qualificados, e também o direito ao banho e ao meio litro de leite.

Percebemos também a insatisfação dos trabalhadores em relação ao sistema de 5 por 1. De acordo com um dos entrevistados, eles trabalham incluindo os domingos que no sistema antigo era pago como equivalente a dois dias de trabalho. Com o sistema atual, se a folga cai num outro dia da semana e se trabalha aos domingos não há pagamento em dobro pelo dia o que significa prejuízo. Embora esse depoimento tenha sido dado quando das visitas no assentamento, no momento da realização da assembléia em que todos estavam presentes inclusive os entrevistados de Massangana III, nenhum trabalhador questionou o sistema. Inclusive o presidente do STR o defendeu explicando

que: “Hoje é comum os trabalhadores trabalharem nos domingos. Se vê isso nas lojas e nos supermercados. O que importa é a garantia de emprego e o sistema 5 por 1 foi uma conquista dos trabalhadores” (discurso do Sr. Edílson, Presidente do STR em Assembléia realizada no dia de julho de 2007).

Muitos dos trabalhadores com idade superior a 45 anos se queixam do trabalho pesado. Para um dos entrevistados “o pior trabalho que existe é o trabalho no eito” (depoimento do Sr. Pedro Severino da Silva, assentado de Massangana III e cortador de cana). Apesar disso, quando questionados sobre a perspectiva de retomada da expansão da atividade canavieira para a produção do etanol, tanto o presidente do Sindicato como os canavieiros entrevistados foram unânimes em considerar como positivo. Para eles a expansão da cana representa a garantia de emprego por um período mais longo do ano e de um salário para complementar a renda oriunda da produção de alimentos realizada nos seus lotes.

No caso dos canavieiros de áreas de assentamento entrevistados, pudemos perceber ainda alguns aspectos que merecem uma reflexão mais profunda. Quando interrogados sobre a sua condição de trabalhador eles foram unânimes em afirmar que são “canavieiros”. Mas então, lhes perguntamos, o que representa para o senhor ser assentado? O que mudou na sua vida? Um deles que sempre foi canavieiro, e que comprou um lote e uma casa de um outro assentado em Massangana III, com o dinheiro da indenização que recebeu da empresa onde trabalhava quando foi dispensado depois de sete anos de trabalho como assalariado permanente, respondeu que para ele o assentamento representa a realização de um sonho de ter sua casa própria e ter seu lote de terra para plantar. Mas que só planta mandioca e caju na sua terra e que esta produção só dá para manter a família durante a entressafra da cana. Que nesse período, ele só trabalha no lote nos dias de folga. Que quando as dificuldades aumentam e o trabalho na cana acaba, ele vai vendendo aos poucos sua produção de mandioca para o dono de uma casa-de-farinha do próprio assentamento a fim de ir dando conta das necessidades da família. Na casa de outro entrevistado percebemos que sua mulher trabalha descascando mandioca para a casa-de-farinha em troca de um salário diário que é pago por produção e que apenas um filho estuda e os demais trabalham no corte da cana.

Observamos que os quintais das casas dos assentados são amplos e regra geral possuem várias fruteiras. São muito limpos e as casas já passaram por reformas, possuem mais de 3 cômodos, banheiro e água encanada. Numa das casas a energia elétrica havia sido cortada por atraso no pagamento.

Apesar desse sentimento de pertencimento a uma categoria de trabalhador a de “canavieiro”, observamos nesses homens de aspecto envelhecido pelo trabalho, que conseguiram um pedaço de chão para morar e cultivar, porém não conseguiram se libertar da condição anterior de assalariado, uma contradição nas suas afirmações. De um lado, quando questionados sobre o que representava para eles a possibilidade de expansão da atividade canavieira foram unânimes em afirmar “é muito bom, pois agente vai ter emprego por mais tempo” (...) “vai melhorar para nós, pois vamos ter uma safra melhor”. Por outro lado, no momento em que nos despedíamos de um deles, o escutamos a falar: “o pior trabalho que existe é o trabalho no eito”.

#### **4. Considerações finais**

Este artigo apresenta os resultados preliminares de um dos aspectos da pesquisa da qual ele é parte. Os dados levantados estão aqui apenas enunciados. Todavia, com base nos mesmos já é possível realizar algumas ponderações. Em primeiro lugar, constata-se que a crise do Proalcool afetou a dinâmica do emprego na Zona da Mata paraibana tendo contribuído para a redução do emprego assalariado na década de 85-95. Este fato se reflete na composição do emprego por sexo e idade. Do ano 2000 até o presente a cana tem encontrado espaço para expandir-se seja motivada pelo aumento do preço do açúcar no mercado internacional, seja pelo estímulo governamental à produção do álcool e mais recentemente, visualizando uma maior valorização com a implantação da produção do etanol. No bojo desse processo três fatos chamam a atenção: o arrefecimento da criação de assentamentos rurais na região a partir do ano 2000 com a retomada da lavoura canavieira; b) a participação de grande número de trabalhadores assentados no grupo dos assalariados da cana na região e de alguns como produtores-fornecedores de cana para as usinas; c)

o amortecimento da ação sindical e sua articulação com a classe patronal adotando inclusive o mesmo discurso dessa classe.

Diante dessas constatações algumas questões merecem reflexão:

a) estariam os assentamentos rurais criados na Zona da Mata contribuindo para a mudança na origem do pessoal contratado pelas usinas, antes preocupada em buscar trabalhadores fora e hoje recrutando-os na própria região?

b) teriam se transformado os assentamentos em redutos de reserva de mão-de-obra para as usinas?

c) seriam os assentados uma mão-de-obra que satisfaz os interesses patronais uma vez que já com o acesso à terra garantido, tornam-se mais flexíveis às imposições e mudanças dos sistemas de trabalho, sendo portanto mais dóceis e menos exigentes quanto aos seus direitos?

d) seria a cana um mal necessário para o pequeno produtor da região canavieira?

e) seriam os assentamentos tais quais se encontram e dentro da forma atual de sua estruturação um projeto fracassado?

Estas e outras questões levam a algumas constatações: na Zona da Mata as mudanças levadas a efeito no espaço agrário são demonstrativas de que este espaço como bem o diz Santos (1996) não é algo findo ou acabado; elas também confirmam as predições de que o desenvolvimento capitalista na agricultura não implica necessariamente na extinção da pequena produção, pois o capital pode criar e recriar relações sociais de produção não capitalistas, contanto que favoreçam o processo de acumulação e; por último, que o espaço agrário da Zona da Mata Paraibana atualmente reflete a complementariedade de dois pólos aparentemente antagônicos: a agricultura camponesa e o agronegócio como que reproduzindo uma lógica secular da organização espacial da região.

### **Agradecimentos:**

Este trabalho foi realizado com a participação de dois bolsistas do PIBIC. Um deles afastou-se do Programa cinco meses antes do término da bolsa por ter sido aprovado no Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPB dando lugar a outro bolsista que deu continuidade ao trabalho. Este só foi possível de ser realizado graças ao apoio do CNPq e da UFPB a quem os autores agradecem.

### **Referências**

ANDRADE, M.C.de. **A terra e o homem no Nordeste**. São Paulo, Ed. Atlas, 1986.

\_\_\_\_\_. **História das usinas de açúcar de Pernambuco**. Recife. Fundação Joaquim Nabuco. Editora Massangana, 1989.

FERNANDES, Bernardo Mançano e MOLINA, Mônica Castagna. *O Campo da Educação do Campo*. In MOLINA, Mônica Castagna e JESUS, Sonia Meire S. A. de. (org.) **Por uma educação do campo. Contribuições para a construção de um projeto de educação do campo**. Brasília: Articulação Nacional do Campo. Coleção Por uma educação do Campo No. 5. 2004.

IBGE. Censo Agropecuário da Paraíba, 1970.

IBGE. Censo Agropecuário da Paraíba, 1980.

IBGE. Censo Agropecuário da Paraíba, 1985.

IBGE. Censo Agropecuário da Paraíba, 1995-96.

IBGE. Produção Agrícola Municipal, 1990-2005.

KAUTSKY, Karl. **A questão agrária**. São Paulo: Nova Cultural, 1986.

MARX, Karl. **Elementos fundamentais para la crítica de la Economía Política** (Grundrisse) 1857-58. México: Siglo Veintiuno, 1977.

- MOREIRA, Ruy. *Espaço agrário e as classes sociais rurais*. In: **Revista de Cultura Vozes**. Ano 74, volume LXXIV, nº 2, março de 1980.
- MOREIRA, Emília; TARGINO, Ivan. **Capítulos de Geografia Agrária da Paraíba**. João Pessoa: Universitária UFPB, 1997.
- \_\_\_\_\_ *De Território de Exploração a Território de Esperança: organização agrária e resistência camponesa na região semi-árida da Paraíba*. In: **Revista do Nera** No. 10. janeiro/julho de 2007.
- \_\_\_\_\_ *Pequena produção agropecuária e política pública: o caso do programa do leite em São Sebastião de Umbuzeiro-Pb*. Anais do VII Encontro Nacional da Anpege. Niterói, 2007. cd-rom (no prelo)
- MOREIRA, TORRES e MARQUES. *Agricultura e Desenvolvimento Tecnológico na Zona da Mata Paraibana*. **Revista Caderno do Logepa**, série pesquisa ano 2, N.2, Ano 2004.
- MOREIRA e al. *A visão dos atores sociais sobre a crise do emprego rural na Zona Canavieira da Paraíba*. **Revista da ABET**, vol. I, no. 1/ 2, 2001.
- SIGAUD, Lygia. **Os clandestinos e os direitos**. S. Paulo. Duas Cidades.1979
- SANTOS, Milton. **Por uma geografia nova**. 4ª edição. São Paulo: Editora Hucitec, 1996.
- \_\_\_\_\_ **Técnica Espaço Tempo: globalização e meio técnico-científico-informacional**. São Paulo: Hucitec, 1997a.
- \_\_\_\_\_ **A natureza do espaço – técnica e tempo – razão e emoção**. 2ª edição. São Paulo: Editora Hucitec, 1997b.
- SILVA, José Graziano da. **O que é questão agrária**. 2. ed. São Paulo: Brasilense. 1985
- TEPICHT , Jerzy: **Marxisme et agriculture: le paysan polonais**. Paris: Armand Colin, 1973.

## Perspectiva narrativa e processos de adaptação no filme *O invasor*, de Beto Brant

**Arthur Fernandes Andrade Lins**

Universidade Federal da Paraíba

Cidade Universitária - João Pessoa - PB - Brasil - CEP: 58051-9000

Bolsista PIBIC-CNPq/UFPB

[arthurlins01@gmail.com](mailto:arthurlins01@gmail.com)

**Resumo:** presente trabalho tem como proposta investigar os aspectos narrativos do filme *O invasor*, de Beto Brant. Desenvolvido em conjunto com um livro homônimo escrito pelo também roteirista Marçal Aquino, *O invasor* sugere uma relação de diálogo entre o discurso ficcional no cinema e na literatura. A partir de uma reflexão sobre aspectos da perspectiva narrativa (focalização), do narrador, da categoria personagem e do espaço narrativo, nos adentraremos nos processos adaptativos que distanciam e aproximam o filme do livro, sempre em busca de uma maior compreensão sobre as potencialidades estéticas de cada meio específico. As relações intertextuais que podem ser percebidas na estrutura do filme *O invasor*, também fazem parte de nosso interesse, que abarca ainda a possibilidade de dialogar com o contexto social a partir de sua própria construção audiovisual. Só ao perceber a profunda contaminação de linguagens entre meios expressivos distintos podemos nos adentrar nas ficções narrativas contemporâneas.

*Palavras-chave: O invasor; Cinema; Adaptação; Narratologia audiovisual;*

## 2. Introdução

Uma das questões mais recorrentes suscitadas pelos primeiros teóricos do cinema foi a de qual seria a sua vocação estética. Passado o momento de fascínio geral alimentado pelo puro prazer de ver imagens em movimento na tela, os artistas curiosos do final do século XIX começaram então a produzir e investigar as possibilidades cinematográficas. Nesse momento, as artes consagradas passavam por uma crise da representação, sendo impulsionadas para o modernismo, que começava a surgir com toda a força em diferentes vertentes, caracterizando-se pela abstração, fragmentação e agressão (Stam, 2003, 30).

Mas, ainda em suas origens o cinema foi percebido como uma arte com grande potencial narrativo, onde se poderia contar histórias através de uma linguagem própria. A partir da técnica da montagem paralela, como se sabe emprestada do escritor Charles Dickens (Stam, 2003,49), o americano David Wark Griffith realizou em 1916 o filme “O Nascimento de uma nação”, onde relaciona planos e seqüências pensadas dentro de uma estrutura narrativa complexa, e o filme passou a ser uma espécie de marco inicial para o cinema que persiste até hoje.

Essa escolha dentre muitas possíveis que o cinema poderia seguir abriu as possibilidades de estudo para o campo cinematográfico visto a partir de sua perspectiva narrativa. Neste ponto, os filmes adaptados de obras literárias desempenham importante papel, servindo como base para um estudo comparativo e intertextual. De acordo com João Batista de Brito:

Obviamente, o catalisador das relações entre literatura e cinema tinha que ser mesmo a adaptação, ponto nevrálgico em que as duas modalidades de arte se tocam ou se repelem, se acasalam ou se agridem. Conforme é sabido, na história do cinema o número de adaptações ultrapassa de muito a quantidade de filmes com roteiros originais e, no entanto, este



procedimento nunca foi pacífico, nem no âmbito da emissão, nem no da recepção, quanto mais junto aos literatos (2006, p.143).

Para ficarmos no âmbito dos filmes contemporâneos brasileiros, temos vários exemplos que ilustram essa relação entre o audiovisual e a literatura e mostram a importância que os romances literários exercem na cinematografia nacional: *Cidade de Deus*, de Fernando Meireles; *Carandiru*, de Hector Babenco, *Lavoura Arcaica*, de Luis Fernando Carvalho; *Meu Tio Matou um Cara*, de Jorge Furtado e finalmente *O Invasor*, dirigido por Beto Brant, que tem sua interface literária no livro homônimo do também roteirista Marçal Aquino.

*O Invasor*, realizado em 2001, surgiu no panorama brasileiro atualmente conhecido como “cinema de retomada” e mereceu destaque da crítica ao abordar o tema da violência e das relações sórdidas entre a classe média burguesa e a periferia das favelas de São Paulo. Dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo analisar os elementos discursivos encontrados na estrutura do filme *O Invasor*, de Beto Brant. O nosso interesse maior recai nos aspectos narrativos e nos procedimentos de adaptação que relaciona a obra audiovisual com o seu equivalente literário, escrito por Marçal Aquino.

Como sabemos, a questão e os tipos de atuação do narrador em uma obra literária já possui estudos bem avançados, porém no cinema esta compreensão ainda é incipiente. Sabemos também que a questão da *focalização* (também denominada ponto de vista e foco narrativo), ainda encontra muitos problemas teóricos a serem investigados na linguagem cinematográfica (a câmera subjetiva e o tempo em tela de cada personagem normalmente são elementos analisados nesses incipientes estudos na área do cinema). O filme “O Invasor” torna-se objeto ideal para aprofundar esses estudos, na medida em que utiliza criativamente o uso da câmera subjetiva para denotar o ponto de vista do personagem invasor, mas ao mesmo tempo direciona o tom geral do filme para um personagem de classe média que é o narrador do livro de Marçal Aquino.

Outra questão que julgamos fundamental para uma melhor percepção da adaptação diz respeito a categoria do personagem. Dessa forma, esperamos analisar a construção das personagens no filme, em busca do entendimento específico sobre a perspectiva que orienta a narrativa, ou seja, qual a função que cada personagem principal exerce no filme *O Invasor*.

Analisar os aspectos estéticos da linguagem audiovisual também será fundamental para percebermos as características que aproximam e distanciam o cinema da literatura. Neste ponto, caberá apontamentos sobre a fotografia, a trilha sonora, o diálogo e a mixagem de som. Investigar o espaço narrativo no livro, ou seja, a cidade de São Paulo, percebendo a sua representação e sua importância enquanto palco de desenvolvimento da ação no filme também faz parte de nosso objetivo.

Por fim, esperamos observar as questões tematizadas no filme, percebendo como essas questões, a exemplo da banalização da violência e as tensas relações entre classes sociais distintas, estão incorporadas à sua estrutura textual.

É neste mundo que se deixa entrever pelo filme *O Invasor* que nos debruçaremos agora, nos detendo mais especificamente em categorias da narratologia, como *personagem*, *focalização* e *narrador*, e nos elementos intertextuais que o relaciona ao livro de Marçal Aquino.

### **3. Do livro ao filme**

O filme *O Invasor* (2001) é o terceiro longa-metragem do cineasta paulista Beto Brant, que anteriormente tinha realizado os longas *Os Matadores* (1997) e *Ação Entre Amigos* (1998). Para perceber a ligação do seu trabalho com a obra do escritor Marçal Aquino, basta notar que os três filmes partiram de uma idéia original de Marçal, sendo o primeiro adaptado de um conto seu, o segundo de um argumento, e *O Invasor* baseado num livro homônimo que não havia sido terminado quando Beto Brant decidiu adaptá-lo para o cinema.

A partir do trecho que já havia sido escrito do romance, Beto e o seu sócio-produtor Renato Ciasca se envolveram com o processo criativo, e juntos, concluíram o roteiro que viria a ser filmado. Só após o filme pronto é que Marçal viria a concluir o romance no intuito de lançá-lo

juntamente com o roteiro cinematográfico. Trata-se então de um processo híbrido de construção narrativa, primeiramente uma adaptação clássica a partir de uma obra literária e depois o processo inverso, sendo o romance concluído a partir das opções narrativas que foram pensadas para o filme.

Ressaltamos que a presente pesquisa não tem por pretensão eleger que tipo de narrativa é a mais complexa, evitando recorrer a valorações hierárquicas, e sim, afirmar a posição dialógica estabelecida entre os diferentes textos na criação de uma obra (Xavier, 2003, p. 62).

A narratologia estabelece uma distinção conceitual entre a história (ou diegese) e discurso, sendo a primeira, a história, o plano dos conteúdos narrados (o que se conta) e o discurso, plano da expressão desses mesmos conteúdos, ou seja, como se conta.

Em narratologia, o termo discurso aparece geralmente definido como domínio autônomo em relação à história (v.). Com esta distinção conceptual, pretende-se discriminar metodologicamente dois planos de análise do texto narrativo: o plano dos conteúdos narrados (história) e o plano da expressão desses mesmos conteúdos (discurso), planos que, entretanto, devem ser entendidos como sendo correlatos e, por isso, sustentando entre si conexões de interdependência (Reis, 1988, p. 29)

Poderíamos definir a diegese de *O invasor* como sendo a história de dois sócios de uma construtora, Ivan e Giba, que decidem assassinar o sócio majoritário, Estevão, pois ele não aceita participar de uma jogada ilícita que iria render muito dinheiro a todos os envolvidos. Para tanto, contratam Anísio, um matador profissional indicado para fazer o serviço.

O filme e livro começam quando os sócios se encontram com Anísio para fechar o negócio. Lembramos que Ivan, sempre relutante, parece desconfortável com a situação, mas nada que o faça voltar atrás do que foi decidido. Anísio cumpre o acordo, mas além de assassinar Estevão, também mata a sua mulher, deixando órfã e herdeira dos negócios do pai, a filha única Marina.

Neste ponto, a trama estabelece o seu conflito principal, pois quando tudo parecia resolvido, Anísio ‘invade’ a vida dos sócios, visitando a construtora e exigindo a sua participação nos negócios da empresa. Com medo de se tratar de uma chantagem, Ivan e Giba, mesmo nervosos e hesitantes, cedem às suas exigências. Quando Marina vai à empresa demonstrar total desinteresse em assumir a condução dos negócios, ela conhece Anísio, e juntos passam a ter uma relação de proximidade, levando Anísio à sua casa e às boates de São Paulo.

Na narrativa, acompanhamos principalmente a trajetória de Ivan, que passa a desconfiar sobre os rumos que as coisas estariam tomando e encontra refúgio numa relação amorosa com Claudia, mulher que conheceu numa boate há pouco tempo. Enquanto Anísio se adapta cada vez mais e aproveita a vida de classe média alta, Ivan fica obcecado com a idéia de estarem ‘aprontando’ para ele, o que fica provado quando ele descobre que Claudia é uma prostituta contratada por Giba para vigiá-lo.

Por fim, e no auge de sua perturbação, Ivan decide contar tudo a polícia, mas para o seu azar, o policial de plantão é um amigo de Giba que sabia de toda a história e o prende, entregando-o à Giba e Anísio que se encontravam na casa de Marina. O final em aberto<sup>9</sup> sugere a morte de Ivan, agora visto como um fraco por não ter conseguido lidar com a morte de Estevão.

Incapaz de assumir a responsabilidade de ter assassinado o seu amigo, Ivan precisa morrer para que a continuidade dos negócios ilícitos não seja interrompida. O mundo apresentado no filme/livro *O invasor* parece pertencer aos personagens espertos e amorais, personificado na figura de Anísio, que surge no fim da narrativa vestido com o roupão de Estevão, totalmente adaptado a sua nova vida.

Iremos agora analisar os elementos estéticos do filme, em busca de uma maior compreensão sobre a estrutura narrativa no âmbito do audiovisual.

---

<sup>9</sup> Lembramos que o texto narrativo é sempre um discurso fechado porque comporta inevitavelmente um início e um fim, materialmente limitado. Como ressalta Jacques Aumont, “a história pode ser aberta, mas a narrativa sempre é fechada, acabada” (2002, 109).

## 2.1 Focalização e plano subjetivo

O primeiro fato a ser observado no processo adaptativo do livro *O invasor* para o filme é o estatuto do narrador das ações. O romance é narrado sob o *ponto de vista* do personagem Ivan. Seguindo a proposta de Gérard Genette (1995, 185) em rebatizarmos o termo para *focalização*, ampliando o que parecia especificamente visual, percebemos a narrativa como tendo *focalização interna fixa*, “o que normalmente resulta na restrição dos elementos informativos a relatar, em função da capacidade de conhecimento dessa personagem” (Reis, 1988, 251).

Com efeito, o próprio princípio desse modo narrativo implica, em todo o rigor, que a personagem focal não seja nunca descrita, nem tão-pouco designada do exterior, e que os seus pensamentos ou as suas percepções não sejam nunca analisadas objetivamente pelo narrador (Genette, 1995, 190).

A princípio, poderíamos incorrer no erro de descartar este tipo de focalização nas obras audiovisuais, deixando apenas como exceção o caso extremo do filme *A Dama do Lago*, de Robert Montgomery, onde a plano subjetivo do protagonista recobre todo o filme, nos impedindo de vê-lo em sua materialidade física, exemplo este inclusive lembrado pelo próprio Genette (1995, 191). Lembramos que no plano subjetivo a câmara ocupa o lugar do personagem, fazendo-nos metaforicamente enxergar pelo seus olhos.

Porém, o crítico João Batista de Brito em seu ensaio inédito *Em torno da noção de ponto de vista no Cinema* nos alerta que o estatuto “excepcional do filme de Montgomery só faz reforçar a tese de que câmara subjetiva e ponto de vista narrativo não nasceram para ser a mesma coisa e efetivamente não o são” (inédito, s/d).

A primeira diferença a marcar entre câmara subjetiva (ou por extensão, plano subjetivo) e ponto de vista diz respeito à dimensão, pois enquanto o plano em “câmera subjetiva” é micro-estrutural, setorizado, fragmentário, o ponto de vista narrativo, ao contrário, é macro-estrutural, ou seja, se refere ao filme por inteiro (inédito, s/d).

Somados a esta informação, e tendo em vista a utilização do plano subjetivo no início do filme *O invasor*, somos levados a crer que mais do que definir a focalização da narrativa, no cinema, este tipo de plano pretende potencializar o seu extra-campo, ou seja, o que não é visível na tela, escondendo o personagem que detém o ponto de vista momentâneo, pois vendo por ele, deixamos de o ver.

No caso específico do filme, o plano subjetivo inicial do personagem Anísio, o invasor do título, tem grande importância na narrativa, pois estabelece uma tensão, sendo sua presença física revelada apenas em um momento de grande clímax na trama. No romance, o personagem-narrador Ivan o descreve já no primeiro capítulo:

Era um homem atarracado, de braços fortes e mãos grandes. Tinha a pele bem morena, olhos verdes e usava o cabelo crespo penteado para trás. Uma dessas misturas que o Nordeste brasileiro produz com certa frequência. Ao contrário do que eu imaginava, ele não parecia ameaçador – embora houvesse dureza em seu jeito de olhar. (Aquino, 2002, 8-9).

O que nos importa aqui é observar a forma criativa utilizada na versão cinematográfica, para potencializar a força e importância da personagem na trama, criando uma atmosfera até a sua aparição física. Demarcamos assim que a procura pela perspectiva narrativa em um filme, o seu tipo de sua focalização, não se equivale a catalogar os momentos da utilização do plano subjetivo, que como vimos, exerce outra função dentro da narrativa. Segundo João Batista de Brito “uma

concepção que ainda pode vir a ser extremamente útil para a definição de ponto de vista em cinema é a de ‘tempo de tela’ concedido a determinado personagem, já que, neste caso, se somam idealmente subjetividade (da narração) e objetividade (da câmera)” (inédito, s/d).

Sob essa nova orientação, podemos observar que é a partir do personagem Ivan, narrador do livro, que acompanhamos o desenrolar da trama. Em grande parte, detemos as mesmas informações que Ivan, sendo junto com ele, surpreendidos a cada revelação. Caberia então refletirmos sobre uma afirmação de Gerard Genette em relação aos estudos desenvolvidos na área da perspectiva narrativa:

Pecam, quanto a mim, por uma incomodática confusão entre aquilo que chamo aqui *modo* e *voz*, ou seja, entre a pergunta qual é a personagem cujo ponto de vista orienta a perspectiva narrativa?, e esta bem distinta pergunta: quem é o narrador? – ou para adiantarmos a questão, entre a pergunta quem vê? e a pergunta quem fala? (1995, 184).

Poderíamos então deduzir que é o personagem de Ivan no filme, que orienta a perspectiva narrativa, pois é a partir da percepção dele que vemos o desenrolar das ações. Obtemos as informações narrativas acompanhando quase sempre o seu ‘tempo em tela’, portanto, ele poderia ser designado como o focalizador do filme. De acordo com Ismail Xavier (2006, p. 18):

O invasor é um bom exemplo dessa interação mais complexa entre o olhar do protagonista e o olhar externo do narrador que vê mais do que ele, mas não quer dele se afastar, fazendo o espectador partilhar de sua experiência-limite.

É a partir dessa experiência, dessa seleção que privilegia o olhar de determinado personagem, que podemos entrever onde se situa o narrador do filme *O invasor*.

## 2.2 Mocinho e Bandido

Um dos aspectos mais importantes de uma narrativa diz respeito à construção do personagem na trama. É a partir dos personagens que o leitor/espectador se adentra nas camadas mais profundas do significado contido na obra, pois eles fazem o romance parecer vivo (CANDIDO, 1992, p. 53). De acordo com Antonio Candido (1992, p. 53) “enredo e personagem exprimem, ligados, os intuítos do romance, a visão da vida que decorre dele, os significados e valores que o anima”.

Normalmente, e devido às diferenças estéticas para adequar um personagem literário a um esquema audiovisual, é exigida ao realizador uma atenção especial a esta categoria, tentando transpor para a materialidade física da imagem o que era apenas construção mental a partir das informações narrativas contidas no romance.

A ‘presença excessiva’ no cinema, é algo a ser levado em conta no processo de adaptação da obra, pois como nos lembra Paulo Emílio Salles Gomes (1992, p. 111), “a Capitu de uma fita de cinema nunca seria essencialmente olhos e cabelos”. Esta sutileza e fluidez na descoberta e construção física da personagem é mais livre em sua forma literária, onde a imaginação do leitor pode participar mais ativamente do processo. Porém, em outro quesito, o da definição psicológica, Gomes (1992, p. 111) sugere uma ‘vantagem’ própria do cinema:

O filme moderno pode assegurar ao consumidor de personagens uma liberdade bem maior do que a concedida pelo romance tradicional. A nitidez espiritual das personagens deste último impõe-se tanto quanto a presença física nos filmes; ao passo que em muitas obras cinematográficas recentes e, de maneira virtual, em grande número de películas mais antigas, as personagens escapam às operações ordenadoras da ficção e permanecem

ricas de uma indeterminação psicológica que as aproxima singularmente do mistério em que banham as criaturas da realidade.

Como sugere Antonio Candido (1992, p. 74) a construção da personagem deve atender a ordem interna da obra, e sua natureza depende das intenções do romance. Segundo ele, a verdade da personagem “depende, antes do mais, da função que exerce na estrutura do romance, de modo a concluirmos que é mais um problema de organização interna que de equivalência à realidade exterior” (CANDIDO, 1992, p. 75). Assim, vamos nos deter no estudo dos dois personagens principais, Ivan e Anísio, citando algum outro apenas em sua relação com eles.

### 2.2.1 Ivan

Partindo do princípio que Ivan é quem narra o romance, todos os aspectos da trama, incluindo a descrição dos ambientes e das outras personagens, estão marcados por sua subjetividade. No livro, não temos uma auto-descrição nem física, nem psicológica, fazendo com que estes aspectos estejam diluídos nas impressões que Ivan compartilha conosco durante o desenrolar da trama.

Contudo, no cinema, a objetividade exige mudanças na transposição da personagem, pois normalmente “o narrador se retrai ao máximo para deixar o campo livre às personagens e suas ações” (GOMES, 1992, p. 107). Desta forma, enquanto no livro formamos nossas impressões baseadas nas impressões de Ivan, no filme, saberemos mais das outros personagens, pois acompanhamos suas ações sem que estejam necessariamente vinculadas a presença de Ivan.

Em diversos momentos do romance, Ivan deixa transparecer a sua insegurança e paranóia, aspectos que deverão ser percebidos no filme a partir da interpretação do ator, neste caso Marco Ricca, que incorpora toda a subjetividade da composição de Ivan no livro, tornando fisicamente visível, através de sua presença e forma de se comportar na tela, o que era uma abstração mental formada a partir das palavras escritas. Esse aspecto já demarca uma diferença básica que devemos levar em consideração: “Isto porque o que em literatura é resultado (a construção de uma imagem mental, advinda da decodificação da linha discursiva), no cinema é um ponto de partida (a imagem concreta)” (BRITO, 2006, p. 146). O processo se inverte, e a partir da superfície do personagem, de suas atitudes percebidas na tela, é que poderemos nos adentrar em sua complexidade psicológica.

Ivan, sempre hesitante com os rumos que as ‘coisas’ estariam tomando, pode ser visto como um homem comum de classe média alta, mas que carrega em si, mesmo achando algo inofensivo, a ambição, origem de sua ruína moral e característica comum entre as personagens do filme. Seria com ele, não apenas por ser o narrador do romance e o protagonista de *O Invasor*, que se estabelece no leitor/espectador um maior grau de identificação. Pois dentre todos os tipos representados na narrativa, Ivan se destaca justamente por trazer a instabilidade à tela. Ele é o único personagem que ainda se assusta frente à dureza da situação. Lembramos da cena em que Ivan e Giba se encontram com o pai de Estevão na cena do crime. Ivan fica horrorizado ao presenciar a falsa comoção de Giba, mas ele sim, parece realmente abalado com a dor expressa pelo pai do sócio assassinado.

Reside em Ivan, o elemento mais pessimista da narrativa, pois ele questiona constantemente a sua atitude: “eu estava louco quando concordei com esse negócio, Alaor. Não dá.” (AQUINO, 2002, p. 44), mas é incapaz de reverter a situação. Durante o filme, reina nele uma vã esperança de sair imune daquela situação “podre” a qual participou de forma quase ingênua, mas terá seus planos de fuga (não só real, mas metafórica) frustrados, percebendo de forma drástica a idéia de que o mal está vencendo. O mal, não no sentido fabular, mas sim no sentido corrosivo, que se instala e causa danos irreversíveis a um indivíduo e a sua sociedade.

Por fim, embriagado pela loucura e pela sensação de ter sido enganado, Ivan sai sem rumo pelas ruas escuras de São Paulo. Quando tudo parece perdido, ele decide finalmente procurar a polícia e contar tudo o que aconteceu, motivado em grande parte pelo medo de ser assassinado ou provavelmente de cometer algum crime. Mais uma vez, a covardia, a ingenuidade (acreditar que podia confiar tudo à polícia) e a esperança (a idéia de que seria melhor ser preso do que morto), são as causas de sua ruína.

No filme, o último plano no qual conseguimos enxergá-lo dentro da viatura, sugere o seu estado de clareza perante o que estava acontecendo. No livro, as suas últimas frases como narrador dizem (AQUINO, 2002, p. 126):

Pássaros cantavam nas árvores da rua. Fechei os olhos e pensei em Paula (Claudia) com um misto de ódio e saudade. Se pudesse pedir algo naquele momento, eu desejaria revê-la por mais um minuto. Não sei o que faria. Provavelmente nada.

O investigador ligou o motor da viatura. Eu abri os olhos.

Um pouco antes, quando ele enxerga Anísio, ele comenta “o ar de vitória no seu rosto”. Dessa forma, o abrir dos seus olhos pode ser encarado como uma metáfora para o seu estado psicológico, pois finalmente, ele entende como o ‘jogo’ funciona.

### 2.2.2 Anísio

Personagem-título da narrativa, a transposição de Anísio do romance para o filme demarca algumas diferenças fundamentais entre a experiência do leitor e do espectador de *O invasor*. Primeiramente, observamos que não houve nenhuma tentativa em adequar fisicamente o Anísio do filme ao seu equivalente literário. Enquanto no livro, ele é descrito por Ivan logo no primeiro encontro, veremos que no filme, a sua omissão física até determinado momento da narrativa é fundamental para aumentar o suspense de como seria o matador contratado. Ainda no filme, a sua primeira aparição na tela está acompanhada de outros elementos estéticos que são utilizados para causar maior efeito de impacto e reafirmar o significado daquele momento na trama. No livro, descrito pelo narrador Ivan:

Era um homem atarracado de braços fortes e mãos grandes. Tinha a pele bem morena, olhos verdes e usava o cabelo crespo penteado para trás. Uma dessas misturas que o Nordeste brasileiro produz com certa frequência. Ao contrário do que eu imaginava, ele não parecia ameaçador – embora houvesse dureza em seu jeito de olhar. (AQUINO, 2002, p. 8).

A sua descrição física não se assemelha ao Anísio do filme, que além de ser magro, tem a pele clara. Porém nos quesitos da personalidade, existe uma correlação que marca uma identidade comum entre os personagens. O Anísio do filme também não parece ameaçador, mas em algumas cenas ele apresenta essa ‘dureza em seu jeito de olhar’, algo que o deixa mal encarado, a um ponto da agressividade (lembramos da cena no escritório, quando Ivan e Giba não concordam em emprestar dinheiro para o seu amigo *rapper* vindo da periferia, o Sabotage). Porém, a característica fundamental para entender Anísio, é a sua enorme esperteza ao lidar com as pessoas, cheio de cinismo e carisma. Logo no primeiro encontro ele deixa isso claro.

Eu nunca erro. Sei olhar para uma pessoa e dizer direitinho quem é ela e o que ela faz na vida. Tem a ver com o meu trabalho. Além do mais, vocês têm cara de gente bem. [...] Se eu der a mão para o sujeito então, sou capaz até de falar se ele já trabalhou no pesado algum dia. Não tem erro. Você, por exemplo (referindo-se a Alaor), nunca precisou pegar no batente. Dá pra ver isso pela sua mão. Lisinha, lisinha.

Achei aquilo divertido e gostei de Anísio. Alaor olhou para as palmas da mão e riu. (AQUINO, 2002, 9).

Essa sua qualidade irá se confirmar no decorrer da trama, quando ele vai aos poucos tomando espaço e se alojando na vida dos três ‘amigos sócios’.

Em nenhum momento, a narrativa se mostra preocupada em aprofundar a história de Anísio, pois nunca sabemos nada sobre ele que tenha acontecido antes dos fatos narrados. Dessa forma, o narrador não procura explicar as atitudes e a maneira de pensar de Anísio, pois tem a consciência de que se fizesse, estaria sufocando a força da personagem em prol de uma atitude maniqueísta<sup>10</sup>.

Por isso, Anísio deixa de ser um simples personagem com sua respectiva função dramática no enredo e se torna a força motriz do filme, muito mais do que no livro, onde a narração de Ivan impede o espectador de acompanhar mais de perto as suas atitudes e idiossincrasias. Como bem observou o crítico Eduardo Valente (2007), Anísio é o símbolo que norteia o filme e aponta a urgência de novas direções para o cinema brasileiro.

Quando o personagem de Miklos "invade" e toma conta da narrativa do filme, o que está em questão não é sua "pequena invasão" da vida daqueles personagens. Mas sim a enorme invasão na dramaturgia do cinema brasileiro que ele representa. Ou seja: não podemos mais apenas urdir as mesmas estúpidas tramas baseadas em psicologismos que movem personagens mediocrementemente desenvolvidos. O Brasil não tem espaço para esta assepsia, ele quer ser ouvido, quer ser visto, e se não será dado este espaço para ele, ele o invade.

A invasão de Anísio rompe a textura narrativa que vinha se desenrolando até aquele momento. Enquanto tudo indicava um conflito psicológico vivido por Ivan, que desde o início já mostrava sinais de arrependimento e culpa, Anísio invade a tela e aponta novos rumos a serem seguidos. É como se a narrativa tivesse que se adequar a ele, e não o contrário. Até aquele momento ele era apenas uma voz fora de campo, um personagem secundário com a função de assassinar Estevão e fazer prosseguir os planos de Ivan e Giba, verdadeiros detentores da história. Mas quando Anísio aparece na tela, após um longo plano subjetivo sob os olhares assustados dos funcionários da construtora (esses sim, personagens anônimos e complacentes), ele passa a ser o maior interesse do filme.

Dessa forma, ele se distancia de praticamente todos os outros "excluídos sociais" representados em narrativas brasileiras e se torna a imagem negativa que escancara as engrenagens do sistema capitalista. No *Bandido da Luz vermelha* (SGANZERLA, 1968), o assassino ressaltava que a sua violência provinha da incapacidade de transformar o mundo ("quando a gente não pode fazer nada, a gente esculhamba, avacalha e se esculhamba"), e no romance *O Cobrador* (FONSECA, 1978) o assassino demonstra um completo ódio pelas pessoas que lhe estão "devendo". Assim como eles, Anísio também sabe que algo está errado, ele sabe e sente a desigualdade, mas ele se torna violento apenas para tirar vantagem da situação, e não como forma de expressar a sua revolta perante a ordem das coisas. Ao invés de avacalhar com tudo, ou de cobrar os devedores, ele prefere criar uma oportunidade de conquistar o seu lugar ao sol, devidamente instalado numa piscina de classe média alta de São Paulo, com o roupão típico da burguesia que se encaixa perfeitamente em seu corpo, como veremos na cena final.

Anísio é um profissional e não um serial *killer*. Em nenhum momento ele parece nutrir uma afeição pelos assassinatos cometidos, tanto que quando pode, prefere deixar os outros (os que estão abaixo dele em sua escala hierárquica) fazer o serviço. Não há arrependimento em Anísio. Há dever cumprido. Ele é objetivo como se estivesse lidando com um negócio qualquer, quer posicionamentos dos clientes, pois pretende fazer o serviço bem feito: "Tem haver com o meu trabalho" (AQUINO, 2002, p. 9), ele ressalta.

No percurso feito por Anísio durante a narrativa, a sua relação com Marina se apresenta como mais um fator desconcertante a sublinhar a idéia de cruel ironia que se estabelece na trama. Após assassinar seus pais, Anísio conhece Marina na porta da construtora e em pouco tempo está freqüentando a sua casa. Os vemos então 'passeando' juntos pela periferia e pelas boates de São Paulo, além de fazerem sexo e se drogarem ocasionalmente. É nesse segmento da narrativa que

---

<sup>10</sup> É interessante notar que o processo de realização do filme é uma das características essenciais do trabalho de Beto Brant com seus atores, diz respeito ao improvisado, algo notado especialmente no caso de Anísio.

filme e livro se divergem de forma mais radical. No romance, temos (juntos com Ivan) alguns indícios dessa relação, mas nada que se assemelhe à exploração e importância narrativa que ela adquire no filme.

No livro, Ivan percebe a relação de ambos principalmente a partir dos objetos de Estevão que estão sendo usados por Anísio. Quando eles estão discutindo sobre o possível empréstimo ao *rapper* amigo de Anísio, Ivan pensa: “Contudo o que mais me perturbou nessa hora foi reconhecer aquela camisa. Não era à toa que ficava tão folgada no corpo de Anísio” (AQUINO, 2002, 92). E depois: “O Rolex em seu pulso esquerdo chamou minha atenção. Estevão tinha um relógio muito parecido” (AQUINO, 2002, 112). Estas observações, além de ressaltarem a ironia da situação, reforçam a idéia de ascensão social a partir da posse, dos objetos de consumo, algo típico da sociedade capitalista.

Já no filme, a relação recebe contornos bem mais explícitos, chegando até mesmo a ocupar o interesse central do narrador, em detrimento ao personagem Ivan. Dessa forma, amplia-se no espectador a sensação de desconforto perante a diversão leviana do casal, sempre regada a muitas drogas. Ainda por cima, trata-se de um relacionamento superficial, sem nenhuma motivação romântica, e que se efetiva apenas pelo desejo carnal e por uma identificação quase instantânea, por mais diferentes que eles sejam. O sexo surge sempre após o uso de drogas, e em locais públicos, e o casal em nenhum momento irá compartilhar uma verdadeira intimidade, no sentido de aprofundar os vínculos afetivos. Podemos então pensar numa relação que distorce a idéia romântica comumente propagada em tantos outros filmes e livros onde diferentes posições sociais são vistas como uma barreira a ser ultrapassada pelo casal apaixonado. Seria mais um elemento colocado no filme que destrói a visão fantasiosa sobre as possibilidades de interação entre distintas classes sociais, apresentando uma idéia mais crua (assassino com filha de sua vítima) que acaba por afastar uma possível aceitação por parte do espectador.

Podemos notar que praticamente todas as cenas do filme que não constam no livro têm a presença de Anísio, e é justamente nessa ‘presença excessiva’ (GOMES, 1992, p. 111) que se encontra a força da personagem audiovisual, existente sobretudo a partir de sua relação com o ator. Quando Anísio (Paulo Miklos) entra cena, a sua presença, o seu jeito de falar e se comportar, passam a ser a motivação do filme. Após se arrumar com uma roupa de seda e soltar palavras gratuitas ao espelho, ele gesticula como se tivesse uma arma e diz “respeito é pra quem tem”, enquanto olha pra câmera e nos aponta a mão. Se Anísio invade a narrativa e altera os rumos da história contada, ele agora invade o ‘espaço’ do espectador. Só a ele será permitido essa pequena infração no código ficcional, pois agora ele detém o respeito, ele está por cima na hierarquia do poder, ele é o dono, “pode matar, pode prender, pode tudo”.

### 2.3 A cidade em movimento

O filme *O invasor* foi todo filmado na bitola<sup>11</sup> super 16mm e sem a utilização de nenhum suporte pra câmara, a não ser o próprio corpo do diretor de fotografia. Como sabemos, essa mobilidade (câmara na mão e no ombro) está impregnada de significado narrativo, pois conflui para criar a atmosfera geral da obra.

Um movimento de câmara não tem uma função unicamente descritiva. Pode também ter uma função psicológica ou dramática, particularmente ao exprimir ou materializar a tensão mental de uma personagem. Finalmente, pode ter também uma função “rítmica”, como nos filmes de Godard e Resnais. (BETTON, 1987, p. 36-37).

Beto Brant afirma que o objetivo era fazer a câmara passear dentro da cidade de São Paulo, e não ser observadora passiva<sup>12</sup>. Desta forma, o espaço fílmico é explorado tendo em vista a

<sup>11</sup> - Bitola significa o tipo de suporte no qual as imagens são captadas. 16mm seria uma modalidade inferior em níveis qualitativos ao 35mm padrão.

<sup>12</sup> - Em entrevista concedida a Alessandra Brum, em sua dissertação de mestrado (2003, p. 119).



perspectiva dos personagens, sendo o posicionamento de câmera, normalmente em plano-sequência na altura do ombro, condizente com a forma natural que olhamos a nossa volta. Observa-se que em nenhum momento se utiliza um plano mais desconcertante, como seria o caso de um *contra-plongée* (ângulo de baixo pra cima) ou mesmo um plano aéreo.

Nos adentramos então nos locais onde se desenrola a ação, acompanhando os personagens, apreendendo os espaços tal qual estivéssemos passando pela situação real. Isso fica claro, em algumas cenas onde longos planos-sequência seguem a entrada dos personagens em casas noturnas, tanto com Ivan, quanto com Anísio e Marina.

Outro exemplo a ser tomado são as seqüências que se passam dentro de veículos, onde vemos a cidade como pano de fundo emoldurada pelas janelas do carro. Isto acontece quando Ivan e Gilberto seguem pelos túneis de São Paulo para chegar numa boate; quando Anísio e Marina vão à periferia; e quando Ivan atordoado segue sem rumo pela cidade.

A necessidade de se deslocar pelos espaços da cidade, torna o veículo o carro-forte dos personagens, sendo a única forma de manter as fronteiras que os separam do perigo das ruas. No livro, isto é mencionado duas vezes. Na primeira, Ivan aciona os vidros e verifica a trava da porta quando percebe uma “velha desgrenhada” se aproximando. Na segunda, após o assassinato de Estevão e Silvana, o delegado Junqueira entrega um folheto a Ivan e a Giba e ressalta:

É de um amigo meu, que tem uma oficina de blindagem de carros. Depois do que aconteceu, talvez vocês queiram tomar alguma precaução. É caro, mas hoje em dia vale a pena (AQUINO, 2002, p. 63).

O discurso do delegado, bem como a possibilidade de segurança dentro do veículo, é negado ao percebemos que Estevão foi justamente assassinado dentro do carro.

Estes gestos, que soam tão naturais (travar a porta, blindar o carro), revelam a invisível fronteira que mantém os “excluídos sociais” distantes de qualquer possibilidade de interação espontânea com os personagens. A demarcação dessa fronteira nos parece clara quando pensamos nas diversas cenas em que se percebe um contraste entre o espaço e as pessoas que se encontram nele.

No primeiro plano do filme, quando vemos Ivan e Giba entrando em um bar da periferia, o desconforto de ambos e a desorientação típica dos que estão perdidos, ressalta o quão distante eles se encontram daquele local. Logo se percebe que eles não pertencem aquele “universo”, descrito no livro por Ivan como “um lugar medonho, sem nenhuma vocação para cartão-postal”. Anísio, por sua vez, vigia a rua como se estivesse enclausurado atrás das grades à espera de ser solto, oportunidade que logo percebe através dos sócios contratantes.

A mesma inadequação ao espaço, porém reagindo de forma bem diferente, iremos encontrar quando Anísio se adentra na mansão de Marina pela primeira vez. Ele vaga por entre as paredes brancas da casa e observa os objetos demoradamente. Após assassinar os pais de Marina, ele deveria estar preso em uma cadeia, ou mesmo escondido em algum lugar escuro e distante, mas nunca desfrutando do conforto ao lado dela na beira da piscina.

Marina por sua vez, aguarda num bar da periferia, enquanto Anísio sobe o morro para comprar cocaína. Claramente embriagada e perdida, ela fica sozinha na porta do bar enquanto ao seu redor escutamos latidos de cachorros distantes e alguns pontos iluminados em meio à escuridão insondável do local.

Outro aspecto a se notar no filme é que as ruas de São Paulo estão sempre vazias. A insegurança surge de um medo imaginário, como se o mal estivesse sempre à espreita. As distâncias devem ser percorridas rapidamente para se chegar na segurança do lar.

O antropólogo brasileiro Roberto da Matta no seu livro *A casa e a rua* (DA MATTA, 1997) já observou uma relação contrastante entre a casa e a rua na configuração urbana brasileira, descrevendo a casa como um lugar calmo que define a nossa idéia de amor e carinho e a rua como um espaço que não nos pertence enquanto indivíduos, estando sempre repleta de fluidez e movimentos, sendo inclusive um lugar de perigo (DA MATTA, 1997, p. 57).

Entretanto, em *O invasor* o lar também não é visto como um lugar aconchegante e estável. Na noite que antecede a descoberta do corpo de Estevão, Giba brinca com sua filha e conta a ela a história dos três porquinhos, sendo no filme, uma metáfora para se delinear a personalidade dos três sócios. É sintomático notar, que essa história infantil utiliza a construção das casas para mostrar a vulnerabilidade dos três porquinhos perante o lobo. A casa é vista como a possibilidade de segurança, mas para isso, deve ser devidamente construída, o que na história só acontece em uma delas. A tranquilidade de Giba em paralelo com o desaparecimento de Estevão, nega a possibilidade de uma família plenamente feliz, e a cena que deveria ser alegre e ingênua, adquire uma atmosfera densa e um sentido sórdido.

Ivan é visto solitário em uma casa noturna de São Paulo. Não parece estar se divertindo, e a cena sugere apenas um refúgio de seu lar, local de desconforto e desentendimento com a sua esposa Cecília. Saberemos no livro, que a relação deles se tornou frágil e distante a partir do momento em que Cecília descobriu que não podia ter filhos, ou seja, a impossibilidade de um lar devidamente construído. Essa idéia é reforçada no livro quando Ivan vislumbra a possibilidade de um futuro harmonioso com Fernanda: “Em minha vida nova, eu poderia até mesmo pensar em filhos” (AQUINO, 2002, p. 110).

Se a rua é o local de deslocamento, de insegurança, e a casa um local de desconforto e apatia, as casas noturnas são os verdadeiros refúgios dos personagens, únicos locais de possíveis interações entre indivíduos ilhados. São nos bares, puteiros e discotecas animadas por luzes coloridas e muita música, que as pessoas se conhecem, se divertem e tramam falcatruas. Dessa forma, um espaço que está sempre associado a nossa idéia de diversão e lazer, transforma-se num reduto de refúgio incapaz de interromper a tensão cotidiana. Apenas na cena final em que Anísio e Marina estão drogados enquanto dançam freneticamente música eletrônica, teremos um momento de *pausa narrativa* mais longa, quando o filme suspende o ritmo das ações e investe nitidamente na sensação dos personagens. De acordo com Reis e Lopes (1988, p.274):

Como quer que seja, a instauração da pausa decorre normalmente de uma atitude ativa do narrador que, não se limitando a relatar o devir da história, interrompe esse devir e concentra, nas pausas interpostas, elementos descritivos ou digressivos carregados de potencialidades semânticas

Porém, é importante notar que em seu curso final a cena passa a ser intercalada através de uma montagem paralela que acompanha o desespero de Ivan, impossibilitando qualquer sensação de divertimento e alívio.

Pudemos notar que apenas uma cena, quando Marina e Anísio tomam êxtase, ultrapassa o registro mais realista e parece investir nas potencialidades da imagem para construir o efeito da droga. Os rastros das luzes, o forte contraste e a rápida repetição de imagens, revelam um discurso que deseja se adequar ao estado psíquico dos personagens, em detrimento a uma captação mais natural. Nesse caso, vale a consideração de Cristina Costa (2002, p. 12), pesquisadora em *Ficção, comunicação e mídias*:

Há, porém, um discurso que não se orienta diretamente para o real, mas apenas o subentende e dele se afasta para aludir às profundezas da interioridade humana. Esse discurso é a ficção que procura aderir não às coisas, mas às consciências que as percebem, criando entre elas experiências novas que respondem a imperativos de sua subjetividade, e não da realidade concreta.

Outra cena também sugere uma forte inclinação estética nesse sentido. Ivan, já com arma na mão e com fuga planejada ao perceber que o cerco está se fechando contra ele, vai até o apartamento de Fernanda. Bate na porta, ninguém atende. Ele arromba e procura algum indício em seu apartamento. A cena é filmada com uma lente grande angular, que distorce a imagem, arredondando-a. Este artifício é comumente utilizado no cinema para sugerir o estado alterado de

um personagem e causar estranheza de percepção no espectador<sup>13</sup>. No livro, Ivan alude a atmosfera, que mesmo não sendo realista, é a mais representativa de seu estado. “Uma atmosfera irreal me cercava. As coisas aconteciam sem o menor controle. Um princípio de loucura.” (AQUINO, 2002, p. 85). Lembramos também que no filme, na cena em que se descobrem os corpos de Estevão e Silvana, a letra da música sugere que estamos no “pesadelo da realidade”. Assim, as alterações mais artificiais da imagem nunca surgem de forma gratuita, como maneirismo estético, pois revelam sempre a perspectiva de determinado personagem. Estes aspectos próprios da linguagem cinematográfica evidenciam uma gramática audiovisual cada vez mais consciente dos seus sentidos produzidos.

Na cena final, após Ivan bater o carro e sair andando desamparado pelas ruas desertas que esconde um mal imaginário, escutamos uma trilha sonora rica do imaginário periférico, da cultura e expressão marginal que impõe visibilidade ao seu espaço e afirma sua presença na sociedade. Andando amedrontado no meio do asfalto, com a câmera se afastando e colando ao seu rosto, mas ainda assim revelando a paisagem decadente dos barracos que se amontoam na beira da pista, Ivan não tem pra onde ir, está na situação-limite provocada pelos seus próprios atos.

A música que acompanha a cena torna-se ameaçadora e revela a situação da sociedade brasileira: “A bomba vai explodir, ninguém vai te acudir. Sociedade destrói sua vida. Capitalismo por aqui suicida”. É na certeza da existência da bomba, fabricada devido ao longo processo de marginalização ao qual se determina uma parcela inteira de “excluídos sociais”, que a narrativa se densifica e alcança um significado mais profundo. A música e a cena em si traduzem a idéia geral do filme, e por estar no fim da história contada, sugerem mais a possibilidade de uma reflexão sobre a realidade contemporânea brasileira do que o apontamento para uma solução eficaz sobre o impasse social apresentado no filme.

*O invasor* se utiliza da linguagem cinematográfica para expressar um sentimento comum que assola o povo brasileiro: a completa descrença nos órgãos de segurança nacional, e a tensão social que emerge nas ruas cotidianamente. Porém, mais do que evidenciar esta sensação de insegurança, a grande urgência do filme está em problematizar essa questão, buscando revelar a cumplicidade da classe média brasileira diante da violência que a intimida.

A impossibilidade de ignorar a cultura e a vivência periférica torna-se um ponto importante dentro da estrutura narrativa da obra. Dessa forma, acreditamos que a invasão proposta pelo título, em seu sentido mais polissêmico e intertextual, está incorporada no construto do filme. Dessa forma, *O invasor* injeta novo ânimo ao cinema brasileiro, principalmente em sua vertente mais policial, apontando rumos para uma estética nacional que una o comprometimento ativo de uma posição política em relação aos fatos narrados com a potencialidade específica de uma linguagem narrativa.

### 3 Agradecimentos

Agradeço ao meu pai e as minhas irmãs, Diana e Paula, por ao meu lado viverem as tormentas e as bonanças efêmeras da vida, e por compartilharem comigo as banalidades do dia-a-dia. Agradeço pelo carinho, pela atenção, pelo cuidado e pelo amor que nos unirá para sempre.

Agradeço as minhas tias, em especial Tia Dora e Tia Jane, que mesmo distantes fisicamente, estão sempre presentes nas minhas conquistas e alegrias.

Agradeço aos amigos e amigas que mesmo não participando ativamente da minha vida acadêmica, me provam a cada dia que o conhecimento não reside em um só lugar, nem apenas nos livros, nos filmes e nas outras artes.

Agradeço ao meu orientador Luiz Mousinho, que com sua conduta responsável e atenciosa me ensinou os caminhos que consolidam uma relação de amizade para além da vida acadêmica e profissional.

---

<sup>13</sup> O mesmo recurso utilizado com a mesma finalidade pode ser vista no filme *Estorvo*, dirigido por Ruy Guerra em 1999

## **Agradeço ao CNPq e a UFPB pelo incentivo concedido a pesquisa científica.**

### **4 Referências**

- AQUINO, Marçal. *O invasor*. São Paulo, Geração Editorial (coleção Carpe Diem), 2002.
- ALENCAR, Marlyvan Moraes de. Os lugares de uma Cidade. In: *Estudos de Cinema Socine*. São Paulo, Annablume, Socine (Estudos de Cinema – Socine, VII), 2006.
- BAKHTIN, Mikhail. A tipologia do discurso na prosa. In: LIMA, Luiz Costa. *Teoria da literatura em suas fontes*. 2 ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1983. p.462-84.
- BARROS, Diana Luz Pessoa. Contribuições de Bakhtin às teorias do discurso. In: BAKHTIN, Mikhail. *Bakhtin, dialogismo e construção sentido* (org). Campinas, SP, Editora da Unicamp, 1997. p.27-38
- BAZIN, André. A evolução da linguagem cinematográfica. In: *O cinema – Ensaios*. São Paulo:Brasiliense, 1991.
- \_\_\_\_\_. Por um cinema impuro - Defesa da adaptação. In: *O cinema – Ensaios*. São Paulo:Brasiliense, 1991.
- BETTON, Gérard. *Estética do Cinema*. São Paulo: Martins Fontes, 1987.
- BRITO, João Batista de. *Imagens amadas*. São Paulo: Ateliê editorial, 1997.**
- \_\_\_\_\_. *Literatura no Cinema*. São Paulo, Unimarco, 2006.
- BRUM, Alessandra Souza Melett Brum. *O processo de criação artística no filme O invasor*. Campinas, SP, [s.n.], 2003.
- BURCH, Noel. *Práxis do Cinema*. São Paulo/SP, Perspectiva, 1992.
- CANDIDO, Antonio. A personagem do Romance. In: *A personagem de Ficção*. Perspectiva. São Paulo: Perspectiva, 1964.
- COSTA, Cristina. *Ficção, comunicação e mídias*. São Paulo, SENAC, 2002. p.12
- DIMAS, Antonio. *Espaço e romance*. São Paulo: Ática, 1987.
- FREIRE COSTA, Jurandir. Entrevista com Jurandir Freire Costa. In: COUTO, José Geraldo. *Quatro autores em busca de um Brasil*. Rio de Janeiro: Rocco, 2002.
- FONSECA, Rubem. *O Cobrador*. São Paulo: Integral, 1979.
- GASS, William H. *A ficção e as imagens da vida*. São Paulo, Cultrix, 1971.
- GENETTE, Gerard. *Discurso da Narrativa*. Lisboa, Vega, 1995.

**GOMES, Paulo Emilio Salles. A personagem cinematográfica. In: *A personagem de Ficção.Perspectiva*. São Paulo: Perspectiva, 1964.**

**LEITE, Lígia Chiappini Moraes. *O foco narrativo*. 4 ed. São Paulo: Ática, 1989. (Série *Princípios*; 4).**

REIS, Carlos e LOPES, Ana Cristina. *Dicionário de Teoria da Narrativa*. São Paulo, Ática, 1988.

STAM, Robert. *Introdução à teoria do cinema*. Campinas/SP: Papyrus, 2003.

TOULET, Emmanuelle. *O cinema, invenção do século*. São Paulo: Objetiva, 1988

XAVIER, Ismail. *São Paulo no cinema: expansão da cidade-máquina, corrosão da cidade-arquipélago*. In: *Sinopse, Revista de cinema*. São Paulo (Sinopse, nº 11, ano VIII), 2006.

\_\_\_\_\_.Do texto ao filme: a trama, a cena e a construção do olhar no cinema. In:

PELLEGRINI, Tânia et al. *Literatura, cinema e televisão*. São Paulo: Editora Senac São Paulo: Instituto Itaú Cultural, 2003. p. 61-89

## Ação, Controle Consciente e Normas: Uma Defesa do Mentalismo

**Eduarda Calado Barbosa**

Universidade Federal da Paraíba-UFPB

[eduardacalado@hotmail.com](mailto:eduardacalado@hotmail.com)

Bolsista PIBIC-CNPq/UFPB

**André Leclerc**

Orientador

**Resumo:** Para o presente trabalho, partiremos de uma fundamentação no âmbito da filosofia da mente para tratarmos, em seguida, do modelo inferencialista presente na teoria da normatividade do filósofo americano Robert Brandom. Uma de suas influências mais marcantes é Hegel, de cuja obra extrai uma concepção dialética do estabelecimento dos conceitos. Brandom defende que as normas de articulação conceitual da cognição são geradas no contexto da pragmática, à qual a semântica (estudo da significação ou dos conteúdos conceituais) deve responder. Ele parte de uma noção de intencionalidade prescritiva e não-causal. As noções de correto ou incorreto do pensamento e da ação se dão discursivamente, a partir de normas implícitas que, posteriormente, instituem-se, explicitamente, enquanto leis e princípios. Esse processo se dá segundo o que denomina de modelo do *scorekeeping* deontico. A comunidade deve avaliar a adequação material das aplicações conceituais de um indivíduo, em um sistema de "marcação de pontos" (*scorekeeping*), pelo qual são estabelecidas as noções de correto ou incorreto a serem instituídas. De implicações relevantes para a tradição analítica, a obra de Brandom é de grande validade para a filosofia da linguagem.

**Palavras-chave:** *mente; Intencionalidade; normatividade; inferencialismo; pragmática.*

### Introdução

A parte inicial desse trabalho consistiu em um estudo de correntes da filosofia da mente. Nosso trabalho propõe uma defesa da corrente mentalista, que afirma a existência de um vocabulário específico dos fenômenos mentais, irreduzível a bases naturais (físicas ou funcionais). Um dos "termos" mais caros a esse vocabulário é a intencionalidade. O filósofo estadunidense Robert Brandom vem desenvolvendo um relevante trabalho na defesa de uma concepção normativa da intencionalidade. Em sua obra, a linguagem desempenha um papel determinante e fundamental para a estrutura do pensamento. As declarações de intenções, na forma de expressões lingüísticas, são tomadas a partir de seu conteúdo e sua dinâmica de uso, ou seja, a partir dos âmbitos da semântica e da pragmática. No entanto, Brandom procura entender a semântica em termos de pragmática e, para tal, constrói um complexo esquema representativo da construção das condições de verdade das declarações: seu modelo inferencialista do *deontic scorekeeping*.

### O mentalismo na filosofia da mente

Segundo Dale Jacquette (Jacquette, 1994, p.1), "*a ontologia do fenômeno mental é o problema fundamental da filosofia da mente*". Esse seria um problema de integrar, em uma única resposta, ambas as perspectivas, científica e não-científica, da maneira como vemos a nós mesmos, buscando as categorias mais fundamentais da mente e sua relação com o corpo. Tal problema, que trata, em primeira instância, também da própria existência da mente, é uma questão milenar da filosofia da mente.

Além das diferenças mais perceptíveis entre mente e corpo, tais como o fato de o cérebro ser composto por nervos e artérias, enquanto que a mente possui pensamentos (lembranças, desejos, expectativas, sensações imediatas, gostos e desgostos), há um critério de distinção ainda mais contundente. O pensamento, atividade por excelência do mental, é sempre sobre algo, nunca deixa de se direcionar a um objeto, mesmo quando este não existe. Quando lemos uma ficção e imaginamos uma personagem, o nosso pensamento tem como objeto referencial um ente imaginário, mas, ainda assim, nosso pensamento é sobre algo. Essa propriedade dos eventos mentais, de serem sempre direcionados a objetos, é chamada de *intencionalidade*. Os dualistas de propriedades reconhecerão nela a propriedade fundamental do mental.

O *dualismo de propriedades* defende, objetivando resolver o problema mente e corpo, que, diferentemente do cérebro, que obedece a leis físicas funcionais e materiais, a mente possui a propriedade da intencionalidade, irreduzível a bases materiais, funcionais ou comportamentais. Esse tipo de dualismo também se baseia no evolucionismo darwinista. Em uma determinada etapa da evolução humana, os fenômenos mentais intencionais teriam surgido, na qualidade de propriedade superveniente ou emergente a organizações complexas pura e substancialmente físicas.

A grande vantagem do dualismo de propriedades ou *monismo anômalo*, como alternativa ontológica, reside em evitar o problema da interação causal (não precisa dar conta da interação entre os fenômenos mentais e físicos, pois reconhece apenas uma substância, a material). Ele procura uma distinção intuitiva entre mente e corpo, recorrendo às propriedades e categorias metafísicas dessas propriedades. Reconhece também o conteúdo ou *qualia* da experiência; por exemplo, o gosto de uma barra de chocolate (fenômeno irreduzível a sua base física).

Quanto à intencionalidade, já tendo sido apresentada sua definição, vale nos debruçarmos sobre a análise de sua estrutura. Um estado intencional é sempre uma apresentação de um objeto, que deve ser chamado de *objeto intencional*, ao qual o estado mental se direciona. Além disso, é necessário que o estado intencional apresente o objeto de uma determinada maneira. Esse conjunto composto por: sujeito-direcionamento/apresentação-objeto/conteúdo representa o esquema da estrutura da intencionalidade. A determinação do significado, ou seja, do valor de verdade de um estado intencional é o seu *conteúdo*. Veremos melhor, mais adiante, como se dá o processo de representação dos estados intencionais e sua relação com a linguagem.

No presente trabalho, inicialmente, procuramos apresentar os conteúdos dos estados intencionais como determinação da aplicação pragmática dos mesmos. Isso foi feito pela adoção da noção de normatividade presente na obra de R. Brandom. Para ele, conceito (aquilo que possui conteúdo nos estados intencionais) é norma, aplicada correta ou incorretamente, em uma dinâmica pragmática que compõe o seu significado. A próxima seção é uma passagem rápida por sua argumentação. Em uma seção posterior, analisaremos, em pormenores, os detalhes de seu esquema de estabelecimento do valor de verdade dos conceitos.

## **A concepção de normatividade em Robert Brandom**

As idéias de Robert Brandom são um misto de filosofia analítica e neo-hegeliana. Partem das considerações de Wittgenstein sobre a impossibilidade de uma linguagem privada para, de Hegel, assumir a idéia de razão histórica, na defesa de uma teoria pragmática da linguagem e da ação. Aqui, fixar-nos-emos em tratar da concepção de normatividade em sua teoria pragmática, apresentando três perguntas colocadas em sua principal obra, nossa referência básica, *Making it Explicit*: qual seria o critério de demarcação mais adequado para uma ontologia da mente? Qual a natureza das normas que regem a aplicação de conceitos? E como tais normas se transformam em leis e princípios?

Brandom apresenta uma teoria que fixa nas atividades realizadas pelo homem, nas práticas sociais (principalmente discursivas), a chave para entendermos a natureza das ações e dos pensamentos humanos. Destacando as habilidades que nos tornam capazes de interagir em nosso meio comum (que convencionou chamar de o *Nós*), mostra que ambos, pensamento e ação, são inconcebíveis à parte de uma noção de normatividade. Em outros termos, busca uma

pragmática normativa como critério de demarcação ontológico da mente.

Seu objetivo é o de explicitar a necessidade de uma noção teórica daquilo em que consiste, na prática, fazer parte do grupo do 'Nós', a partir de um exercício de auto-identificação. Encontrando os múltiplos aspectos específicos dos quais é possível abordar a questão do critério de demarcação (biológico, sociológico), estabelece o que há de fundamentalmente comum entre eles. Toma um critério de demarcação amplo em termos do que é necessário observar em um objeto ou organismo para que ele conte como parte do 'Nós'.

A princípio, como é tradicional, o exercício de auto-reconhecimento nos leva à resposta: capacidade cognitiva. Relacionamo-nos com o meio externo e entre nós mesmos a partir da compreensão. Somos produtores de significados e entendedores dos mesmos, movidos pela força das melhores razões. Na cognição, *tomamos* crenças como verdades. Na ação, *tornamos* crenças verdadeiras, por agirmos de acordo com elas. Por isso, nossas ações e estados cognitivos possuem conteúdo proposicional (entendido em uma rede inferencial, podendo estar correto ou não).

A intencionalidade é tida por Brandom como um direcionamento de sentido sobre objetos a partir de aplicações conceituais, envolvendo capacidades expressivas e discursivas, cuja normatividade não pode ser entendida a parte das interações sociais. Ela possui, assim, status normativo.

A partir do entendimento da proposta de sua obra e passando pela redefinição da intencionalidade, Brandom inicia uma incursão histórica pelos filósofos que primeiro se preocuparam com a questão da normatividade. O primeiro deles é Kant. Para Kant, tanto na cognição como na ação, aplicamos conceitos inteligíveis, na medida em que são suscetíveis de avaliação normativa. Conhecer ou agir são atividades que requerem a *responsabilidade* de assumir razões como premissas para inferências práticas. Um agente deve ser capaz de alterar o meio à sua volta pela aplicação correta. Kant entende a aplicação de conceitos na perspectiva das *regras*. Para ser inteligível, um conceito deve ser usado de acordo com a necessidade (*Notwendigkeit*) de estar de acordo com regras.

Posteriormente a Kant, Frege fundamentará sua crítica ao psicologismo na distinção entre a significância normativa dos conceitos e suas implicações causais. Segundo Frege, para evitar-se um entendimento equivocado da idéia de regras em Kant, seria necessário diferenciar leis que regem julgamentos discursivos de leis universais. Enquanto que as últimas determinam o curso correto dos eventos (pois são descrições satisfatórias das "vontades" do universo), as primeiras são as justificações para o uso de uma aplicação conceitual correta, não a sua causa.

Wittgenstein (também abordado por Brandom) é outro filósofo que reconhece a significância pragmática essencialmente normativa da aplicação de conceitos. Ele reforça os argumentos de Frege. Em sua filosofia, explicita que seria mesmo bastante contra-intuitivo supor que as regras determinassem como se daria o uso de um conceito em um determinado ato discursivo. Se assim fosse, jamais aplicaríamos nenhum conceito erroneamente e, sem essa possibilidade, não poderíamos falar em inteligibilidade. Para ele, há a necessidade de diferenciar *causação* de *justificação*.

Outras questões tratadas por Wittgenstein são: como se instituem as normas e qual seria a natureza dessas normas. Com o objetivo de responder a essas duas questões, apresenta, inicialmente, uma crítica ao regulismo Kantiano, segundo o qual o que torna correta ou não uma ação ou aplicação conceitual é a sua relação de concordância com regras explícitas de conduta, leis ou princípios. Com o argumento que ficou conhecido como *Retorno das regras*, Wittgenstein apresenta uma refutação à visão regulista, fundamentando-se em uma inconsistência lógica de seu argumento central. Para os regulistas, o uso correto de um conceito é determinado por uma regra. Contudo, Wittgenstein percebe que um conceito é aplicado segundo uma regra que é, ela mesma, aplicada correta ou incorretamente, de acordo com outra regra. O argumento regulista cai, assim, em um regresso ao infinito. Como consequência, falha em explicar a origem das normas e sua natureza. Wittgenstein defenderá que os conceitos são *normas, jogos* de uso e aplicação pragmática.



Brandom, inspirado em Wittgenstein, defende que existem normas implícitas nas práticas sociais que dão origem, quase que imperceptivelmente para o agente, a normas explícitas na forma de leis. Aprendemos que um conceito qualquer deve ser aplicado de uma maneira particular (por exemplo, o que significa julgar algo como verdadeiro ou falso) não por alguma regra explicitada na forma de lei, escrita em algum livro ou manual, mas no nosso desenvolvimento enquanto membros de um grupo social. Todavia, as leis se formam quando as práticas sociais as legitimam como padrão. Nesse ponto, vale lembrar que possuímos o que Kant denominou de “vontade racional”. A liberdade de entender, escolher (e agir de acordo com tal entendimento) uma determinada concepção de correto. Contudo, Brandom adiciona: dada comunitariamente, não universalmente.

O passo seguinte é procurar estabelecer que mecanismos da realidade das práticas sociais, da atividade comunal, garantem a passagem de uma concepção de norma implícita para a formação de um princípio ou lei. Brandom recorre, para tal, à noção de *sanções*, recompensas ou punições. Uma sanção reforça uma ação, quando recompensa o agente ou lhe atribui alguma função especial ou direito. Pune, por sua vez, quando bloqueia, de alguma forma, a possibilidade de repetição futura da ação. Com o uso das sanções, formam-se regularidades.

Essas regularidades tornam-se leis. Ou seja, há um processo de instituição das normas. Existe, nesse processo, um reconhecimento e uma avaliação e, assim, o uso da normatividade. Na medida em que uma aplicação conceitual pode ser concebida como incorreta, a partir de uma avaliação, fala-se em objetividade inteligível. Qualquer uso precisa ser objetivamente inteligível, principalmente nas práticas discursivas, que possuem carga de sentido e significação.

### **Inferencialismo e Modelo *Socorekeeping***

O processo pelo qual os membros de uma comunidade reconhecem uns aos outros como produtores de significados e intérpretes dos mesmos, ou seja, como capazes de adotar certa instância intencional, é denominado, por Brandom, de *processo de reconhecimento*. Esse mecanismo, pelo qual são instituídas as normas da ação e do discurso, é o ponto de partida de sua teoria inferencialista. Essa teoria, sobre o uso e desenvolvimento das expressões dos estados intencionais, é estruturada de duas maneiras: pela análise dos conteúdos expressos nas ações intencionais e pela significância desses conteúdos; no primeiro caso, pela *semântica*, no outro, pela *pragmática*. Brandom parte da definição de Bretano para discutir a natureza da intencionalidade:

*Todo fenômeno mental é caracterizado pelo que os Escolásticos da Idade Média denominavam de inexistência intencional (também mental) de um objeto. E o que nós poderíamos chamar de, embora não em termos inteiramente não-ambíguos, a referência a um conteúdo, uma direção sobre um objeto (pelo qual não devemos entender uma realidade nesse caso), ou uma objetividade imanente. Cada qual inclui uma coisa como objeto dentro de si mesma, embora nem sempre da mesma maneira. Em uma apresentação, alguma coisa é apresentada, no julgamento algo é afirmado ou negado, no amor amado, no ódio odiado, no desejo desejado, etc.*

*Bretano, por Brandom, 68*

Pode-se observar que, presentes na definição de Bretano, encontram-se duas dimensões de categorias gramaticais: a das orações com termos singulares e a das orações declarativas. No caso das primeiras, são usados conectivos, como ‘sobre’ ou ‘em’, entre a ação e o objeto da mesma. Por exemplo: “Eu acredito em duendes”. A frase não possui um conteúdo proposicional declarado, como em: “Eu acredito que duendes escondem objetos alheios”. Nesse último caso, algo é declarado sobre o objeto, expressando uma especificação de conteúdo do estado ou da atitude. Para Brandom, é necessário que qualquer teoria com pretensão de lidar com a natureza dos estados intencionais dê conta de ambas as dimensões expressas na definição de Bretano, respeitando a clara diferença entre elas.

Em relação às frases com uso de ‘*singular terms*’ (termos singulares), o conteúdo de uma representação não é uma questão ontológica. Aquilo que determina se uma representação é bem sucedida não desempenha nenhum papel naquilo que determina se o conteúdo de um estado intencional é correto ou não. Em outras palavras, o mecanismo pelo qual eu sei que o morango da frase: “Minha mãe deixou cair o morango” existe, não é o mesmo que me permite saber se o conteúdo que eu desejo representar da oração está correto ou não. É preciso considerar, atenciosamente, como dever teórico, a diferença entre ‘*querer representar*’ e *representar com sucesso*.

A noção de querer representar está muito mais relacionada à idéia de *expressar* do que, propriamente, a de *representar com sucesso*. Querer representar pressupõe que algo (o objeto representado) possa ser tomado como representação. Requer um compromisso do falante, tanto quanto do intérprete: “A noção de ter intenção de representar implicitamente envolve uma noção de uptake (tomar para si) representacional por parte de algum consumidor ou meta da intenção de representar. É apenas na medida em que algo pode ser tomado como sendo representação que ela pode ter a intenção de ser uma”. (Brandom, 72-73).

Tomar algo como representação e receber algo como representação são ações equivalentes às de *significar* e *compreender*, respectivamente. À primeira vista, tal afirmação pode parecer auto-evidente, todavia, negligenciá-la pode comprometer as bases de um bom entendimento do processo de comunicação. O entendimento da representação apenas estará completo se for, também, um estudo do que significa, para um falante e agente, usar expressões e pretensões de representação, quando estas são tomadas por seus interlocutores. Tal estudo requer uma abordagem do que significa a atitude de tomar, tratar e usar representações. Evidentemente, nossa abordagem tentará dar conta de como os conteúdos proposicionais representados nos estados intencionais assumem uma instância objetiva.

O autor busca descobrir se as expressões realmente funcionam em seu intuito de tornar inteligível, comunicável, objetivo, o conteúdo dos estados intencionais. Sua abordagem passa por dois níveis: primeiro o de reconhecer e procurar explicar o processo de representação a partir de uma perspectiva pragmática, dando ênfase ao uso das expressões; depois, procura mostrar o mecanismo que faz com que normas implícitas no ato de usar expressões, tornem-se explícitas na forma de leis e princípios.

Essas normas implícitas e as leis (suas formas explícitas) são a chave do entendimento da noção de inteligibilidade do conteúdo proposicional. Elas garantem que uma aplicação de norma, em um contexto específico, esteja incorreta e, assim, não seja inteligível e que, da mesma forma, seja inteligível e correta no contexto adequado. Por sua vez, o mecanismo que determina se uma representação é usada corretamente envolve duas fases: uma de atitude representacional, pela qual o indivíduo toma uma representação como representação de um objeto ou estado de coisas, e a do status representacional, quando, de fato, uma representação se constitui bem-sucedida.

Essa objetividade da representação depende mais da relação entre a coisa e sua representação, do *contexto*, do que apenas da racionalidade do representador, daquele que toma atitude de representar. Brandom traz, em sua obra, um entendimento da representação não como uma noção *primitiva*, mas como uma atitude que depende de *contextos*. Um estudo competente da semântica, então, não pode carecer de uma abordagem pragmática. Brandom o fará adotando um inferencialismo.

*“Inferencialismo sobre o conteúdo conceitual não é uma estratégia explicativa que possa ser perseguida na completa abstração do pragmatismo das normas implícitas na aplicação prática de conceitos. As considerações apresentadas aqui para motivar e recomendar uma ordem inferencialista da explicação semântica apelam à noção de inferências materialmente corretas”.*

*Brandom, 132-133*

Para posicionar devidamente o inferencialismo em uma abordagem pragmática, faz-se necessário recorrer à noção de *inferências materialmente corretas*. Entendemos

por inferências materialmente corretas, adotando a definição de Sellars, inferências implícitas que são alcançadas não pela lógica formal, mas pela análise dos conteúdos das premissas. Quando se afirma, por exemplo: “Estou à direita da casa de Paulo”; posso concluir inferencialmente: “A casa de Paulo está à minha esquerda”. Ela está relacionada mais a condições de verdade das proposições que de validade das inferências. No entanto, a teoria semântica também busca explicar as propriedades lógico-formais, só que em termos de propriedades materiais.

Para tratar do inferencialismo, vamos descrever três importantes dimensões, ao longo das quais a noção de conteúdo representacional objetivo está articulada. Primeiro é a dimensão *referencial*. Apenas se uma teoria semântica inferencialista puder ter uma abordagem que coloque referências em termos de inferência, poderá dialogar com a tradição. Quando expressamos um estado intencional, referimo-nos a algo através de declarações que devem ser entendidas dentro de um plano de articulação com outras conseqüentes. Por exemplo, se afirmo que “A casa de Paulo está à minha direita” e concluo que “Estou à esquerda da casa de Paulo”, essas afirmações se referem a algo (minha localização em relação à casa de Paulo), mas são declaradas em termos de inferência.

Uma segunda dimensão é categórica: uma abordagem inferencialista precisa dar conta tanto da representação, quanto da referência, mas enquanto ‘*referência a*’ e ‘*representação de*’, salientando o caráter material e objetivo da representação. Finalmente, a abordagem inferencialista deve também dar conta de como os termos e julgamentos se tornam inteligíveis. Esse fato vai depender das atitudes práticas de tomar ou tratar algo como correto (talvez a mais importante de todas as tarefas).

A idéia central de Brandom é a de que os conteúdos proposicionais devem ser entendidos na perspectiva da capacidade humana de dar e receber *razões*. Perspectiva essa presente em nossas práticas de modo geral, mas, especialmente, na prática discursiva, cujo ponto inicial é fazer uma *declaração*. Ao fazê-la, necessariamente, tanto damos razões, como abrimos espaço para que razões sejam demandadas. O grande desafio desse modelo é encontrar o quê estrutura a dinâmica das atitudes práticas de dar e receber razões.

Essas atitudes envolvem um tipo de *compromisso* que Brandom denomina de *compromisso doxástico* (do grego “*doxa*”, que significa opinião ou senso), pois envolve um status normativo, deôntico: da mesma forma que damos e tomamos razões, tratamos e tomamos uns aos outros, em nossa comunidade lingüística, como possuidores de status normativo, de compromisso doxástico.

*Sua articulação inferencial, em virtude da qual merecem ser entendidas como possuidoras de conteúdo proposicional, consiste em relações de conseqüência dentre os compromissos doxásticos particulares e direitos – a maneira na qual a declaração de uma pessoa pode comprometer ou dar direitos a outros.*

*Brandom, 142*

De fato, a prática lingüística funcionaria como uma espécie de ‘jogo de marcação de resultados’ ou *scorekeeping game* por parte dos membros da comunidade, sendo que os ‘placares’ sempre podem ser alterados: os compromissos e direitos dos agentes lingüísticos podem mudar de acordo com o que se torna mais apropriado atribuir a um determinado estado intencional. Aquilo que governa esse mecanismo ‘scorekeeping’ dos atos de fala, em termos de propriedades práticas, é um dos fenômenos que uma teoria semântica deve poder explicar.

Contudo, antes de entrar nessa questão central de sua teoria semântica, Brandom se detém nos seus assuntos preliminares, a saber, primeiramente, o caráter lingüístico da intencionalidade. Afirma ele: “*Intencionalidade original, independente ou não-derivativa é uma questão exclusivamente lingüística*” (Brandom, 143). O caminho percorrido pelo autor passa por uma abordagem de todo o material metodológico usado em sua teoria; segue por uma discussão sobre a perspectiva lingüística para o entendimento da intencionalidade, até chegar à questão central de sua teoria semântica: o ‘*deontic scorekeeping model*’.

As estratégias explicativas das teorias semânticas formais prescindem de qualquer menção aos *contextos* como determinantes do significado de qualquer expressão relacionada a um estado intencional. O projeto da semântica formal estabelece uma relação entre *intérpretes* e *interpretado* em que os intérpretes tomam ‘interpretados primitivos’ (‘explicadores não explicados’ que funcionam à semelhança de princípios) e, a partir deles, constroem uma série de derivações sintáticas, sem a interferência de qualquer atitude prática de uso desses ‘interpretados’. O fundamento da semântica formal, no caso das linguagens humanas, encontra-se, assim, nas operações sintáticas. O autor apresenta uma crítica à semântica formal. Descreve-a como uma espécie de relação estática e estéril entre expressões e seus valores de verdade, pois negligencia as atitudes práticas de usá-las, sua dinâmica e o status de seus agentes lingüísticos. Brandom se ergue contra a semântica formal, como é demonstrado no seguinte trecho: “*O que dá a uma teoria semântica seu caráter filosófico é a contribuição que sua investigação da natureza dos conteúdos pode dar à compreensão das propriedades da prática, pragmaticamente de julgar e inferir*”. (Brandom, 144).

A diferença entre uma semântica formal e uma filosófica é que a primeira denomina semântica apenas as relações que pressupõem, implicitamente, uma relação de inteligibilidade entre semântica e uma pragmática *adequada*; e a segunda, por sua vez, defende que tal inteligibilidade da semântica deve ser teorizada explicitamente em termos de estudo pragmático da dinâmica dos atos de fala.

Uma semântica filosófica não pode *estipular* significados ou valores de verdade para expressões. Deve apresentar um estudo de como os conteúdos conceituais se ajustam às expressões. Termos, expressões, por eles mesmos, nada significam. “*À parte de seu papel na atividade humana, à parte das normas que impõem o seu emprego- que fazem com que seja o caso de que alguns usos sejam corretos e outros incorretos- esses veículos semânticos são mudos, inertes, mortos*”. (Brandom, 146).

A questão que emerge dessas afirmações é a de que papel as expressões desempenham na linguagem e que relações possuem com os estados intencionais aos quais se relacionam. Uma das possibilidades de resposta remete ao uso *instrumental* da linguagem. O agente lingüístico usa as expressões com a intenção de que as mesmas expressem suas crenças e sejam entendidas por sua audiência. “*Agentes semânticos tratam os conteúdos das declarações como derivativos daqueles dos estados intencionais*”. (Brandom, 147).

Essa visão incorpora um entendimento que reforça o aspecto explícito do compromisso lingüístico, em forma de declaração e regra, mas não exclui seu aspecto implícito, a prática, pois reconhece que ambos são realmente adequados à expressão da crença e à intenção que se deseja comunicar. A esse entendimento de como se relacionam normativamente expressões (formas explícitas) e propriedades que governam o discurso, ou seja, de descrição de um sistema funcional, dá-se o nome de visão *funcionalista*.

Esse sistema funcional, por sua vez, deve ser entendido tanto no âmbito do indivíduo em particular que o toma, como também no âmbito do uso social da linguagem. Isso é o mesmo que dizer que ele deve ser entendido em termos de *agência racional* e de *prática lingüística*.

A questão da intencionalidade também compõe esse panorama. Há, digamos, um problema que diz respeito à primazia ou da intencionalidade mental (ou agência racional) em relação à intencionalidade lingüística (dependente da prática lingüística) ou da intencionalidade lingüística em relação à mental. É um problema de saber se estados mentais, em forma de ações, que expressam crenças, são anteriores às suas expressões lingüísticas, as declarações; ou ainda, se são realizados em função da natureza lingüística da mente. A resposta de Brandom:

*Olha primeiramente para a inferência, no lado semântico, e aspira a tornar possível uma dimensão proposicional do conteúdo conceitual inteligível, em último caso, em termos inferenciais. E, no lado pragmático, a estratégia é começar com uma descrição das normas implícitas na prática e trabalhar em direção a um entendimento de sua relação com seu cenário naturalista, que as práticas normativas na sua forma mais sofisticada tornam possível*

A forma como os estados intencionais se relacionarão com suas respectivas expressões pode seguir dois caminhos: por *semelhança* ou por *relação*. No caso em que os conteúdos se relacionam com expressões por semelhança, faz-se necessário que os agentes tenham *a priori* a capacidade de atribuir conteúdo a expressões. Nesse caso, seria impossível que seres lingüísticos pudessem atribuir crenças a seres não-lingüísticos; por exemplo, não poderíamos enunciar que um gato que persegue um rato é movido pela crença de que ao apanhá-lo saciará sua fome, pois não podemos determinar, por semelhança, que crenças um gato possui. A primazia da intencionalidade mental em relação à lingüística tem base nessa, via que afirma que intencionalidade e suas expressões ligam-se por semelhança. Já ‘por relação’, a capacidade de atribuir conteúdos aos estados mentais depende da capacidade de atribuir estados mentais a expressões lingüísticas.

Com o propósito de sustentar essa visão, Brandom recorre a Davidson. Para o último, o uso é anterior ao estabelecimento de valor de verdade ou significado de uma expressão, já que é necessário que se conheça aquilo que determina se algo é verdadeiro ou falso para, apenas assim, afirmar se uma expressão é verdadeira ou falsa. Isso pressupõe uma determinada atitude prática diante da expressão, dá a ela um *conteúdo específico*. Todavia, valor de verdade e significado não são noções que possam estar à parte de um entendimento da linguagem e da ação como práticas sociais. Apenas como seres e agentes lingüísticos (seres e agentes sociais) podemos ligar estados intencionais a expressões (inteligíveis).

As formas como crenças e asserções se relacionam é semelhante à forma como conteúdos intencionais e suas expressões se relacionam. Para compreender tal afirmação, basta que partamos da idéia de inteligibilidade. A partir de que meios podemos dizer que o conteúdo de uma crença é inteligível? Segundo Brandom, apenas na medida em que é possível associá-los a uma expressão lingüística. Essa forma de abordar a relação entre crença e asserção lingüística toma como base a via relacional (que foi mencionada acima).

Brandom entra, então, em um novo ponto de sua argumentação: a articulação inferencial presente no discurso. A idéia central dessa parte de seu trabalho é a de que o ato de asserir pressupõe a articulação de compromissos com as crenças asseridas. Esse comprometimento é chamado pelo autor de comprometimento doxástico e é o tipo básico de compromisso discursivo. A estratégia adotada nesse ponto é a de esboçar um sistema simplificado das práticas sociais, no qual uma coisa possa ser tomada e tratada como uma asserção na medida em que possua um conteúdo assertivo, cuja propriedade pragmática distintiva é o seu caráter proposicional.

Assim sendo, o pequeno sistema deve dar conta do caráter proposicional das crenças expressas na forma de sentenças declarativas e do comprometimento assumido por aqueles que as enunciam na agência lingüística. Esse caráter assertivo e proposicional dos conteúdos das expressões depende, em primeira instância, de sua articulação inferencial e de correlações. As práticas que instituem as significâncias específicas das performances lingüísticas e não-lingüísticas, e seu comprometimento doxástico, são *práticas inferenciais*.

Inferir é um aspecto essencial das práticas sociais de comunicação. As inferências estão presentes na racionalidade pessoal e individual, como internalização, enquanto que as relações interpessoais das práticas lingüísticas consistem em externalizações do mesmo processo.

Falar de práticas lingüísticas é falar de propriedades de desempenho. É falar em termos mais *prescritivos* que *descritivos*. A propriedade central da prática discursiva possui dois aspectos que funcionam como ‘dois lados de uma mesma moeda’: o *compromisso* (doxástico) e o *direito*. Ambos são classificados de deônticos primitivos. Para descrever de que forma se dá a articulação inferencial entre declarações, Brandom recorre a essas noções de compromisso e direito.

Mais precisamente, quando declaramos algo, o conteúdo dessa declaração nos confere o direito de inferir outra declaração e o compromisso de não aceitar nada que possa contradizê-la ou com a qual seja incompatível: Brandom recorre a uma noção negativa desse mecanismo. Em uma declaração, o critério para que seja aceita uma inferência conseqüente deve ser

que nada do que for *incompatível materialmente* com a primeira declaração pode ser compatível com a outra. Poderíamos chamar esse método de método da '*incompatibilidade material que obriga a não inferir*'.

Citando o exemplo do "*Queen's schilling*" – prática inglesa do século XVIII, pela qual quem tomasse de um oficial recrutador a "moeda da rainha" contava como comprometido com o serviço militar; tendo a mesma significância da assinatura de um contrato-Brandom expõe sua visão da relação entre compromisso e direito. Um agente que toma um determinado compromisso se responsabiliza, necessariamente, pelas conseqüências inferenciais do ato de tomar tal compromisso, positivas e negativas. Assim, compromisso e responsabilidade são parte do mesmo processo. Também um agente que recebe uma *licença* ou *autorização*, rigorosamente, deve ter direito àquilo que foi autorizado a ter. Ninguém que não tenha assumido um compromisso deve adotar uma atitude prática como se o tivesse assumido, ou mesmo, ser punido por alguma negligência em relação ao compromisso. Usando o exemplo do *Queen's schilling*, alguém que não tivesse aceitado o *schilling* jamais poderia enfrentar uma corte marcial. Logo, a responsabilidade e o direito a algo envolvem todas as atitudes práticas e os status que nós adotamos no espaço de nossa comunidade, como seres sociolingüísticos.

Um tipo de ação discursiva que ilustra bem essa dinâmica entre a responsabilidade e o direito é o ato de *prometer*. Para Brandom, ao prometermos, tanto nos comprometemos com algo e suas conseqüências, como também, aos olhos do interlocutor, damos o direito de sermos cobrados pelo compromisso assumido. Autorizamos também punições, caso o prometido não seja cumprido, ou seja, inclui uma licença para *sanções* (conceito já mencionado e explanado no início), autorizamos atitudes práticas. O status normativo implícito nas práticas sociais deve, assim, ser entendido na perspectiva de uma autorização de status deôntico.

O status deôntico possui ambos os aspectos mencionados acima, a atribuição de compromissos, de responsabilidade de assumi-los, e o direito de tomar 'licenças' para agir. A atribuição desempenha um papel determinante nesse paradigma (um tanto idealizado de modelo, como afirma o próprio autor no capítulo II de seu livro) de linguagem. Pois, nesse jogo de dar e receber razões, tanto é possível observar atribuições pessoais, quanto atribuições sociais de razões (compromissos e direitos), em um movimento dinâmico de atribuir autoridade e dar permissão e responsabilidade. Constantemente, marcamos esses resultados '*we keep scores*' nesse jogo de gerar e manter status deônticos.

O próximo passo de Brandom é combinar pragmática normativa, modelada no esquema do scorekeeping, e a semântica inferencial em uma única teoria que trate os atos de fala como tendo significado de asserções. Isso será feito tomando-se o inferencialismo como base. "*A função da asserção é tornar sentenças disponíveis para uso como premissas*". (Brandom, 168).

Nas ações, em geral, e, mais especificamente, nos atos de fala declarativos, realizamos o que Sellars denomina de 'jogo de dar e receber razões'. Uma asserção é uma razão dada, que credencia o agente e seu interlocutor a entrar na dinâmica do status deôntico: do compromisso e do direito. Em uma asserção permite-se ao interlocutor uma articulação inferencial entre declarações. Justifica-se uma ação ou expressão e desempenha-se o papel de sujeito de demanda por justificação, criando-se um compromisso doxástico.

A articulação inferencial possui três dimensões. A primeira delas envolve as noções de compromisso/direito e a de herança de compromisso e direito. Inferências dedutivas são bons exemplos de asserções herdadas de compromissos: 'Se A está a oeste de B, B está a leste de A'. Esse é um bom exemplo de como uma asserção conseqüente é resultado do compromisso com uma primeira. Já da herança de um direito, as inferências indutivas são bons exemplos. As premissas 'convidam', mas não compelem necessariamente a determinada conclusão. Evidentemente, outra característica essencial de uma rede inferencial é a noção de incompatibilidade entre asserções articuladas: quando um compromisso com uma asserção bloqueia o direito à outra.

A segunda dimensão da articulação inferencial depende, em primeira instância, do entendimento da primeira dimensão, pois tem a ver com os possíveis meios onde as articulações inferenciais, de herança e incompatibilidade, podem acontecer. No âmbito

*intrapessoal*, as articulações são dadas a nível interno e mais ‘puramente racional’. No âmbito *interpessoal*, a noção de comunicabilidade das asserções entra em jogo. No processo de *comunicação*, compromissos e direitos expressos na forma de asserções são articulados por outrem.

A terceira dimensão lida com as noções de *autoridade* e *responsabilidade*. Vale destacar que a abordagem de Brandom se fixa no âmbito interpessoal da articulação de inferências, ressaltando o caráter prático de inferir.

Uma idéia recorrente no capítulo III é a de que a prática lingüística se diferencia de outras práticas pelo fato de que suas performances são feitas de acordo com asserções. No caso de performances como ordens e comandos, estes funcionam como expressões como explicitações do conteúdo implícito de alegações. Da mesma forma, as promessas são explicitações de sentidos ‘parasitários’ já existentes em certas alegações.

As práticas lingüísticas, diferenciando-se das outras práticas sociais em geral, são definidas por sua natureza declarativa. Nelas, autorizamos outras asserções e suas conseqüências. Também estabelecemos as possibilidades de *resposta* a nossas asserções. Nesse sentido, as práticas lingüísticas visam a estabelecer a responsabilidade de seu praticante e dos seus interlocutores diante do compromisso expresso e de sua *justificação*. No processo de justificação de um compromisso expresso, as asserções funcionam como premissas e conclusões, justificadoras e justificadas, que dão conteúdo proposicional. O conteúdo inferencial (ou a significância pragmática) desses compromissos expressos deve ser entendido pelos papéis inferenciais que os mesmos desempenham na prática.

A significância pragmática das práticas lingüísticas se origina da combinação entre autoridade e responsabilidade. Sua força, um tipo de articulação social, sua demonstração, pode ser apresentada de três modos diferentes: a) demonstração de autorização alheia para alegar; b) responsabilidade de alegar o que foi autorizado por outrem; c) atribuição de autoridade a outrem. Nos três modos é possível observar a forte presença das relações interpessoais, da comunicação e do caráter social da prática lingüística, como noções fundamentais. Em um exemplo: ‘Se A afirma q, o interlocutor B toma sua autoridade pelo uso de uma justificativa de A, e reassere p, baseado em q, asserção, pela qual se responsabiliza e através de cuja justificação recebe autoridade de enunciar’. As afirmações de um interlocutor são baseadas nas inferências das alegações feitas pelo outro praticante.

São essas transferências de autoridade e responsabilidade que caracterizam a asserção como um tipo de ‘fazer’ (*as a doing*). A justificação tem um papel importante a desempenhar nesse panorama. No âmbito intrapessoal, ela funciona sem a interferência ou transferência de autoridade ou responsabilidade, sendo apenas *condicional*: do tipo ‘se p então q’. Já no meio interpessoal, as relações envolvem a confiança na autorização de enunciar ‘p’ e na autoridade pessoal de alegar ‘p’. Esse método de autorização, descrito por Brandom, é regressivo, ora regride ao conteúdo da alegação (no caso intrapessoal), ora ao interlocutor (no caso interpessoal, já que autorização só pode ser dada interpessoalmente por outra pessoa).

Nesse esquema, a justificação é apresentada em termos de *autorização*, por isso ela regride ao interlocutor, agente da autorização. Para que uma alegação seja justificada é necessária uma demonstração da autorização do interlocutor. Caso contrário, surge uma falha na estrutura do compromisso deontico. Esse problema Brandom vai denominar de “falha-e-desafio da autorização”. Uma falha em autorizar uma inferência conseqüente nada mais é que uma falha em expressar devidamente um compromisso que serve como conteúdo de uma asserção.

É esse mecanismo de falha na passagem de autorização que garante a existência de sanções ou punições a compromissos que não podem possuir status deontico dentro da articulação inferencial. Essas punições (por não-autorização) não precisam ser explícitas e externas. Fazem parte da dinâmica interna das normas implícitas.

Após tão longa explanação sobre todos os aspectos componentes de sua proposta teórica para o estudo do compromisso deontico, Brandom finalmente chega a tratar mais aproximadamente da relação entre significância pragmática e conteúdo semântico. Utiliza-se para tal fim, do esquema do scorekeeping, mencionado páginas atrás. Esse modelo é inspirado em uma analogia com o jogo de beisebol.

A idéia central é de que, no processo conversacional, marcamos pontos para cada compromisso, de modo que a soma desses pontos determina se um compromisso é apropriado ou não às conversações. É uma espécie de contabilidade que determina a liberação (discharging) de autorização. A significância pragmática é dependente desse mecanismo de marcação de pontos (score). Tanto o score afeta a significância e o agente, quanto o agente afeta o score: cada estágio do processo depende, em uma via e na via inversa, do score.

A mudança de um status deôntico para outro, pelos scorekeepers, no contexto da significância pragmática, depende da alteração do conteúdo semântico da asserção. Em um contexto, a significação (pragmática) indica dois compromissos: um com o conteúdo da asserção (aspecto intrapessoal) e outro com a comunicabilidade do conteúdo proferido (aspecto interpessoal).

A mudança de status deôntico em função da mudança de conteúdo semântico se origina do fato de que diferentes estados intencionais e performances podem ter o mesmo conteúdo. Por isso, a significância pragmática deve ser entendida na presença das noções de sentido e força. Na força, temos a estrutura de funcionamento da rede inferencial: compromissos, autoridade, responsabilidade, autorização, incompatibilidade. No sentido, conceitos que são atribuídos para explicar o seu uso. Em outras palavras, um conteúdo assertivo tem seu sentido determinado pelo funcionamento (em todos os seus pormenores, já aqui explanados) da articulação referencial entre os interlocutores, ou seja, tem a ver com pragmática. Brandom argumenta, assim, a favor de uma explicação da semântica em termos de pragmática. Mais que isso, na verdade. Argumenta a favor do posicionamento da pragmática como um dos elementos centrais de um critério de demarcação ontológico do mental, que considera a racionalidade como um constructo composto, onde as categorias do *Eu* e do *Nós* combinam-se na formação dos valores de verdade.

## **Conclusão**

Assim, uma defesa de uma ontologia mentalista dos fenômenos e eventos mentais precisa de uma consideração da intencionalidade como propriedade fundamental e distintiva do mental. Aqui, tomamos o dualismo de propriedades como uma corrente aceitável e abrangente por defender a possibilidade de um vocabulário mentalista, mas salva-guardar a existência de uma única substância, a material. Em nosso estudo da intencionalidade, adotamos R. Brandom como referência para uma defesa da natureza normativa, inferencialista e pragmática dos estados mentais intencionais. Atentamos, principalmente, para o complexo processo de estabelecimento dos valores de verdade das asserções lingüísticas, procurando, dessa forma, um critério de demarcação ontológico razoável para o grupo que Brandom define como o *Nós*. Evidentemente, algumas respostas não silenciam a problemática, pelo que será necessário que um trabalho futuro se aprofunde ainda mais na questão da dependência da linguagem e do pensamento em relação aos contextos de aplicação. Esse estudo tem grande repercussão para a filosofia das ciências, na medida em que problematiza o estatuto da linguagem científica, que se propõe universal. É relevante também, no âmbito da filosofia da mente, para problematizar a possibilidade de criação de máquinas cognitivas que sejam capazes de realizar comportamento inteligente e linguagem com conteúdo semântico e contextualizado.

## **Agradecimentos**

Agradeço ao professor André Leclerc pela valiosa orientação, inspiração e apoio para a realização desse trabalho. Em seu nome, agradeço o apoio financeiro dado pelo CNPq e pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB) para o desenvolvimento de nosso projeto de pesquisa. Também gostaríamos de agradecer aos participantes do XV ENIC que nos honraram com sua presença durante a apresentação oral dos resultados do trabalho. Dentre eles, especialmente, ao professor José Gabriel Trindade dos Santos, avaliador da banca, cujas observações serão de grande utilidade para futuras apresentações públicas.



## Referências

BRANDON, Robert. *Making it Explicit: reasoning, representing and discursive commitment*.  
Harvard University Press, 1994.

JACQUETTE, Dale. *Philosophy of Mind*. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1994.

## INFLUÊNCIA DA PRIVAÇÃO AUDITIVA NA DETECÇÃO VISUAL DE CRIANÇAS

### **Jandilson Avelino da Silva<sup>1</sup>**

Universidade Federal da Paraíba,  
Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento (LPNeC/UFPB).  
Rua Rejane Freire Correia, 995, Apto 302, Bloco A – Bancários – João Pessoa - PB.  
E-mail: [jandilsonsilva@gmail.com](mailto:jandilsonsilva@gmail.com)

### **Paloma Cavalcante Bezerra<sup>1</sup>**

Universidade Federal da Paraíba  
E-mail: [palomacbezerra@yahoo.com.br](mailto:palomacbezerra@yahoo.com.br)

### **Priscilla Anny Araújo Alves<sup>1</sup>**

Universidade Federal da Paraíba  
E-mail: [prissy\\_18@hotmail.com](mailto:prissy_18@hotmail.com)

### **Éllen Dias Nicácio da Cruz<sup>2</sup>**

Universidade Federal de Pernambuco  
E-mail: [ellenpsi@hotmail.com](mailto:ellenpsi@hotmail.com)

### **Liana Chaves Mendes<sup>3</sup>**

Universidade Federal de Pernambuco  
E-mail: [liana\\_chaves@hotmail.com](mailto:liana_chaves@hotmail.com)

### **Natanael Antonio dos Santos<sup>4</sup>**

Universidade Federal da Paraíba  
Campus I, Cidade Universitária, CEP 58051-900, João Pessoa - PB.  
Centro de Ciências Humanas Letras e Artes - Depto. de Psicologia, Laboratório de Percepção,  
Neurociências e Comportamento (LPNeC/UFPB).  
E-mail: [natanael\\_labv@yahoo.com.br](mailto:natanael_labv@yahoo.com.br)

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi caracterizar a função de sensibilidade ao contraste, um dos principais indicadores da percepção visual da forma, em condições fotópicas de luminância, para estímulos de frequências radiais (FSCr) de 0,25; 1,0 e 8,0 cpg em crianças com deficiência auditiva (Grupo Experimental, GE) e crianças sem problemas auditivos (Grupo Controle, GC). Participaram dos experimentos dez crianças, cinco surdas e cinco ouvintes, na faixa etária de oito a onze anos, com a acuidade visual normal ou corrigida, sem patologias visuais identificáveis. Neste estudo foram utilizados testes visuais que consistem na observação de dois estímulos apresentados na tela de um computador, seguindo-se da escolha do estímulo radial pelo participante. Foi utilizado o método psicofísico da escolha forçada. As análises dos resultados através da ANOVA para medidas repetidas mostraram diferenças significantes entre os grupos [ $F(1,118) = 16,22$ ;  $p < 0,001$ ]. A aplicação do teste *post-hoc* Tukey HSD revelou diferença significativa apenas na frequência radial 8,0 cpg ( $p < 0,001$ ). Estes resultados sugerem que a surdez altera a percepção visual de contraste em condições fotópicas e que as crianças ouvintes percebem melhor as frequências radiais mais altas (por exemplo, 8,0 cpg).

*Palavras-chave:* Crianças surdas; função de sensibilidade ao contraste; estímulo visual radial; método psicofísico.

<sup>1</sup>Graduandos em Psicologia pela UFPB, <sup>2</sup>Mestranda em Psicologia pela UFPE, <sup>3</sup>Doutoranda em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento pela UFPE, <sup>4</sup>Professor orientador vinculado ao Departamento de Psicologia da UFPB.

## **1. Introdução**

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2008), em todo o mundo estima-se que 600 milhões de pessoas vivem com deficiências, sendo a maioria de baixa renda e em países em desenvolvimento.

Os dados do Censo Demográfico realizado no ano de 2000, pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), mostraram que 14,5% (cerca de 25 milhões) dos brasileiros apresentavam algum tipo de deficiência. Este Censo também revelou que o maior número de pessoas com deficiência se encontrava na região Nordeste e, em relação aos demais estados do país, proporcionalmente a sua população, o que apresentou maior percentual foi a Paraíba.

Em relação à deficiência auditiva, a OMS estimou que no ano de 2005 houvesse 278 milhões de pessoas com perda auditiva em ambos ouvidos de grau moderado a profundo, a nível mundial (OMS, 2006). Em relação à surdez infantil, a surdez bilateral de grau profundo atinge cerca de um em cada mil recém-nascidos e nos casos de menor gravidade ou nos casos de surdez unilateral os números sobem para três a seis em cada mil recém-nascidos (OLIVEIRA et al., 2002). No Brasil, 5.735.099 pessoas declararam alguma incapacidade, ou grande dificuldade permanente de ouvir. Este tipo de deficiência acomete 205.366 crianças até os nove anos de idade (IBGE, 2000).

Percebendo a ampla extensão do problema, Oliveira et al. (2002), considera a surdez infantil atualmente como um problema de saúde pública, devido à sua elevada prevalência, e principalmente devido às múltiplas conseqüências originadas. A perda auditiva traz diversas implicações sociais que interferem na comunicação das pessoas com a sociedade de um modo geral, podendo levá-las tanto ao isolamento quanto à discriminação (CROMACK, 2004). Não obstante, poucos estudos têm investigado objetivamente os processos sensoriais e cognitivos relacionados ao desenvolvimento desta população.

### **1.1 Percepção Auditiva e Surdez**

O sistema de audição é formado por vias auditivas que processam as vibrações sonoras produzidas no ambiente, permitindo a apreciação das qualidades do som. No cérebro, os estímulos sonoros são interpretados, gerando a percepção (AMORIM, 1972). Fonseca (2001) afirma que a percepção auditiva abrange desde a detecção e discriminação do som até o reconhecimento e compreensão da informação sonora, dependendo assim não só do aparato auditivo específico, mas também do pleno desenvolvimento neuropsicomotor.

Quanto à deficiência auditiva, pode ser definida como uma quebra em um ou mais aspectos do processamento auditivo (KATZ; TILLERY, 1994), ou ainda, uma perda ou diminuição na capacidade de escutar (CORRÊA, 2001; KATZ; TILLERY, 1994),

Geralmente, esse déficit auditivo é expresso em termos da capacidade de ouvir os tons puros, que são definidos por sua frequência e intensidade (WYNGAARDEN et al., 1990). Segundo Oliveira, et al. (2002), as variações individuais em relação à perda auditiva são muitas e o grau dessa deficiência, pode ser dividido em categorias, que variam de “ligeira” (ou leve) a “profunda”, como pode ser visto na Tab. 1, podendo atingir um (unilateral) ou dois ouvidos (bilateral).

Tabela 1 - Classificação da surdez infantil segundo o grau em decibéis (dB).

<b>Grau de Surdez Infantil</b>	<b>Perda (dB)</b>	
Deficiência auditiva ligeira	21 a 40	
Deficiência auditiva moderada	1º grau	41 a 55
	2º grau	56 a 70
Deficiência auditiva severa	1º grau	71 a 80
	2º grau	81 a 90
Deficiência auditiva profunda	1º grau	91 a 100
	2º grau	101 a 110
	3º grau	111 a 119
Deficiência auditiva total	> 120	

Fonte: Oliveira et al. (2002).

Segundo Bess e Humes (1998), esses numerosos distúrbios, de ordem congênita ou adquirida, afetam diretamente o sistema auditivo em qualquer um de seus componentes, tais como o ouvido externo (pavilhão auditivo e meato acústico externo), o ouvido médio (membrana timpânica), o ouvido interno (cóclea), e até mesmo o sistema nervoso central (vias auditivas corticais) ou em qualquer combinação destes locais.

Os distúrbios auditivos são também classificados ainda quanto as suas causas em: endógenos e exógenos. Os distúrbios exógenos são aqueles motivados por doenças inflamatórias, toxicidade, ruído, acidente ou lesão que danifique qualquer parte do sistema auditivo. Já os problemas endógenos originam-se de características genéticas do próprio indivíduo (BESS; HUMES, 1998).

### **1.1.1 Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS)**

A Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS) é a língua materna dos surdos brasileiros. Ela permite a comunicação entre os deficientes auditivos e entre estes e os ouvintes. Como língua, esta é composta de todos os componentes pertinentes às línguas orais, preenchendo os requisitos científicos para ser considerada um instrumental lingüístico (BRITO et al., 1997). Estudos neurofisiológicos demonstram que a Língua de Sinais apresenta uma organização neural semelhante à língua oral, ou seja, ela se organiza no cérebro da mesma maneira que as línguas faladas (LEIBOVICI, 1997).

A aquisição da linguagem é de extrema importância para o desenvolvimento da identidade pessoal. Como seres sociais que somos, precisamos nos identificar com um grupo social específico e interagir de modo pleno (CROMACK, 2004). No caso das crianças surdas, o atraso da linguagem pode trazer conseqüências emocionais, sociais e cognitivas, mesmo que realizem posteriormente o aprendizado de uma língua (LACERDA, 2006). Deste modo, se os pais recebessem orientações adequadas quanto à importância da LIBRAS para o desenvolvimento da criança, estas seriam poupados (crianças e seus pais) de transtornos e prejuízos, principalmente os emocionais (DIZEU; CAPORALI, 2005).

## 1.2 Percepção Visual

A percepção visual refere-se ao processo de detecção de estímulos visuais e ocorre quando a luz incide e interage com os receptores especializados presentes na retina, onde estão localizadas células fotossensíveis capazes de responder e traduzir as radiações eletromagnéticas. Assim, a imagem focada na retina é fragmentada pelos fotorreceptores e codificada por circuitos retinianos, proporcionando a atividade elétrica de milhões de neurônios (SCHIFFMAN, 2005). A informação visual, então, depois de codificada pelo sistema visual percorre vias paralelas da retina ao tálamo e deste ao córtex (LENT, 2004).

Segundo Schiffman (2005), a percepção visual de distintos objetos no nosso mundo se dá de maneira coerente e organizada, visto que estes objetos possuem configurações e formas coesas, o que possibilita um predomínio de nossas percepções na detecção de contornos.

Partindo desse pressuposto, a perspectiva cognitivista tenta explicar a percepção visual a partir de esquemas e representações mentais, que são formadas ao longo das experiências do indivíduo (SANTOS; SIMAS, 2001a). Esse modelo é denominado de Top-Down ou “de cima para baixo”, indicando que as representações que temos de um objeto ou situação qualquer influenciarão na percepção do mesmo. Uma das teorias que representa esse modelo é a Teoria da Gestalt, que afirma que a percepção visual é formada a partir da configuração global do objeto (ENGELMANN, 2002; MARX; HILLIX, 1974).

Outra perspectiva que tenta explicar a percepção visual é o modelo Bottom-Up ou “de baixo para cima” fundamentada na idéia de que a percepção resulta da integração de inputs (estímulos de entrada) elementares (ZOEST; DONK, 2004; FAUBERT, 2002). Esta abordagem aproxima-se mais das perspectivas neurofisiológicas da visão e pode ser ilustrado pelos modelos Detector de Características e Canais Múltiplos.

O modelo de Detectores de Características pressupõe que existem canais anatômicos de neurônios que são responsáveis pelo processamento de características primitivas dos objetos, como linhas, bordas e quinas. Assim, um mecanismo detector analisa um objeto complexo nessas características elementares, que, são sintetizadas, a nível cortical, de maneira que percebemos os objetos integrados e coesos.

O modelo de Canais Múltiplos destaca a Análise do Sistema Linear ou Análise de Fourier e tem encontrado, atualmente, maior sustentação em vários estudos realizados (SANTOS; SIMAS, 2002). A Análise do Sistema Linear diz respeito a teoremas matemáticos que se baseiam na idéia de que qualquer estímulo complexo se decompõe em suas partes elementares (frequências espaciais que são representadas por variações de amplitudes de ondas senoidais e cossenoidais simples). Estas são sintetizadas, posteriormente, em áreas corticais superiores, dando a forma integrada do objeto (DE VALOIS; DE VALOIS, 1980).

A hipótese fundamental do modelo de Canais Múltiplos é que o SV é seletivo nas suas respostas quanto às frequências espaciais (SANTOS et al., 2005). Neste sentido, há canais que são mais ou menos sensíveis a diferentes faixas de frequência espacial (SANTOS; SIMAS, 2002).

Uma frequência espacial corresponde ao número de ciclos por grau de ângulo visual (cpg) e é definida como o número de variações de luminosidade em determinado espaço com alternâncias de listras claras e escuras, estando assim, intrinsecamente relacionada conceitualmente a idéia de contraste (ECKERT; e BRADLEY, 1998; SANTOS et al., 2003).

Neste sentido, segundo Santos (1999), para estudar os mecanismos ou canais seletivos, aos quais o modelo de Canais Múltiplos se refere, é necessário mensurar o limiar de contraste ou a sensibilidade ao contraste.

### 1.2.1 Função de Sensibilidade ao Contraste

A função de sensibilidade ao contraste (FSC) pode ser definida como o inverso da curva de limiar de contraste, que indica o mínimo de contraste necessário para detectar um padrão qualquer de determinada frequência espacial. Assim, quanto menos contraste o SV precisa para detectar um padrão qualquer de frequência espacial, mais sensível ele é. Por outro lado, se o SV necessita de mais contraste (limiar alto) para detectar um estímulo, menor a sua sensibilidade ao mesmo (SANTOS et al.; KÉRI et al., 2000). Assim, a FSC possibilita uma descrição dos canais visuais a partir da análise de faixas estreitas de frequências espaciais (baixas, médias e altas) a que os canais são mais, ou menos sensíveis (SANTOS; SIMAS, 2002; SANTOS, 1999).

Neste sentido, a FSC é um indicador da percepção visual da forma, descrevendo as funções visuais da maneira mais completa já encontrada na literatura. Diferente da estimativa de acuidade visual, por exemplo, que avalia a percepção visual apenas nas frequências altas e em alto nível de contraste (OLIVEIRA et al., 2004; SANTOS; SIMAS, 2001b).

Além disso, ela faz referência tanto aos fatores ópticos quanto os fatores neurais da visão, sendo, portanto, utilizada para avaliar aspectos teórico e clínico (JOHN et al., 2004; CAMPBELL, 1983). Portanto, a FSC tem sido muito empregada para descrever o desenvolvimento dos mecanismos básicos da percepção visual (AGUIRRE, 2003; SANTOS et al., 2003; SANTOS et al.; SANTOS et al.; SIMAS; SANTOS, 2002), bem como possíveis alterações no SV causadas por patologias ou deficiências neuropsicológicas (KÉRI et al., 2000; JOHN et al., 2004).

### 1.3 Plasticidade

A plasticidade cerebral é um fenômeno biológico dinâmico, que deve ser visto não como uma moldagem ou modificação física estrutural, como a princípio o nome sugere, mas como uma mudança bioquímica, comportamental, ou funcional do cérebro. A plasticidade cerebral confere a esse importante órgão tanto no desenvolvimento quanto na maturidade, um potencial de mudança durante imposições circunstanciais normais e anormais (AQUINO, 2002).

Interferências sobre a capacidade do sistema de receber o respectivo estímulo no período crítico, quando a estimulação regular garante uma maturação adequada do sistema neural, podem levar a falhas no seu desenvolvimento, perturbando a consolidação sináptica e alterando a arquitetura neuronal das estruturas centrais. No entanto, durante as fases mais precoces do desenvolvimento ocorrem muitos rearranjos plásticos dos sistemas sensoriais (FÉRES; CARIASCO, 2001). Há evidências crescentes de que a natureza pode compensar a perda de um canal sensorial produzindo aumentos funcionais importantes em um outro canal (GAZZANIGA et al., 2006).

Mudanças plásticas observadas em indivíduos surdos poderiam estar relacionadas à surdez congênita ou à aquisição da linguagem de sinais. O uso de uma língua de sinais induz a uma lateralização do hemisfério esquerdo, responsável pelo movimento, e também o hemisfério idioma-dominante. Existem pesquisas que também indicam que o uso de uma linguagem de sinais modifica habilidades cognitivas mais altas como habilidades de rotação mentais, geração de imagem, alguns aspectos do processamento de faces e a memória de curto prazo (BAVELIER et al., 2006).

Em razão dessa plasticidade, é possível assumir que as leis de desenvolvimento são comuns às crianças com e sem deficiência, embora essas últimas apresentem uma organização neural diferente daquelas.

A deficiência não torna a criança um ser que tem possibilidades a menos, ela apenas tem possibilidades diferentes. A deficiência não pode ser percebida como uma falta ou fraqueza, já que o indivíduo pode encontrar, a partir das relações sociais, outras formas de desenvolvimento com base em recursos distintos daqueles tipicamente acessíveis à cultura (GÓES, 1999).

## **1.4 Percepção Visual e Surdez**

Em relação às conseqüências da surdez, existe uma idéia que os indivíduos com deficiência auditiva apresentam maior vantagem nas habilidades visuais que os ouvintes. Estudos têm sido realizados nesta direção (PROKSCH; BAVELIER, 2002). Inclusive, algumas pesquisas neurofisiológicas têm corroborado tal proposição (BOSWORTH; DOBKINS, 2002; POIZNER et al., 1984; PROKSCH; BAVELIER, 2002). Neville e Lawson (1987), por exemplo, afirmam que as pessoas surdas possuem intensa atividade da visão periférica devido à plasticidade cerebral.

Já, Proksch e Bavelier (2002) acreditam que a privação da audição, devido a um distúrbio congênito, altera o gradiente da atenção visual do centro para a periferia, acentuando o processamento periférico. Em outras palavras, as pessoas surdas possuem maiores recursos de atenção na periferia, porém menos, no centro, quando comparadas a ouvintes. No entanto, as verificações quanto aos aspectos da relação entre percepção visual e surdez, ainda tem sido raras e conflitantes (principalmente utilizando crianças).

Finney e Dobkins (2001) fizeram um estudo inédito utilizando a função de sensibilidade ao contraste para investigar a percepção visual de adultos surdos, ouvintes e ouvintes descendentes de surdos, com audição normal, que sabiam fluentemente a linguagem de sinais. Estes autores utilizaram uma variação do método da escada e estímulos visuais espaciais móveis. Os resultados desta análise indicaram que nem a surdez, nem o uso da linguagem de sinais levavam a um aumento ou diminuição da sensibilidade ao contraste. Ou seja, não houve diferenças entre os grupos de ouvintes e o de surdos.

Em estudos que relacionam busca visual e atenção, por exemplo, os participantes surdos mostraram um déficit no processamento visual quando comparados aos ouvintes (ERDEN et al., 2004; STIVALET et al., 1998). Para Bavelier et al. (2006), somente alguns aspectos da visão são modificados como conseqüência da surdez. Erden et al. (2004) e Rettenbach et al. (1999) atribuem estas contradições às diferentes metodologias utilizadas nestes estudos, enquanto Bavelier et al. (2006) as atribuem aos critérios de amostragem usados para selecionar os participantes surdos.

Deste modo, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar e comparar a curva de limiar sensorial visual para padrões de freqüência de estímulos elementares radiais (FSCr) em crianças surdas e ouvintes, com o fim de avaliar se a surdez gera conseqüências para a percepção visual da forma, em condições fotópicas de luminância. Considerando, dessa forma, que a avaliação da percepção visual é muito importante neste tipo de perda sensorial, visto que pode esclarecer o funcionamento de mecanismos sensoriais básicos associados às conseqüências desta deficiência. Estudos neste âmbito, podem ainda permitir o aperfeiçoamento de testes específicos para a avaliação de privações sensoriais.

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1 Local**

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Percepção, Neurociência e Comportamento – LPNeC, localizado no Centro de Ciências Humanas Letras e Artes da Universidade Federal da Paraíba.

## 2.2 Participantes

Participaram dos experimentos dez crianças de oito a onze anos de idade, sendo cinco surdas e cinco ouvintes, de ambos os sexos. Todas apresentavam acuidade visual normal ou corrigida, medida com a cartela de optotipos “E” de Rasquin. Foram excluídos da amostra todos os participantes que apresentavam doenças oculares identificáveis ou qualquer patologia que afetasse as funções visuais. Estudos desta natureza, com métodos psicofísicos envolvem um número pequeno de voluntários, já que o “N” estatístico é obtido com o número de medidas intra-indivíduo.

As crianças surdas apresentavam surdez pré-lingual (congenita ou adquirida em um período antecedente à linguagem falada) bilateral, de grau profundo (perda auditiva  $\geq 90$  dB). Todas as crianças surdas sabiam LIBRAS (Língua Brasileira de Sinais) e eram integrantes da FUNAD (Fundação Centro Integrado de Apoio ao Portador de Deficiência). A FUNAD está localizada na cidade de João Pessoa e foi criada pelo Governo do Estado da Paraíba em 1989. Esta fundação atende pessoas com deficiência auditiva, mental, física e visual.

Este estudo foi registrado no Comitê de Ética em Pesquisa, do Centro de Ciências da Saúde – CEP/CCS da UFPB. As crianças participaram desta pesquisa mediante autorização de seus pais ou responsáveis que assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, conforme a resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, que trata das diretrizes e normas de pesquisas envolvendo seres humanos.

## 2.3 Equipamentos

Na realização dos experimentos foi utilizado um sistema desenvolvido pelo próprio laboratório (LPNeC-UFPB) em conjunto com o Laboratório de Percepção Visual da Universidade Federal de Pernambuco (LabVis-UFPE). Este sistema era composto por um monitor de vídeo LG de 19 polegadas, com entrada VGA e DVI, conectado a um Bits ++, produzido pela *Cambridge Research Systems*. O Bits ++ foi utilizado para aumentar a luminância de voltagem do monitor de 08 para 14 bits, proporcionando melhor definição dos estímulos.

Também foram utilizados um mouse para o participante responder aos estímulos apresentados, um fotômetro OptiCAL (*Cambridge Research Systems*) para medir a luminância da tela do monitor e uma cadeira.

## 2.4 Estímulos Visuais

Utilizou-se um estímulo neutro com luminância homogênea e estímulos radiais de 0,25; 1,0 e 8,0 cpg (ciclos por grau de ângulo visual) exemplificados na Fig. 1. Os estímulos visuais usados nos experimentos eram circularmente simétricos e foram gerados em tons de cinza. Estes possuíam aproximadamente 7 graus de ângulo visual de diâmetro e eram apresentados no centro da tela do monitor a 150 cm de distância do sujeito.

Em todos os experimentos, cada frequência era estimada em condições fotópicas de luminância ( $42,6 \text{ cd/m}^2$ ), de forma binocular, pelos menos duas vezes, em dias diferentes.



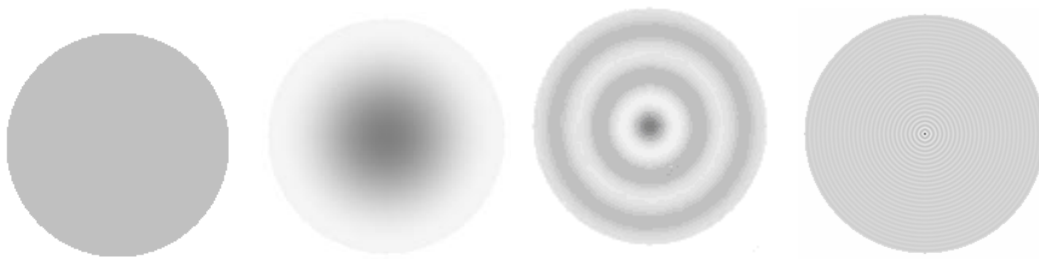


Figura 1. Da esquerda para a direita, exemplos do estímulo neutro e de estímulos de frequências radiais de 0,25; 1,0 e 8,0 cpg, respectivamente.

## 2.5 Procedimento

Primeiramente, foi realizada uma entrevista com os pais ou responsáveis dos participantes surdos para a obtenção de informações sobre a etiologia, idade de aparecimento, tipo e grau da surdez.

Para medir o limiar de contraste de cada estímulo, foi utilizado o método psicofísico da escolha forçada (WETHERILL e LEVITT, 1965) também descrito em França et al., Santos e Mendes (2006) e em Santos et al. (2004a), no qual o voluntário tem de escolher após a apresentação de dois estímulos, àquele que contém a frequência de teste (padrão radial), em detrimento a um estímulo neutro. Vale ressaltar que cada sessão foi iniciada com o estímulo teste em contraste no nível supralimiar e este foi sendo diminuído gradativamente ao longo da exposição dos estímulos.

Durante cada sessão experimental, os participantes foram submetidos à discriminação sucessiva simples de pares de estímulos exibidos na tela do monitor. A ordem de apresentação dos estímulos foi aleatória. Cada estímulo foi apresentado por dois segundos, com intervalo de um segundo entre um e outro. Os intervalos entre as tentativas (ou julgamentos dos participantes) eram, em média, de três segundos.

Antes do início dos experimentos, era realizada uma sessão treino para certificar se os participantes haviam entendido e se respondiam conforme as instruções. Os voluntários eram orientados a pressionar o botão esquerdo (ou número 1) do *mouse* quando julgassem que o estímulo de teste foi apresentado primeiro, e o botão direito do *mouse* (ou número 2) quando julgassem que o estímulo de teste foi apresentado em segundo lugar. As instruções para os participantes surdos eram dadas em LIBRAS (Língua Brasileira de Sinais).

O critério adotado para mensurar qualquer uma das curvas foi o de três acertos consecutivos para diminuir uma unidade de contraste e de um erro para aumentar essa mesma unidade (20 %).

O número exato de apresentações necessárias, no entanto, foi variável e dependeu dos acertos do observador bem como do número de máximos e mínimos que deveriam ser mensurados. Neste caso, como os participantes eram crianças, foram utilizados seis pares. Assim, em cada experimento, a sessão foi finalizada quando três valores máximos e três valores mínimos de contraste foram obtidos.

Logo após cada sessão experimental, o computador produziu uma folha de resultados com os pares de máximos e mínimos, a média dos máximos, a média dos mínimos, a média dos máximos e mínimos e o desvio padrão para cada condição (frequência, GC e GE). Os valores de máximos e mínimos obtidos para cada ponto (ou frequência radial) foram agrupados em planilhas separadamente para cada um dos grupos (GC e GE) e, em seguida, calculou-se a grande média como estimativa do limiar de contraste.

### 3. Resultados

Foram medidas 20 curvas de sensibilidade ao contraste. A análise (ANOVA) dos dados mostrou diferença significativa entre a FSCr de crianças ouvintes e a FSCr de crianças surdas [ $F(1,118) = 16,22$ ;  $p < 0,001$ ]. O teste *post-hoc* Tukey HSD revelou diferença significativa apenas na frequência de 8,0 cpg ( $p < 0,001$ ), onde as crianças ouvintes perceberam melhor o padrão radial que as crianças surdas.

Observe que a sensibilidade ao contraste foi maior na frequência mais alta e menor na frequência mais baixa. Não ocorreram diferenças significativas nas frequências baixas e médias. Estes resultados podem ser melhor visualizados na Fig. 2 a seguir.

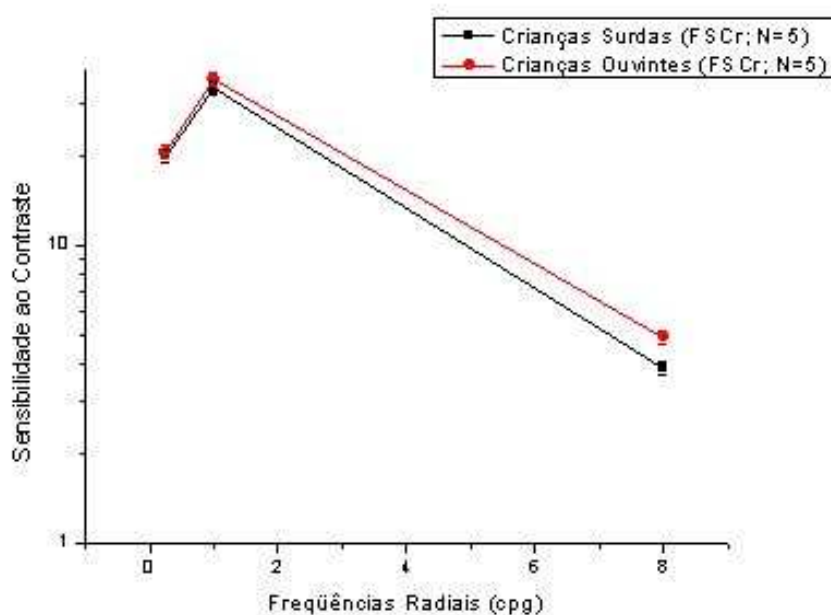


Figura 2. Função de Sensibilidade ao Contraste nas frequências de 0,25, 1,0 e 8,0 cpg, de crianças surdas e ouvintes de 8 a 11 anos de idade.

### 4. Conclusões

Este trabalho teve por objetivo a verificação da ocorrência de conseqüências da surdez para a percepção visual da forma, a partir da comparação de curvas de sensibilidade ao contraste, em crianças de mesma faixa etária para estímulos radiais. O que pode ser confirmado, já que os resultados mostraram que há alterações na percepção visual das crianças surdas.

Os resultados sugerem que as crianças ouvintes, em condições fotópicas de luminância, percebem melhor nas frequências mais altas para os estímulos visuais radiais. Isso pode ser atribuído ao fato das frequências espaciais e radiais serem processadas em regiões diferentes do córtex visual. Segundo Santos e Simas (2001b), estudos psicofísicos e neurofisiológicos apontam que o processamento visual de frequências espaciais senoidais, por exemplo, ocorre nos estágios iniciais da visão, isto é, em neurônios do córtex visual primário, V1. Por outro lado, existem dados baseados em pesquisas psicofísicas e neurofisiológicas afirmando que a filtragem e a integração de frequências radiais acontecem nas vias intermediárias (V4, por exemplo) e nas áreas mais avançadas (como o córtex IT) do sistema visual. Assim, as diferenças entre crianças surdas e ouvintes possivelmente dependem do tipo de tarefa as quais elas são submetidas.

Os nossos resultados não são semelhantes aos obtidos na única pesquisa encontrada na literatura referente à função de sensibilidade ao contraste (Finney; Dobkins, 2001), pois o presente trabalho encontrou diferenças na sensibilidade ao contraste de deficientes auditivos e ouvintes, ao contrário dos autores que afirmam não haver essa diferença. Além disso, estes estudos não podem ser comparados diretamente, pois Finney e Dobkins (2001) utilizaram estímulos espaciais e uma variação do método da escada para medir o limiar de contraste de adultos surdos e ouvintes.

Desta forma, considerando que estes dados com crianças são inéditos e preliminares, novas pesquisas precisam ser realizadas para aprofundar e constatar se esta tendência será mantida.

### **3. Agradecimentos**

CNPq e UFPB pelo apoio financeiro.

Fundação Centro Integrado de Apoio ao Deficiente – FUNAD, João Pessoa-PB.

### **4. Referências**

AGUIRRE, Y. L. Curva Normal de Sensibilidad al contraste (FACT) en Niños entre 6 y 12 Años en el Instituto de Investigaciones Optométricas. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, n. 1, p. 25-36, 2003.

AMORIM, A. Fonoaudiologia Geral. São Paulo: Pioneira, 1972.

AQUINO, A. M. C. M. (Org). Processamento Auditivo: eletrofisiologia e psicoacústica. São Paulo: Lavise, 2002.

BAVELIER, D.; DYE, M. W. G; HAUSER, P. C. Do deaf individuals see better? *Trends in Cognitive Sciences*, n. 9, p. 391-430, 2006.

BESS, F. H.; HUMES, L. E. Fundamentos da audiologia. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998.

BOSWORTH, R. G. ; DOBKINS, K. R. Visual field asymmetries for motion processing in deaf and hearing signers. *Brain and Cognition*, n.1, p. 170-181, 2002.

BRITO, L. F. et al. Língua Brasileira de Sinais. Brasília: SEESP, 1997.

CAMPBELL, F. W. Why do we measure contrast sensitivity? *Behavioral Brain Research*, n. 10, p. 87-97, 1983.

CORREA, J. M. Surdez e os fatores que compõem o método áudio-visual de linguagem oral para crianças com perda auditiva. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2001.

CROMACK, E. M. P. C. Identidade, cultura surda e produção de subjetividades e educação: atravessamentos e implicações sociais. *Psicologia Ciência e Profissão*, n. 4, p.68-77, 2004.

DE VALOIS, R. L.; DE VALOIS, K. K. Spatial vision. New York: Oxford University Press, 1988.

DIZEU, L. C. T. B.; CAPORALI, S. A. A língua de sinais constituindo o surdo como sujeito. *Educação Social*, n. 91, 2005.

ECKERT, M. P.; BRADLEY, A. P. Perceptual quality metrics applied to still image comprehension. *Signal Processing*, n. 70, p. 177-200, 1998.

ENGELMANN, A. A Psicologia da Gestalt e a Ciência Empírica Contemporânea. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, n. 1, p. 1-16, 2002.

- ERDEN, Z.; OTMAN, S.; TUNAY, V. B. Is visual perception of hearing-impaired children different from healthy children? *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, n.68, p. 281-285, 2004.
- FAUBERT, J. Visual Perception and Aging. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, n. 3, p.164-176, 2002.
- FÉRES, M. L. C.; CARIASCO, N. G. Plasticidade do sistema auditivo. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, n. 5, 2001.
- FINNEY, E. M.; DOBKINS, K. R. Visual contrast sensitivity in deaf versus hearing populations: Exploring the perceptual consequences of auditory deprivation and experience with a visual language. *Cognitive Brain Research*, n. 1, p. 171-183, 2001.
- FONSECA, V. R. J. R. M. (Org). Surdez e deficiência auditiva: a trajetória da infância à idade adulta. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2001.
- FRANÇA, V. C. R. M.; SANTOS, N. A.; MENDES, L. C. Sensibilidade ao contraste em crianças pré-escolares com método psicofísico. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, n.3, p. 335-338, 2006.
- GAZZANIGA, M. S.; IVRY, R. B.; MANGUN, G. K. *Neurociência cognitiva: A biologia da mente*, 2. ed., Porto Alegre: Artmed, 2006.
- GÓES, M. C. R. *Linguagem, surdez e educação*. Campinas: Autores Associados, 1999.
- IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Banco de Dados Agregados, 2000. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 28 dez. 2007.
- JOHN, F. M. et al. Spatial vision deficits in infants and children with Down Syndrome. *Investigate Ophthalmology and Visual Science*, n.5, p. 1566-1572, 2004.
- KATZ, J.; TILLERY, K. L. Uma introdução ao processamento auditivo. Em LICHTIG, I.; CARVALHO, R. M. M. (Org.). *Audição: Abordagens atuais*. São Paulo: Pró-Fono, 1994.
- KÉRI, S. et al. Visual information processing in patients with schizophrenia: evidence for the impairment of central mechanisms. *Neuroscience*, n. 293, p. 69-71, 2000.
- LACERDA, C. B. F. de. A inclusão escolar de alunos surdos: o que dizem alunos, professores e intérpretes sobre esta experiência. *Cad. CEDES*, n. 69, 2006.
- LEIBOVICI, Z. *Comunicação do surdo: família e a sociedade em Fonoaudiologia Geral*. Rio de Janeiro: Revinter, 1997.
- LENT, R. *Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência*. São Paulo: Atheneu, 2001.
- MARX, M. H.; HILLIX, W. A. *Sistemas e Teorias em Psicologia*. São Paulo: Cultrix, 1974.
- NEVILLE H. J.; LAWSON, D. Attention to central and peripheral visual space in a movement detection task: An event-related potential and behavioral study. II. Congenitally deaf adults. *Brain Research*, n. 405, v. 2, p. 268-283, 1987.
- OLIVEIRA, P.; CASTRO, F.; RIBEIRO, A. Surdez infantil. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, n.3, p. 417-423, 2002.

OLIVEIRA, A. G. F. et al. Contrast Sensitivity Threshold measured lay sweep visual evoked potential in term and preterm infants at 3 and 10 months age. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, n. 37, p. 1389-1396, 2004.

OMS. Surdez e Deficiência Auditiva. Ficha Técnica N°300, 2006. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/en/index.html>>. Acesso em: 9 out. 2007.

OMS. Violência e Lesões: Prevenção e Reabilitação. Lesões relacionadas com deficiência e reabilitação, 2008. Disponível em: <[http://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/disability/en/index.html](http://www.who.int/violence_injury_prevention/disability/en/index.html)>. Acesso em: 3 jan. 2008.

POIZNER, H. et al. Visual-spatial processing in deaf brain-damaged signers. *Brain and Cognition*, n. 3, p. 281-306, 1984.

PROKSCH, J.; BAVELIER, D. Changes in the spatial distribution of visual attention after early deafness. *Journal of Cognitive Neuroscience*, n. 5, p. 687-701, 2002.

RETTENBACH, R.; DILLER, G.; SIRETEANU, R. Do deaf people see better? Texture segmentation and visual search compensate in adult but not in juvenile subjects. *Journal of Cognitive Neuroscience*, n. 5, p. 560-575, 1999.

SANTOS, N. A. Sistema visual humano: Curvas de sensibilidade e filtragem de frequências angulares, radiais e radial/angulares acopladas. 1999. Tese (Doutorado) não-publicada, Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento, Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANTOS, N. A.; SIMAS, M. L. B. Função de sensibilidade ao contraste: Indicador da percepção visual da forma e da resolução espacial. *Psicologia: Reflexão & Crítica*, n. 14, p. 589-597, 2001b.

\_\_\_\_\_. Percepção e Processamento Visual da Forma: Discutindo Modelos Teóricos Atuais. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, n.14, p. 157-166, 2001a.

\_\_\_\_\_. Processamento Visual da Forma: Análise de Sistema Linear e Alguns Paradigmas Psicofísicos. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, n.15, p. 529-536, 2002b.

SANTOS, N. A.; NOGUEIRA, R. M. T. B. L.; SIMAS, M. L. B. Processamento Visual da Forma: Evidências para Canais Múltiplos de Frequências Angulares em Humanos. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, n. 18, p. 98-103, 2005.

SANTOS, N. A.; SIMAS, M. L. B.; NOGUEIRA, R. M. T. B. L. Comparison of angular frequency contrast sensitivity in young and older adults. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, n. 37, p. 375-378, 2004a.

\_\_\_\_\_. Processamento Visual da Forma em Humanos: Curvas de Limiar de Contraste para Padrões Circularmente Simétricos. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, n. 17, p. 287-294, 2004b.

\_\_\_\_\_. Processamento Visual da Forma para Idosos: Curvas de Limiar de Contraste para Frequências Angulares e Senoidais. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, n. 16, p. 271-277, 2003.

SCHIFFMAN, H. R. Sensação e Percepção. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

SIMAS, M. L. B.; SANTOS, N. A. Narrow-band 1, 2, 3, 4, 8, 16 and 24 cycles/360o angular frequency filters. *Braz. J. Med. Biol. Res.*, n. 35, p. 243-253, 2002.

STIVALET, P. et al. Differences in visual search tasks between congenitally deaf and normally hearing adults. *Cognitive Brain Research*, n. 6, p. 227-232, 1998.

WETHERILL, G. B.; LEVITT, H. Sequential estimation of points on a psychometric function. *The British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, n. 48, p. 1-10, 1965.

WYNGAARDEN, J. B.; SMITH JUNIOR, L. H.; BENNETT, J. C. *Cecil tratado de medicina interna*. 19. ed. Vol. 2. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.

ZOEST, W. V.; DONK, M. Bottom-Up and Top-Down Control in Visual Search. *Perception*, n. 33, p. 927-937, 2004.



## **Análise de contratos entre produtores e exportadores na fruticultura nordestina através da teoria dos jogos.**

### **Shirley Pereira de Mesquita**

Universidade Federal da Paraíba. Cidade Universitária - João Pessoa/PB, CEP: 58051-900.

Endereço para correspondência: Rua Princesa Isabel, 48, Tibiri II, Santa Rita-PB, CEP: 58302-090.

Bolsista PIBIC-CNPq/UFPB

[shirley\\_mesquita@yahoo.com.br](mailto:shirley_mesquita@yahoo.com.br)

### **Luciano Menezes Bezerra Sampaio**

Universidade Federal da Paraíba. Cidade Universitária - João Pessoa/PB, CEP: 58051-900.

[luciano.sampaio@pq.cnpq.br](mailto:luciano.sampaio@pq.cnpq.br)

**Resumo:** A fruticultura é uma atividade importante na balança comercial brasileira e mais ainda para a região Nordeste. As diversas exigências do mercado de frutas, a falta de informações sobre padrões e condições de comercialização, entre outros fatores, fazem da intermediação da comercialização uma prática regular. Este trabalho formula uma proposta de modelagem, usando a teoria dos jogos, mais especificamente a abordagem principal-agente, para os contratos entre produtores de abacaxi da Paraíba e a Bolsa do Comércio de Pernambuco. Nesta aplicação, entre os resultados, destaca-se: a escolha de um contrato com um intermediário legalizado como a Bolsa representa maiores lucros e menores riscos para os produtores paraibanos, contudo um custo maior dado as exigências sobre o produto; o contrato proposto pela Bolsa incentiva a aplicação de alto esforço; as vantagens do comércio com o intermediário local estão, além do hábito e da relação de confiança, o pagamento à vista e a despreocupação e custos com o transporte do produto. Possíveis extensões da modelagem proposta podem compreender a inclusão de barganha no modelo Principal-Agente e ainda o aspecto temporal que caracteriza a formulação desses contratos, passando de um jogo estático para um dinâmico.

*Palavras-chave: teoria dos jogos, contratos, pequeno produtor, intermediação, abacaxi.*

## **1. Introdução**

A fruticultura brasileira responde por área de aproximadamente 40,4 mil hectares sob o sistema de produção integrada e produção aproximada de 1,1 milhões de toneladas, incluindo, dentre outros produtos, abacaxi, maçã, uva, manga e mamão (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/MAPA). Esta atividade é de grande importância na balança comercial do país e mais ainda para a região Nordeste. Entre os produtos da região, destacam-se, no Ceará, a castanha de caju; no Vale do São Francisco, entre Pernambuco e Bahia, banana, uva, manga, entre outras; no Rio Grande do Norte, melão, banana, castanha e mais recentemente a manga; e na Paraíba, abacaxi e mamão (Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior/MDIC, 2006).

Estudos de cadeias produtivas, ou arranjos produtivos locais, financiados pelo Sebrae, Banco do Nordeste, Governos de Estados, e outras instituições, apontam quase que unanimemente, a ausência de padronização dos produtos e a falta de crédito como principais entraves para a comercialização da produção pelo pequeno produtor (Lacerda & Lacerda, 2004; Pimentel et al., 2000; Paulo Pessoa et al., 2000). Quando o contrato é entre pequenos produtores e um agente comercial formal, com normas ainda mais rigorosas, estas dificuldades são ainda maiores.

No estado da Paraíba a comercialização da fruticultura encontra-se numa posição de desvantagem, em relação aos demais estados do Nordeste, por não possuir pólos produtores/



exportadores como os de Açú/ Mossoró, no Rio Grande do Norte e Petrolina/ Juazeiro, em Pernambuco. A ausência desses pólos intensifica ainda mais os problemas de comercialização, sobretudo para o pequeno produtor paraibano que, sem informações de mercado, opta geralmente por vender sua produção através de intermediários, obtendo a menor parte da margem de comercialização.

Nesta relação entre pequenos produtores e representantes comerciais, são estabelecidos contratos os quais variam de acordo com o produto e com os agentes que viabilizam a comercialização. Na Paraíba, a comercialização do abacaxi é feita através de dois principais agentes: intermediários locais e Bolsa do Comércio de Pernambuco, com este último agente respondendo por aproximadamente 1,3% da comercialização da produção paraibana de abacaxi e os restantes 98,7% ficando a cargo dos intermediários locais.

A Bolsa do Comércio é uma entidade privada sem fins lucrativos, que oferece ao mercado de hortifrutigranjeiros brasileiro, a intermediação dos interesses de venda (grandes, médio e pequenos produtores) e de compra (atacadistas supermercadistas, e indústrias), através de uma estrutura de comercialização baseada em padrões de classificação dos produtos. Segundo informações obtidas com a administração da Bolsa, ela possui contrato de representação de 16 cooperativas e associações as quais reúnem aproximadamente 2.080 produtores de médio e pequeno porte e 332 clientes (compradores).

Entre as vantagens de comercialização com a Bolsa, citadas pelo entrevistado da entidade, estão: custo variável, bons preços, linha direta do produtor com o mercado, acessória de informação, agregação de serviços (agenciamento de frete, seguro e acompanhamento na chegada da mercadoria, sem custo adicional), negociação de reclassificação e avarias.

A comparação entre as duas possibilidades de contratos entre produtores e representantes comerciais de abacaxi na Paraíba é o objetivo principal dessa análise. Para tanto, utiliza-se a Teoria dos Jogos, mais especificamente o modelo principal-agente. Como objetivo específico pretende-se caracterizar a comercialização dos pequenos produtores com o agente formal de comercialização - a Bolsa de Comércio de Pernambuco-, avaliando o comportamento das partes envolvidas no contrato e tentando justificar o baixo percentual de comercialização através deste agente.

Além da introdução, este artigo está estruturado como segue. Na seção 2, faz-se o panorama da produção e comercialização do abacaxi no estado da Paraíba. Na seção 3, apresenta-se o modelo principal-agente, detalhando-se o caso com ações encobertas. Na seção 4, mostra-se a adequação e aplicação ao caso em estudo de comercialização da produção de abacaxi paraibano com a Bolsa do Comércio de Pernambuco, seus resultados e discussão. A quinta seção traz as conclusões.

## **2. Metodologia**

Em contratos ou acordos, o bem estar de um dos participantes depende das ações e decisões do outro. No modelo do principal-agente, as ações do agente influenciam os resultados obtidos pelo mesmo e pelo principal. Em geral, estes problemas se caracterizam pela assimetria de informação, com o agente estando mais bem informado sobre o processo produtivo do que o principal, possibilitando-o desviar-se dos objetivos determinados no acordo e agir segundo seus próprios interesses. Diante desta assimetria, o principal procura elaborar contratos que incentivem os agentes a agirem em conformidade com seus interesses, por exemplo, através de acordos em função de seus desempenhos produtivos (Pindick, 2002).

O modelo principal-agente pode ser utilizado para analisar qualquer relação onde existam as seguintes condições: 1. delegação de uma tarefa por um agente econômico a outro; 2. informação assimétrica; 3. relação imperfeita entre o esforço empregado e o resultado do esforço; 4. custo de monitoração alto; 5. objetivos não alinhados (Muller, 1997).

Entre as categorias de modelos com informação assimétrica estão os de Moral Hazard, ou com ações encobertas (hidden actions), e os de seleção adversa, ou de informações encobertas (hidden information ou hidden knowledge). De maneira geral, a diferença entre estes dois tipos é

que no primeiro as duas partes iniciam o jogo, e acertam um acordo, com informação simétrica, com a assimetria de informação apresentando-se posteriormente enquanto no caso de seleção adversa há uma assimetria de informação que antecede a realização do acordo (Rasmusen, 1996).

Rasmusen (1996) indica que os modelos de Moral Hazard são jogos de informação completa, mas com incerteza. O principal conhece o agente, em geral conhece seus custos e seu nível de esforço empregado, e lhe propõe um contrato. O agente pode rejeitá-lo ou aceitá-lo, e neste último caso, a natureza adiciona incerteza ao resultado do jogo.

Assim, em geral, um problema principal-agente caracteriza-se por um principal induzindo (através de um contrato) um agente a realizar certas ações e quando há ações encobertas, o principal pode não estar disponível para observar diretamente as ações do agente, mas observa algum resultado que é determinado, ao menos em parte, pela ação do agente. O problema do principal é designar, no contrato, uma “forma de pagamento” que incentive o agente a agir da melhor forma possível do ponto de vista do principal (Mas-Colell et al., 1995).

Há tipicamente dois tipos de restrições envolvendo o Agente. A primeira representa a sua decisão de aceitar ou não o contrato proposto pelo Principal, analisando outras oportunidades de trabalho disponíveis que lhe ofereçam certa utilidade (um nível de utilidade de reserva). Essa restrição é dita Restrição de Participação (RP), ou ainda Restrição de Racionalidade do Indivíduo. A segunda restrição é a de Compatibilidade de Incentivo (RCI), em que o Principal deve propor um esquema de pagamento capaz de induzir o Agente a escolher agir como ele deseja (Varian, 1999).

A formulação geral do problema Principal-Agente, baseada em Kreps (1990), para dois jogadores, um Principal e um Agente, considera: A = conjunto de ações do Agente; S = conjunto dos possíveis resultados. O Agente toma ações “a” pertencentes ao conjunto,  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_N\}$ , onde cada ação “a” produz um resultado “s” pertencente a  $S = \{s_1, s_2, \dots, s_M\}$ , o qual ocorre com

uma determinada probabilidade correspondente:  $\pi_{n1}, \pi_{n2}, \dots, \pi_{nM}$ , tal que  $\sum_{m=1}^M \pi_{nm} = 1$ .

Assim, para cada ação “a” pertencente ao conjunto A, tem-se uma distribuição de probabilidade  $\Pi_A$  em S. Se w é o valor pago pelo serviço, assume-se que o contrato oferecido é uma função  $w: S \rightarrow R$ . Isto é, se “s” é observado, o principal paga w(s) ao Agente, ou seja, a remuneração do agente é determinada pelo resultado de sua ações.

Para o Principal, um par de “a” e “s” resulta numa renda B(a, s) e conseqüentemente, os lucros do Principal são dados por:  $B(a,s) - w(s)$ . Considerando as probabilidades de resultado diferentes a partir de uma ação  $a_n$ , escolhida pelo Agente, então, os lucros esperados do Principal podem ser escritos como:

$$\text{Lucros esperados} = \sum_{m=1}^M \pi_{nm} (B(a_n, s_m) - w(s_m)) \quad (1)$$

O lucro do principal é o resultado produzido pela ação do agente menos o que é pago ao agente pelos serviços prestados.

Para o Agente, supõe-se uma função utilidade de Von Neumann-Morgenstern,  $u(w,a)$ , usualmente com  $u_w' > 0$  e  $u_a' < 0$ . Considerando que cada agente tem outras alternativas, além de trabalhar para o Principal, ou seja, o Agente tem alternativas (externas) que lhe fornecem sua utilidade reserva, ele aceita um contrato proposto pelo Principal se a inequação abaixo verifica-se:

$$\text{MaxUtilidade esperada} = \sum_{m=1}^M \pi_{nm} u(w(s_m), a_n) \geq \bar{u} \quad (2)$$

Ou seja, a Restrição de Participação (RP) é satisfeita quando sua utilidade esperada da ação escolhida ( $a_n$ ) é maior ou igual à utilidade esperada das demais ações disponíveis.

Além disso, o Agente é induzido pelo Principal a tomar a ação que maximiza seus lucros esperados, satisfazendo a Restrição de Compatibilidade de Incentivos (RCI). Para a ação escolhida  $a_n$ :

$$\sum_{m=1}^M \pi_{nm} u(w(s_m) - d(a_n)) \geq \sum_{m=1}^M \pi_{n'm} u(w(s_m) - d(a_{n'})) \quad \text{onde : } n'=1 \dots N \quad (3)$$

Onde:  $d$  é o desgaste ou desutilidade resultante da execução de uma ação.

Desta forma, para cada  $w$  e cada ação  $a_n$ : tem-se um payoff (par de resultados para o Principal e Agente, respectivamente) de:

$$\sum_{m=1}^M \pi_{nm} [(B(a_n, s_m) - w(s_m))]; \quad \sum_{m=1}^M \pi_{nm} u(w(s_m)) - d(a_n) \quad (4)$$

A Figura 1 mostra como se pode obter a solução deste jogo através de equilíbrio em Subjogo Perfeito, ou seja, resolvendo o jogo de trás para frente. No ultimo estágio, o Agente escolhe sua ação  $a_n$ , de forma a respeitar a RCI; em seguida observa-se se sua utilidade é maior que sua utilidade esperada (RP); por fim, analisa-se qual contrato o Principal propõe [o par  $w(s)$  e  $s$ ] dadas as escolhas do Agente, de forma que o lucro do Principal é maximizado.

Pode-se ter o Principal agindo como Monopolista e oferecendo um conjunto de alternativas de pagamento que o Agente irá aceitar se sua expectativa superar seu nível de reserva. Neste caso, determinam-se as propriedades do esquema de incentivos que é ótimo do ponto de vista do Principal. Numa segunda abordagem, há vários competidores Principais, cada um oferecendo um conjunto de esquemas de incentivo, sendo necessário determinar as propriedades dos sistemas de equilíbrio.

Uma diferença básica entre os dois é que no caso do Monopolista, o nível de utilidade do Agente é exógeno e é, tipicamente, a utilidade associada a alguma atividade não relatada. Já no problema competitivo, o nível de reserva é endógeno: este será a utilidade associada aos contratos ofertados pelos demais Principais. Assim, no mercado Monopolista, o lucro máximo será função objetivo do problema e no competitivo, tem-se a condição de lucro zero no equilíbrio.

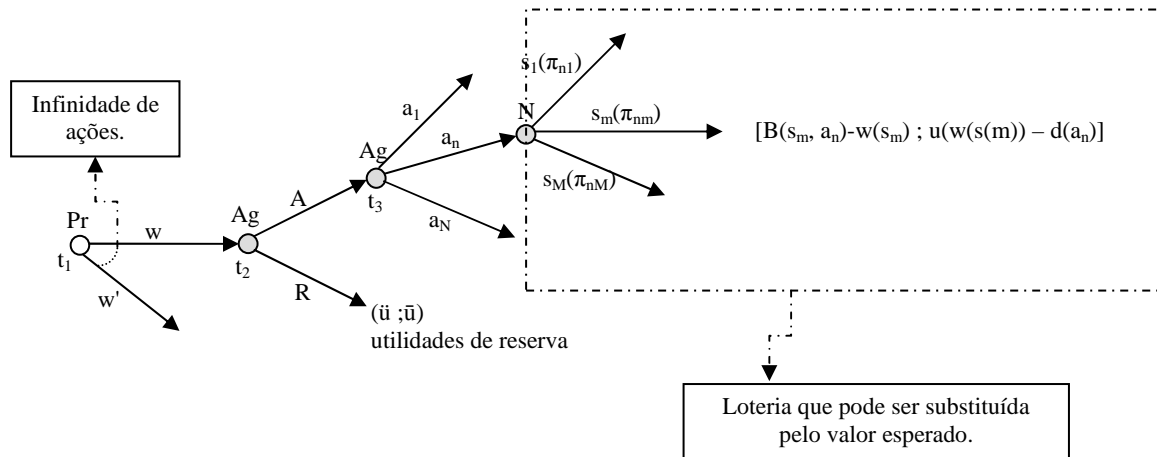


Figura 9 – Forma geral de um jogo Principal – Agente ( a partir da formulação do problema de Kreps, 1990)

Supondo um Monopólio com informação completa, ou seja, o Principal tem informação completa sobre as ações e custos do agente e seu objetivo é simplesmente determinar que ação ele quer que o Agente escolha, então seu problema consiste em designar um esquema de pagamento incentivando o Agente a escolher a ação desejada por ele.

A dificuldade nesses esquemas de incentivos é que eles são muito sensíveis a pequenas imperfeições de informação, principalmente pelo fato das ações dos agentes não serem perfeitamente observáveis pelo principal. Se o Agente só recebe quando atingir o resultado estipulado, por exemplo, então sua utilidade esperada pode ser menor que seu nível de reserva de utilidade e ele poderia se recusar a participar. Este tipo de problema é conhecido como Problema de Incentivo de Ações Encobertas (hidden action problem), já que as ações dos Agentes não são perfeitamente observáveis pelo Principal.

Os incentivos aos agentes podem ser dos mais diversos, por exemplo, maiores remunerações salariais ou participações nos lucros, isto depende do tipo de atividade e do contrato estabelecido. Destaca-se que remunerações fixas na maioria das vezes proporcionam resultados ineficientes.

Dado os incentivos, os agentes podem despende um nível específico de esforço, por exemplo, simplificando, baixo ou alto, e esta decisão vai refletir no resultado do trabalho. No entanto o agente ainda está sujeito a fatores aleatórios, que podem influenciar positivamente (sorte) ou negativamente (azar) seu resultado.

Em resumo tem-se a seguinte seqüência em um problema principal-agente: o principal lança uma proposta expondo os esquemas de incentivos; o agente analisa a proposta, que por sua vez só será aceita se o nível de maximização de utilidade for atingido e não houver outra oportunidade de trabalho disponível que ofereça melhor nível de utilidade; o agente aceita a proposta e executa as ações; as ações geram resultados que por sua vez maximizam os lucros.

### **3. Resultados e Discussões**

#### **3.1. Produção e comercialização de abacaxi no estado da Paraíba**

O estado da Paraíba apresenta uma área plantada com frutas superior a 30.000 hectares a qual é utilizada por mais de 2.000 produtores (Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba/CODEVASF, 2001). A fruticultura no Estado está concentrada em aproximadamente 25 produtos, destacando-se o abacaxi. A produção atual de abacaxi é quase toda destinada ao mercado interno, para o consumo in natura e/ou industrializados (compota, sucos, xarope, geléia, doces, diversos, vinagre, vinho, licor etc.), com apenas cerca de 1% da produção paraibana sendo destinada a exportação.

A Tabela 1 destaca os principais municípios paraibanos produtores de abacaxi, segundo dados do IBGE, entre os quais Santa Rita, na Grande João Pessoa, Itapororoca e Araçagi, juntos, somam 66,1% dos 325.612 milhões de frutos produzidos no Estado, em 2005. Neste mesmo ano, a Paraíba passou a ser o maior produtor do país, respondendo por 18% da produção nacional, a frente do estado do Pará, o qual obteve produção de 268.124 milhões de frutos, em 2005.

**Tabela 1 - Quantidade Produzida, Valor da Produção, Área Plantada e Rendimento Médio da Produção de abacaxi em 2005**

Unidade da federação Região Estado Município	Quantidade produzida (Mil frutos)	Valor da produção (Mil reais)	Área plantada (Hectare)	Rendimento médio da produção (Frutos por Hectare)
Brasil	1.528.313	814.309	61.992	24.735
Nordeste	664.597	306.242	24.385	27.257
Paraíba	325.612	152.790	11.102	29.329
Santa Rita – PB	90.000	54.000	3.000	30.000
Itapororoca – PB	66.000	23.100	2.200	30.000
Araçagi – PB	59.200	20.720	1.850	32.000
Pedra de Fogo – PB	24.000	8.640	1.000	24.000
Cuité de Mamanguape - PB	12.900	7.740	430	30.000
Lagoa de Dentro - PB	12.500	4.375	500	25.000
Sapé - PB	9.600	5.760	320	30.000

Fonte: Produção Agrícola Municipal/2005 ([www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br))

Da produção total paraibana na safra de 2005, 30% foi vendido no próprio Estado, com uma parte expressiva sendo direcionada para a indústria de suco natural. Dentre os demais estados brasileiros, os maiores compradores do abacaxi paraibano foram, na região Sudeste, São Paulo (20%), Minas Gerais e Rio de Janeiro (juntos, 20%), e no Nordeste, a Bahia e Pernambuco (juntos, 15%). Para a região Sul, há fornecimento de abacaxi paraibano para Santa Catarina e Rio Grande do Sul, porém em menor quantidade. A receita gerada por toda a produção, segundo dados da Emater-PB (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado da Paraíba), foi superior a R\$ 160 milhões para o Estado.

O período de colheita do abacaxi depende da época de plantio, do tipo de muda e das variedades. Em plantas oriundas de mudas de coroa, os frutos são colhidos aos 24 meses após o plantio, as de rebentão, de 15 a 18 meses, e asa de filhotes estende-se por 60 dias ou mais quando não é feita a indução de florescimento, e é de aproximadamente 15 dias quando essa prática é adotada. Na maioria dos casos a colheita é feita, aproximadamente, de dois em dois anos obtendo apenas um ciclo produtivo por ano, após seu plantio.

A safra paraibana começa gradativamente em agosto e termina em janeiro. Em agosto é colhido 11% da produção total, em outubro 16%, novembro 15%, dezembro 16% e em janeiro os produtores colhem a menor produção, algo em torno de 8%. De fevereiro a julho a produção oscila de 2% a 5%, segundo dados da Emater-PB.

Em uma cultura de abacaxi bem conduzida, com boas condições fitossanitárias e bom nível de produção, em determinadas circunstâncias, é possível colher uma segunda safra ou soca (Cunha et al. 1994). A segunda colheita não é apenas a continuação da primeira, dependendo assim de alguns fatores para ser economicamente viável, tais como condições climáticas, técnicas culturais, variedades, etc.

Choiry (1992) afirma que na Paraíba não é comum à exploração da soca, por serem as áreas plantadas, na sua maioria, arrendadas, e por serem os frutos da segunda colheita inferiores em peso e qualidade. A baixa qualidade do fruto da soca pode se dever ao fato de o rebentão não ter desenvolvido seu próprio sistema radicular, utilizado apenas as reservas contidas no caule da planta-mãe, que são insuficientes para sua manutenção e de seu fruto.

Após a colheita, o transporte do fruto é de grande importância no processo de comercialização. Para o mercado interno, o transporte é normalmente feito a granel, em caminhões. Quando a finalidade é a industrialização, usa-se, algumas vezes, o acondicionamento dos frutos em caixas de plástico, com capacidade para dez frutos.

A comercialização é a etapa final do processo produtivo. Na cultura do abacaxi, a produção pode ser orientada para o mercado *in natura*, nas vizinhanças da região produtora e, em regiões mais distantes para a exportação de frutas frescas e para a industrialização.

A cultura do abacaxi é considerada economicamente viável, embora exija diversos custos operacionais e encargos administrativos. Um estudo realizado na propriedade Senhor do Bonfim, situada na cidade de Santa Rita-PB, localizada na mesoregião da Mata Paraibana, nos anos de 1998 e 1999 numa área de 5 hectares, irrigada por aspersão, apresentou todos os custos envolvidos no cultivo da fruta. Para o cultivo de 1,0 ha da fruta, o custo operacional total foi equivalente a R\$ 7.872,92. Este valor corresponde aos os custos operacionais, de R\$ 4.811,00, os quais incluem despesas com mecanização para o preparo do solo, mão de obra, adubação, aquisição de mudas, capinas manuais, energia elétrica, tratamento fitossanitário e colheita. A diferença, de R\$ 3.061,92, é relativa aos custos com encargos administrativos.

Para o cultivo deste 1 hectare, considerando a produtividade média de 35.000 plantas/ha, e ainda que cada planta comporta um abacaxi de 1,5 kg, em média, obtêm-se uma produtividade de 52.500 kg/ha ou 35.000 frutos/ha. Considerando que as falhas de indução e as perdas na colheita representaram em torno de 10%, obtêm-se uma produtividade de 31.500 frutos/ha. Desta forma, o custo unitário médio de produção resulta em R\$ 0,25/fruto (Neto et al., 2000).

As receitas adquiridas pelos produtores dependem dos custos e da forma de comercialização utilizada. No processo de comercialização, alguns aspectos devem ser considerados, como por exemplo, condições socioeconômicas do produtor, volume de produção, distância do mercado, estrutura de beneficiamento do produto, ausência de associações ou cooperativas etc.

Como dito, a Bolsa do Comércio de Pernambuco é um dos representantes comerciais dos produtores paraibanos de abacaxi e em, 2006, realizou vendas para 78 produtores paraibanos, em sua maioria (98%), membros de cooperativas. A Tab. 2 indica o volume do abacaxi paraibano, em número de frutos, comercializado pela Bolsa de Pernambuco, o qual caiu desde 2003, ano em que a Bolsa vendeu mais de 8 milhões de frutos dos produtores da Paraíba.

**Tabela 2 - Vendas do abacaxi Paraíba intermediada pela Bolsa do Comércio de PE (2001-2006)**

Período	Volume de frutas comercializadas
2001	5.653.500 frutos
2002	5.615.900 frutos
2003	8.264.100 frutos
2004	6.974.300 frutos
2005	4.531.200 frutos
2006	4.290.800 frutos

Fonte: Bolsa do Comércio de Pernambuco (2007)

O contrato de representação comercial entre a Bolsa e os produtores estabelece que a Bolsa seja o representante comercial do produtor, não estando envolvida em nenhuma etapa da produção. A Bolsa fica responsável, com exclusividade, pela representação legal dos interesses do produtor no mercado nacional, com as vendas sendo direcionadas aos segmentos de atacado, supermercado e indústrias.

O produto é qualificado de acordo com normas estabelecidas pela Bolsa, de acordo com a seguinte classificação:

- Grupo – referente à coloração da polpa (polpa amarela- Smooth Cayenne ou polpa branca - Pérola e Jupi);
- Subgrupo - coloração externa (verde, pintado, colorido ou amarelo);
- Classe - classificação do abacaxi de acordo com o peso (categorias especificadas na Tab. 3);

- Categoria de qualidade - defeitos graves (lesão, podridão, sem coroa, fasciação, imaturo entre outros) e defeitos leves (coroa múltipla, torta, deformada ou danificada).

**Tabela 3 - Classificação do abacaxi de acordo com o peso**

Classe	Peso (Kg)
1	0,900 a 1,200
2	1,200 a 1,500
3	1,500 a 1,800
4	1,800 a 2,100
5	2,100 a 2,400
6	Maior que 2,400

Fonte: CEAGESP (2003)

Estas exigências são definidas pelas Instituições Normativas da Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo/SARC-MAPA (Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade), pelo Centro de Qualidade em Horticultura da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo (CEAGESP) ou pelas Normas Provisórias emitidas pela Bolsa do Comércio.

O prazo de validade do contrato é determinado pelas partes envolvidas. Contudo, uma vez firmado o contrato há exigências com relação ao prazo de entrega do produto à Bolsa. Cinco meses antes da colheita, o produtor deve informar uma previsão da safra à Bolsa, no caso do abacaxi, em número de frutos (ainda sem classificação). Na semana anterior a colheita, os produtores informam a programação da oferta, isto é, a quantidade de frutos por classe de peso que deve ser vendida pela Mesa de Operações. Na sua maioria, a entrega é FOB - plantio, ou seja, na origem, sobre rodas e com nota fiscal. Assim, o produtor deve colher, classificar e carregar o caminhão colocado na origem pelo comprador, o qual disponibiliza sua própria frota ou requer o serviço de agentes de frete credenciados pela Bolsa.

Pela atividade de representação da Bolsa, o produtor paga uma Taxa de Registro das Operações (TRO) correspondente a 2% (dois por cento) da fatura bruta, na origem, isto é, fretes e despesas de descarga e movimentação exclusas. Esses pagamentos são realizados após a liquidação das operações por parte dos clientes compradores do produto, mediante cobrança a ser encaminhada pela bolsa.

Como atribuição da Bolsa destaca-se o acompanhamento de chegada, quando solicitada pelo comprador, para verificar alguma desconformidade do pedido. Esta verificação é feita através de uma arbitragem realizada por vistoriadores credenciados pela Bolsa, atuantes nas principais praças para as quais se vendem os hortifrutigranjeiros. Os relatórios de vistorias são complementados por fotos digitalizadas, tíquetes de pesagens e/ou laudos bacteriológicos quando necessários. Caso o produto não esteja em conformidade com o que foi declarado, o produtor deve aceitar a devolução do produto, além de não receber nenhuma compensação por seus gastos, inclusive os de transporte.

### **3.1.1 Análise do processo de comercialização**

Com objetivos diferentes dentro do sistema do principal-agente, o problema para o esquema contratual se restringe ao sistema de incentivos que o representante comercial propõe aos produtores. A Bolsa do Comércio de Pernambuco, no caso, tem interesse em comercializar toda a produção e com a melhor qualidade, com o objetivo de maximizar seus lucros. Para isto ser possível é necessário que o produtor (agente) realize esforços no processo produtivo e tenha “sorte”, visto que a natureza pode agir contrariamente a seus interesses. Como o agente deseja maximizar a sua utilidade, ele apenas está disposto a agir em conformidade com o que o principal estabelece se houver incentivos no contrato para tanto.

Em resumo, um contrato entre a Bolsa e o pequeno produtor de abacaxi envolve as seguintes etapas: a) assinatura do contrato de representação que documenta e formaliza a representação comercial; b) prospecção de vendas, contatos e pré-definição da produção a ser ofertada perante a clientela da Mesa de Operações da Bolsa; c) “fechamento” com os produtores. Após negociação com os compradores, com o objetivo de melhorar a condição para venda de cada oferta, a Mesa de Operações submete as operações à apreciação de aprovação dos produtores (ou do Coordenador Comercial no caso das Cooperativas), e realiza o fechamento das operações com a emissão do pedido; d) embarque do produto após o fechamento da venda, de acordo com o prazo e qualidade especificados no pedido; e) Caso as operações de transporte dos frutos sejam através do serviço de agentes de frete credenciados pela Bolsa, elas são seguradas contra riscos rodoviários através de Apólice de Seguros de Carga de responsabilidade da Bolsa; f) liquidação da operação: seguindo prazos e condições acertadas e mediante informações do próprio produtor, a Bolsa realiza o acompanhamento, até a liquidação, de cada operação.

Uma hipótese simplificadora é estabelecer as seguintes opções para o produtor: ele pode escolher vender sua colheita à Bolsa do Comércio de Pernambuco (representante formal) ou alternativamente a um agente de comercialização sem representação legal (“intermediário local”). A opção de comércio com a Bolsa, em geral, proporciona maiores preços, contudo também maiores exigências. Oferecendo sua produção ao intermediário local, o pequeno produtor não precisa submeter sua produção a uma classificação do produto; não está sujeito à exclusividade de venda; não têm gastos com fretes; e não tem que definir um prazo de entrega com antecedência. Por outro lado, em geral, seu produto é vendido a um preço único independente da qualidade, com o intermediário local comprando na condição conhecida como “casca e nó”, sem classificação formal, o que em geral subestima a qualidade dos frutos.

Considerando que o produtor local obtém resultados semelhantes aos dados da fazenda Senhor do Bonfim (provenientes do estudo de Neto et al., 2000), que obteve 80% da produção tida como “de primeira” pelos intermediários e vendida a R\$ 0,46/fruto, e os 20% restante, classificados como “frutos de segunda”, vendidos a R\$ 0,28/fruto e considerando ainda a produtividade de 31.500 frutos/ha, tem-se que, por hectare, 25.200 frutos são vendidos por R\$ 0,46 e 6.300 frutos por R\$ 0,28, o que totaliza uma receita bruta total de R\$ 11.592,00 mais R\$ 1.764,00, ou seja, R\$ 13.356,00/ha. Considerando ainda os custos operacionais de R\$ 7.872,92, a receita líquida resulta em R\$ 5.483,00/ha. Para o intervalo plantio-colheita de 18 meses, o lucro contábil mensal é de R\$ 304,60/ha o que, proporcionalmente gera lucro contábil anual de R\$ 3.655,00/ha. Este é o valor anual estimado para a utilidade reserva anual do pequeno produtor - quanto adquire, vendendo para o intermediário local, caso não comercialize com a Bolsa.

Para determinar se comercializa com a Bolsa ou não, o produtor vai comparar os ganhos adquiridos pela comercialização via Bolsa e a sua utilidade reserva, ou seja, o que ele ganha se não comercializar com ela, no caso, seus ganhos com o intermediário local.

A receita do produtor, com a comercialização através da Bolsa, vai depender dos preços vigentes na Bolsa e da classificação de sua produção. A Tab. 4 apresenta os preços vigentes da Bolsa na mesma época, preços médios mensais de 2006, de acordo com a classificação dos frutos. As médias anuais, por classes, a partir dos dados da Tabela 4, foram: classe 1, R\$ 0,38/fruto; classe 2, R\$ 0,65/fruto; e classe 3, R\$ 1,10/fruto.

A classificação de seu produto depende do esforço empregado pelo produtor, simplificado nesta análise para dois níveis, alto ou baixo, e ainda de um componente de incerteza devido à natureza, o qual pode resultar em um estado correspondente a “sorte” ou “azar”. A hipótese feita aqui é que a classificação do produto depende diretamente do esforço do produtor durante o processo produtivo, com alto esforço implicando em toda produção resultante tipo classe 3 e baixo esforço implicando em metade da produção tipo classe 1 e a outra metade, tipo classe 2. Esta hipótese baseia-se em consultas feitas aos pequenos produtores. Os estados de “sorte” ou “azar” são modelados como perdas no transporte, com “azar” correspondendo a 30% de perda da produção. Este percentual foi o informado pelos produtores como de perda máxima da produção devido às condições não apropriadas de transporte. Nota-se que o importante, na verdade, é a redução percentual da produção, neste caso considerada de 30%, quando os estados são de sorte ou azar,



podendo as causas do estado da natureza serem devido a transporte inadequado, clima, pragas, doenças, etc.

**Tabela 4 - Preços médios mensais da Bolsa do Comercio de Pernambuco (em R\$ p/fruto<sup>1</sup>), de janeiro a novembro, em 2006**

Classificação	Jan	Fev	Mar	Abr	Maió	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Classe 1	0,35	0,39	0,38	0,40	0,50	0,37	0,39	0,39	0,38	0,27	0,27
Classe 2	0,66	0,57	0,76	0,76	0,67	0,59	0,60	0,63	0,67	0,65	0,60
Classe 3	0,95	0,85	1,58	1,47	1,00	0,98	1,02	1,01	1,22	1,00	1,05
Médias Gerais	0,62	0,60	0,83	0,77	0,72	0,61	0,73	0,78	0,78	0,76	0,63

<sup>1</sup> Preços FOB (posto na origem, sobre rodas, guiado por nota fiscal; <sup>2</sup> dados do mês de dezembro não disponibilizados.

**Fonte: Bolsa do Comércio de Pernambuco (2007).**

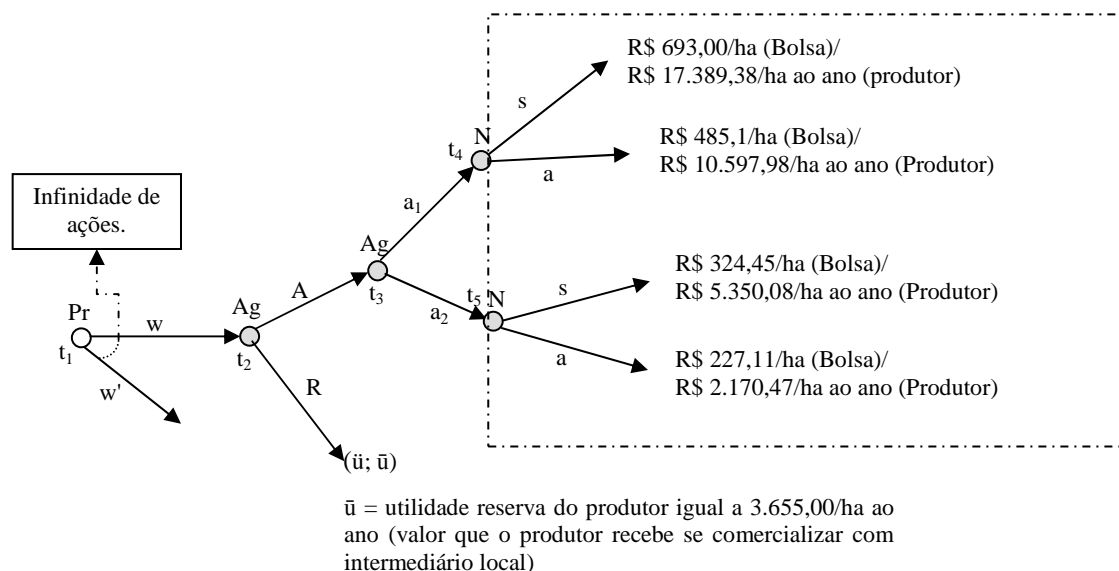
A Figura 2 representa a árvore de jogo, indicando as possíveis ações do pequeno produtor de abacaxi (agente) e da Bolsa do Comércio de Pernambuco (principal), e os resultados em termos de lucros contábeis líquidos para o produtor e de receita total para a Bolsa.

Se o produtor escolhe aplicar alto esforço (ação  $a_1$ , no nó  $t_3$ ) e tem “sorte” (ação  $s$  da natureza, em  $t_4$ ), ou seja, sua produção é toda de frutos classe 3 e o aproveitamento da mesma é de 100%, então ao preço médio para classe 3 de R\$ 1,10/fruto, e uma produção de 31.500 frutos/ha, a receita total com é de R\$ 34.650,00/ha. Subtraindo os custos operacionais por hectare, tem-se uma receita líquida de R\$ 26.777,08/ha, o que resulta em R\$ 17.851,38/ha ao ano. Para a Bolsa é destinado 2% do valor total das vendas brutas (R\$ 34.650,00), ou seja, R\$ 693,00 por hectare comercializado. Reduzindo este valor de R\$ 693,00 da receita líquida do produtor, este obtém um lucro contábil final de R\$ 17.389,38/ha ao ano.

Caso o produtor aplique alto esforço e tenha “azar”, como dito, toda sua produção é de frutos classe 3, mas na etapa referente ao transporte ocorre uma perda de 30% dos frutos colhidos e o produtor passa a ter uma produtividade de 22.050 frutos/ha, a qual gera receita total de R\$ 24.255,00/ha, e quando subtraída dos custos operacionais e da taxa da Bolsa de 2% (R\$ 485,1), resulta em lucro contábil final para o produtor de R\$ 10.597,98/ha ao ano.

Se o produtor aplica baixo (ação  $a_2$ ) esforço e tem “sorte”, supõe-se que sua produção seja de frutos classe 1 e 2, 50% de cada, e nesta situação metade de sua produção total de 31.500 frutos por hectare é vendida por R\$ 0,65/fruto enquanto a outra metade por R\$ 0,38/fruto. A receita total, neste caso, corresponde a R\$ 16.222,5 por hectare, a qual, deduzindo os custos, inclusive o percentual pago a bolsa (correspondente a R\$ 324,45), proporciona lucro contábil de R\$ 8.025,13/ha por colheita, isto é, R\$ 5.350,08/ha ao ano.

De forma, semelhante, quando o produtor aplica baixo esforço e tem “azar”, os frutos, com sua produção sendo, meio a meio, de classe 1 e 2, mas com perda de 30% da produção, a receita bruta é de R\$ 11.355,75/ha e após deduzidos os custos de produção e a comissão da Bolsa, tem-se um lucro contábil de R\$ 3.255,71/ha, ou lucro contábil anual de R\$ 2.170,47/ha.



**Figura 2. Exemplo de Jogo Principal-Agente envolvendo o representante comercial e um produtor de abacaxi do estado da Paraíba (a partir da Figura 1).**

Como dito na metodologia, a solução pode ser encontrada através de equilíbrio em subjogo perfeito: resolvendo por indução reversa (de trás para frente). Substituindo a última loteria da Fig. 2, correspondente aos possíveis estados da natureza, por seus valores esperados, passa-se para o nó  $t_3$ , no qual o agente escolhe entre as duas possíveis ações: alto ou baixo esforço. Em  $t_3$ , o agente vai comparar as utilidades esperadas de aplicar alto ou baixo esforço, ou seja, vai analisar se a diferença de lucro das duas alternativas compensa a aplicação do esforço maior ou não e assim decidir seu nível de esforço a empregar, o qual maximiza sua utilidade. Assim, o produtor vai comparar a utilidade proporcionada pelas duas possíveis ações dadas suas receitas esperadas de acordo com os estados da natureza e seus respectivos esforços, isto é, ele compara a utilidade de aplicar alto esforço,  $u [p(s) * 17.389,38 + p(a)*10.597,98; a_1]$ , com a utilidade de aplicar baixo esforço,  $u [p(s) * 5.350,08 + p(a)*2.170,47; a_2]$ .

Ele aplica alto esforço caso atribua à diferença de esforço (entre aplicar alto ou baixo) um valor menor ou igual à diferença entre os lucros de aplicar alto ou baixo esforço. Estes lucros esperados dependem diretamente da probabilidade para cada um dos estados da natureza. Mas, observe que na pior das hipóteses, com o produtor tendo azar com 100% de chance (probabilidade  $p(a)$  de um), a diferença entre aplicar alto e baixo esforço é de 8.427,51/ha ao ano e é considerável para os produtores da região, o que justificaria a escolha da aplicação de alto esforço.

Dado então a escolha de alto esforço, o agente passa para  $t_2$ , onde decide se aceita ou não o contrato proposto pela Bolsa. Para aceita-lo, a utilidade esperada da ação escolhida ( $a_1$ ) tem que ser maior ou igual à utilidade esperada das demais opções disponíveis (Restrição de Participação), ou seja, o nível de utilidade reserva do produtor. Caso o agente rejeite o contrato da Bolsa do Comércio de Pernambuco, ele tem a opção de vender ao intermediário local, onde ele obtém lucro contábil de R\$ 13.356,00/ha, ou R\$ 3.655,00/ha ao ano. Assim, em  $t_2$ , o agente vai aceitar o contrato proposto pela Bolsa, uma vez que, na pior das hipóteses, o valor com o contrato, para estado da natureza de azar, de R\$ 10.597,98/ha ao ano, supera o valor de utilidade reserva, de acordo com os valores estipulados aqui.

Na seqüência, em  $t_1$ , o principal escolhe  $w(s)$ ,  $s$  pertence a  $S$ , isto é, quanto paga ao produtor, ou alternativamente, neste caso, quanto cobra pela comercialização caso resolva propor o contrato. Supondo que a Bolsa tem sua utilidade reserva satisfeita, ou não ofereceria contrato aos produtores de abacaxi da região, ela oferece o contrato. Porém a questão chave aqui é se seu contrato é apropriado para cada um dos tipos de produtor, ou seja, para cada um dos possíveis níveis de escolha de esforço dos produtores. Para tanto, observam-se as diferenças de ganhos da Bolsa para

cada estado da natureza. Se o estado é de sorte, a Bolsa tem um lucro superior em R\$ 368,55 caso o produtor aplique alto ao invés de baixo esforço. Se o estado for de “azar”, a Bolsa ganha R\$ 257,99 a mais se o produtor aplica alto esforço. Estes valores correspondem a quanto a Bolsa poderia pagar a mais pelo esforço mais alto do produtor.

#### 4. Conclusões

A modelagem dos contratos entre pequeno produtor e agente de comercialização pela abordagem principal-agente mostrou-se adequada ao avaliar os comportamentos de ambas as partes e permitir uma análise estratégica para as mesmas.

Para a aplicação realizada, em resumo, observou-se que o contrato proposto pelo principal incentiva o agente a aplicar alto esforço e a maximizar. O caso descrito foi para uma produção de 1 hectare e considerando dois possíveis estados da natureza, contudo a aplicação para qualquer tamanho de área é similar. De modo geral, considerando que a rejeição do contrato pelo pequeno produtor é equivalente a vender sua produção ao intermediário local, a decisão do pequeno produtor em aceitar ou rejeitar o contrato da Bolsa, dependeu de seus lucros esperados, de seus níveis de esforço, da sua utilidade reserva e do estado da natureza. Portanto, não se incorporou a disposição ao risco do produtor, o que lhe proporcionaria uma análise mais conservadora (todavia, mais próxima da realidade) do que a feita baseada em valores esperados, contudo exigiria suposições adicionais que poderiam não compensar estes ganhos.

O resultado favorável a contratos dos produtores de abacaxi da Paraíba com a Bolsa de Pernambuco não corresponde ao observado. Como dito, pouco mais de 1% da comercialização do abacaxi paraibano é feita através da Bolsa. Entre os possíveis motivos destaca-se que, evidentemente, o produtor não compara apenas os lucros entre as opções, dado que como dito, o contrato com a Bolsa impõe uma série de outras exigências, além de adequação a mudança na maneira de comercializar que, em última análise, requerem um maior nível de esforço do produtor. Outra possibilidade é que o percentual de 30% estipulado para perda com o estado na natureza de azar em relação ao de sorte tenha sido subdimensionado ou ainda que a suposição de que toda a produção como sendo de classe 3 dada a aplicação de alto esforço contra uma produção dividida entre as classes 1 e 2, quando aplica-se baixo esforço, tenha sido também irreal. A questão é que a diferença enorme e favorável à comercialização com a Bolsa em detrimento da comercialização com os intermediários locais ou é irreal (algumas das hipóteses não conferem) ou não compensam o esforço dos produtores se adequarem a todas as exigências da Bolsa.

Os produtores de abacaxi da Paraíba, em sua maioria, são de pequeno porte. Para eles, entre as vantagens do comércio com o intermediário local estão, além do hábito e da relação de confiança, em geral, de longo prazo, o pagamento à vista, despreocupação com o transporte do produto e seus custos.

Na opinião da Bolsa, as principais barreiras são suas condições exigidas, tais como, o fornecimento de previsões confiáveis quanto a volume e classificação; o atendimento imediato quando de um pedido de um cliente; emissão de Nota Fiscal e cobrança bancária.

O representante comercial pode oferecer várias modalidades de contrato ou apenas uma possibilidade, onde cobra um percentual único de comercialização para diferentes tipos de produtos (de classes diferentes, preços diferentes etc). Seus contratos, atualmente, devem ser decididos analisando-se suas receitas com a comercialização da produção e com seus custos de intermediação. Verificou-se que a Bolsa pode ainda oferecer uma maior margem caso o produtor aplique maior esforço, em detrimento de baixo esforço, e conseqüentemente obtenha uma produção de classe 3. Ou seja, a Bolsa pode aprimorar seu contrato oferecendo um benefício maior aos produtores com produtos de maior qualidade e assim incentivar estes a optarem por esta forma de comercialização.

Sugestões de aperfeiçoamento da modelagem podem envolver a formulação de uma proposta de contrato que diferenciem o percentual cobrado pela comercialização dado a qualidade do produto. Também, pode-se considerar que os produtores podem firmar contratos com a Bolsa,

ano após ano, indicando que modelos de jogos dinâmicos, ao invés de estáticos, podem alterar os resultados consideravelmente.

Outras aplicações envolvendo produtores e exportadores, da fruticultura do Nordeste e do Brasil ou da produção agrícola, em geral, com estruturas de contratos semelhantes, podem ser realizadas, com as devidas adequações. Alguns contratos, por exemplo, entre produtores e representantes comerciais, envolvendo barganha nas negociações, pode ser incorporada nos modelos principal – agente sem maiores dificuldades.

## 5. Agradecimentos

O bolsista agradece o apoio do CNPq e da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

## 6. Referências

- BOLSA DO COMÉRCIO DE PERNAMBUCO. Disponível em: <http://www.bolsadocomercio.com.br>. Acesso em: 10 mar. 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. **Informativo Mensal da Equipe Técnica de Abacaxi – ETA**, v. 4, n. 2, mai.-ago. 2006. Disponível em: [http://www.cnpmf.embrapa.br/informativos/abacaxi/abacaxi\\_online\\_v4\\_2\\_06.pdf](http://www.cnpmf.embrapa.br/informativos/abacaxi/abacaxi_online_v4_2_06.pdf). Acesso em: 14 jan. 2007.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Disponível em: <http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/default.asp>. Acesso em: 18 nov. 2006.
- CAVALCANTI, G. A.; SOUZA, A. P. L. Emprego rural na fruticultura paraibana (1990-2003). *In: JORNADA NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA*, 1., 2006, Bananeiras, PB. Anais... Bananeiras, PB, 2006.
- CEAGESP. Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/>. Acesso em: 15. mar. 2007.
- CHOAIRY, S. A. O abacaxizeiro: conhecimentos básicos, práticas de cultivo e uso. Fortaleza: EMEPA-PB/BNB, 1992. 140 p. (EMEPA-PB. Documentos, 16/90).
- CODEVASF. Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. Disponível em: <http://www.codevasf.gov.br/>. Acesso em: 18. jan. 2007.
- CUNHA, G. A. P.; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. S. O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia. Brasília, DF: Embrapa, 1999.
- IBGE. Banco de dados SIDRA. Produção Agrícola Municipal/2005. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=PA&z=t&o=11>. Acesso em: 30 jan. 2007.
- KREPS, D. A Course in Microeconomic Theory. Princeton: Princeton University, 1990.
- LACERDA, M. A. D. & R. D. LACERDA (2004). O Cluster da Fruticultura no Pólo Petrolina-Juazeiro. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 2004.
- LIMA, C. R. M. Assimetria de informações e regulação de mercados. *In: V ENCONTRO LATINO DE ECONOMIA POLÍTICA EM INFORMAÇÃO, COMUNICAÇÃO E CULTURA*, 5., 2005, Salvador, Anais... Salvador, 2005.
- MAS-COLELL, A.; WHINSTON, M. D.; GREEN, J. Microeconomic theory. New York; Oxford: Oxford University, 1995.
- MULLER, B. 2003. Instituições regulatórias. Brasília: UNB.
- NETO, M. B.; LEITE, G. M.; SANTOS, E. S.; LACERDA, J. T.; FRANCO, C. F. O. Análise dos **custos de produção em cultivo de abacaxizeiro irrigado**. *In: Abacaxi: da agricultura familiar ao agronegócio*. João Pessoa: Emepa, 2002. p. 49-58.

- PARAÍBA. Governo do Estado. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado da Paraíba. Disponível em: <<http://www.emater.pb.gov.br>>. Acesso em: 03 fev. 2007.
- PAULO PESSOA, P. F. A., OLIVEIRA, V. H., SANTOS, F. J. S., SEMRAU, L. A. S. (2000). Análise da Viabilidade Econômica do Cultivo do Cajueiro Irrigado e Sob Sequeiro, Revista Econômica do Nordeste, 31 (2) 178-187, abr/jun, 2000.
- PIMENTEL, C. R. M. (2000). Oportunidades e Barreiras a Expansão do Comércio Internacional para a Manga Nordestina, Revista Econômica do Nordeste, 31 (2), 10-21, abr/jun.
- PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. Microeconomia. 5. ed. São Paulo: Makron Books, 2002.
- PROGRAMA brasileiro para a modernização da horticultura: normas de classificação do abacaxi. São Paulo: Centro de Qualidade em Horticultura – CQH/ CEAGESP, 2003. (CQH, documentos, 24).
- RASMUSEN, E. Games and information, an introduction to game theory. Cambridge; Oxford: Blackwell Publishers, 1996.
- VARIAN, H. Intermediate microeconomics: a modern approach. [S. l.]: IE-WN Norton Press, 1999.

## Recuperando informações através de recursos da web semântica – modelagem

**José Wendell de Moraes Silva**

DI/CCEN/UFPB

Rua São João, 141. Bairro São Bento. Bayeux – PB CEP 58305-110

Bolsista Pesquisador PIBIC

[jwendellmoraes@gmail.com](mailto:jwendellmoraes@gmail.com)

**Prof. Dr. Guilherme Ataíde Dias**

DCI/CCSA/UFPB

Campus I - Jardim Cidade Universitária João Pessoa - PB CEP 58.059-900

Orientador

[guilhermeataide@gmail.com](mailto:guilhermeataide@gmail.com)

### Resumo

A busca pela melhoria do acesso à informação, usando os recursos da web semântica, impulsionou o desenvolvimento e uso de novas formas de representação da informação. Como resultado da representação das informações relacionadas ao periódico científico eletrônico Informação & Sociedade: Estudos na forma de uma ontologia, e nas possíveis utilizações da mesma na busca de informações, utilizando recursos de programação, foi construída uma integração entre o programa chatterbot ProgramD com uma base de informações representadas na forma de uma ontologia. Essa integração foi realizada através do uso de uma biblioteca chamada ONIX desenvolvida com auxílio do Protégé<sup>14</sup>. O Protégé foi a ferramenta utilizada para edição e representação das informações disponibilizadas no periódico. A ontologia baseada no periódico Informação & Sociedade: Estudos foi revisada e aperfeiçoada de maneira que representasse um modelo o mais próximo possível do domínio do conhecimento alvo.

### 1. Introdução

Estamos observando transformações em vários setores da sociedade neste início do Século XXI. Dentre as mudanças mais evidentes, podemos mencionar o crescente valor da informação (como consequência natural os produtos de informação) e das técnicas relacionadas à pesquisa, coleta, armazenamento de difusão da informação. Neste contexto a produção de bens tangíveis já não é o foco principal de interesse das nações mais desenvolvidas. Podemos observar isso em relação à transferência da produção de indústrias tradicionais (automobilística, manufaturados...) para nações que ainda estão em um estado de desenvolvimento sócio-econômico menos avançado. O grande diferencial de competitividade, nesse momento, e o foco das nações com maior desenvolvimento tecnológico é o domínio das técnicas para o processamento da informação e, posteriormente em um grau maior de sofisticação, a gestão do conhecimento. Este projeto de pesquisa busca compreender como se dá a recuperação de informação num contexto baseado em tecnologia da informação estruturada a partir da web semântica.

A massificação das redes de informação, em âmbito planetário, com destaque especial para a *Internet*, tem apresentado diversos desafios no que se refere ao tratamento da informação, mais notadamente no que se refere à recuperação de informação voltada para contextos específicos demandados pelos usuários. Assim, buscar informação em “estado bruto” em uma rede de informações já não é um problema sem solução imediata, pois podemos utilizar para tal fim as inúmeras ferramentas de buscas disponíveis. O grande desafio, porém, está em recuperar

---

<sup>14</sup> Ver <http://protege.stanford.edu/>

informação relevante para um determinado contexto humano de representação. Quem já não se deparou com o problema/frustração de receber, como saída de uma pesquisa efetuada através de uma ferramenta de busca, uma quantidade enorme de entradas (as vezes centenas) para diversas fontes de informação, muitas vezes com relevância reduzida ou sem nenhuma relação com o tópico desejado pelo usuário? Fica evidente, dessa forma, a importância da qualidade da informação e não da quantidade de informação recuperada. O desenvolvimento de métodos que venham ampliar a relevância da informação, pertinente para determinado usuário no momento da recuperação, seria de grande valia para as mais diversas áreas do conhecimento e setores de atividades. Consideramos importante mencionar a pesquisa de Baeza-Yates(1999), pois a mesma trata de maneira atualizada a temática relacionada à recuperação da informação. Em virtude de sua importância e por razões históricas, recomendamos também a leitura de Mooers (1951; 1960). Uma resposta para obtenção de informação com maior significância está colocada atualmente no conceito de *web* semântica. A idéia da *web* semântica difere da forma como a *web* está estruturada atualmente. A *web* teve um impacto marcante no processo de distribuição da informação e foi arquitetada de maneira a permitir a sua fácil visualização por seres humanos (BARROS, 2004), neste sentido argumentamos que os resultados são satisfatórios. Podemos, contudo afirmar baseado em Halevy (2003) que as tecnologias que trouxeram a *web* para o patamar atual são limitadas em escopo, e que os dados disponibilizados na *web* são desprovidos de semântica adequada para o processamento automatizado. Em virtude disto, da maneira como está estruturada atualmente, torna-se inviável a extração de relações ou conceitos dos dados, bem como relacionar dados de fontes distintas. Ainda, de acordo com Halevy (2003), a idéia fundamental por trás do conceito de *web* semântica consiste em prover dados em um formato que acondicione informação semântica em conjunto com o desenvolvimento de ferramentas de busca capazes de combinar e interpretar estes resultados. Desta forma, obteremos um ambiente mais eficiente do que o existente atualmente, onde ao invés de se elaborar consultas que agregam padrões de texto dentro de documentos, o usuário elaboraria consultas que seriam atendidas através de inferências e dados que poderiam ser transformados automaticamente em uma mesma terminologia facilitando a troca de informações entre diferentes organizações.

## 1.1. Chatterbots

Segundo Sganderla et al (2003), *chatterbot* é um software que tenta simular um ser humano em uma conversa com seus usuários. O objetivo é tentar responder às perguntas feitas pelo usuário usando a linguagem natural de tal maneira que o usuário tenha a impressão de estar lidando com outra pessoa e não com um computador.

Em Moura (2003) são identificadas três gerações de *chatterbots* quanto à tecnologia empregada: a primeira baseada em casamento de padrões e regras gramaticais; a segunda, em técnicas de inteligência artificial; e a terceira, e mais difundida, em linguagens de marcação baseadas em SGML (*Standard Generalized Markup Language*) e/ou XML (*eXtensible Markup Language*).

### 1.1.1. AIML

A linguagem de marcação mais utilizada para a construção de *chatterbots* é a AIML (*Artificial Intelligence Markup Language*) (ALICEBOT, 2006). A AIML é uma linguagem baseada em XML e desenvolvida dentro do projeto ALICE. Sua estrutura utiliza marcações (*tags*) denominadas de categorias que formam unidades de conhecimento. Cada categoria descreve um padrão de entrada, que será usado pelo interpretador AIML a fim de compará-lo à sentença digitada pelo usuário, e um padrão de resposta, que será usado para montar uma sentença a ser retornada ao usuário. De forma simplificada, podemos dizer que cada categoria é um conjunto de duplas formadas por uma pergunta (padrão de entrada digitado pelo usuário) e resposta (sentença retornada ao usuário pelo *chatterbot*).

Na figura 1 é mostrado um exemplo de código escrito em AIML, onde é definida uma categoria (*category*), a qual contém um padrão de entrada (*pattern*) e sua respectiva resposta (*template*). Nesse caso, a categoria tem como objetivo responder sobre a localização do país. O par de *tags pattern* armazena a pergunta (“Onde está localizado o Brasil?”) e o par *template* armazena a resposta (“O Brasil está localizado na América do Sul”).

```
<category>
<pattern> Onde está localizado o Brasil? </pattern>
<template> O Brasil está localizado na América do Sul </template>
<pattern> Qual a capital do Brasil? </pattern>
<template> Brasília </template>
</category>
```

Figura 1: Exemplo de Unidade de conhecimento escrita em AIML.

### 1.1.2. ALICE

ALICE (*Artificial Linguistic Internet Computer Entity*) é uma tecnologia de desenvolvimento de *chatterbots* cuja base de conhecimento foi escrita em AIML (*Artificial Intelligence Markup Language*). Segundo Leonhardt (2005), a base de conhecimento de ALICE é constituída por centenas de fatos, citações e idéias de seu criador e apresenta um vocabulário de mais de 5000 palavras, além de módulos de conversação que capacitam a ela classificar o usuário por idade, sexo, localização geográfica e profissão.

AIML e ALICE representam um ponto de partida para muitos outros projetos de *chatterbots*. Para isso, basta que seja desenvolvida uma nova base de conhecimentos em AIML.

## 1.2. Ontologias

Na Ciência da Informação e na Ciência da Computação, a definição de ontologia mais utilizada é aquela usada por (Gruber, 1993): “Uma ontologia é uma especificação formal e explícita de uma conceitualização”. Das principais razões para se desenvolver uma ontologia, destaca-se: compartilhar o entendimento comum da estrutura da informação entre pessoas ou softwares agentes. Isso significa que os conceitos e termos utilizados por um usuário poderão ser entendidos por um sistema, e vice-versa, em suas diversas relações: hierárquicas, genéricas, associativas, entre outras. Uma ontologia, portanto, serve-se como uma solução bastante interessante na implementação de sistemas que se baseiam em bases de conhecimento (Freitas, 2003).

## 2. Desenvolvimento

Criamos um *chatterbot* e o chamamos de Lunmi, este *chatterbot* tinha como objetivo auxiliar usuários em periódicos científicos eletrônicos. A concepção do Lunmi surgiu da necessidade existente de fornecer ao periódico científico eletrônico denominado de “Informação & Sociedade: Estudos<sup>15</sup>” uma alternativa aos documentos tradicionalmente conhecidos como FAQ (*Frequently Asked Questions*) a fim de atender aos usuários do site de forma dinâmica e interativa. Muitas vezes esse tipo de documento apresenta uma grande quantidade de informações, o que desestimula o usuário a procurar pela informação de interesse. Na figura 2 é apresentada uma imagem da página inicial do periódico

---

15 Periódico associado a Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da UFPB. Disponível em <http://www.ies.ufpb.br/>



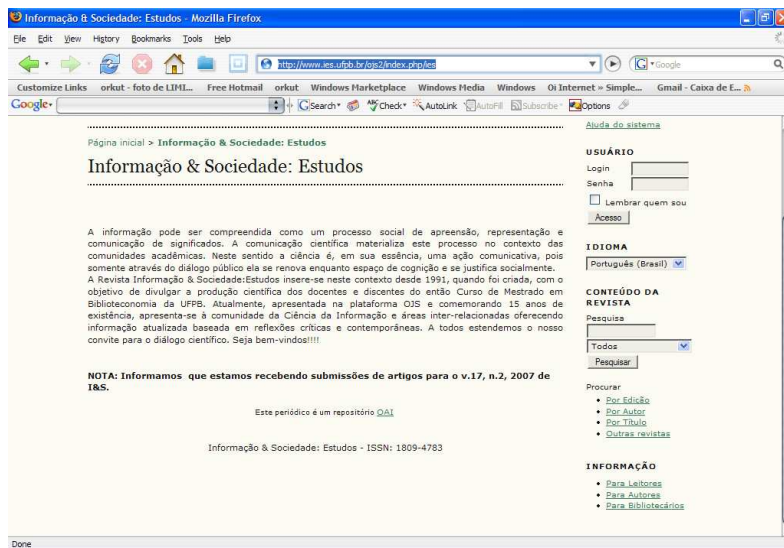


Figura 2: Tela do Periódico “Informação & Sociedade: Estudos”.

## 2.1. Arquitetura do Lunmi

Conforme apresentada na Figura 3, a arquitetura do Lunmi é bastante simples, consistindo basicamente de duas partes: o interpretador e a base de conhecimento. Quando o usuário submete uma pergunta, o módulo baseado em AIML a recebe e realiza uma interpretação de acordo com a sua estrutura. Em seguida, a base de conhecimento é consultada a fim de verificar se existe alguma informação que case com os padrões identificados na pergunta. Em caso positivo uma resposta é construída com base na informação encontrada e enviada ao usuário. Do contrário, uma resposta genérica será emitida (por exemplo, “Não entendi a sua pergunta. Por favor, reformule-a”).

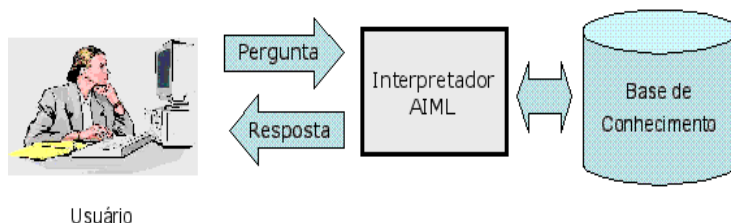


Figura 3: Arquitetura do chatterbot Lunmi.

## 2.2. Construção da Base de Conhecimento

A base de conhecimento representa, provavelmente, a parte mais importante de um *chatterbot*, pois é nela que se encontram as informações que serão utilizadas para construir as respostas às perguntas dos usuários. Utilizamos duas abordagens. A primeira diz respeito à utilização de uma base bastante simples construída com AIML, e a segunda diz respeito a uma abordagem mais complexa e rica, baseada em ontologia.

## 2.3. Utilizando AIML

Na fase inicial do projeto utilizamos como tecnologia principal para a construção da base de conhecimento a linguagem AIML por esta ser bastante simples de ser utilizada, contribuindo para

um desenvolvimento rápido. A sua construção ocorre essencialmente através de cruzamento de padrões de perguntas e de respostas. É possível ter várias ramificações de diálogos dependendo das respostas dos usuários.

Foram elaboradas cerca de 250 categorias contendo perguntas e respostas em torno do domínio do periódico científico eletrônico Informação & Sociedade: Estudos. Para organizar as categorias, foi usada a seguinte divisão das perguntas, que na segunda etapa viriam a auxiliar a construção da ontologia:

Sobre a revista temos: contatos e endereços; conceito Qualis; bases em que está indexada; histórico; periodicidade; editores; conselho editorial.

Sobre como submeter um artigo temos: normas; prazos; temas.

Sobre como pesquisar na revista temos: busca por título; busca por autor; busca por assunto.

Após essa divisão inicial, perguntas e respostas foram elaboradas com base na experiência do grupo de autores do presente artigo, composto por autores e usuários da revista. Com a base AIML terminada, Lunmi foi colocado no ar para a comunidade para testes durante 5 meses, a fim de captar melhor as dúvidas dos usuários e incrementar sua linguagem natural.

A resposta da comunidade foi imediata. Muitas pessoas tiveram dificuldades em conseguir conversar com Lunmi, mas somente assim podíamos checar em que ponto do conjunto de diálogos dos códigos fonte apareceriam com erro. Assim, foi possível corrigir falhas, ampliar a base, e adequar a linguagem de Lunmi à linguagem dos usuários.

A figura abaixo representa um conjunto de perguntas feitas pelos usuários para a mesma resposta:

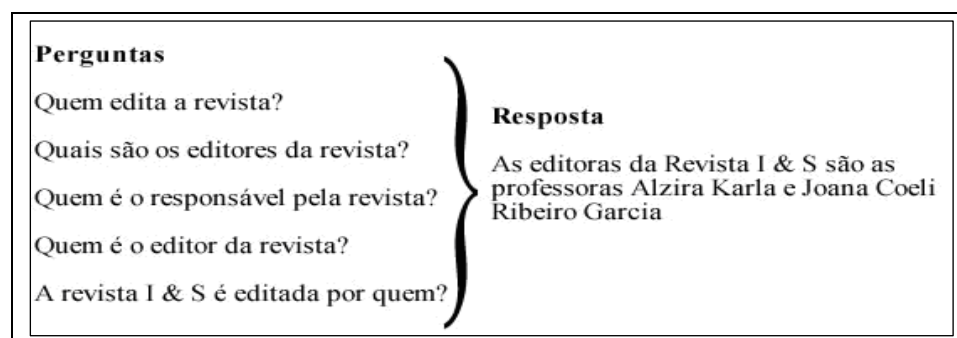


Figura 4: perguntas feitas pelos usuários para a mesma resposta.

Na figura 5 é apresentada uma parte do código na base AIML do periódico:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<aiml version="1.0.1" xmlns="http://alicebot.org/2001/AIML-1.0.1"
      xmlns:html="http://www.w3.org/1999/xhtml"
      xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
      xsi:schemaLocation="http://alicebot.org/2001/AIML-1.0.1
http://aitools.org/aiml/schema/AIML.xsd">
(...)
<category>
<pattern>ASSUNTOSDAREVISTA</pattern>
<template>A Revista IeS publica textos pertinentes na área de Ciência da Informação, de autores
nacionais e também de estrangeiros.</template>
</category>

<category>
<pattern>QUAIS AS ÁREAS QUE A REVISTA ABORDA</pattern>
<template><srai>ASSUNTOSDAREVISTA</srai></template>
</category>

<category>
<pattern>DO QUE TRATA A REVISTA *</pattern>
<template><srai>ASSUNTOSDAREVISTA</srai></template>
</category>
(...)
</aiml>
```

Figura 5: Trecho da Base de Conhecimento.

## 2.4. Utilizando uma Ontologia

Apesar da simplicidade propiciada pela AIML na construção da base de conhecimento, a sua manutenção torna-se impraticável quando é necessário a inclusão de muita informação com o objetivo de fornecer uma quantidade maior de respostas. Uma alternativa mais eficiente e flexível seria então a utilização de uma ontologia. Para o seu desenvolvimento foi utilizada a OWL (*Web Ontology Language*), uma linguagem utilizada para criação e representação de informações utilizando uma semântica formal (W3C, 2007), e a ferramenta de modelagem Protégé. Na figura 6 é apresentado um trecho da ontologia.

```

<owl:Class                                rdf:about="#Artigo">
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Um Artigo Científico.</rdfs:comment>
  <owl:Class                                rdf:ID="coisa"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class                                rdf:ID="coisa"/>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty>
        <owl:DatatypeProperty                rdf:ID="Ano_de_publicacao"/>
      </owl:onProperty>
      <owl:cardinality                        rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int">1</owl:cardinality>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty>
        <owl:DatatypeProperty                rdf:ID="Tempo_de_publicacao"/>
      </owl:onProperty>
      <owl:cardinality                        rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int">1</owl:cardinality>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:label                                rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Artigo Científico</rdfs:label>
  <rdfs:label                                rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">artigo</rdfs:label>
</owl:Class>

```

Figura 6: Trecho da ontologia descrevendo um artigo científico.

## 2.5. ONIX

ONIX (*ONtology Information eXtraction*) é uma biblioteca produzida nesta pesquisa com o objetivo de acessar informações da ontologia de forma simples. Essa biblioteca faz uso da API do Protégé, criando uma interface geral para acesso da mesma por qualquer aplicação. Para tal é usada uma linguagem de requisição baseada apenas em textos. A figura 6 apresenta a arquitetura de uma aplicação utilizando a ONIX.

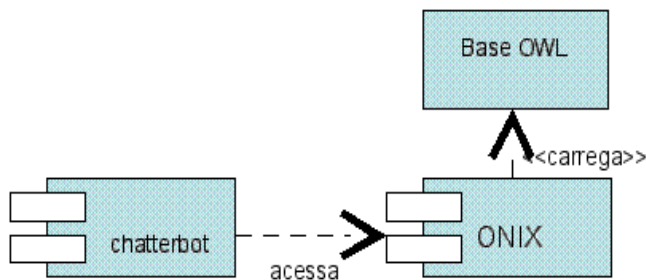


Figura 6: Diagrama da arquitetura geral.

## 2.6. Integração entre ProgramD e a Ontologia

A união do ProgramD com ontologias é simples, bastando apenas alterar o código fonte do ProgramD na classe do AIML que trata da tag "<system>". Através dessa *tag* é possível então conectar o interpretador à ontologia, e assim poder submeter os comandos de extração das informações na ontologia a partir das perguntas submetidas pelos usuários.

Para que fosse possível a comunicação entre o *chatterbot* e a ONIX foi desenvolvida uma linguagem de requisição capaz de recuperar algumas informações da ontologia, utilizando, por exemplo, comandos para situações tais como:

**verificar se conhece algo:** "exist : <termo a busca se existe> : sucesso : <resposta> : insucesso : <resposta2>", onde ": sucesso : <resposta> " indica que, caso a busca seja feita com sucesso, a resposta de retorno será <resposta>, e, de forma semelhante, em caso de insucesso, a resposta será <resposta2>;

**verificar as instâncias de algum recurso:** "instances : <nome do recurso> : insucesso : <resposta>", indica que em caso de sucesso será retornada uma lista em formato texto das instâncias existentes dos recursos, e em caso de insucesso, retornará "<resposta>";

Essa linguagem é integrada à AIML e utiliza informações baseadas em linguagem natural de tal forma que o resultado seja um meio mais eficiente de oferecer a funcionalidade desejada de forma simples e transparente ao usuário. A figura 7 apresenta um trecho da combinação da AIML com a linguagem de requisição.

```
<category>
<pattern>VOCÊ                                CONHECE                                *</pattern>
<template><system>:exist:<set                name="recurso"><person/></set>:sucesso:Sim,          eu
conheço!:insucesso:Não,                      lamento!</system>
</template>
</category>
```

Figura 7: Exemplo com a requisição ":exist:".

A figura 8 apresenta um gráfico que descreve o funcionamento desta arquitetura.

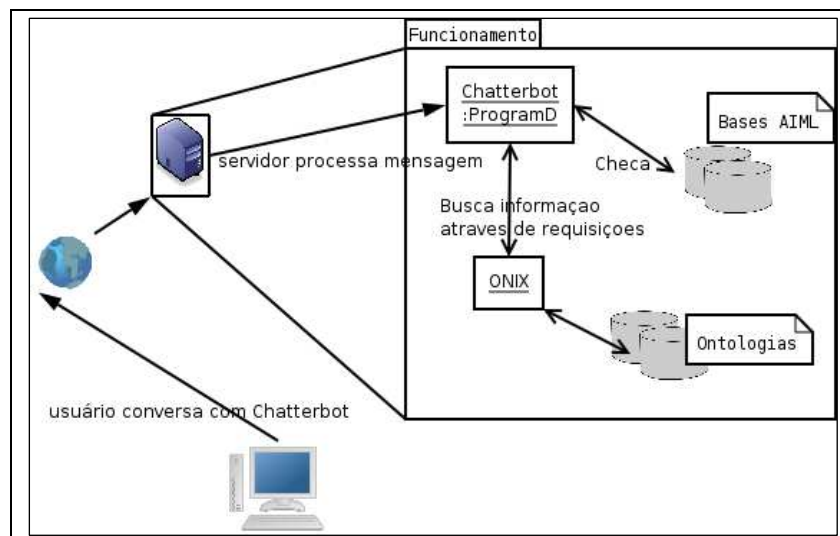


Figura 8: Descrição do funcionamento do Chatterbot integrado à Ontologia.

O processo é iniciado quando o usuário envia uma mensagem através da interface do *chatterbot*. Para cada mensagem, ele extrai uma sentença da mensagem e verifica se é compatível com algum padrão (*tag pattern*) definida nas bases AIML. Caso não encontre é dada uma resposta padrão informando que o bot não compreendeu a mensagem. Encontrando o padrão ele retorna o conteúdo da *tag template*. Dentro deste padrão pode-se encontrar outras *tags* que serão processadas e retornem um valor. Se encontrar a *tag system* (ver figura 7), então a funcionalidade referente a esta tag irá processar o que estiver em seu conteúdo. Como mencionado anteriormente, trata-se de uma requisição de informação para a ontologia. Se a sintaxe estiver correta retornará o valor solicitado, de outra forma uma mensagem de erro. E posteriormente é retornado uma resposta ao usuário. Na figura 9 é apresentada a tela do Lunmi através da qual é realizado o diálogo.

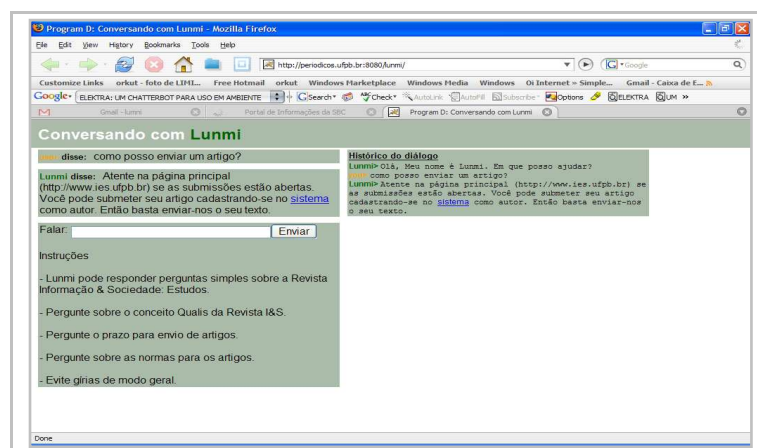


Figura 9: Ferramenta Lunmi durante sua utilização.

### 3. Conclusões

Neste trabalho foi apresentado o Lunmi, uma ferramenta de chatterbot que tem como objetivo auxiliar os usuários de um periódico eletrônico propiciando uma interface mais interativa. Essa ferramenta é capaz de simular o comportamento do ser humano e responder perguntas sobre o periódico. Inicialmente foi utilizada como base de conhecimento a linguagem AIML, mas se percebeu que esta era bastante limitada. Como consequência uma nova base foi criada fazendo uso do conceito de ontologia, a qual permitiu realizar inferências mais sofisticadas. Um resultado

bastante relevante desta pesquisa foi a biblioteca ONIX, a qual permite que a API da ferramenta Protégé seja utilizada de forma mais simples, além de propiciar uma redução no acoplamento das tecnologias, o que melhora a sua manutenibilidade. É pretendido que a partir daí, com uma diversidade maior de interações, seja possível ter uma noção melhor do que se pode melhorar no projeto.

#### 4. Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Federal da Paraíba pelo apoio incondicional à pesquisa e ao CNPq por todos os esforços em prol das pesquisas científicas nas universidades e institutos de pesquisa brasileiros.

#### 5. Referências

- ALICEBOT, Artificial Intelligence Foundation. Disponível em <<http://www.alicebot.org>>. Acesso em 02 de março de 2007.
- BAEZA-YATES, R.; RIBEIRO-NETO, B. Modern Information Retrieval. Addison-Wesley Pub Co, 1999.
- BARROS, L. N. de; SILVA, G. H. Construção de Agentes Inteligentes para a Web Semântica. Disponível em <http://www.linux.ime.usp.br/~ghsilva/websemantica>. Acesso em 03/09/2004.
- FREITAS, F., “Ontologias e a Web Semântica”. In: Renata Vieira; Fernando Osório. (Org.). Anais do XXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Volume 8: Jornada de Mini-Cursos em Inteligência Artificial. Campinas: SBC, 2003, v. 8, p. 1-52.
- GRUBER, T. R., “Toward Principles for the Design of Ontologies used for Knowledge Sharing”. In formal Ontology in Conceptual Analysis and Knowledge Representation. Kluwer Academic Publishers.
- HALEVY, A. Y.; IVES, Z. G.; MORRIS, P. Piazza: Data Management Infrastructure for Semantic Web Applications. Anais da 2ª Conferência Internacional da World Wide Web (WWW 03), W3C, Budapeste, Hungria, Maio, 2003.
- LEONHARDT, M. D. Um estudo sobre Chatterbots. 2005. Trabalho individual – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- MOOERS, C. N. Zatoncoding applied to mechanical organization of knowledge. American Documentation, v.2, n.1, p.20-32, 1951.
- MOURA, T.J.M. Um chatterbot para aquisição automática de perfil do usuário. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) — Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.
- SGANDERLA, R., et al. “BonoBOT: Um chatterbot para Interação com Usuários em um Sistema Tutor Inteligente”. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Rio de Janeiro: UFRJ, 10p
- W3C, “OWL Features”, Disponível em <<http://www.w3.org/TR/owl-features>>. Acesso em 31 de Janeiro de 2007.

# O CONTEXTO DA INCLUSÃO: A PRÁTICA PEDAGÓGICO-CURRICULAR, TENDO EM VISTA AS EXPECTATIVAS DE PROFESSORES

## **Joelma Remígio de Araújo**

Bolsista PIBIC-CNPq/UFPB - Curso de Pedagogia/CE  
Rua Edgar Seager, 1543, Alto da Boa Vista, Bayeux/PB  
[joelma.r.araujo@hotmail.com](mailto:joelma.r.araujo@hotmail.com)

## **Ana Dorziat Barbosa de Mélo**

Professora do DHP/CE/UFPB  
Avenida Guarabira, 1125, Ap. 102, Manaíra, João Pessoa/PB  
[ana\\_dorziat@hotmail.com](mailto:ana_dorziat@hotmail.com)

**Resumo:** O ingresso de alunos tradicionalmente considerados deficientes nas escolas regulares tem sido, nos últimos anos, respaldado e orientado por determinações legais, compondo a chamada Política de Inclusão. Para que essa política não represente apenas o ingresso, mas contribua para o real desenvolvimento escolar de todos os alunos, é necessário um ambiente escolar propício ao respeito às diferenças. Nesse sentido, deparamo-nos com uma contradição, pois, historicamente, as práticas pedagógicas estiveram a serviço dos interesses do poder, sedimentando uma cultura escolar padronizada, que dificulta a formação daqueles que não se moldam aos modelos pré-determinados. Tendo em vista a necessidade de problematizar essa realidade, buscamos neste estudo conhecer as expectativas das professoras que se ensinam a alunos diferentes sobre o desenvolvimento escolar dos mesmos. Através de visitas a algumas escolas públicas dos anos iniciais do ensino fundamental, pudemos obter dados, oriundos de observações de aulas e entrevistas com professoras, os quais apontam para a materialização das expectativas negativas, evidenciando a necessidade de uma maior reflexão sobre o desenvolvimento humano, que supere padronizações, pré-conceitos e diagnósticos fechados, em direção à apropriação de uma política da diferença, que reconhece no ser humano as infinitas possibilidades de assimilação, elaboração e externalização dos conhecimentos.

*Palavras chave: inclusão, prática pedagógica, professoras, diferença.*

## **1. Introdução**

A inclusão dos alunos especiais no ensino regular tem ocorrido a partir do compromisso governamental de inserir todos os cidadãos na escola, entre eles os tradicionalmente tidos como deficientes. Este compromisso é respaldado em legislações, que se baseiam no discurso de ensino democrático. Embora este seja um passo importante para assegurar a cidadania dos indivíduos, é importante também empreender um olhar para aspectos da inclusão para além do ingresso, ou seja, é necessário assegurar formas mais apropriadas de práticas pedagógicas que contemplem as diferenças, em decorrência das inúmeras características biológicas, etárias, étnicas, de gênero etc. O fato de a escola possuir uma tradição homogeneizadora tem contribuído para corroborar concepções estigmatizantes, que vêem nas diferenças apenas limitações a serem tratadas e não enxergam a variedade de possibilidade de trabalhá-las também nos alunos com marcas biológicas.

O desafio maior enfrentado pelos professores tem sido, portanto, desconstruir uma visão presente nas escolas que, ao invés de entender as diferenças como algo inerente ao desenvolvimento humano, em maior ou menor grau, que deveria estar presente nas discussões educacionais, leva-os a, sob a mesma lógica antiga, de identidades únicas, fixas e imutáveis, proporem adaptações curriculares, flexibilizações quanto aos conteúdos trabalhados com os alunos especiais, como também a forma de avaliar esses alunos. A flexibilização, assim, é tida como sinônimo de



minimização dos assuntos escolares, acarretando num ciclo de baixas expectativas em relação ao desenvolvimento educacional dos alunos diferentes que estão em salas de aula regulares.

Desse modo, urge nos questionarmos: *quais as expectativas das professoras de alunos diferentes<sup>16</sup> que freqüentam turmas da educação infantil e do ensino fundamental I da rede pública municipal de ensino da cidade de João Pessoa/PB quanto ao seu desenvolvimento escolar? As professoras têm conhecimento sobre os direitos e deveres desses cidadãos contidos nos textos legais referentes à educação escolar? Quais as implicações curriculares para as expectativas expressas?*

Para responder essas questões, desenvolvemos um estudo nas escolas públicas municipais de ensino fundamental da cidade de João Pessoa, visando:

- Definir o perfil de professoras do ensino regular que ensinam a alunos diferentes.
- Identificar as expectativas de professoras quanto ao desenvolvimento escolar dos alunos diferentes.
- Analisar o nível de conhecimento de professoras em torno dos direitos e deveres educacionais dos alunos diferentes.

## 2. Metodologia

A partir do levantamento das escolas públicas municipais nas cidades de João Pessoa que atendem a alunos diferentes, realizado na pesquisa PIBIC anterior (período 2005-2006), com vistas a identificar as instituições de ensino e os alunos diferentes que estavam freqüentando o sistema municipal de ensino, bem como o tipo de diferença atendida, foram escolhidas as professoras deste estudo. Com a lista das escolas inclusivas em mãos, selecionamos 05 (cinco) escolas, utilizando os critérios de tipos de diferença, nível escolar (fundamental) e localidade das escolas, a fim de conseguirmos diferentes realidades. Em seguida, contatamos com os gestores e passamos a etapa de identificação das professoras que fariam parte de nosso estudo.

Ao tratarmos sobre a questão inclusiva, consideramos importante focar a figura do professor, como o profissional central no processo educacional, devendo, por isso, estar preparado para atuar com todos os alunos, com necessidades especiais ou não. Para isto, espera-se que possua uma formação competente, em termos técnicos e políticos. Ou seja, às questões teóricas e didático-pedagógicas devem ser enriquecidas à capacidade crítica de entender o mundo atual e nele a importância do sistema educacional trazer à discussão a lógica da diferença como categoria fundamental. Além disso, é necessário uma formação específica, na qual possam ser melhor compreendidas uma série de características humanas que contribuam para ações pedagógicas mais localizadas. Essas especificidades devem contar com apoio especializado e estarem presentes nos cursos de formação continuada, como prevê a legislação (LDB 9294/96, em seu Cap. V, art. 59, inciso III), ao tratar sobre o perfil do professor da classe comum.

Assim, constituíram-se participantes deste estudo 08 (oito) professoras que atuavam em turmas variadas e níveis de ensino diferentes – Ensino Fundamental I (de 1º ao 5º ano, antigas Alfabetização, 1ª, 2ª, 3ª e 4ª séries) – e que tinham alunos diferentes incluídos em suas salas de aula. A escolha dessas turmas foi feita após levantamento prévio das instituições que desenvolviam a inclusão atentando para série e nível de ensino em que estavam matriculados. Quanto aos segmentos participantes, a escolha se deu pelo seguinte critério: possuir alunos diferentes nas turmas.

Tabela 1 – Identificação das professoras, quanto à formação acadêmica, ano em que lecionam, disciplina, diferença dos alunos e tempo de atuação em sala inclusiva.

---

<sup>16</sup> O termo diferente é recomendado na perspectiva pós-estruturalista, que problematiza conceitos como diferença e identidade sem reduzi-los a uma questão de respeito e tolerância para com a diversidade. Portanto, diferença não pode significar deixar que o outro seja como eu sou, mas deixar que o outro seja como eu não sou (SILVA, 2003; HALL, 1997; entre outros).

Nome <sup>17</sup>	Formação	Ano	Disciplin a	Diferenç a	Tempo de atuação
<b>Socorro</b>	<b>Letras</b>	<b>3º ano</b>	<b>Polivalente</b>	<b>Cadeira</b>	<b>Seis meses</b>
<b>Eliana</b>	<b>Pedagogia</b>	<b>2º ano</b>	<b>Polivalente</b>	<b>Cadeira</b>	<b>Menos de um ano</b>
<b>Márcia</b>	<b>Pedagógico</b>	<b>3º ano</b>	<b>Polivalente</b>	<b>Surdo</b>	<b>Dois anos</b>
<b>Fátima</b>	<b>Administração e Cooperativa</b>	<b>4º ano</b>	<b>Polivalente</b>	<b>Surdo</b>	<b>Menos de um ano</b>
<b>Janice</b>	<b>Pedagogia/Psicopedagogia</b>	<b>4º ano</b>	<b>Polivalente</b>	<b>DM</b>	<b>Seis anos</b>
<b>Maria</b>	<b>Pedagogia/Especialização</b>	<b>1º ano</b>	<b>Polivalente</b>	<b>Cadeira</b>	<b>Um ano</b>
<b>Joseli</b>	<b>Pedagógico</b>	<b>3º ano</b>	<b>Polivalente</b>	<b>DM</b>	<b>Menos de um ano</b>
<b>Graça</b>	<b>História/Pedagogia</b>	<b>5º ano</b>	<b>Polivalente</b>	<b>Surdo</b>	<b>Menos de um ano</b>

Fonte: Escolas Municipais de João Pessoa

A partir do quadro apresentado, podemos observar que a maioria das professoras da pesquisa tinha formação em Pedagogia, algumas tinham especialização, uma não tinha formação na área de educação e apenas duas professoras ainda não tinham formação superior. Estavam, a época da pesquisa, há pouco tempo desenvolvendo suas atividades em salas inclusivas, o que pode ser indício para apontar uma possível inexperience ou uma maior dificuldade em compreender as necessidades específicas dos alunos, interferindo na sua relação pedagógica com esses alunos.

Os dados ora apresentados evidenciam também uma discrepância entre o que é explicitado na LDB sobre o profissional que deve atuar em salas de aula inclusivas, já que coloca a necessidade do serviço especializado e toda uma gama de conhecimentos e capacidades que este profissional precisa ter.

Depois de definirmos o local e os participantes de nossa pesquisa, nos organizamos para frequentar cada escola, num período de uma semana, e realizarmos as entrevistas, que foram gravadas, e as observações, que foram registradas em forma de Eventos.

Durante nossa presença nas escolas, pudemos observar diversas realidades com alguns aspectos semelhantes, como por exemplo: que algumas professoras já trabalhavam com inclusão há alguns anos e outras estavam tendo o primeiro contato com os alunos diferentes. Foram realizadas mais visitas em algumas escolas que em outras, pelo fato de, em alguns momentos, as professoras não poderem dar entrevistas e em outras escolas mais de uma professora ser entrevistada.

Como foi mencionado, um dos instrumentos de coleta de dados foi a *entrevista*, caracterizada como momentos de conversas informais entre a pesquisadora (bolsista) e a professora. Escolhemos a entrevista porque entendemos, assim como Richardson (1999), que ela é a técnica que mais permite o desenvolvimento de uma relação mais estreita entre as pessoas. Ele esclarece que esse termo é construído a partir de duas palavras, *entre* e *vista*. *Entre* indica a relação de lugar ou estado no espaço que separa duas pessoas ou coisas; e *vista* refere-se ao ato de ver, ter preocupação de algo. Portanto, o termo entrevista refere-se ao ato de perceber realizado entre duas pessoas.

Para elaborarmos as entrevistas, foram de fundamental importância o estudo de textos e as discussões nos encontros com o grupo de pesquisa, do qual participamos na UFPB. A partir disso, pudemos compreender a dimensão do que queríamos saber e como realizar as entrevistas de forma mais apropriada. Sendo assim, traçamos um roteiro para que pudéssemos centrar as questões em

<sup>17</sup> Para apresentar o perfil das participantes, optamos por identificá-las através de nomes fictícios.

relação ao objetivo da nossa investigação, ou seja, relacioná-las diretamente às implicações das expectativas nas práticas inclusivas.

Feito o roteiro, partimos para a execução das entrevistas propriamente ditas. Elas aconteceram da seguinte forma: com algumas professoras, aconteceram na sala dos professores, no momento da aula de educação física; em outros, na sala de aula, enquanto os alunos estavam lanchando. Antes de iniciar as gravações, explicávamos de que se tratava a pesquisa e, algumas vezes, até conversávamos bastante antes de gravar. Uma professora não se sentiu à vontade para gravar a sua entrevista, então, em comum acordo, entreguei-lhe o roteiro da entrevista e ela respondeu por escrito. Ela alegou que tinha a voz feia e, por isso, sentia-se envergonhada.

Num segundo momento, foram realizadas *observações* em sala de aula, com foco nas práticas pedagógico-curriculares desenvolvidas com os alunos diferentes. Essas observações foram registradas no diário de campo, atentando para as informações que estivessem de acordo com o objeto de pesquisa.

De posse dos dados, passamos a realizar o tratamento dos mesmos, a partir do entrelaçamento das questões teoricamente elaboradas e do quadro empírico delineado pelas informações obtidas. Isso foi possível a partir da leitura exaustiva e repetida dos textos, isto é, de uma “leitura flutuante”, no dizer de Minayo (1993, p. 235). A análise, propriamente dita, serviu de condução do processo de conhecimento e de necessidade de transformação da prática. Neste momento procuramos estabelecer articulações entre os dados e os referenciais teóricos da pesquisa, respondendo às questões de pesquisa delineadas.

### 3. Considerações sobre a inclusão

Por um período considerável, o objetivo maior da Educação Especial foi a integração dos ditos deficientes na sociedade. O termo *integração* era usado, basicamente, para representar o processo educacional dos alunos especiais em escolas comuns, juntos com os “normais”. Para atingir esse objetivo, o trabalho realizado nas instituições especiais era voltado ao processo de reabilitação, visando a suprir as consideradas lacunas cognitivas, comportamentais, lingüísticas e sociais dos alunos. A partir da Declaração Universal dos Direitos do Homem (1948), é fomentado o debate sobre os direitos individuais e aberto espaço para novas discussões, inclusive sobre o direito à educação. Nesse contexto, foram semeadas as primeiras idéias sobre a inclusão, sendo, nas décadas seguintes, produzidos vários documentos e ações que contribuíram para ampliar o debate nos âmbitos internacional e nacional.

Em termos mundiais, o movimento em prol da política inclusivista foi deliberado em conferências, dentre elas a Conferência Mundial sobre Educação para Todos, realizada em Jomtien, Tailândia no ano de 1990. Essa Conferência, que destacou a necessidade de se adotar medidas enérgicas para prover *educação para todos* sem distinção de qualquer espécie, contou com a participação de 155 países de todo o mundo, além de agências internacionais e organismos não-governamentais (SHIROMA, MORAES & EVANGELISTA, 2000).

No ano de 1994, reuniram-se em Salamanca/Espanha, de 7 a 10 de junho, mais de 300 representações governamentais e mais 25 organizações internacionais a fim de reafirmar o compromisso em prol da Educação para Todos, na Conferência Mundial sobre Necessidades Educacionais Especiais. Nessa Conferência, foram discutidos termos como acesso e qualidade e reconhecida a necessidade e a urgência de adotar, como uma questão legal e/ou de política, o princípio da educação inclusiva, que significava, basicamente, a admissão de todas as crianças nas escolas regulares.

Cabe ressaltar que as referidas Conferências foram patrocinadas por agências financiadoras internacionais, como: UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura) BM (Banco Mundial), UNICEF (Fundo das Nações Unidas para a Infância) e PDNUD (Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas), as quais intervêm de diferentes formas.

Nesse cenário internacional, que tem como pano de fundo o debate sobre a atual conjuntura de um mundo neoliberalmente globalizado, econômica e culturalmente, é firmada a posição nacional

oficial, favorável à inclusão. Para compreender adequadamente como as políticas públicas brasileiras são geradas e quais os seus efeitos, é preciso desenvolver uma visão sistêmica da questão, como destaca Coraggio (2003), ao mostrar a influência do Banco Mundial, que vem impondo políticas homogêneas para a educação em todo o mundo. Ele afirma que, para enquadrar a realidade educativa em seu modelo econômico, o Banco estabeleceu uma correlação entre sistema educativo e sistema de mercado, entre escola e empresa, entre país e consumidores de serviços, entre relações pedagógicas e relações de insumo-produto, entre aprendizagem e produto, esquecendo aspectos essenciais próprios da realidade educativa.

Nesse sentido, ao aderir às metas das Conferências Internacionais de Jomtien e de Salamanca, o Brasil não só comprometeu-se a construir um sistema educacional fundamentado no princípio da inclusão, mas também se alinhou à política educacional baseada no modelo de mercado. A posição favorável do governo brasileiro à política de educação inclusiva se sustenta em um conjunto de documentos legais e normativos, como: a Constituição –1988; o Plano Decenal de Educação Para Todos –1993; o Estatuto da Criança e do Adolescente –1990; a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB/ Lei 9.394/96; o Decreto Federal nº 3.298/99, que regulamenta a Lei nº 7.853/89, dispendo sobre a Política Nacional para Integração das Pessoas Portadoras de Deficiência, entre outros. Todos esses documentos legais garantem o direito ao atendimento educacional para “alunos com necessidades educativas especiais”.

Ressaltamos alguns trechos do conteúdo que está prescrito nos Artigos 58 e 59 do Capítulo V (Educação Especial) da atual LDB. O Art. 58 define a Educação Especial como a modalidade escolar para *educandos portadores de necessidades educativas especiais*, preferencialmente na rede regular de ensino. Prevê a existência de serviços especializados na escola regular, para atender às particularidades destes educandos. Admite que, nos casos em que as condições específicas do aluno impossibilitem seu desenvolvimento satisfatório nas classes comuns do ensino regular, o mesmo terá direito de ser educado em classe, escolas ou serviços especializados. Em seu Art. 59, estabelece as formas de apoio que os sistemas de ensino deverão assegurar para os educandos com necessidades especiais, entre tantas coisas: currículos, técnicas, recursos educativos, professores especializados ou devidamente capacitados para atuar com qualquer educando nas classes comuns, educação especial para o trabalho, visando a sua efetiva integração na vida em sociedade.

Nas Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica (2001) identificamos, por exemplo, no item que trata da operacionalização pelos sistemas de ensino, todo um esclarecimento quanto ao *lôcus* onde a educação especial deve ocorrer, a quem se destina, como se realiza e como se dá a escolarização do aluno.

Embora seja estabelecida toda a base legal para a viabilização da inclusão, na prática as escolas regulares públicas continuam a conviver com as mesmas e precárias condições materiais, físicas, de recursos humanos e didático-pedagógicas oferecidas aos que já estavam supostamente incluídos, desmistificando, aos olhares mais atentos, a idéia de que a *escola para todos* é concretizada apenas com a abertura de suas portas para receber os excluídos. Se os já incluídos não vêm atendidas suas necessidades educativas mais elementares, como esperar que haja disponibilidade dessa mesma escola em se preparar para receber os excluídos, como propõe a Declaração de Salamanca e a própria LDB (Lei 9394/1996), em seu capítulo V, artigo 58?

Além dos aspectos de ordem objetivos, a política de inclusão requer um destaque, sobretudo às questões de teor subjetivo, como é o caso das discussões em torno do Currículo desenvolvido nas escolas. Em meio ao diversificado contexto contemporâneo, tem-se firmado cada vez mais os estudos de Currículo baseado nos Estudos Culturais, representando um espaço importante para se repensar alguns conceitos, como os de identidade e diferença, em seu sentido cultural, sendo socialmente produzidos. Na opinião de Silva (2004), embora a diferença e a identidade sejam comumente reduzidas uma questão de tolerância para com a diversidade, é fundamental insistir na política da diferença como uma conquista de espaços, permeada de conflitos e contradições. O desbloqueio dos mecanismos de exclusão existentes nas escolas, portanto, não se reduz a presença física dos alunos em sala de aula, mas à problematização da própria cultura escolar, que foi construída sob a égide da manutenção das relações de poder, através do controle e da disciplina.

Ao contrário disso, as orientações curriculares para as consideradas pessoas como deficiência seguem as diretrizes instituídas na política curricular nacional, via Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs, e se dão no sentido de se realizarem adaptações curriculares/flexibilizações quanto aos conteúdos trabalhados. Para isso, foi elaborado o documento “Parâmetros Curriculares Nacionais: Adaptações Curriculares” (1999), baseando-se no pressuposto de que progressivas adaptações efetuadas no currículo podem atender às necessidades particulares dos alunos.

Com isso, a escola tem, cada vez mais, reproduzido significações de forma cristalizada, e tentado tornar com isso, a sociedade cada vez mais uniforme, padronizada. Ela tem se esmerado no abandono, anulação e rejeição às diferenças, embora pareça rever, ao menos aparentemente, essa postura nas últimas reformas pedagógicas, por já não mais suportar o descontrole frente a elas (SKLIAR, 2003). As justificativas presentes nos discursos oficiais dos setores educacionais são construídas sobre as bases do respeito às diferenças, mas apresenta uma total dicotomia entre o que é dito e o que é executado, aprofundando o fosso da exclusão.

#### 4. Resultados e Discussão

##### 4.1 As práticas pedagógico-curriculares desenvolvidas em sala de aula

As observações realizadas em sala de aula foram organizadas em forma de Eventos, expostos em quadros. Os Eventos estão agrupados por ano e diferença, respectivamente.

QUADRO I - Eventos ocorridos numa turma de 1º ano, com 30 alunos e uma aluna cadeirante

EVENTO	DESCRIÇÃO
1	<i>A aluna está num canto da sala e interage com algumas meninas. Embora faça atividades de pinturas, não conhece as cores. A atividade é separada, porque ela falta muito. Interage bem com os amiguinhos.</i>
2	<i>A mãe da aluna diferente se dirige à professora para saber sobre o desenvolvimento da filha. A professora responde que “ela já está reprovada, você sabe, mas é bom que ela continue vindo para a aula”. A mãe apenas ouviu e foi embora.</i>

Foi possível observar que, embora a diferença apresentada pela aluna fosse física, induzindo, a princípio, a pensar que as adaptações poderiam ser apenas de espaço físico, é preciso entender também que existem aspectos na trajetória das pessoas com características marcadamente diferentes que precisam ser pensadas também em termos de currículo. No entanto, algumas simplificações exageradas, como as que foram observadas nesses eventos, até mesmo o modo como a professora se dirigiu a mãe da aluna, banalizando a sua possível reprovação, como se este fato fosse esperado, parecem não se adequar propriamente à necessidade curricular, mas as baixas expectativas quanto ao desenvolvimento da aluna.

Isto pode ser reflexo da carência de formações voltadas para uma visão mais ampla de ensino, que contemple as questões relacionais como fazendo parte de uma visão de currículo, que tem como base a política da diferença, tão importante nestes contextos inclusivos. Nesse sentido, o contato direto com a família é fundamental, para que se possa atentar e rever concepções e práticas como também o cuidado na forma como abordar o desenvolvimento educacional dos alunos diferentes.

QUADRO II - Eventos ocorridos numa turma da 2º ano, com 26 alunos, onde há uma aluna com DM e é cadeirante.

<b>EVENTO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<b>3</b>	<i>Logo no início da aula, a professora vai pegar a mesa adaptada para a aluna. Quando a coloca no seu lugar, avisa para a turma que vai fazer atividade no livro. Indica a página do livro e pega uma folha com desenho para a aluna pintar, enquanto os demais começam a leitura. Após a leitura e explicação do conteúdo, que tratava sobre as árvores, a aluna continuava pintando. No segundo momento da aula, a professora dividiu a turma em grupos, para fazer atividades de recorte e colagem, porém ela não foi para grupo nenhum, apenas olha. Não participou também das atividades de leitura, restringindo-se a ficar, na maior parte do tempo, isolada. Suas poucas interações se dão com a irmã que, algumas vezes, vem junto dela e a ajuda a pintar.</i>
<b>4</b>	<i>A professora chega, organiza a aluna na sua mesinha e vai direto para o quadro escrever um texto. Quando termina, pede que os alunos escrevam e, novamente, traz uma atividade de pintura e cobrir traços numa folha, pois a aluna ainda não consegue retirar atividades do quadro. Neste dia, a professora falou que não tinha muita coisa para fazer com Vanessa, já que alguns dias ela não queria fazer as atividades propostas. (Vanessa tem 09 anos, a maioria dos alunos tem 05 e 07 anos. Todos os alunos têm livro, mas Vanessa não).</i>
<b>5</b>	<i>A aula é de Matemática sobre correspondência um a um, e a aluna neste momento não recebeu atividade diferenciada, ela só observa; os demais alunos copiavam e respondiam oralmente. Durante um momento, os alunos pediram para ir ao banheiro e então a professora pediu que fizessem fila. Todos correram e a aluna ficou sozinha na sala. Nesta tarde, Vanessa não fez nenhuma atividade, apenas observou o que ocorria na sala.</i>
<b>6</b>	<i>A professora chega, começa as atividades e nem enxerga que Vanessa está na sala. Só no 2º horário, ela diz “esqueci de Vanessa” e reitera “Vanessa não faz tudo mesmo, pode hoje só observar os outros alunos”. Vanessa olha para a professora e sorri, e ela dirige a atenção para os demais alunos.</i>

Todos estes eventos descritos ocorreram em uma única sala de aula, onde a professora estava havia alguns meses desenvolvendo suas atividades com alunos especiais, ou melhor, com apenas uma aluna diferente em sala de aula. A realidade vivenciada pela aluna diferente é, no mínimo, preocupante. Ela apresentava uma total apatia, em decorrência de não ser vista pela professora, que desenvolve suas atividades sem voltar seu olhar para as peculiaridades e necessidades específicas desta aluna.

Há uma total falta de objetivos, quanto as possibilidade de a aluna diferente desenvolver-se em suas potencialidades. Parece que a sua diferença é vista como algo limitador, que não é passível de trabalho pedagógico, diferente do que está contido nos documentos oficiais que tratam da inclusão.

Serra (2006) afirma que uma classe inclusiva é aquela que promove o desenvolvimento de seu aluno e não apenas oferece oportunidade de convivência social. O que parece ocorrer nesta sala, especificamente, não atinge nem o nível da convivência. Esse autor ainda diz que é essencial que o aluno com necessidades especiais seja acompanhado no seu processo de ensino-aprendizagem, por professores devidamente preparados tanto no aspecto pedagógico quanto no aspecto psicológico/emocional. Embora entendamos a ênfase no aluno diferente, consideramos que essa deve ser a característica do professor de qualquer aluno, uma vez que deve ser fator fundamental para o desenvolvimento de práticas pedagógicas. É por meio de uma visão da diferença que o professor poderá desenvolver um olhar mais apurado sobre as necessidades e possibilidades de todos os alunos, entre eles os com marcas mais profundas da diferença, pondo em prática atividades que realmente tenham significado para os alunos. Embora salte aos olhos a indiferença à aluna especial, parecendo, algumas vezes, que ela é invisível aos olhos da professora, provavelmente

outros alunos devem também ser pouco atingidos pelo tipo de ensino adotado pela professora em questão.

QUADRO III - Evento numa turma de 3º ano, constituída de 22 alunos e 03 alunos com DM.

<b>EVENTO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<b>7</b>	<i>Os alunos estão fazendo as avaliações quando, de repente, um aluno DM começa a provocar outro e eles começam a brigar. Neste momento, a professora se afasta e diz que vai deixá-los brigarem até cansar e que não vai intervir. Acrescentou que quase todo dia é assim.</i>

Este evento mostra a postura da professora em relação a um problema tão sério nas escolas: a questão da violência. A violência é um fator que tem atingido todos os alunos, mas, o que se observa é que muitos professores não têm sabido lidar com esse problema, e não tem tido o apoio necessário para enfrentá-lo. Por isso, se eximem das responsabilidades e atribuições que precisam ter como profissionais da educação. Mesmo com tal atitude, foi observado, neste momento, a angústia da professora diante da realidade que, segundo ela, era diária.

Embora Gomes (2003) ressalte a importância do bom relacionamento entre professores e o alunos em sala de aula, explicitando que cabe ao professor tentar estabelecer condições que propiciem um bom clima afetivo com e entre os alunos, esse evento mostra que nem sempre isso acontece. Não estamos falando de atitudes de tolerância ou castigo, mas de aceitação do outro e de aprendizagem diante das situações postas. Agindo assim, inúmeras dificuldades poderiam ser minimizadas e os professores poderiam desenvolver uma relação que contribuísse para um melhor desenvolvimento pessoal do aluno, conduzindo-o à autonomia.

QUADRO IV - Eventos nas turmas de 5º ano, constituída de 32 alunos ouvintes e 01 aluno surdo, e numa sala de 4º ano, constituída de 37 alunos ouvintes e 01 aluna surda.

<b>EVENTO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
<b>8</b>	<i>Numa aula de Geografia, a professora aplicava um exercício escrito de quatro questões no quadro negro, as quais se referiam ao assunto “Regiões Brasileiras”, dando ênfase à região Nordeste. A professora escreveu as questões no quadro e pediu que os alunos copiassem, logo após sentou e foi ler. O aluno surdo conversava com algumas colegas de sala, enquanto outra aluna copiava o conteúdo no seu caderno. A professora e a intérprete do aluno, que estava sentada em uma cadeira ao lado da cadeira onde o surdo estava, disseram que o aluno surdo era muito preguiçoso, que não fazia nada, a não ser conversar e sair da sala constantemente. Ambas fizeram esse comentário diversas vezes. Os demais alunos passaram a aula inteira inquietos, não demonstrando interesse na aula e fazendo algazarra. A intérprete escrevia as respostas, tiradas do livro por ela, no caderno do aluno surdo, enquanto o mesmo apenas observava e ela dizia que ele era preguiçoso e, por isso, ela ajudava na tarefa, caso contrário ele nada faria. Passado algum tempo, o aluno surdo pediu para ir ao banheiro e tomar água. Então, a professora aproveitou a atitude do aluno surdo para comprovar o que havia dito.</i>
<b>9</b>	<i>Numa aula de Matemática, a professora aplicava um exercício sobre o assunto “Divisão Fracionária”. Para explicar como responder o exercício, a professora disse aos alunos que fizessem como ela havia ensinado dias atrás. A intérprete não interpretou simultaneamente e, novamente, abaixou-se ao lado do aluno surdo, tomou seu lápis e respondeu, mostrando a ele como deveria fazer. Os demais alunos faziam balbúrdia, brigavam e falavam mal uns dos outros, havendo poucas exceções; apenas três meninas faziam a tarefa.</i>
<b>10</b>	<i>A aluna surda sentava numa cadeira de lado e a intérprete na fila. A professora começou a corrigir a atividade de casa e a intérprete estava lendo uma revista. Em alguns momentos, a surda tocava na intérprete e perguntava o que a professora</i>

	<i>estava falando, e esta respondia que era besteira e que depois respondia por ela.</i>
<b>11</b>	<i>A professora começa as atividades no livro e a intérprete não fazia interpretação simultânea. A dúvida que a aluna tinha tirava com a intérprete, pois não tinha muito contato com a professora, pois esta não sabia LIBRAS.</i>

Os eventos expostos trazem à tona a atuação dos intérpretes nas salas de aula. As posturas apresentadas por eles parecem não condizer com a de um profissional que deve ser capacitado para apenas traduzir as informações que estão sendo transmitidas pelas professoras. Parece existir uma confusão de papéis: a intérprete, muitas vezes, toma o lugar da professora durante as aulas. A postura do intérprete é aceita pela professora, que transfere as responsabilidades por não saber lidar com os alunos surdos. Embora tendo papel importantíssimo nas escolas inclusivas, é preciso demarcar a linha de atuação desses profissionais de modo a não prejudicar o aluno surdo no que é de mais essencial: sua formação educativa.

Neste sentido, concordamos com Felipe (2006) quando diz que a inclusão não pode ser simplesmente colocar surdos e ouvintes, nas salas regulares como está ocorrendo na maioria das escolas públicas, mesmo com a presença de intérprete. Os surdos têm direito a um ensino diferenciado que atenda suas necessidades educativas específicas e estas não estão sendo consideradas pelas escolas de e para ouvintes, como pudemos observar nos eventos citados anteriormente.

O fato de as professoras não participarem e não acompanharem as atividades que os alunos surdos desenvolvem, por não saberem LIBRAS, obstaculiza as interações primordiais ao processo educacional. Embora essas relações sejam fundamentais, os eventos mostram que nem mesmo as informações a que os ouvintes estavam tendo acesso eram fornecidas aos surdos, pois não havia interpretação.

Assim, concordamos com Felipe (2006), quando diz que as escolas que desenvolvem a inclusão não estão fazendo um trabalho que supra as peculiaridades dos alunos surdos, mas desenvolvendo práticas de exclusão cada vez mais perversas, porque constroem a falsa idéia de inclusão e desmobiliza a comunidade em busca de conquista de verdadeiros espaços incluídos.

Pelo exposto, podemos afirmar que uma das maiores dificuldades na inclusão dos surdos é a ausência de uma língua comum, como também a ausência de construção de práticas que considerem as diferenças como fonte de conhecimento. Portanto, a presença do intérprete em sala de aula não é suficiente para suprir a passagem do conteúdo escolar para os surdos, mesmo que este domine a língua de sinais (FERNANDES, 2003), continuando a linguagem oral a persistir como língua dominante, de poder. O que está em jogo não é o código como canal para a passagem da informação, mas as peculiaridades, as formas de entender e elaborar conhecimentos, através da visão, que fazem a diferença no processo educacional.

## **4.2 Os depoimentos das professoras sobre a prática pedagógica**

### **4.2.1 Motivos do recebimento em sala de aula**

Ao serem abordadas sobre a razão que as levou a receber alunos diferentes, tradicionalmente denominados deficientes, as professoras se expressaram de diversas formas. Algumas afirmaram que não tiveram escolha, pois as turmas já estavam formadas, e que não dependia da vontade delas receber os alunos. Eis os depoimentos:

*Quando eu recebi a turma já estava dividida (Socorro).*

*Eu não tive escolha não. Matriculou o aluno, colocou em qualquer sala que tivesse disponível.*

*O número de alunos que pudesse entrar eles colocavam (Eliana).*

*Quando a gente chega já tem aqueles alunos. Quando eu cheguei, ela já fazia parte daquela sala que eu ia ensinar (Fátima).*

*Eu nem sei, eu já entrei, peguei a turma já desse jeito e fiquei até hoje (Joseli).*



Outras professoras afirmaram que não viam diferenças entre os alunos e, por isso, recebia-os sem nenhum problema. Vejamos os depoimentos

*Pra mim não tem essa diferença não. Para mim são todos iguais, todos carinhosos, meigos, atenciosos. Eu gosto de trabalhar com eles (Márcia).*

*A mim eles não incomodam em nada. Recebo porque são crianças e precisam conviver na sociedade, não têm que viver isolados, têm que conviver com crianças que são consideradas normais (Janice).*

Duas professoras afirmaram que não dependia da vontade delas e que nem foram comunicadas antecipadamente que receberiam alunos diferentes. Expressaram-se de uma forma que evidenciava uma certa inquietação e um certo ressentimento, como mostram os trechos:

*Não depende de mim, não é o meu querer, é porque a onda da inclusão está por aí, então a gente tem que aceitar (Maria).*

*Eu não pedi nem me comunicou, só depois disse que eu tinha jogo de cintura, e a gente tem que aceitar, não pode rejeitar, se escolhemos ser professora temos que aceitar qualquer aluno (Graça).*

Verificamos com os depoimentos que algumas professoras parecem não estar satisfeitas nem contentes com a presença destes alunos em sala de aula. Há indícios de que a aceitação é inevitável, o que pode gerar, mesmo inconscientemente, atitudes de tolerância face os alunos diferentes, levando-os a continuarem a desenvolver práticas curriculares homogêneas, as quais desconsideram as diferentes formas de elaboração e assimilação de conhecimentos, atitudes pouco adequadas para os contextos inclusivos. Dessa forma, a professora termina deixando escapar algumas oportunidades de revisão de procedimentos antigos, que poderiam ser importantes para uma mudança de concepção e atitude em sala de aula. A aceitação do aluno diferente poderia contribuir para a construção de expectativas positivas, por meio do desenvolvimento de uma prática de reflexão sobre si, sobre suas atitudes para com todos os alunos, sobre sua função enquanto educador e sobre este “outro”, que lhe é tão próximo e que em alguns momentos pode estar numa esfera diferente mesmo estando fisicamente incluído.

Embora entendamos que a responsabilidade da prática docente não está circunscrita à figura da professora, como se os erros e acertos dependessem unicamente de sua vontade, é necessário posturas acadêmicas que desnudem essa rede de relações que influenciam o fazer pedagógico em sala de aula. Não há dúvidas de que o professor é o sujeito fundamental dessas práticas e da implementação de novas atitudes e novos olhares sobre educação inclusiva, por isso urge que sejam criadas condições de os mesmos desenvolverem, refletirem e problematizarem sua própria prática, construindo outras que estejam de acordo com o que, ao menos, é preconizado na legislação.

#### **4.2.2 Atividades a serem desenvolvidas com alunos diferentes**

Algumas professoras afirmam em seus depoimentos que as atividades devem ser iguais...

*Eu acho que deve ser normal, porque é para não criar preconceito com eles. Agora é claro que cada pessoa tem o seu princípio, e a gente deve respeitar a limitação de cada um. Mas eu faço iguais as atividades, respeitando o limite de cada um (Socorro).*

*Eu acho que já que eles estão numa mesma sala tem que ser da mesma forma. Não pode assim separar (...) o conteúdo que tem que dar, eu dei sim. Se esses alunos foram colocados numa sala de aula normal, eles se sentem iguais aos outros, embora não são, mas se sentem. Então se você separar as atividades eles vão dizer “tem alguma coisa errada comigo”, então acho que não é por aí. A gente não tem tempo de fazer uma atividade separada com eles (Janice).*

*Se se fala em inclusão, tem que ser igual. Se são iguais, não pode ter atividade diferente, mas, considerando a necessidade, elaborar atividades iguais para os alunos não se sentirem excluídos. Faço tudo igual, só depois dou atenção especial (Maria).*

*Acho que as atividades devem ser iguais, agora teria que ser com trabalho com exposição mais visual (Fátima).*

Outras dizem que as atividades precisam ser dinâmicas e ter muitos materiais concretos...

*Acho que deve ser diferente, mais na prática. Que a escola tivesse assim materiais especializados para eles que não tem e a gente é que tem que se virar como pode (Eliana).*

*Tem que ser muito recreativa que é para poder chamar a atenção deles, porque se for só livrinho, caderninho, com eles não funciona, tem que ter pintura, brincadeira, dinâmica, assistir vídeos, computação que eles adoram (Joseli).*

*Trabalhando com material concreto, mostrando a eles não só com palavras, mas mostrando o que é, trazendo conteúdo, trazendo material para sala de aula e trabalhando com eles (Márcia).*

Apenas uma professora comenta que deveria ter um espaço para alunos iguais a ele e afirma que o problema é que ele é preguiçoso. Eis o depoimento:

*Na minha concepção era pra ter um lugar só para eles porque eu acho assim, eles com a mesma mentalidade iguais seria melhor, haveria mais aprendizagem do que com os outros que não são iguais. As atividades são as mesmas não tem diferença, o tratamento é por igual. O problema dele é que ele é preguiçoso (Graça).*

Como mostram os depoimentos, a maioria das professoras parece considerar que as atividades devem ser da mesma forma que é para com os outros alunos. Com tal concepção, suas práticas podem ser homogêneas e não possibilitar as diferentes formas de elaboração e construção de conhecimento. Um outro aspecto a ser destacado é a substituição de práticas verdadeiramente significativas por atitudes que valorizam apenas a ludicidade, não promovendo momentos de real interação e acesso a diferentes formas de conhecimento. Tais professoras poderiam criar formas alternativas de atividades, identificarem as potencialidades dos alunos, suas necessidades e, a partir daí, problematizar sua própria prática. É esta prática pedagógica que contribuirá para que a sala de aula torne-se realmente inclusiva.

#### **4.2.3 Relação com a família dos alunos**

Várias professoras apresentam em seus depoimentos que a relação com os familiares, principalmente com as mães de seus alunos, é distante, quase não existe e que não têm contato. Vejamos:

*Um pouco distante. Eles não participam muito da escola, é mandar o aluno para escola e tchau, a realidade é essa (Eliana).*

*Não é nenhuma porque eu mal convivo com eles. Tem aluno aqui que eu não sei nem quem é a mãe. A dos especiais só conheço uma, a outra nem conheço como a que conheço me dou bem, digo como é o comportamento dele (Joseli).*

*Eu converso com a mãe. Às vezes ela vem, eu converso um pouco; o pai, só conheci uma vez no ônibus (Graça).*

*A gente tem dificuldade por ela ser uma pessoa muito ocupada, mas o contato não foi diretamente comigo, (...) geralmente ela ficava conversando com a intérprete (Fátima).*

Outras professoras passam a informação que a relação com os familiares dos alunos diferentes é muito boa, que mantêm contato sempre. Eis os depoimentos:

*É muito boa, graças a Deus. A mãe está sempre presente aqui, vem conversar comigo, é uma mãe muito atenciosa, trabalha em casa de família, mas sempre acompanha o desenvolvimento da filha, e a mãe do outro também (Janice).*

*Graças a Deus, maravilhosamente bem! (Márcia).*

*Pelo menos eu tento ser boa com a mãe dele uma relação saudável, tirando a questão que ela classifica como um coitadinho, e eu não acho que ele é um coitadinho, acho que ele tem o potencial dele dentro do limite que ele tem (Socorro).*

*Bem, oriento no que for necessário para o avanço do processo de ensino-aprendizagem (Maria).*

A parceria entre escola e família é fundamental para que o processo educativo se dê de forma mais adequada. O conhecimento, diálogo e relação entre professoras e pais dos alunos tornam-se essencial para o desenvolvimento das práticas educativas. Os professores precisariam ter oportunidade de conhecer quem são seus alunos, suas histórias de vida, os anseios e expectativas dos pais em relação ao processo educativo do filho, para que pudesse ter mais segurança e mais possibilidades de desenvolver atividades significativas para estes alunos.

Pequeno (2001) apresenta a necessidade de os professores terem conhecimento dos alunos e suas respectivas famílias, de suas dificuldades, seus planos, medos e anseios. É por meio da construção de diálogo que se estabelece a troca de saberes, de representações, de expectativas. Contudo, para tal, se faz necessário querer escutar o outro, atentar para suas idéias, que podem ser diferentes das nossas. Isso não foi evidenciado na maioria dos depoimentos de muitas professoras. Pelo fato de estarem com suas primeiras experiências em salas inclusivas, parece não terem conseguido estabelecer relações profícuas com os familiares de seus alunos. Este afastamento pode prejudicar profundamente as trocas, causando prejuízos no desenvolvimento escolar e pessoal dos educandos. Surge, então, a necessidade de todos os educadores tornarem-se investigadores ou pesquisadores, buscando conhecer as causas e possibilidades que esses alunos diferentes podem apresentar e, através da aproximação com a família, conseguir subsídios suficientes para tal atitude.

#### **4.2.4 Conhecimento sobre a política de inclusão**

Ao serem questionadas sobre seu conhecimento das Políticas de Inclusão, algumas professoras afirmaram saber muito pouco a respeito da inclusão, outras que não tem havido capacitação para que conheçam realmente sobre o assunto.

*Muito pouco vi falar de verdade. Acho que é não excluir o aluno de qualquer deficiência que ele tenha, mas sempre abraçá-lo como a gente abraça os outros. Eu tô achando a inclusão devagar ainda (Eliana).*

*Não sei muita coisa não, por conta... jogavam assim as crianças e a gente é que se ajuda mutuamente, mas chegar assim um pessoa para dizer, para explicar como é a inclusão em sala de aula com deficiente nós não temos (Márcia).*

*Bem, eu caí de pára-quedas aqui, eu fui jogada e eu fui me adaptando a maneira da necessidade do aluno, eu nunca participei de nenhuma capacitação e às vezes eu ajo até pela emoção, sabe porque eu não tava preparada para esse tipo de trabalho (Socorro).*

Outras explicam que a Inclusão está beneficiando o aluno no sentido de garantir seu espaço como também a formação de profissionais para “lidar” com os alunos diferentes. Vejamos:

*Está sendo, está sendo trabalhado, está tendo gente de atendimento e que abrange a cada dia mais sobre as leis que tão sendo abordadas e cada vez mais o aluno está sendo beneficiado que cada vez mais tenha lugar para ele, tenha espaço (Fátima).*

*Neste momento agora, todos só falam em inclusão, e todo olho da educação está voltado para os especialistas e também os professores em ajudar cada vez mais a lidar com essas crianças. Tenho conhecimento da lei só não sei falar detalhadamente, mas eu conheço, tenho conhecimento. No planejamento tem muita informação (Janice).*

Duas professoras falam da Inclusão como uma política inteligente, ótima e que tem evitado a discriminação:

*Acho que esta política é uma política inteligente, temos que aceitar e valorizar o ser humano como ele é, sem discriminação. Quando a criança está num universo inclusivo, ampliam seu*

*conhecimento, não ficam restritos a um grupo pequeno, entrando em contato com tudo, não ficando restrito como exemplo grupo de cego, deficiente auditivo, não ficando com o conhecimento limitado. Estando junto com os normais vão aprender muito mais, desenvolvendo seu conhecimento lógico (Maria).*

*Eu acho que essa lei é ótima, para não ter discriminação, eu acho é uma boa deve ser bem trabalhada, porque é bom a pessoa se familiarizar com outros, se socializar para não ter aquela separação, para não ter aquele problema de exclusão, eu acho bom (Graça).*

Uma professora desabafa em seu depoimento que a inclusão é ruim, complicada e difícil. Mas não diz o que sabe sobre a política de inclusão e sim o que acha.

*Aceitar tudo, porque aqui eu aceito tudo, é variado do jeito que eu aceito o normal tenho que aceitar os outros. Para mim, o tratamento é igual. A inclusão é muito ruim, precisaria ser mais trabalhada que é muito difícil, complicada, entende? Tem que aceitar o aluno do jeito que ele é, se o aluno quiser jogar cadeira tem que aceitar, se quiser... tem que ter limites que aceite, mas que bote limites neles (Joseli).*

Em relação ao conhecimento sobre a inclusão, observamos que algumas professoras têm consciência da necessidade de um melhor preparo e da carência ou ausência de profissionais para dar apoio na realização da inclusão nas respectivas escolas. Este é um dos principais entraves para que esses profissionais sintam-se capazes e possam desenvolver suas atividades de forma mais adequada. Sendo assim, a inclusão tem se constituído num desafio, principalmente para os professores que vão assumir a sala de aula, sem o preparo prévio nem o apoio mínimo que possa embasar sua prática.

Por estarem inseridas num contexto, onde suas práticas pedagógicas precisam ser renovadas, e, a cada dia, se deparam com novas dificuldades, as professoras vivem um conflito que é reflexo do tipo de inclusão imposta, em que o que está na legislação não tem sido possível ser efetivado em sala de aula. Se os professores não têm conhecimento mínimo sobre o que trata a política de inclusão, acabam contribuindo, mesmo que inconscientemente, ou por falta de opção e condições, para a construção de uma inclusão que pouco se aproxima do modelo que está expresso na LDB e nas políticas inclusivas. A qualidade no processo inclusivo está diretamente relacionada, entre outros aspectos, a estrutura organizacional da instituição e a formação dos profissionais, principalmente os professores que são os que diariamente são desafiados a ressignificar sua prática sem o apoio necessário para construção e efetivação desta. Então, a capacitação e o apoio para os professores parece ainda não ter ocorrido, como também o conhecimento por parte destes sobre a inclusão, o direito dos alunos e os seus próprios direitos, mesmo sendo estes aspectos, condição necessária para a construção de espaços inclusivos.

## **5. Considerações Finais**

Para compreender, refletir e analisar o discurso das professoras sobre a inclusão, é necessário a compreensão dessa professora como profissional inserida no contexto específico de sua realidade e que, suas experiências, o desenvolver de suas práticas, vão determinar novos e inúmeros significados para o seu discurso sobre essa prática. Por isso, a análise da opinião das professoras sobre a inclusão requer de nós, pesquisadores, uma compreensão da real condição desse sujeito. Como tal, constatamos, tanto nas observações, como nos depoimentos, que essas professoras vivem situações de estresse, devido às precárias condições de trabalho, e de falta de conhecimento, em virtude de uma formação que não tem contemplado as diferenças. Então, a partir desta realidade, podemos afirmar que as professoras têm vivido diariamente num espaço conflituoso, onde são cobradas ações e posturas, porém as condições para isso não são criadas. Por ser o professor um sujeito fundamental para implementar um novo olhar sobre a educação, é preciso haver uma maior valorização desse profissional. Para isso, é necessário um real esforço por parte do poder público, de modo a dar condições de esse profissional desenvolver suas atividades, não apenas como mero

executor, mas como crítico e produtor de novas ações, possibilitando-os gerar verdadeiras práticas inclusivas.

Portanto, consideramos importante aspecto o fato de as escolas pesquisadas já desenvolverem a inclusão há alguns anos, mas, ao mesmo tempo, ser sintomático o fato de não ter havido mudanças e melhoras no que se refere às práticas inclusivas desenvolvidas em sala de aula. As professoras têm alunos incluídos, contudo não receberam formação e apoio, para que possam fundamentar suas práticas e, com isso, tornar o processo ensino-aprendizagem significativo, interessante, relacionado às identidades/diferenças e necessidades individuais dos alunos.

Assim, o modelo de inclusão parece seguir seu curso, sem considerar as diferenças, e, por isso mesmo, representando pouca ou nenhuma real possibilidade de aprendizagem e atuação social desses alunos. A inexistência de condições de trabalho pedagógico, entre elas formação docente em serviço, tem deixado os alunos num ambiente inadequado para o seu pleno desenvolvimento. Embora apresentem comprometimento em relação às suas responsabilidades, as professoras não têm contado com as condições necessárias para efetivar uma ação satisfatória, especificamente sobre o conhecimento da legislação, tão necessário e não adquirido por elas, nem para desenvolver uma prática adequada, nem para cobrar junto ao poder público, as condições necessárias de efetivação da inclusão e de modo a esclarecer a comunidade escolar dos seus direitos.

Os dados nos permitem inferir, enfim, que todo o movimento em prol da inclusão e todas as ações desenvolvidas para o estabelecimento dos ambientes inclusivos não serão suficientes para desenvolver uma inclusão de fato se, entre outras coisas, as condições de formação e trabalho docentes não forem melhoradas e se as práticas pedagógicas não forem abaladas na sua origem, constituindo-se, efetivamente, em movimentos pedagógicos que enxerguem as diferentes possibilidades humanas de dar sentido aos conhecimentos. O que se notou é que as práticas continuam contemplando a concepção de um currículo único e desconsiderando as particularidades culturais dos alunos, demonstrando continuar em benefício de um modelo de sociedade que, ao mesmo tempo em que cria discursos engajados socialmente, na prática continua excluindo grande parte da população de ser e se constituir na sua alteridade.

## 6. Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq e à UFPB, pelo apoio recebido, e, de forma especial, às escolas e professoras que se dispuseram a participar de nossa investigação, contribuindo, assim, para análises mais apropriadas sobre a Inclusão.

## 7. Referências

- BRASIL. Lei 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Secretaria de Educação e Cultura: SEC/João Pessoa-PB, p.7-43, 1996.
- \_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Adaptações Curriculares / Secretaria de Educação Fundamental / Secretaria de Educação Especial. Brasília: MEC/SEF/SEESP, 1999.
- \_\_\_\_\_. Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica / Secretaria de Educação Especial / MEC: SEESP, 2001.
- CORAGGIO, José Luis. Proposta do Banco Mundial para a educação: sentido oculto ou problemas de concepção? In: TOMMASI, Livia de; WARDE, Miriam Jorge & FELIPE, Tânia Amara. Políticas públicas para a inserção da LIBRAS na educação de surdos. In: *Espaço: informativo técnico-científico do INES*. N° 25 (jan/jun 2006) Rio de Janeiro: INES, 2006.
- FERNANDES, Eulália. A Função do Intérprete na escolarização do Surdo. In: *Espaço: informativo técnico-científico do INES*. Rio de Janeiro: INES, 2003.
- GOMES, Maria Pires Ramos de Magalhães. A importância da relação professor-aluno na construção do conhecimento. In: *Espaço: informativo técnico-científico do INES*. Rio de Janeiro: Dezembro, 2003.
- HALL, Stuart. *Identidades culturais na pós-modernidade*. Rio de Janeiro: DP&A, 1997

- MINAYO, Maria Cecília S. *O desafio do conhecimento. Pesquisa qualitativa em saúde*. São Paulo: Hucitex, 1993.
- PEQUENO, Andréia Cristina Alves. Educação e Família: Uma união fundamental? In: *Espaço: informativo técnico-científico do INES*. Rio de Janeiro: Dezembro, 2001.
- RICHARDSON, Roberto Jarry. *Pesquisa social: métodos e técnicas*. São Paulo: Atlas, 1999.
- SERRA, Dayse. Inclusão e ambiente escolar. In: SANTOS, Mônica Pereira dos e SHIROMA, Eneida; MORAES, M. C. de & EVANGELISTA, Olinda. *Política Educacional*. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.
- SILVA, Tomaz Tadeu. A produção social da identidade e da diferença. In: SILVA, Tomaz Tadeu da. *Identidade e diferença: A perspectiva dos estudos culturais*. Rio de Janeiro: Vozes, 2004.
- SKLIAR, Carlos. *Pedagogia (improvável) da diferença. E se o outro não estivesse aí?* Rio de Janeiro: DP&A, 2003.
-