



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA  
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS**

**ANÁLISE ESPACIAL DAS OBRAS DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO  
DO RIO SÃO FRANCISCO (EIXO LESTE) NO ESTADO DA PARAÍBA**

**FRANCISCO VILAR DE ARAÚJO SEGUNDO NETO**

**JOÃO PESSOA  
2014**



**FRANCISCO VILAR DE ARAÚJO SEGUNDO NETO**

**ANÁLISE ESPACIAL DAS OBRAS DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO  
DO RIO SÃO FRANCISCO (EIXO LESTE) NO ESTADO DA PARAÍBA**

Monografia apresentada ao curso de Geografia da Universidade Federal da Paraíba como requisito para obtenção do Título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Costa Guedes  
Vianna

**JOÃO PESSOA  
2014**

A663a *Araújo Segundo Neto, Francisco Vilar de.*  
*Análise espacial das obras do Projeto de Integração do Rio São Francisco (Eixo Leste) no estado da Paraíba / Francisco Vilar de Araújo Segundo Neto.- João Pessoa, 2014.*  
70f.  
*Orientador: Pedro Costa Guedes Vianna*  
*Monografia (Graduação) - UFPB/CCEN*  
*1. Geografia. 2. Análise espacial - obras - PISF. 3. Obras hídricas.*

*UFPB/BC*

*CDU: 91(043.2)*

FRANCISCO VILAR DE ARAÚJO SEGUNDO NETO

**ANÁLISE ESPACIAL DAS OBRAS DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO  
DO RIO SÃO FRANCISCO (EIXO LESTE) NO ESTADO DA PARAÍBA**

Esta Monografia foi julgada e aprovada para a obtenção do Título de Bacharel em Geografia,  
no curso de Geografia da Universidade Federal da Paraíba.

Aprovada em: 17 /02 / 2014.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Pedro Costa Guedes Vianna  
Orientador

---

Dr. Franklyn Barbosa de Brito

---

Prof. Dr. Anieres Barbosa da Silva

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à meus pais José Carlos e Eunice Justino, que na minha vida me proporcionaram amor e carinho, os conhecimentos da integridade, da perseverança e de procurar sempre em Deus para o meu desenvolvimento como ser humano. A Deus dedico o meu eterno agradecimento e por me dar forças para sempre batalhar e buscar vencer na vida, na base da bondade e do amor ao próximo. Dedico em especial aos meus irmãos Alan Carlos e José Carlos Junior, que permaneceram sempre ao meu lado, nos momentos difíceis e nas alegrias das nossas vidas.

A todos vocês eu dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por tudo o que vivi, e tudo o que tenho e consegui devo a ti, muito obrigado Senhor por me dar forças para vencer as barreiras da vida.

Agradeço em especial ao professor Pedro Vianna por acreditar e confiar no meu trabalho, pela paciência para me orientar e por todos os “carões” e conselhos que sempre foram úteis para meu crescimento profissional e amadurecimento como pessoa.

Agradeço a Natieli por ser fiel na amizade e no carinho durante esses anos de curso, e que esse amor e carinho entre nós só cresça ao longo das nossas vidas. A minha maninha Josivane, que está lá em Queimadas, que sempre me apoiou e sempre, com seu jeitinho, demonstrou seu amor. É recíproco e verdadeiro.

A Lourdes e Seu Francisco, que me apoiaram e me acolheram logo que cheguei a João Pessoa. E a Dona Inês e Kledy, que durante o ano de 2009, que morei em Campina Grande, foi uma mãe e um irmão, respectivamente, na minha vida. Serei eternamente grato a vocês.

Agradeço a Joseane por esta sempre do meu lado durante este tempo de curso, com todas as dificuldades, me fazendo amadurecer como homem. Aos trancos e barrancos o nosso amor é verdadeiro. Você foi a base das minhas conquistas, grande companheira.

Agradeço em especial a Rejane, Beto, Gisele Cunha, Tatianne, Eliane, Daniel, Michael, Clivia, Iran, Cristhiane, Josilena, Camila Melo, Cecília, Raoni, Flavia e Sobrado por tornarem meus dias mais felizes e divertidos e por todos os momentos alegres e todas as risadas que vivemos e demos juntos. Meu carinho é grande por todos. Guardo vocês em meu coração.

Dessa galerinha top, agradeço em especial à Rejane por todo o apoio e troca de experiências acadêmicas e por ser sempre uma companheira em que pude contar. Agradeço também a Eliane e Gisele por me dar apoio no trabalho de campo, foi uma experiência única além de ser muito divertido e marcante nossas aventuras ao som de “Daniel”.

Ao LEGAT, melhor ambiente de trabalho que existe, e a todos os membros do mesmo. Nada do que fiz, foi mérito meu, e sim mérito dos membros deste “labô” que sempre trabalham em equipe. Este trabalho é fruto nosso.

A RUMF por me acolher e me dar todo o apoio durante 2 anos e meio.

A Franklin Brejo por me dar oportunidade de crescer profissionalmente e a Franklyn de Campina por todo apoio e por me instigar a ser apaixonado pela minha pesquisa.

Agradeço a Vô Mané, Zé Dentão e Marlene *in memorian*, que estão ao lado de Deus, por sempre acreditarem em mim.

Agradeço aos meus familiares Inácia, Lourdes, Helder, Darlan, Francinaldo, Maraiza, Guia, Marcos, Toinho, Dalva, Sandra e Marcleano e a todos os meus familiares que sempre confiaram na minha capacidade e me deram forças para seguir a cada dia.

Agradeço a meus amigos Daniele Alvarenga, Dalmo Mendonça, Jaclécio Keké, Jocélio, Verônica, Kiko, Camila Brito, Quercia, Eudes, Erinaldo, Eduardo, Cecília Vieira, Elves, Aline Andrade, Gardênia, Novinho, Jakeane, Mary, Black, Hérica e Pe. Evandro e a todos os meus amigos, pela amizade e carinho que sempre demonstraram ter, obrigado.

## EPÍGRAFE

*“Ouvi dizer que o velho Chico vai chegar,  
Vou esperar pra ver o que ele traz,  
Será que vai encher o bucho do peão  
Ou aumentar o patrimônio do patrão.  
Será que traz bonança pra casa de José  
Ou mais ganância para aquele que tudo  
quer.  
Será que vai passar pelo terreno de  
ninguém  
Ou nas fazendas daqueles que tudo tem.  
Ô Chico camarada, vão aplaudir você  
Depois não venham todo mundo entristecer  
Você é tão formoso, é obra do senhor,  
Não traga ira e desavença de sabor.  
Ô Chico eu to lembrando dos faraós daqui  
Fizeram tantas obras para destruir  
Gastaram nossa grana, plantaram ilusão  
Ainda pensavam que eram donos da razão.  
Será você o Nilo que tudo vai resolver  
Será fonte de riqueza pro Sertão  
Será um esquisito trem na via fluvial,  
Mais um entulho no cenário nacional.”*

*O Velho Chico – Ismael Alves*

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo realizar uma análise espacial das obras do PISF – Projeto de Integração do rio São Francisco, em seu Eixo Leste, no Estado da Paraíba, que são de responsabilidade do Governo Estadual. Foi identificado o traçado das obras do Eixo Leste na Paraíba, os municípios beneficiados, os volumes hídricos de passagem e os disponibilizados e as estruturas de armazenagem existentes. Esta análise se deu com apoio dos recursos das Geotecnologias, especificamente dos Sistemas de Informação Geográfica, Sensoriamento Remoto, os Sistemas de Posicionamento Global e atividade de campo. É preocupante que o primeiro projeto apresentado com recursos disponibilizados pelo Governo Federal, prevê, em primeiro plano, a utilização destas águas na região litorânea, com o Canal Acauã-Araçagi (obra secundária do PISF). No entanto, para o Agreste e Cariri paraibano a única garantia é o abastecimento de algumas cidades por meio de sistemas de adutoras existentes, podendo haver a expansão destes. As diversas versões e a indefinição do Estado da Paraíba, no que tange ao traçado para o recebimento das águas transpostas, tipos de condutos (canais, túneis, adutoras, etc.), volumes reservados para cada segmento e adaptação dos reservatórios existentes, necessitaram de um trabalho de comparação e análise espacial, que foi executado com o apoio de recursos das Geotecnologias. A análise espacial demonstra que os interesses do agronegócio estão acima da carência de água da região com menor índice pluviométrico do Estado.

Palavras-chave: Análise Espacial, PISF, obras hídricas.

## **ABSTRACT**

This study aims at doing a spatial analysis of the construction of PISF - Integration Project of the São Francisco, in his Eixo Leste, in Paraíba state, which are the responsibility of the State Government. It was identified the tracing of the construction of the Eixo Leste in Paraíba, the municipalities beneficiaries, the water capacity of passage and available and existing structures of storage. This analysis occurred with support from the resources of Geotechnologies, specifically of Geographical Information Systems, Remote Sensing, Global Positioning Systems and field activity. It's worrying that the first project presented with funds made available by Federal Government, foresees, in the foreground, the utilization of these waters in the littoral region, with Canal Acauã-Araçagi (secondary construction of PISF). However, for Agreste and Cariri paraibano, the only guarantee is the supply of some cities through existing adductor systems, can be the expansion these. The various versions and elusiveness of the State of Paraíba, with regard the delimitation for the receiving of transposed waters, types of ducts (canals, tunnels, adductor, etc), and capacity reserved for each segment and adaptation of the existing reservoirs, needed a comparison work and spatial analysis, that was run with the support of the resources of Geotechnologies. The spatial analysis demonstrates that the interests of agribusiness are above the water shortages in the region with lower rainfall of the state.

Keywords: Spatial Analysis, PISF, hydraulic works.

## **LISTA DE FIGURAS**

- Figura 1 - Imagem de Satélite utilizada na Identificação de obras de infraestrutura hídrica. 26
- Figura 2 - Uso de software GIS na identificação de adutoras nas bacias de Ipojuca e Capibaribe, Pernambuco. 27
- Figura 3 - Representação da forma de imageamento da Terra e seus principais satélites. 28
- Figura 4 - Esquema do funcionamento do Sistema de Posicionamento Global. 29
- Figura 5 - Estrutura dos dados em ambiente SIG. 31
- Figura 6- Localização dos Eixos do Projeto de Integração do rio São Francisco. 35
- Figura 7 - Áreas de influência dos Eixos do PISF. 36
- Figura 8 - Divisão dos trechos dos dois Eixos do PISF. 37
- Figura 9 - Esquema do Trecho V do PISF. 40
- Figura 10 - Perfil topográfico do Canal Acauã-Araçagi. 60

## **LISTA DE FOTOGRAFIAS**

- Fotografia 1 - Canal do Eixo Leste no município de Sertânia – PE. 39
- Fotografia 2 - Placa referente a obra do Canal Acauã-Araçagi na BR-230. 51
- Fotografia 3 - Trecho da obra no cruzamento com a rodovia PB-066. 63
- Fotografia 4 - Trecho de Canal em construção no município de Mogeiro-PB. 63

## **LISTA DE MAPAS**

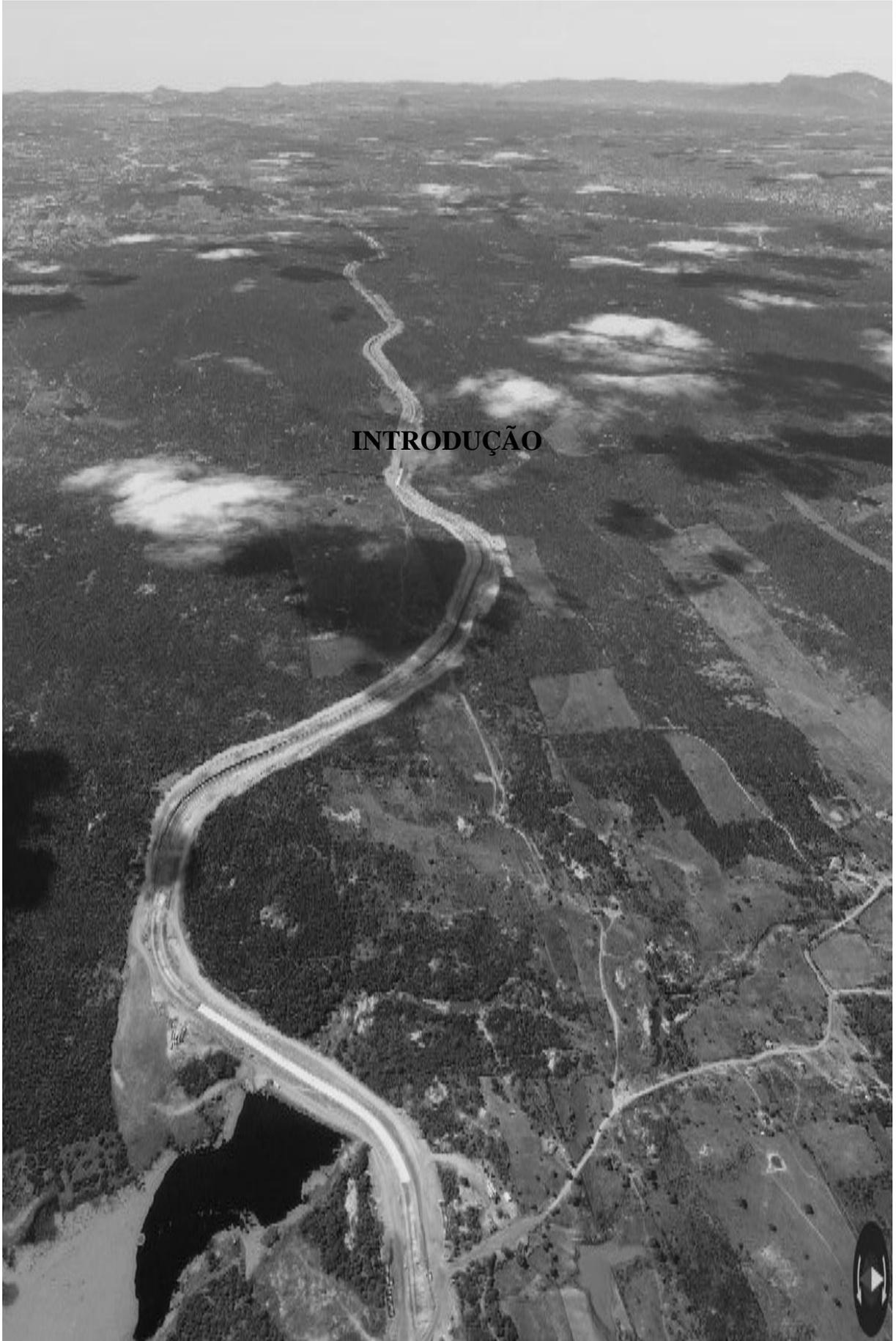
- Mapa 1 - Municípios e visitados em trabalho de campo. 23
- Mapa 2 - Percurso do Eixo Leste. 39
- Mapa 3 - Mapa de localização dos açudes estratégicos da bacia do rio Paraíba. 43
- Mapa 4 - Mapa da distribuição espacial dos sistemas adutores. 48
- Mapa 5 - Mapa da Infraestrutura hídrica projetada para o PISF, Eixo Leste. 50
- Mapa 6 - Mapa das Bacias que serão interligadas com o Canal. 53
- Mapa 7 - Mapa dos municípios de influência do Canal. 54
- Mapa 8 - Mapa dos trechos do Canal Acauã-Araçagi. 55
- Mapa 9 - Mapa dos aspectos técnicos do Canal Acauã-Araçagi. 58
- Mapa 10 - Modelo Digital de Elevação e traçado de parte do Canal Acauã-Araçagi. 59
- Mapa 11 - Área de influência dos trechos em canal e sifão. 60
- Mapa 12 - Mapa do trecho da obra georreferenciada em campo. 64

## **LISTA DE SIGLAS**

- ADA** – Área Diretamente Afetada
- AESA** – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
- AID** – Área de Influência Direta
- AII** – Área de Influência Indireta
- ASA** – Articulação no Semiárido Brasileiro
- CAGEPA** – Companhia de Água e Esgoto da Paraíba
- DNOCS** – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
- GPS** – Sistema de Posicionamento Global
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IFOCS** – Inspeção Federal de Obras Contra as Secas
- IHGB** – Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro
- IOCS** – Inspeção de Obras Contra as Secas
- MI** – Ministério da Integração Nacional
- PIMC** – Programa Um Milhão de Cisternas
- PAC II** – Programa de Aceleração do Crescimento
- PISF** – Projeto de Integração do rio São Francisco
- RIMA** – Relatório de Impacto Ambiental
- SIG** – Sistema de Informação Geográfica
- SR** – Sensoriamento Remoto
- SRTM** – Shuttle Radar Topography Mission
- SUDENE** – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
- UTM** – Universal Transversa de Mercator
- WGS** – World Geodetic System

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	14
1.1. JUSTIFICATIVA .....	17
1.2. OBJETIVO .....	17
1.2.1. Geral .....	17
1.2.2. Específicos.....	17
2. ABORDAGEM TEÓRICA E METODOLÓGICA .....	18
2.1. Referencial Teórico .....	19
2.2. Procedimentos metodológicos .....	21
3. GEOTECNOLOGIAS E SUA APLICAÇÃO NA ANÁLISE DE OBRAS HÍDRICAS ....	24
3.1. Sensoriamento Remoto.....	27
3.2. O Sistema Global de Posicionamento por Satélite - GNSS.....	28
3.3. Sistema de Informação Geográfica .....	30
4. PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM AS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL - PISF.....	32
4.1. Aspectos gerais do PISF.....	33
4.2. Eixo Norte do PISF .....	37
4.3. Eixo Leste do PISF.....	38
5. ANÁLISE DOS PROJETOS DE USOS DO PISF (EIXO LESTE) NO ESTADO DA PARAÍBA.....	42
5.1. Eixo Leste do PISF na Paraíba .....	43
5.2. Sistema de Adutoras .....	45
5.2.1. Sistema de Adutoras Existentes e em Construção.....	45
5.2.2. Sistema de Adutoras Projetadas para o PISF.....	49
5.3. Canal Acauã-Araçagi das Vertentes Litorâneas .....	51
5.3.1. Aspectos técnicos do Canal .....	55
5.3.2. Análise do Canal em campo .....	62
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	66
REFERÊNCIAS .....	69



**INTRODUÇÃO**

## INTRODUÇÃO

É sabido que grande parte do Nordeste convive com períodos de escassez de água que atingem milhares de nordestinos, o que torna esta a região mais seca do país, e por esta razão denominada de semiárido. Esta adversidade climática pode ser considerada como a maior preocupação da população do semiárido nordestino.

O semiárido é caracterizado pelo clima quente e seco, com regime pluviométrico concentrado, principalmente no verão e outono. Suassuna (2002)<sup>1</sup> caracteriza esta região.

A região semi-árida nordestina é, fundamentalmente, caracterizada pela ocorrência do bioma da caatinga, que constitui o Sertão. O Sertão nordestino apresenta clima seco e quente, com chuvas que se concentram nas estações de verão e outono. (...) No Semi-árido chove pouco (as precipitações variam entre 500 e 800 mm, havendo, no entanto, bolsões significativos de 400 mm) e as chuvas são mal distribuídas no tempo, sendo uma verdadeira loteria a ocorrência de chuvas sucessivas, em pequenos intervalos.

Tentar amenizar o problema das secas do Nordeste é uma questão que vem sendo discutida desde os tempos do Brasil colonial. As primeiras soluções para combater o problema só foram propostas no ano de 1859, após uma missão realizada pelo Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro - IHGB. A partir daí foi elaborado um trabalho que enfatizou a necessidade de melhorar as estruturas de transporte e armazenamento de água, propondo a construção de 30 açudes e de um sistema que levasse água do São Francisco para o rio Jaguaribe, no interior do Ceará (BRASIL, 2004).

Em 1913 foi elaborado o primeiro mapa que mostrava um canal interligando o rio São Francisco até o rio Jaguaribe. Este mapa foi arquitetado pela IOCS - Inspetoria de Obras Contra as Secas, que tinha sido criada em 1909. Ao longo da história, foram criados órgãos para lidar com a problemática da seca no Nordeste. O IOCS foi o primeiro órgão a tentar lidar com tal problemática. Em 1919 foi criada a Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas – IFOCS, substituindo o antigo IOCS. Anos após, o IFOCS foi substituído pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS. O DNOCS construiu açudes, estradas, pontes, portos, ferrovias, hospitais e campos de pouso, implantou redes de energia elétrica e telegráficas, usinas hidrelétricas e foi, até a criação da SUDENE, o responsável único pelo socorro às populações flageladas pelas cíclicas secas que assolam a região. Na verdade trata-se de uma sucessão de “siglas” com propostas muito parecidas, e com a mesma base técnica,

---

<sup>1</sup> Agrônomo e pesquisador titular da Fundação Joaquim Nabuco - FUNDAJ. Artigo escrito na página da FUNDAJ <[www.fundaj.gov.br](http://www.fundaj.gov.br)>.

talvez a exceção seja a SUDENE, que teve na sua origem uma visão mais aberta e de maior alcance para o desenvolvimento do Nordeste.

Dentre as alternativas criadas pelo DNOCS e SUDENE, a mais comum e mais importante delas foi a política da açudagem no Nordeste. Os resultados obtidos foram significativos, entretanto a gestão foi ineficiente, o que acarretou na persistência dos problemas com escassez desta região.

Recentemente, o Governo Federal vêm apoiando novos programas, como o Programa Um Milhão de Cisternas - P1MC, criado por entidades do Movimento Social. Este Programa é uma das ações da Articulação no Semiárido Brasileiro - ASA para a convivência com o semiárido. O objetivo do P1MC é beneficiar cerca de cinco milhões de pessoas em toda região semiárida com água potável para beber e cozinhar, através das cisternas de placas, formando uma infraestrutura descentralizada de abastecimento com capacidade para 16 bilhões de litros de água (ASA BRASIL, 2013).

Por outro lado, um dos projetos mais polêmicos da história do Brasil, e que tem sido muito discutido, é o Projeto de Integração do rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional - PISF, que é visto por grande parte da população nordestina como solução para o problema da escassez hídrica na região semiárida.

O projeto atualmente em execução é um empreendimento do Governo Federal, sob a responsabilidade do Ministério da Integração Nacional - MI, destinado a assegurar a oferta de água, em 2025, a cerca de 12 milhões de habitantes de pequenas, médias e grandes cidades da região semiárida dos estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte. Segundo o MI, o PISF prevê a construção de dois grandes canais: o Eixo Norte que levará água para os sertões de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte e o Eixo Leste, que beneficiará parte do semiárido do Agreste e Cariri de Pernambuco e da Paraíba. No Eixo Leste, que abrange a área desta pesquisa, as águas transpostas do rio São Francisco chegarão à Paraíba, pelo rio Paraíba através de canais abertos em “V”, túneis e aquedutos.

Este trabalho dedica-se à análise espacial das obras do PISF, em seu Eixo Leste, no Estado da Paraíba, identificando os municípios beneficiados, os volumes hídricos de passagem e os disponibilizados e as estruturas de armazenagem existentes. Esta análise foi executada com recursos das Geotecnologias, notadamente os Sistemas de Posicionamento Global, Sensoriamento Remoto e o Sistema de Informação Geográfica - SIG.

## **1.1. JUSTIFICATIVA**

O semiárido paraibano, em especial o Cariri e o Agreste, necessitam da criação de condições para a “governança das águas”, tanto para as que já existem naturalmente no seu meio físico como aquelas que estão prestes a chegar artificialmente através do PISF. Hoje podemos afirmar que não existe sequer um arremedo de programa de gestão de águas eficiente para esta região.

As diversas versões e a indefinição do Estado da Paraíba, no que tange ao traçado para o recebimento das águas transpostas, tipos de condutos (canais, túneis, adutoras, etc.), volumes reservados para cada segmento de usuários, e adaptação dos reservatórios existentes, necessitam de um trabalho de comparação e análise espacial, que deve ser executado com o apoio de recursos das Geotecnologias.

## **1.2. OBJETIVO**

### **1.2.1. Geral**

- Realizar uma análise espacial das obras do Eixo Leste do PISF no Estado da Paraíba.

### **1.2.2. Específicos**

- Mapear e identificar, com recursos das Geotecnologias, todas as obras hídricas, atreladas ao rio Paraíba criando um banco de dados dos mesmos;
- Analisar os impactos espaciais das obras do PISF no Eixo Leste;
- Avaliar as inferências presentes nas obras, a partir de projetos de uso, notícias e análises em campo.



## 2. ABORDAGEM TEÓRICA E METODOLÓGICA



## 2. ABORDAGEM TEÓRICA E METODOLÓGICA

### 2.1. Referencial Teórico

Os procedimentos utilizados para análise espacial de dados geográficos, atualmente, se devem graças ao avanço tecnológico e da informática. É imprescindível o uso de ferramentas computacionais para a análise do espaço geográfico. O desenvolvimento da tecnologia de computadores e de ferramentas matemáticas para a análise espacial ocorreu na segunda metade do século XX, abrindo possibilidades diversas, entre elas, o armazenamento, recuperação e combinação de dados disponíveis sobre um território. (Campos; Cruz, 2005)

Para Meneses (2003, p. 65) “a análise espacial apresenta duas vertentes principais, são elas: estatística espacial e geocomputação”. A estatística gera modelos matemáticos referentes a distribuição e correlação, incorporando propriedades de significância e incerteza, resultantes da dimensão espacial. Já a geocomputação usa técnicas de redes neurais, busca heurística e autômatos celulares explorando grandes bases de dados e gerando resultados empíricos (não exatos) melhores que as técnicas convencionais, mas com ampla aplicabilidade prática. Em suma, a análise espacial de dados geográficos se deve ao uso das ferramentas das Geotecnologias.

Câmara et al. (2002) afirma que compreender a distribuição espacial de dados oriundos do espaço é um desafio para elucidação de questões centrais de diversas áreas do conhecimento, mas as Geotecnologias, especificamente os SIG, são fundamentais para a compreensão do espaço. Localizar os fenômenos de forma explícita é um fator importante na tomada de decisões e para uma gestão eficiente. Este conjunto de dados são concebidos, geralmente, na forma de mapas, pois representam melhor visualmente a realidade. De acordo com Câmara et al. (2002 p. 14):

A análise espacial é composta por um conjunto de procedimentos encadeados cuja finalidade é a escolha de um modelo inferencial que considere explicitamente o relacionamento espacial presente no fenômeno. Os procedimentos iniciais da análise incluem um conjunto de métodos genéricos de análise exploratória e a visualização dos dados, em geral através dos mapas.

O Geoprocessamento, como também pode ser chamado as Geotecnologias, se utilizam de técnicas como o Sistema de Informação Geográfica - SIG, o Sistema de Posicionamento Global e o Sensoriamento Remoto. Estas técnicas são compostas por uma série de dados e informações, denominadas de informações geográficas. Câmara (2001, p.2) afirma que “a

informação geográfica apresenta uma natureza dual: um dado geográfico possui uma localização geográfica (expressa como coordenadas em um espaço geográfico) e atributos descritivos (que podem ser representados num banco de dados convencional)”. Estes dados possuem referencia no espaço, descrição gráfica e um conjunto de informações contidas em tabelas na forma de atributos.

Em termos de conceituação e aplicação, o Geoprocessamento é comumente confundido com os Sistemas de Informação Geográfica. O Geoprocessamento é algo mais geral, ou seja, se utiliza de várias tecnologias e o SIG nada mais é do que uma destas tecnologias, constituindo-se como parte integrante e aplicável a esta técnica.

O termo Geoprocessamento é um conceito mais global, relacionado às atividades de sensoriamento remoto, cadastros e outros tipos de pesquisa e investigações de campo para capturar dados. SIG é a manipulação desta informação conectada a um banco de dados geográficos, que possui dados espaciais e de atributos. O Geoprocessamento pode ser usado para montar o banco de dados; para manipular, organizar e atualizar as informações usamos os SIG. Na grande maioria dos países o SIG é considerado como parte final do Geoprocessamento (CALIJURI e LORENTZ, 2003 p.8).

Câmara (2001) conceitua o Geoprocessamento bem como suas diversas aplicações em diferentes áreas das ciências, sendo esta, uma tecnologia interdisciplinar. A interdisciplinaridade do Geoprocessamento pode ser comprovado em Carvalho et al. (2000) onde esta técnica foi aplicada na área da Saúde. Neste caso, foi dado suporte para o desenvolvimento de um SIG para vigilância epidemiológica, nos serviços de saúde e para a urbanização e ambiente.

Para os Recursos Hídricos, o seu gerenciamento pode se dá a partir do uso dos SIGs como ferramenta de inventário, permitindo um melhoramento do gerenciamento desses recursos e na modelagem da complexa interação entre o fenômeno e a tomada de decisões (CALIJURI e LORENTZ, 2003).

Os usos das ferramentas das Geotecnologias se deram na identificação e análise espacial das obras de ordem secundária do Projeto de Integração do rio São Francisco com Bacias do Nordeste Setentrional – PISF, em seu Eixo Leste, no estado da Paraíba.

Os estudos sobre o Projeto se apoiaram no Relatório de Impactos Ambientais do PISF, do Ministério da Integração Nacional (BRASIL, 2004). Este relatório apresenta os estudos técnicos, onde são apresentadas as principais características do PISF e da região que irá ser beneficiada com a obra, mostrando seus impactos, sejam positivos ou negativos, a fim de

mostrar o benefício sócio econômicos que este empreendimento “poderá trazer” para a região.

Este trabalho também teve como base, os estudos de Brito (2013), que em sua tese de doutorado, parte de perspectiva mais crítica de tentar entender a percepção, as perspectivas e os anseios dos atores envolvidos no PISF mais especificamente em seu Eixo Leste, no Estado da Paraíba, desde os órgãos do Estado até a sociedade civil, em especial, localizadas nas regiões do Alto e Médio curso do rio Paraíba, além da sub-bacia do rio Taperoá e as comunidades rurais lindeiras e próximas aos reservatórios receptores das águas transpostas na Paraíba.

## **2.2. Procedimentos metodológicos**

A metodologia utilizada neste trabalho avalia os espaços demarcados por questões hídricas fazendo-se necessário compreender e avaliar a essência dos fenômenos que geram o processo de formação espacial. Por outro lado, a disponibilidade natural e artificial da água também é levantada e analisada, constituindo-se um contraponto hídrico do processo.

O método utilizado para a investigação foi o indutivo, pois, partimos de questões particulares para podermos chegar a conclusões generalizadas. Estas análises foram feitas a partir de alguns documentos dos organismos estatais, empresas de engenharia e de consultoria atuantes no PSIF, e de trabalho de campo para verificação e análise *in loco* das reais condições do andamento e da situação das obras no referido projeto no Eixo Leste. Os posicionamentos, as “ações” e projetos do Governo da Paraíba, foram analisados através de projetos cartográficos, notícias da mídia, de comunicados oficiais e de licitações abertas.

Esta pesquisa configura-se como uma pesquisa qualitativa, pois foram desenvolvidos idéias, conceitos e entendimentos a partir de padrões encontrados nos dados. Esta pesquisa tem caráter exploratório, se dando a partir de análises documentais, onde são mostrados aspectos subjetivos, na busca de percepções e entendimento sobre a natureza geral em questão, abrindo espaço para interpretações e discussões.

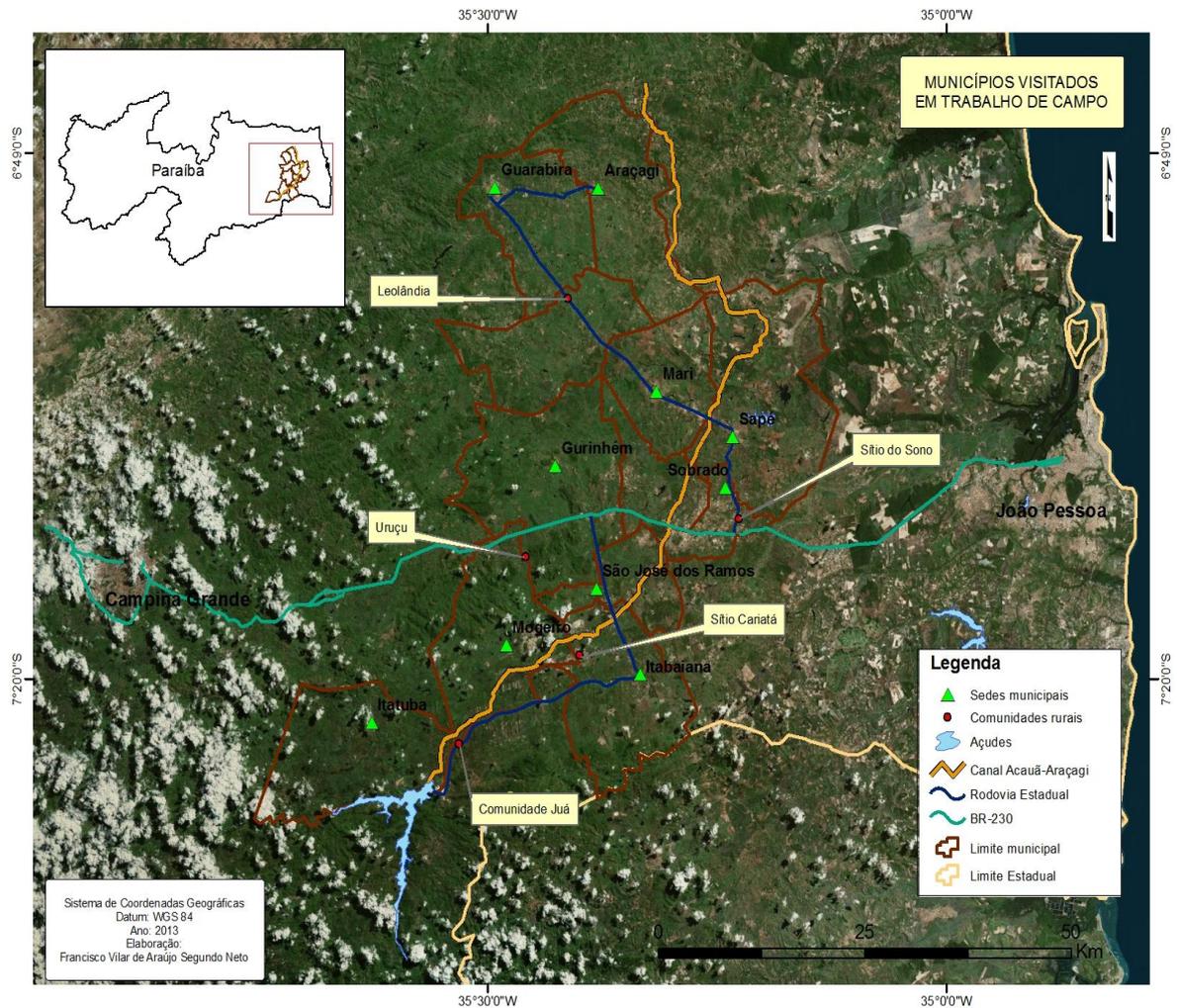
O uso das Geotecnologias foi fundamental para os levantamentos cartográficos (leitura de imagens, mapas e cartas) e construção do banco de dados e da base cartográfica para a análise espacial dos diversos projetos disponibilizados por órgãos públicos de gerenciamento de água na Paraíba. Os diversos aspectos do PISF, dos projetos da Agência Executiva de

Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA foram tratados com recursos do Geoprocessamento e de Cartografia Digital.

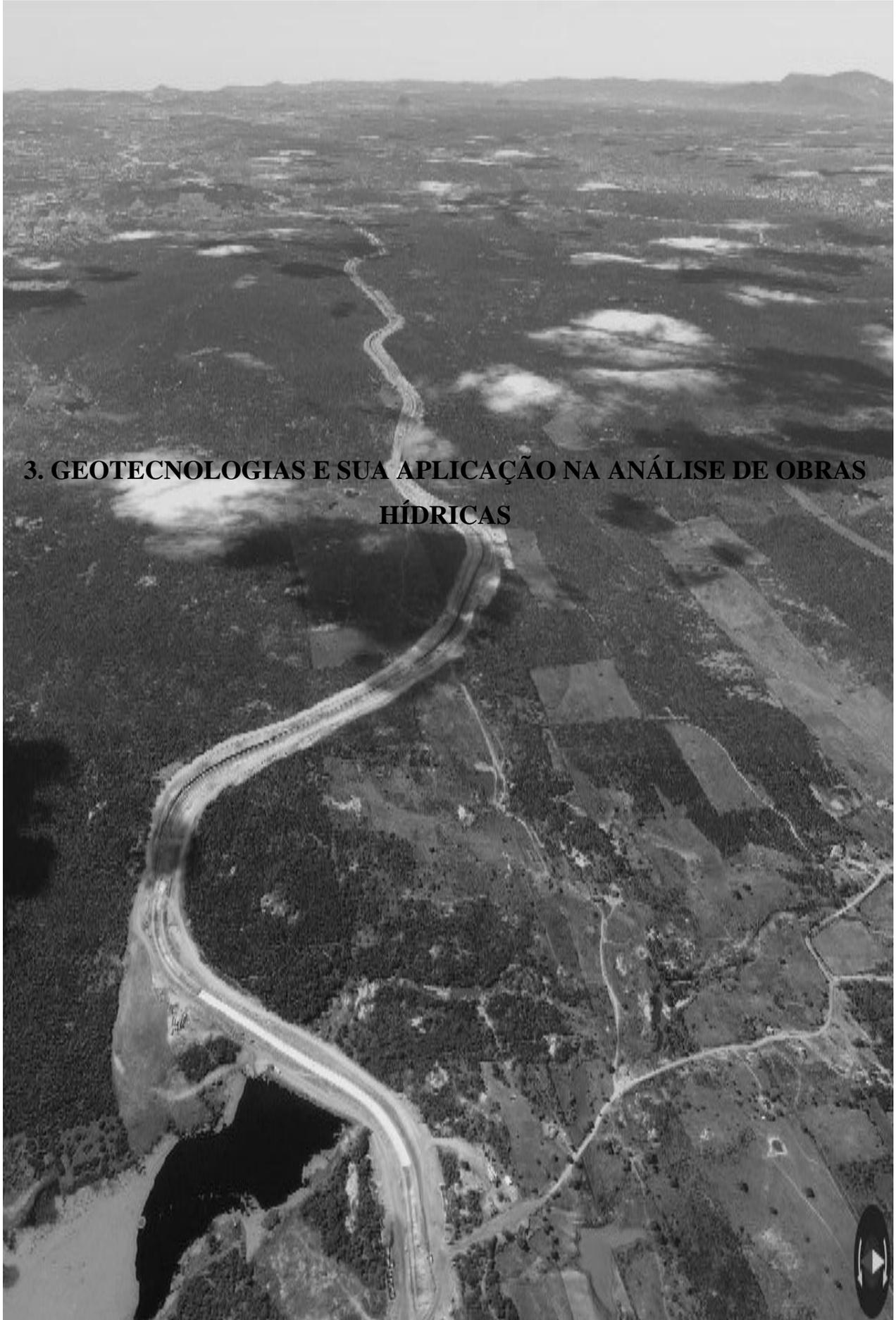
Para a efetivação da análise espacial foi realizado um trabalho de campo, nos dias 28 e 29 de novembro de 2013, nas obras do Canal Acauã-Araçagi das Vertentes Litorâneas – Trecho I. Foram coletados pontos importantes da obra e todo o percurso do Canal, no trecho em execução, foi gravado como trilha. O aparelho GPS utilizado foi o Garmin modelo etrex 10 e câmeras digitais. O sistema americano Navstar GPS foi utilizado como o sistema de posicionamento para coleta dos dados em campo com o aparelho GPS. Os dados coletados com o GPS obedecem ao Sistema de Coordenadas Métricas - UTM e o datum utilizado foi o WGS 84. O erro de precisão do GPS foi de 3 metros. Além destes, houve conversas informais com moradores dos pontos visitados.

No campo, foram visitadas, também, as sedes dos municípios de Gurinhém, São José dos Ramos, Itabaiana, Itatuba, Sobrado, Sapé, Mari, Guarabira e Araçagi. Além das sedes, foram visitadas as comunidades de Uruçu - Gurinhém, Juá - Salgado de São Félix, Cariatá - Itabaiana, Sítio do Sono - Sobrado e Leolândia – Mulungu (mapa 1).

Mapa 1 - Municípios e visitados em trabalho de campo.



Desta forma, em bases únicas e compatíveis, foi possível iniciar a análise espacial, a partir de mapas temáticos elaborados sobre os projetos e investigações feitas em campo. A parte dos dados, correspondente aos traçados das obras de intervenções hídricas foram rearranjados e dispostos em softwares SIG.



**3. GEOTECNOLOGIAS E SUA APLICAÇÃO NA ANÁLISE DE OBRAS  
HÍDRICAS**

### 3. GEOTECNOLOGIAS E SUA APLICAÇÃO NA ANÁLISE DE OBRAS HÍDRICAS

As Geotecnologias são um conjunto de técnicas que se baseiam na coleta, em processamento de dados e análises com referência espacial. Também conhecida como Geoprocessamento, estas tecnologias são representadas pelos Sistemas de Informação Geográfica - SIG, Cartografia Digital, Sensoriamento Remoto e o Sistema Global de Posicionamento por Satélites.

Para Câmara et al. (2001), esta técnica é composta por modelos matemáticas e computacionais e são utilizadas nos dias de hoje em diferentes áreas, permitindo a integração de dados de diversas fontes a um banco de dados georreferenciados.

O termo *Geoprocessamento* denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de *Sistemas de Informação Geográfica (GIS1)*, permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados geo-referenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos (CÂMARA et al., 2001 p. 1).

Os usos das Geotecnologias é uma importante ferramenta para a gestão, monitoramento e tomada de decisão em relação às obras hídricas (fig. 1).

Em Recursos Hídricos, a aplicação das Geotecnologias pode se dá inicialmente com a aquisição de imagens de satélites e fotografias aéreas georreferenciadas, ou seja, possuindo uma série de coordenadas conhecidas, determinante para o reconhecimento e localização da área de estudo. Depois de tratadas, estas imagens dão suporte para as primeiras escolhas de implantação da obra, no caso de barragens e reservatórios e, no traçado, em relação a adutoras, canais dentre outras obras de caráter linear. Para a construção das bases altimétricas, faz-se necessário a realização de levantamentos topográficos em campo e, em segundo plano, utilizar-se de imagens SRTM<sup>2</sup> e de radar, onde são extraídas informações de altitude e, a partir daí, criarem-se Modelos Digitais de Elevação. O tratamento de imagens e dos dados de levantamento se dá a partir de softwares SIG.

---

<sup>2</sup> A Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) foi uma missão conduzida pela NASA, durante o mês de fevereiro de 2000, com o intuito de realizar um levantamento altimétrico da superfície terrestre.

Figura 1 – Imagem de Satélite utilizada na Identificação de obras de infraestrutura hídrica.



Fonte: Google Earth (2013).

Nakamura e Guidara Júnior (2010) ressaltam a importância de softwares SIG aplicadas a empreendimentos de Engenharia Civil.

Nas fases de planejamento, execução e manutenção, além das ferramentas já citadas, indica-se um software SIG (Sistema de Informação Geográfica), implementado de forma adequada à recuperação de informações necessárias à gestão mais eficiente da obra. A utilização do SIG promove uma visualização mais clara da obra, possibilitando o acesso rápido às informações e análise integrada dos dados (NAKAMURA e GUIDARA JÚNIOR, 2010 p. 105).

A figura 2 mostra a utilização do SIG na elaboração de mapas identificando obras de infraestrutura hídrica, mais especificamente de adutoras, tornando-se um instrumento importante na tomada de decisões.

Figura 2 - Uso de software GIS na identificação de adutoras nas bacias de Ipojuca e Capibaribe, Pernambuco.



Fonte: Sistema Integrado de Recursos Hídricos e Energéticos (2013). Adaptado por Francisco Vilar de Araújo Segundo Neto.

### 3.1. Sensoriamento Remoto

O Sensoriamento Remoto consiste na obtenção de imagens da superfície terrestre, através da captação e da energia refletida ou emitida da superfície terrestre, de maneira remota, ou seja, sem contato direto com a superfície. Baseia-se na interação da energia com a matéria. A obtenção de dados confiáveis de imagens se dá a partir de sensores imageadores que orbitam sobre a Terra, mostrando características físicas, urbanas e ambientais existentes na superfície do planeta.

Estes sensores remotos são de localização, batimetria, cor de objetos, características de absorção e reflexão, umidade, temperatura, textura e rugosidade. A resolução das imagens varia de acordo com o satélite. Os principais satélites imageadores da Terra são: Cbers, IKONOS, LANDSAT, WORLDVIEW, RAPIDEYE, GEOEYE – 1, ALOS, SPOT E QUICKBIRD (fig. 3).

Figura 3 - Representação da forma de imageamento da Terra e seus principais satélites.



Fonte: Processamento Digital (2013).

O SR possui diversas aplicações e é de suma importância no ramo comercial e científico. O SR pode ser aplicado no planejamento e monitoramento de áreas urbanas, na identificação de áreas de risco, no gerenciamento de desastres naturais, no gerenciamento dos recursos hídricos dentre outras aplicações.

### 3.2. O Sistema Global de Posicionamento por Satélite - GNSS

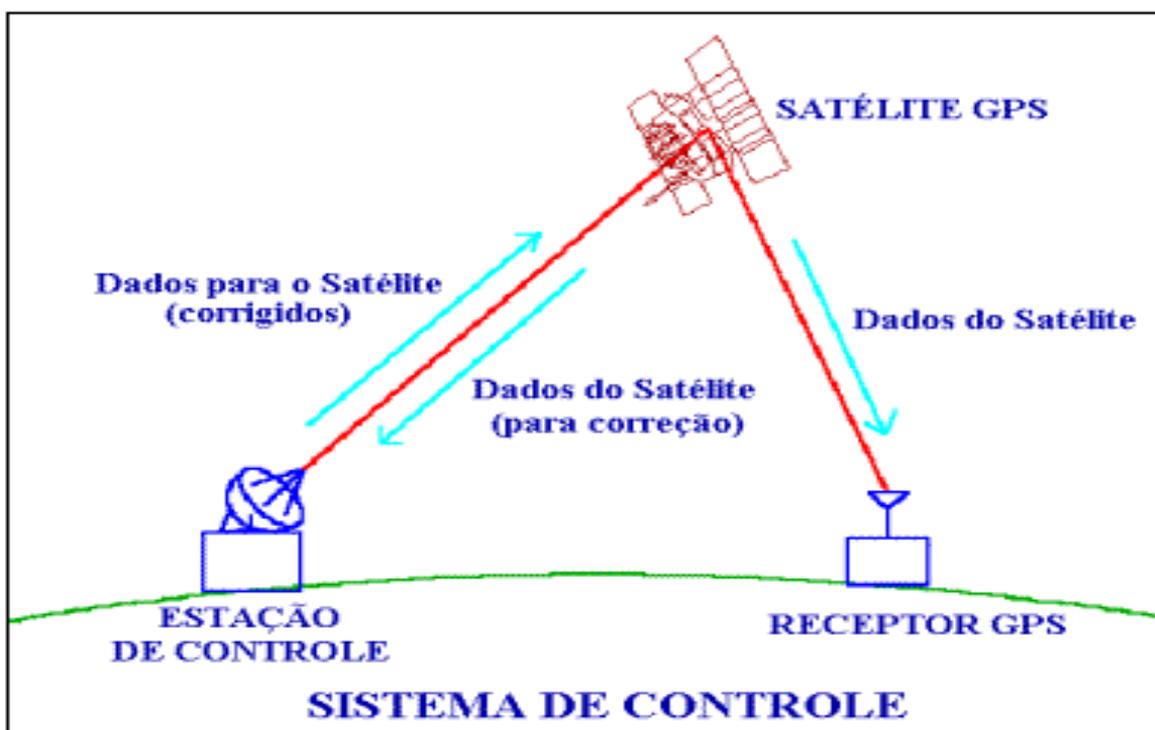
O Sistema Global de Posicionamento por Satélite – GNSS é um sistema de posicionamento geoespacial que é definido por uma constelação de satélites em órbita que determinam o posicionamento e localização do alvo na superfície por meio de receptores GPS em qualquer lugar da Terra. Os satélites GPS transmitem sinais de navegação. Para que haja uma localização com máxima confiabilidade de precisão, é necessário que o receptor capte, no mínimo, o sinal de três satélites da constelação. Atualmente, existem dois sistemas GNSS operando ativamente, são eles: GLONASS (Rússia) e o Navstar GPS (Estados Unidos).

O Sistema GLONASS é um sistema russo de posicionamento de longo alcance global, similar ao sistema GPS, para uso civil e militar. Este sistema foi desenvolvido no final dos anos 70, e inicialmente tinha apenas fins militares. O GLONASS é composto por uma constelação de 24 satélites, divididos em órbitas distintas. A vantagem de se utilizar o sistema GLONASS para o uso civil é que este é capaz de oferecer precisão máxima, diferentemente do sistema americano.

O Navstar GPS é um sistema americano criado no início da década de 70 para fins militares. Devido sua grande importância, na década de 90 este sistema foi liberado para o uso da sociedade. Apesar do sistema GPS não oferecer máxima precisão, este sistema é o mais utilizado para fins acadêmicos, técnicos e de orientação.

O Sistema GPS é composto pelos segmentos Espacial, de Controle e de Usuário, ilustrado na figura 4. O segmento Espacial consiste no sistema de satélites que orbitam a Terra, sob seis órbitas distintas a cerca de 20.200 km de altitude. Este sistema é composto por 24+4 satélites. O segmento de Controle tem como função controlar o sistema de satélites a partir de estações de monitoramento espalhados pelo mundo. O segmento de Usuário é formado pela comunidade de usuários dos aparelhos GPS, onde podem ser usados para navegação, posicionamento, georreferenciamentos, correções geométricas etc..

Figura 4 - Esquema do funcionamento do Sistema de Posicionamento Global.



### 3.3. Sistema de Informação Geográfica

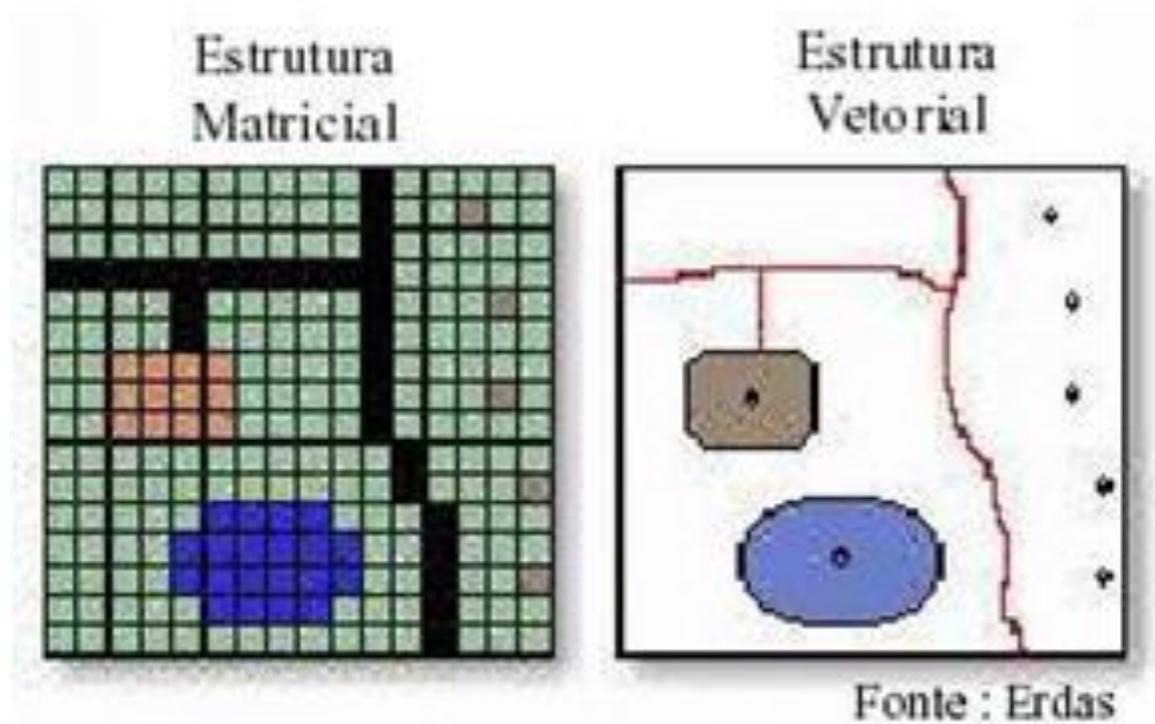
O Sistema de Informação Geográfica, popularmente chamado de SIG, são sistemas computacionais usados para o entendimento dos fatos e fenômenos que ocorrem no espaço geográfico (CARVALHO et. al, 2000). Estes sistemas possuem uma grande capacidade de armazenamento de dados geoespaciais, estruturando-os adequadamente em uma tabela de atributos, fazendo com que as informações sejam facilmente manipuladas.

A tecnologia de SIG integra operações convencionais de bases de dados, como captura, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados, com possibilidades de seleção e busca de informações (Query) e análise estatística, conjuntamente com a possibilidade de visualização e análise geográfica oferecida pelos mapas (CARVALHO et. al, 2000 p. 15).

Os SIG's utilizam-se de dados georreferenciados, ou seja, localizados a partir de coordenadas, além de dados não espaciais, incluindo operações que servem como suporte para análise dos dados espaciais (CALIJURI e LORENTZ, 2003). Os SIG's podem ser aplicados a estudos e análises nas áreas da Geografia, Geologia, Biologia, Agronomia, Hidrologia, Meio Ambiente, Planejamento Urbano, diversas Engenharias entre outras áreas.

A figura 5 mostra que os Sistemas de Informação Geográfica apresentam-se na forma de dois diferentes tipos de arquivos de dados, os raster [matriciais] e os vetoriais. Os arquivos raster são constituídos por pixels que são dispostos e coloridos de maneiras diferentes para formar um padrão, ou seja, a imagem. Os arquivos vetoriais são constituídos por vetores, que são associações matematicamente definidas por pontos, linhas e áreas [polígonos], possui referencias espaciais e tem um alto poder de armazenamento de atributos em tabelas que este, por si só, cria. Cada vetor é uma entidade independente com propriedades como cor, forma, contorno, tamanho e posição na tela, incluídas na sua definição.

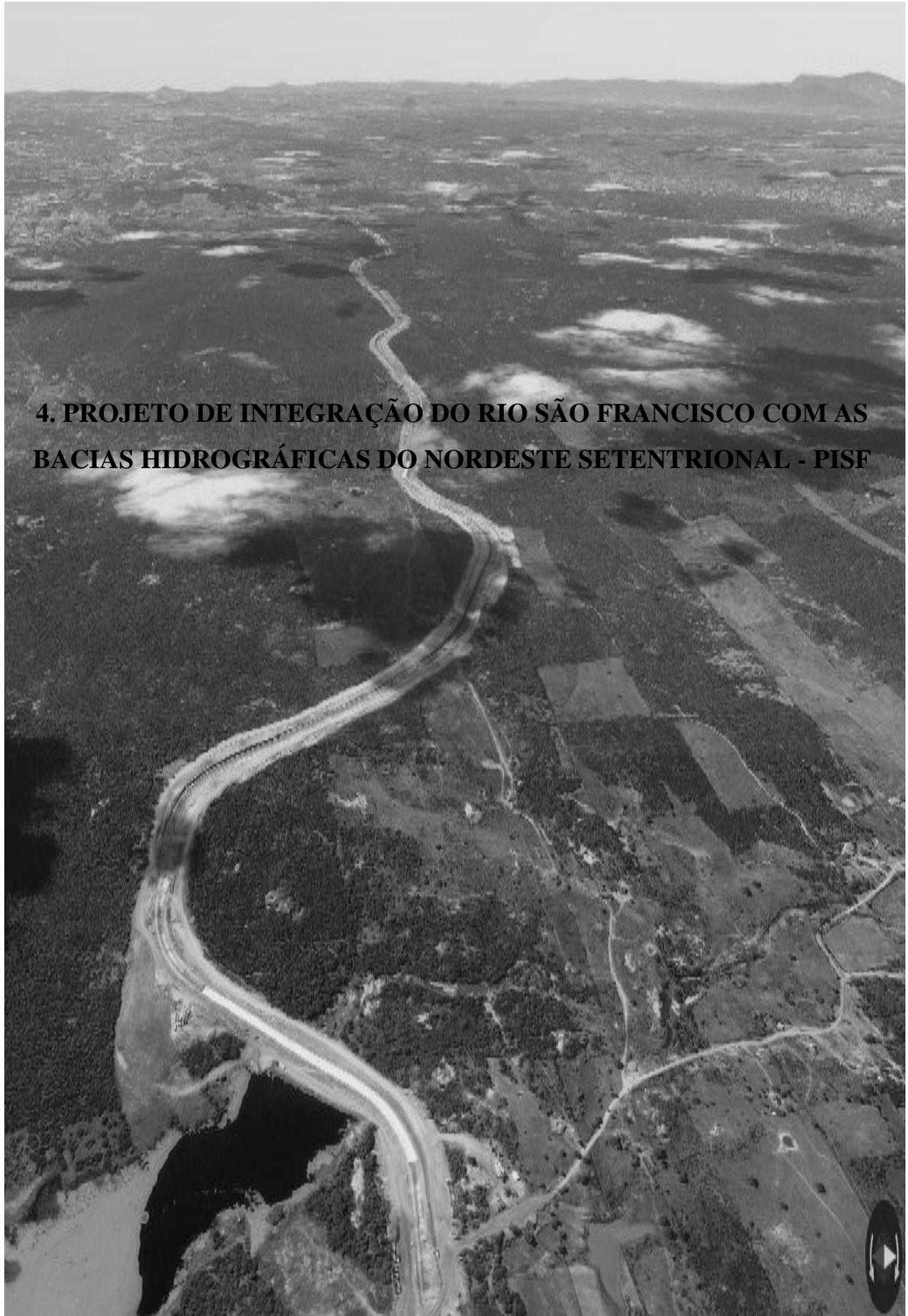
Figura 5 - Estrutura dos dados em ambiente SIG.



Fonte: Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento. LAPIG/UFG (2013).

Os dados de um ambiente SIG podem ser originários de diversas fontes, classificadas genericamente em primárias (levantamento direto no campo ou produtos obtidos por sensores remotos) e secundárias (mapas e estatísticas), que são derivadas das fontes primárias.

Em geral, os SIGs são utilizados como ferramenta de análise espacial, na modelagem e simulação de cenários, como subsídio à elaboração de alternativas para a decisão da política de uso e ocupação do solo, ordenamento territorial, equipamentos urbanos e monitoramento ambiental, entre outras aplicações complexas, que envolvem diferentes componentes dinâmicos (MOTA, 1999).



## **4. PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM AS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL - PISF**

### **4.1. Aspectos gerais do PISF**

Tentar amenizar o problema das secas do Nordeste é uma questão que vem sendo tratado desde os tempos do Brasil colonial. As primeiras soluções científicas para combater o problema só foram propostas a partir do ano de 1859. Segundo o Relatório de Impactos Ambientais do PISF (BRASIL, 2004), uma missão com o intuito de reconhecer o norte do Nordeste foi realizada pelo Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro - IHGB, no ano de 1859, contando com a participação de diversos profissionais das áreas de Meio Ambiente. A partir daí foi elaborado um trabalho que enfatizou a necessidade de melhorar as estruturas de transporte e armazenamento de água, propondo a construção de 30 açudes e de um sistema que levasse água do São Francisco para o rio Jaguaribe, no interior do Ceará (BRASIL, 2004).

Em 1913 foi elaborado o primeiro mapa que mostrava um canal interligando o rio São Francisco até o rio Jaguaribe. Este mapa foi criado por técnicos do IOCS - Inspetoria de Obras Contra as Secas, que tinha sido criado em 1909. Ao longo da história, foram instituídos órgãos para lidar com a problemática da seca no Nordeste. O IOCS foi o primeiro a tentar lidar com a problemática da seca. Em 1919 foi criado a Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas - IFOCS. Anos após, o IFOCS foi substituído pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS. O DNOCS construiu açudes, estradas, pontes, portos, ferrovias, hospitais e campos de pouso, implantou redes de energia elétrica e telegráficas, usinas hidrelétricas e foi, até a criação da SUDENE, o responsável único pelo socorro às populações flageladas pelas cíclicas secas que assolam a região (DNOCS, 2013). Dentre as alternativas criadas pelo DNOCS e SUDENE, a mais comum e mais importante delas foi à política da açudagem no Nordeste. Os resultados obtidos foram significativos, entretanto a gestão foi ineficiente, o que acarretou na persistência dos problemas com escassez desta região.

Pensar em Integração era uma idéia até a década de 80 considerada inviável, pois técnicos e estudiosos relatavam que não havia energia elétrica suficiente para que as bombas transportassem água (BRASIL, 2004).

A partir de estudos mais aprofundados e com as tecnologias disponíveis, nas últimas duas décadas, estas possibilidades tornaram-se concretas. Nos anos 2000 o Projeto de Integração do rio São Francisco passa a ser uma realidade bem mais presente e a ser objeto de

discussões, tornando-se um tema muito polêmico, deixando técnicos, intelectuais, partidos, igrejas, governos estaduais, movimento social e a população de uma maneira geral com opiniões divididas.

O Projeto de Integração do rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional – PISF é uma grande obra de aporte hídrico, que tem por objetivo “proposto” assegurar a demanda de água para a região que mais sofre com a irregularidade das chuvas e com prolongados períodos de escassez. Esta demanda será assegurada com a oferta das águas do rio São Francisco para rios e açudes do Nordeste brasileiro. O principal alvo deste projeto, que é um empreendimento do Governo Federal sob responsabilidade do Ministério da Integração Nacional, são as regiões do semiárido, o Agreste de Pernambuco e da Paraíba e a região metropolitana de Fortaleza, localizados no Polígono das Secas. O fornecimento destas águas será para o consumo humano e animal, para a irrigação e para criação de peixes.

Este projeto está dividido em dois grandes eixos: o Eixo Norte e o Eixo Leste (fig. 6), que são compostos por canais em “V”, estações de bombeamento de água, reservatórios e usinas hidrelétricas para auto-suprimento. Revestidos de concreto, esses canais terão um percurso total de 720 km. Além destes canais, serão necessários casas de bomba, túneis, aquedutos e pequenos reservatórios ao longo do percurso para poder levar uma parte da água do rio São Francisco aos grandes reservatórios existentes ou as calhas de alguns rios da região para que sejam conduzidas ao seu destino final (BRASIL, 2004).

Figura 6- Localização dos Eixos do Projeto de Integração do rio São Francisco.

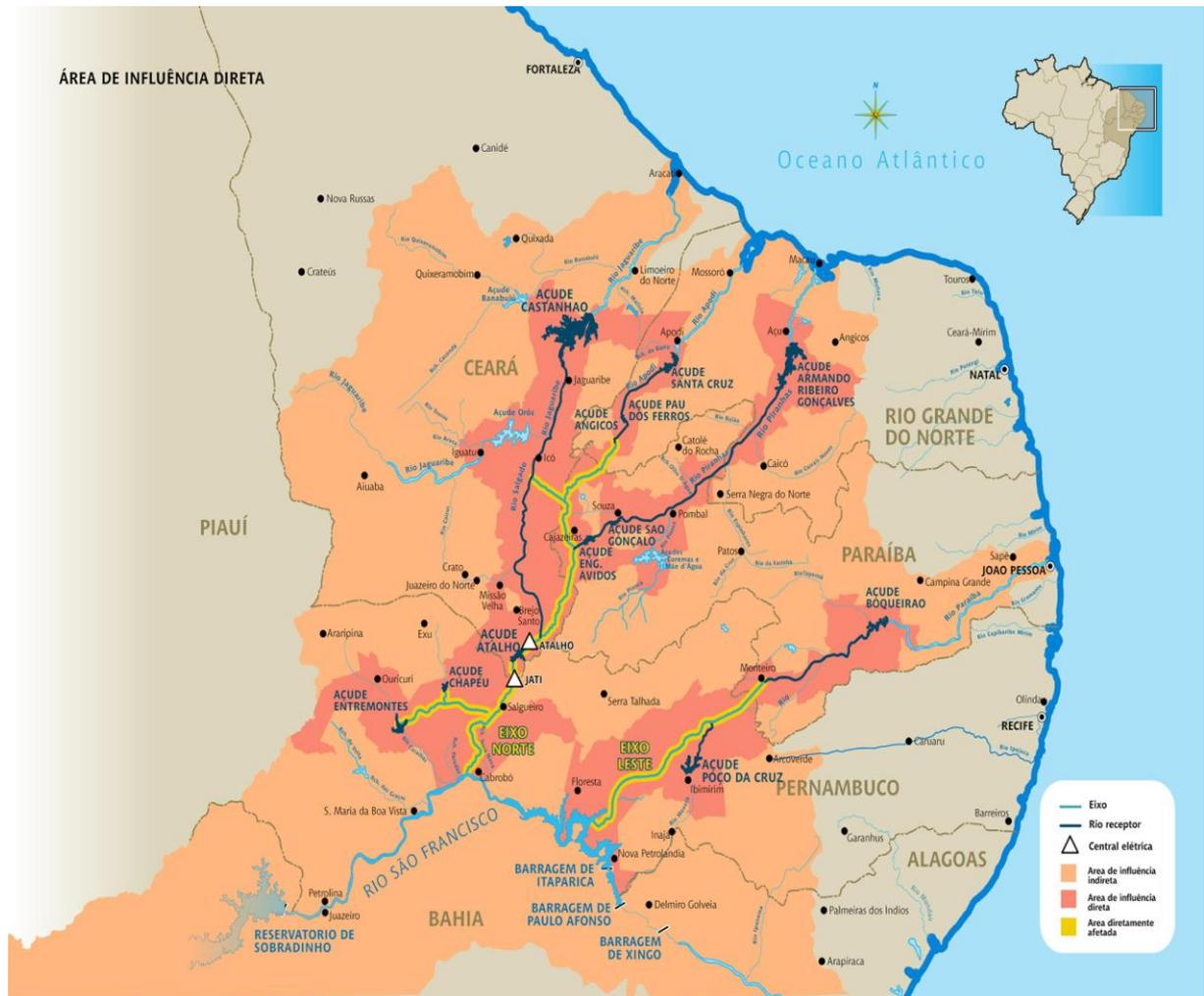


Fonte: BRASIL (2004).

Para a execução da obra, foram delimitadas áreas que serão afetadas pelo PISF. Estas áreas foram definidas em três unidades, sendo: Área de Influência Direta – AID, Área de Influência Indireta – AII e, Área Diretamente Afetada – ADA (fig. 7).

A AID do PISF compreende a área dos municípios por onde os dois Eixos vão atravessar. A área total da AID é de 67.000 km<sup>2</sup>, onde são somados os limites de 86 municípios. Na AID ocorrem as mudanças ambientais decorrentes da obra, mais precisamente no entorno dos canais. Já na AII ocorrem efeitos indiretos a partir deste empreendimento. A AII possui uma área total de 787.000 km<sup>2</sup>, onde 212.453 km<sup>2</sup> correspondem às bacias receptoras das águas transpostas. A ADA foi definida como uma faixa de 5km de largura para cada lado ao longo das estruturas do Projeto, onde há contatos diretos entre as estruturas físicas da obra e a região onde estes serão implantados (NOGUEIRA et. al., 2007). A ADA compreende uma área de 7.750 km<sup>2</sup> onde serão efetuadas as principais intervenções para o transporte da água, como construção dos canais, estações de bombeamento, reservatórios etc..

Figura 7 - Áreas de influência dos Eixos do PISF.

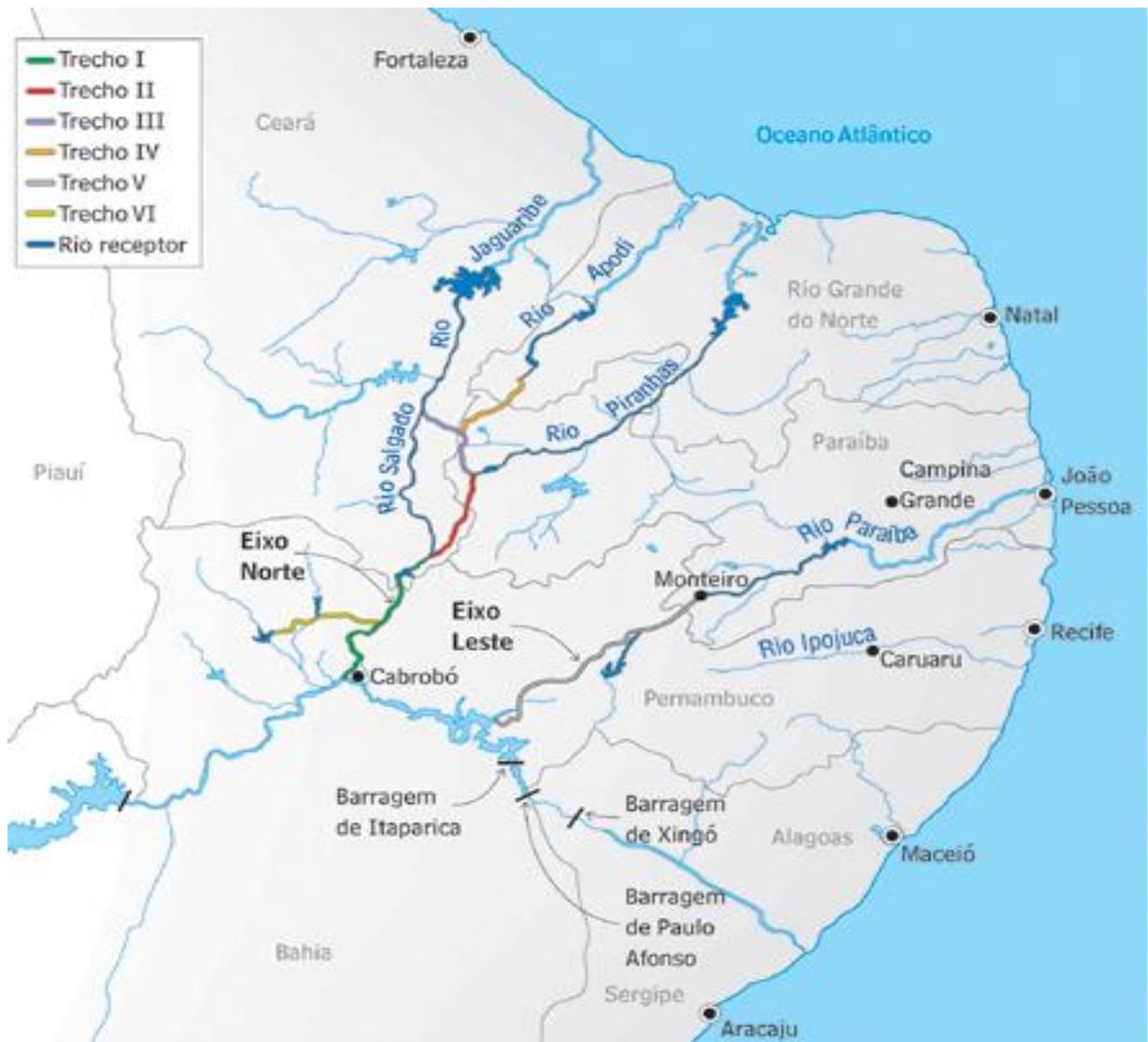


Fonte: BRASIL (2004).

As Bacias Hidrográficas que serão receptoras das águas do São Francisco são: Jaguaribe - CE, Apodi - RN e Piranhas-Açu - PB/RN, no Eixo Norte e; Paraíba - PB no Eixo Leste, além das bacias do Moxotó e Brígida - PE que são sub-bacias do São Francisco. Com a obra, espera-se que seja assegurada a oferta de água para importantes municípios destas regiões, como Campina Grande, Caruaru, Mossoró e Fortaleza.

Quanto ao seu traçado, foi escolhido o melhor para que pudessem ser atendidos os quesitos técnicos, econômicos e ambientais, saindo assim, mais viável economicamente. Este projeto é subdividido em seis diferentes trechos, sendo cinco no Eixo Norte - I, II, III, IV e VI e, um no Eixo Leste - V (fig. 8).

Figura 8 - Divisão dos trechos dos dois Eixos do PISF.



Fonte: BRASIL (2004).

#### 4.2. Eixo Norte do PISF

O Eixo Norte do PISF captará as águas transpostas do rio São Francisco após o lago de Sobradinho, mais precisamente no município de Cabrobó, Sertão de Pernambuco. O percurso deste Eixo é de cerca de 400 km, conduzindo água aos rios Brígida – PE, Salgado e Jaguaribe – CE, Piranhas-Açu – PB e RN e, Apodi – RN (CASTRO, 2011). Este Eixo apresenta um desnível de 165m.

Este Eixo é composto por quatro estações de bombeamento, 22 aquedutos, seis túneis e vinte e seis reservatórios de pequeno porte, estando previstas duas pequenas centrais

hidrelétricas junto aos reservatórios de Jati e Atalho, no Ceará, com respectivamente, 40MW w 12 MW de capacidade.

O Eixo Norte foi projetado para operar com vazão máxima, em seu trecho inicial, de 99 m<sup>3</sup>/s e uma vazão contínua de 16,4 m<sup>3</sup>/s, destinado para o consumo humano. O Eixo Norte esta dividido em cinco trechos - I, II, III, IV e VI. A população atendida por este Eixo, segundo o Governo Federal, será de aproximadamente 7,1 milhões de habitantes.

Segundo BRITO (2013, p. 161), os volumes excedentes para as bacias anteriormente citadas, serão armazenadas estrategicamente, para garantir segurança hídrica, nos açudes de Castanhão e Atalho – CE, Armando Ribeiro Gonçalves, Santa Cruz e Pau dos Ferros – RN, Engenheiro Ávidos e São Gonçalo – PB.

#### **4.3. Eixo Leste do PISF**

O Eixo Leste do PISF iniciasse no ponto de captação localizado no reservatório de Itaparica, município de Floresta - PE. Com desnível de 304 m ao longo do trecho, as águas do São Francisco percorrerão, ao todo, 220 km até o rio Paraíba, ilustrada no mapa 2, após deixar parte da vazão para as bacias do Moxotó, Pajeú e parte do Agreste pernambucano. Sua vazão está estimada para 28 m<sup>3</sup>/s, em seu máximo, mas trabalhará com vazão contínua de 10 m<sup>3</sup>/s. Os Canais deste Eixo medem vinte e cinco metros de largura por cinco metros de profundidade, como mostra a fotografia 1.



Esse Eixo levará as águas do São Francisco para o rio Paraíba, que será responsável pela manutenção dos níveis do açude Epitácio Pessoa – Boqueirão e Acauã. O Eixo Leste, também chamado de Trecho V será composto por cinco estações de bombeamento, cinco aquedutos, dois túneis e nove reservatórios de pequeno porte, como mostra a figura 9 (BRASIL, 2004).

Figura 9 - Esquema do Trecho V do PISF.



Fonte: BRASIL (2004).

Grandes reservatórios como Entremontes, Chapéu e Poço da Cruz – PE, Epitácio Pessoa (Boqueirão) e o Argemiro de Figueiredo (Acauã) – PB são estratégicos no tocante ao recebimento dos volumes excedentes das águas transpostas em seu Eixo Leste.

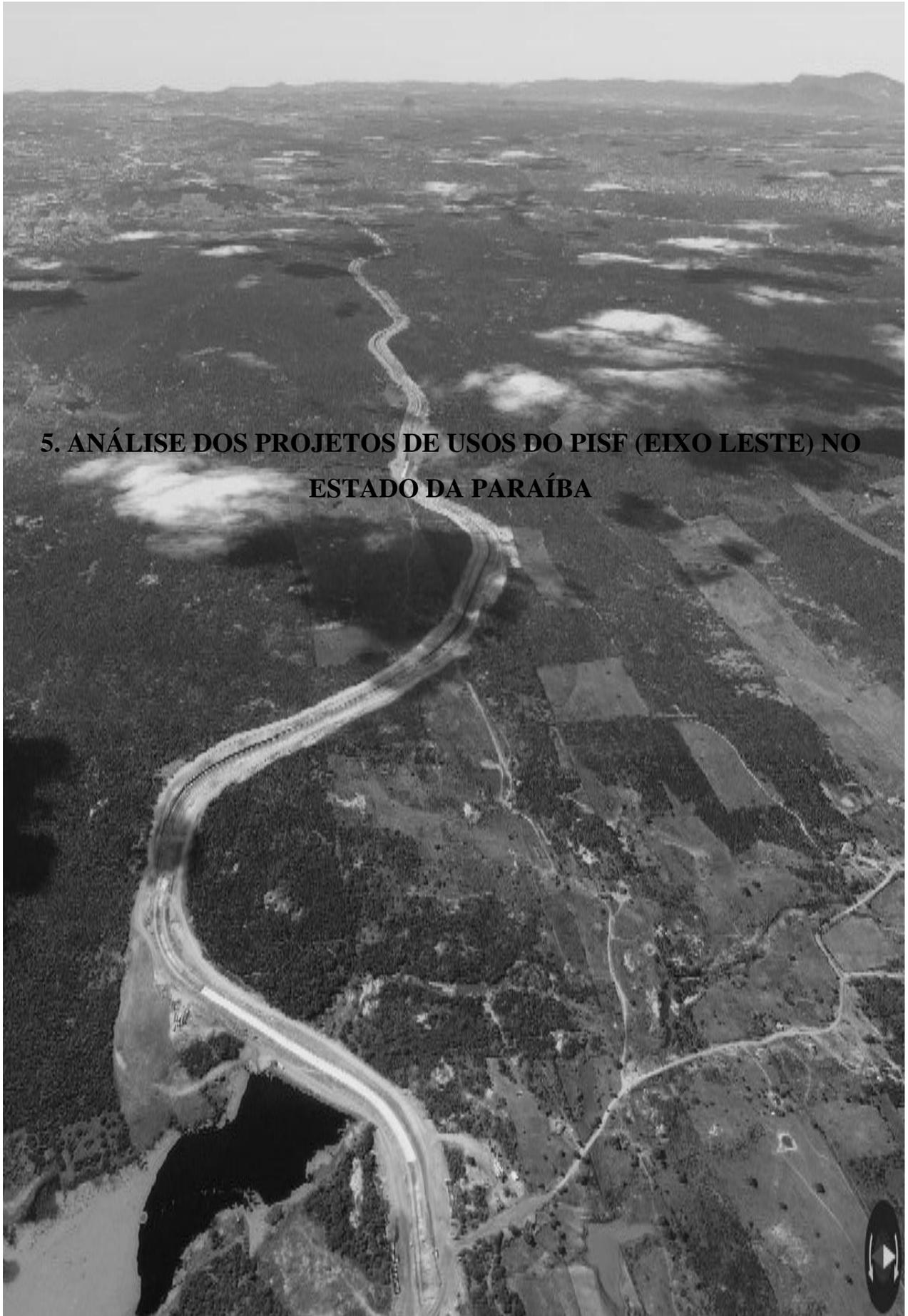
Brito (2013) denota que o Eixo Leste não existia nas primeiras versões do PISF, e que apenas nos anos 2000 o Ministério da Integração Nacional – MI apresentou um primeiro projeto. Tal proposta de criação do Eixo Leste se deu após o grande colapso hídrico no tocante ao abastecimento de Campina Grande, principal cidade do interior do Nordeste e importante centro industrial, entre os anos de 1998-99.

(...) “um dos motivos que contribuíram para inserção do Eixo Leste do PISF foi o risco de colapso no sistema de abastecimento de água de Campina Grande entre os anos de 1998-1999, período em que o açude Eptácio Pessoa enfrentou uma grande crise de aporte hídrico e pela primeira vez na história ocorreu uma ameaça eminente de abastecimento urbano de água provido pelos sistemas adutores.” (BRITO, 2013 p. 234)

Durante estes anos, o açude Boqueirão chegou ao seu nível mais crítico, chegando a ter apenas 14,9% de sua capacidade total (BRITO, 2013). Neste biênio houveram diversos conflitos pelo uso e acesso a água deste reservatório.

Quando as águas transpostas do São Francisco chegarem à Paraíba em seu Eixo Leste, parte do rio Paraíba, que está localizado na região semiárida, será perenizada e os reservatórios existentes no curso do rio, terão seus níveis estabilizados, podendo garantir o abastecimento dos municípios atendidos por estes reservatórios.

Os usos das águas do São Francisco serão distribuídos, segundo o MI, de acordo com a necessidade de consumo e da disponibilidade dos reservatórios por onde os canais passam, para que não haja enchentes e perdas de água por evaporação. É preciso ter o controle do nível dos reservatórios receptores para que seja garantida água durante prolongados períodos de seca, evitando perdas em grandes quantidades. Assim sendo, os reservatórios não precisarão ficar tão cheios para haver o suprimento de água. Contudo, essa proposta pode não atender, de fato, os anseios das populações que sofrem com a escassez.



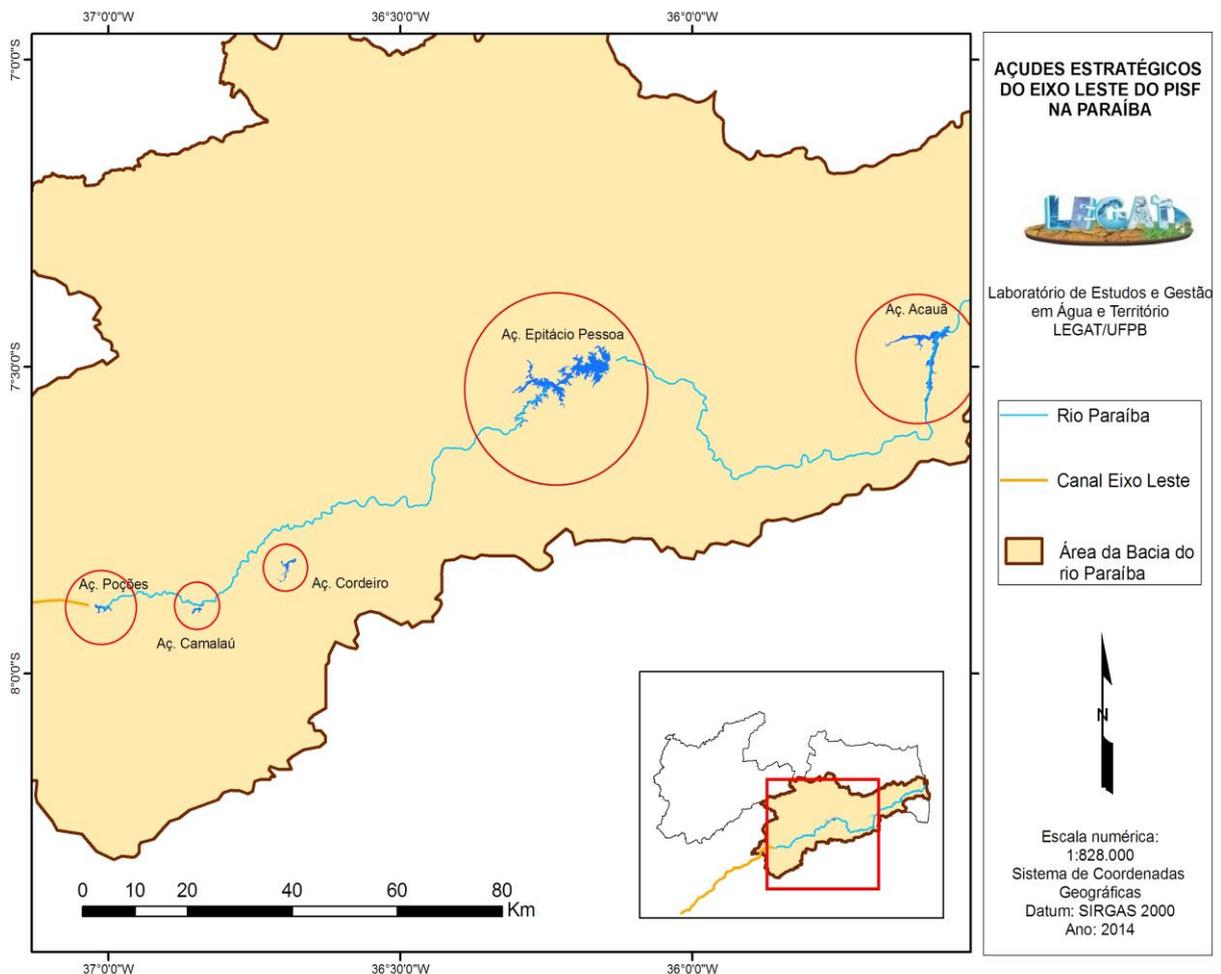
**5. ANÁLISE DOS PROJETOS DE USOS DO PISF (EIXO LESTE) NO  
ESTADO DA PARAÍBA**

## 5. ANÁLISE DOS PROJETOS DE USOS DO PISF (EIXO LESTE) NO ESTADO DA PARAÍBA

### 5.1. Eixo Leste do PISF na Paraíba

O Eixo Leste do PISF terá sua entrada, no Estado da Paraíba, a partir da bacia hidrográfica do rio Paraíba, com o objetivo de perenizar este rio, de modo a dar segurança hídrica aos açudes existentes ao longo de seu curso. O mapa 3 mostra os açudes estratégicos deste Eixo na Paraíba, os quais são: Poções, Camalaú, Epitácio Pessoa (Boqueirão) e Argemiro de Figueiredo (Acauã).

Mapa 3 - Mapa de localização dos açudes estratégicos da bacia do rio Paraíba.



Fonte de dados: AESA/PB. Elaboração: Francisco Vilar de Araújo Segundo Neto.

Estão sendo previstas várias obras no que tange a preparação para o recebimento das águas do São Francisco, dentre elas a construção de adutoras, coleta de resíduos sólidos e um plano de combate à desertificação são ações previstas pelo Governo. Para o Ministério da Integração Nacional, 127 municípios da Paraíba serão beneficiados pela Transposição, em

ambos os Eixos, refletindo no melhoramento da qualidade de vida de mais de 2 milhões de pessoas. Este projeto tem por objetivo garantir à segurança hídrica as regiões do Cariri e Agreste paraibano. Porém, a realidade que está sendo desenhada e construída não é bem esta.

As obras do PISF, em seu Eixo Leste, no Estado da Paraíba são de ordem secundária e são de responsabilidade do Governo estadual. O primeiro projeto feito pela AESA para os usos do PISF foi apresentado em 2006. Com a cassação do então governador na época, o projeto foi alterado neste mesmo ano. Em 2010, com mais uma mudança de governo, novamente houve mudanças no projeto dos usos do PISF. A mais recente das propostas apresentadas é de 2011, sendo atualizada no ano de 2013. Com essas mudanças no tocante aos projetos, fica claro que há uma política de interesses e que estes estão acima da carência hídrica que existe no Estado.

A análise feita dos diversos documentos técnicos do PISF e seus projetos complementares, inclusive de projetos de canais e adutoras apresentados pela AESA, prevê a utilização das águas do São Francisco, em primeiro plano, na região litorânea, onde está sendo construído o Canal Acauã-Araçagi das Vertentes Litorâneas, maior obra hídrica no âmbito interno do Estado da Paraíba.

Existe um segundo plano de aproveitamento nas quais as águas do São Francisco serão distribuídas por um conjunto de adutoras que já existem, em parte, e que poderão ser ampliadas e interligadas, fornecendo água para municípios do Cariri e Agreste paraibano, porém neste caso ainda não existe qualquer previsão orçamentária nem financeira. Neste plano de aproveitamento, as águas do rio São Francisco chegarão à Paraíba, em seu Eixo Leste, pelo município de Monteiro e seguirá até o açude de Sumé onde se estenderá e constituirá o Sistema de Adutoras do Cariri.

Iniciaremos as discussões sobre os projetos de usos do PISF no Estado da Paraíba com o sistema de adutoras (existentes, projetadas e em execução) para o abastecimento das mesorregiões do Agreste e Borborema paraibano, ligadas diretamente ao rio Paraíba e aos reservatórios existentes ao longo do curso deste rio. Em seguida, discutiremos sobre o Canal Acauã-Araçagi das Vertentes Litorâneas, onde daremos maior ênfase por ser, até o momento, a única obra em execução para o recebimento das águas transpostas.

## 5.2. Sistema de Adutoras

### 5.2.1. Sistema de Adutoras Existentes e em Construção

Antes de iniciarmos a discussão sobre o sistema de adutoras, vamos entender o que é este empreendimento de engenharia. Adutoras são canalizações de sistemas de abastecimento que se destinam a conduzir água de unidades (reservatório) até uma rede distribuidora, que é popularmente chamada de caixas d'água. As adutoras interligam reservatórios, estações de tratamento e redes de distribuição, geralmente na sequência indicada. São canalizações de importância vital para o abastecimento de cidades, ou áreas urbanizadas. No Estado da Paraíba, a AESA é responsável pelos projetos de obras de infraestrutura hídrica e a Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba – CAGEPA é responsável pela captação, adução, tratamento, distribuição das águas e manutenção destas obras hídricas.

De acordo com as informações postadas no site da AESA, no quadro geral que envolve a região diretamente conectada ao rio Paraíba e aos seus reservatórios, existem seis adutoras. Entretanto, não se pode confirmar se as mesmas estão operando ativamente, como o visto no projeto. As adutoras são: Adutora do Congo, Cariri, Boqueirão, Acauã (Leste e Oeste) e São Salvador.

A adutora do Congo tem sua fonte de captação o açude Cordeiro, no município do Congo, abastecendo as cidades do Congo, Monteiro, Prata, Ouro Velho, Amparo, Sumé, São José dos Cordeiros, Livramento, São João do Cariri, Parari, Gurjão, Serra Branca e o distrito de Santa Luzia do Cariri. Nesta adutora existem duas ramificações que estão em fase de conclusão, que abastecerão Coxixola e Santo André. A adutora do Cariri capta água do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão), e abastecem as cidades de Cabaceiras, Boa Vista, Soledade, Juazeirinho, Seridó, São Vicente do Seridó (distrito de Seridó), Cubati, Olivedos, Sossego e Pedra Lavrada. A adutora de Boqueirão tem sua fonte de captação no açude Epitácio Pessoa abastecendo as cidades de Boqueirão, Barra de Santana, Caturité, Queimadas e Campina Grande. O sistema adutor de Acauã, Leste e Oeste, tem sua fonte de captação no açude Argemiro de Figueiredo (Acauã). O eixo Oeste abastece as cidades de Itatuba, Ingá e Juarez Távora. O eixo Leste deste sistema adutor abastece as cidades de Salgado de São Félix, Mogeiro, Itabaiana, Juripiranga, Pilar e São Miguel de Taipú. A adutora São Salvador tem seu ponto de captação no açude São Salvador abastecendo os municípios de Sapé, Sobrado, Mari, Caldas Brandão, Cajá (distrito de Caldas Brandão), Gurinhém e Mulungu.

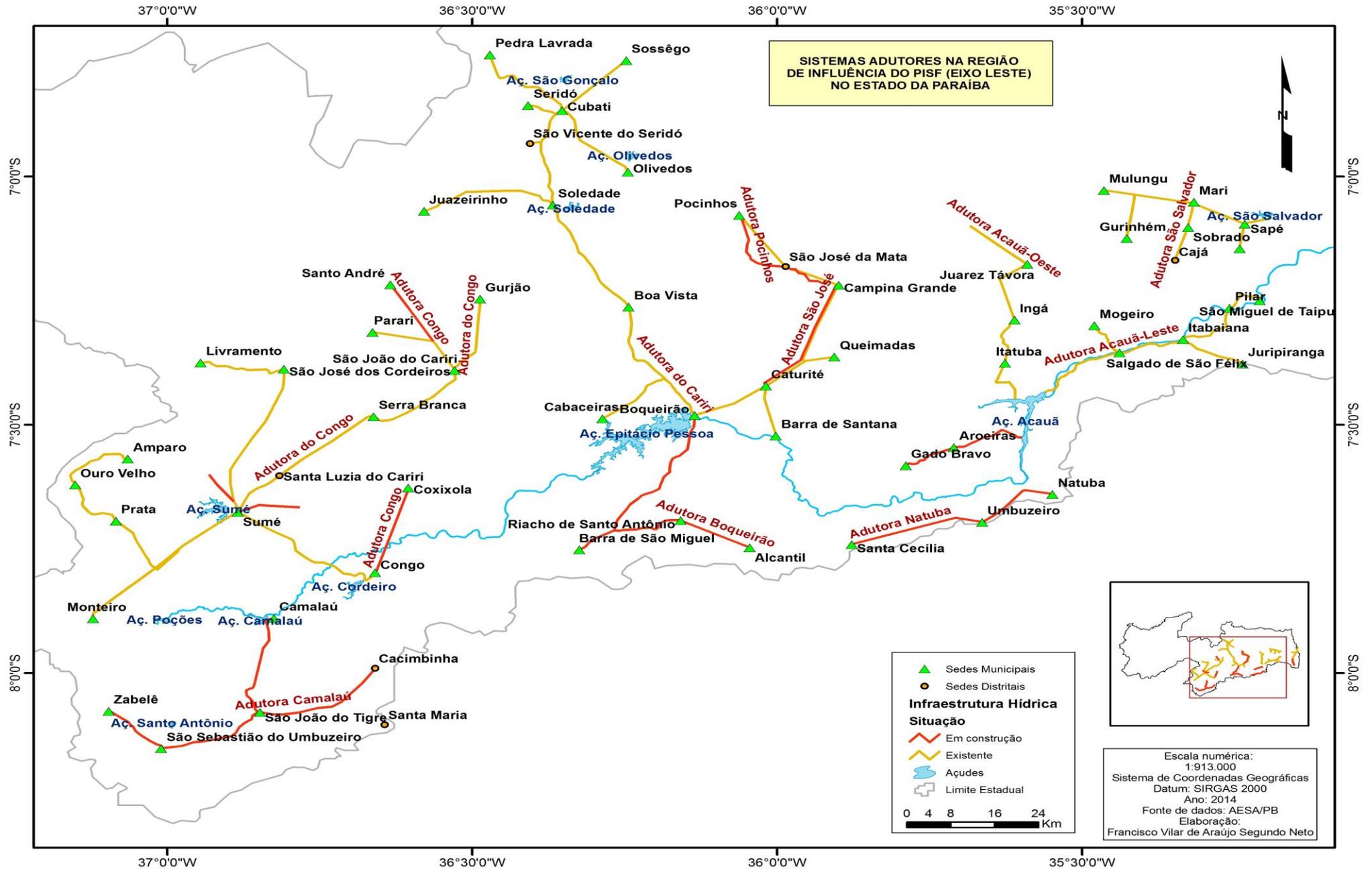
Apesar de está inserido na bacia do rio Paraíba, o município de João Pessoa e sua região metropolitana são abastecidos por uma adutora que capta água do reservatório Abiaí, localizado na bacia do rio Gramame, bacia esta que está fora da conjuntura do PISF.

Para juntar-se a este sistema de adutoras, estão sendo construídas seis novas adutoras, sendo elas: Aroeiras-Gado Bravo, Boqueirão (2<sup>a</sup> etapa), Camalaú, Natuba, Pocinhos e São José. A adutora Aroeiras-Gado Bravo terá seu ponto de captação no açude de Acauã e abastecerá as cidades de Aroeiras e Gado Bravo, além dos povoados de Riachão, Boa Vista e Novo Pedro Velho. A segunda etapa da adutora de Boqueirão abastecerá as cidades de Alcantil, Barra de São Miguel e Riacho de Santo Antônio. O sistema adutor de Camalaú terá sua fonte de captação no açude Camalaú e abastecerá as cidades de Camalaú, Zabelê, São Sebastião do Umbuzeiro, São João do Tigre e Cacimbinha (distrito de São João do Tigre). A adutora de Natuba captará água do açude Natuba e abastecerá as cidades de Natuba, Umbuzeiro e Santa Cecília. A adutora de Pocinhos levará água para o distrito de São José da Mata (distrito de Campina Grande) e a cidade de Pocinhos, a partir de uma estação de tratamento em Campina Grande. A adutora São José vai levar água da estação de Gravatá, em Queimadas, para o reservatório Santa Rosa, em Campina Grande, assegurando a oferta hídrica para o pólo industrial deste município.

Desta forma, com a conclusão destas obras, somadas as que já existem e que estão operando, este sistema de adutoras atenderão, juntas, uma população estimada de mais de 665 mil habitantes, referentes às populações das sedes municipais. No entanto, as populações destes municípios, zona urbana e rural, que são atendidos por estas adutoras, chegam a mais de 948 mil habitantes. Sendo assim, uma população de mais ou menos 283 mil habitantes, que vivem em regiões dispersas da zona rural destes municípios ficarão aquém deste sistema de infraestrutura hídrica. Os dados referentes às populações dos municípios e as populações residentes nas sedes municipais são oriundos do Censo 2010 do IBGE. Estes dados de populações beneficiadas são baseados nas populações residentes nas sedes urbanas de cada município beneficiado. Estima-se que a população atendida e não atendida por este sistema de adutoras (existentes e em construção) não corresponde exatamente a estes valores, pois se sabe que existem distritos e povoados que também serão beneficiados por este sistema, mas devido à ausência dos dados referentes à população dos mesmos, ficou impossível dar exatidão a estes dados.

Ao todo, serão beneficiadas populações de 57 municípios, sendo que, 43 já estão sendo atendidos, em muitos casos de forma precária, e 14 serão atendidas com a conclusão das obras. Além das populações das sedes municipais, serão beneficiados ao todo, 7 distritos e 3 povoados. A seguir, será apresentado um mapa da distribuição espacial das obras hídricas existentes, diretamente ligadas ao rio Paraíba (mapa 4).

Mapa 4 - Mapa da distribuição espacial dos sistemas adutores.



Este sistema de adutoras, até então, é a única garantia para o abastecimento de água a partir do PISF para a região. Todas estas adutoras terão como ponto de captação reservatórios localizados no curso do rio Paraíba ou na sua bacia, que será perenizado com as águas transpostas do rio São Francisco. Apesar de garantir água para grande parte da população, o PISF não beneficiará totalmente as populações desta região que é considerada a mais seca do país.

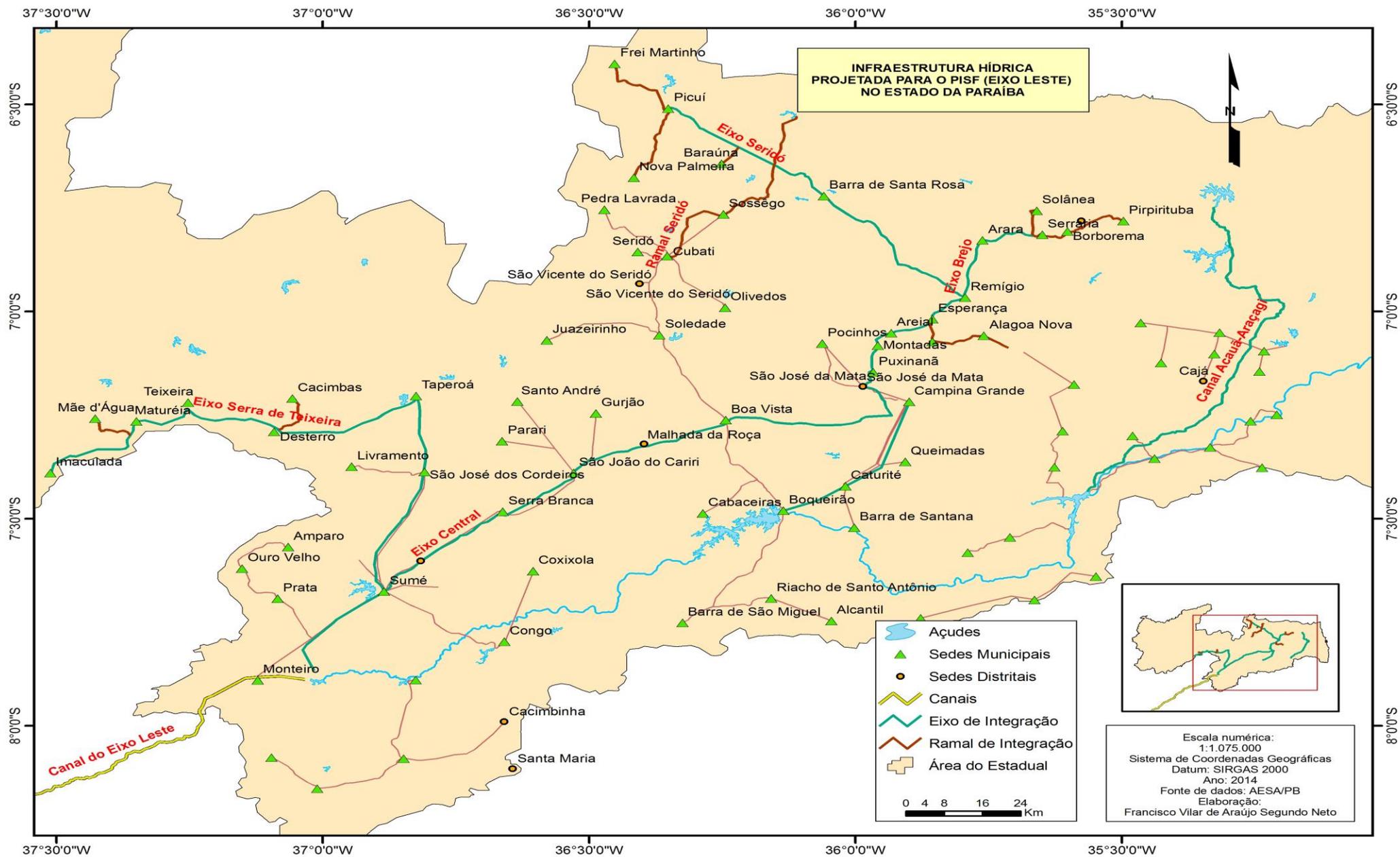
### **5.2.2. Sistema de Adutoras Projetadas para o PISF**

Este plano envolve a distribuição das águas do São Francisco por um sistema de adutoras, em parte, já existentes, em construção e por outras que estão sendo projetadas. Na proposta atual do projeto, as águas transpostas chegarão ao açude de Poções, onde segue para o açude de Sumé e se estende por municípios do Agreste, Cariri e Brejo paraibano. Este projeto, que ainda está em fase de estudos, prevê ampliação das adutoras por meio de ramais e roteiros da Integração, que será dividido por quatro Eixos que farão a distribuição destas águas. São eles: o Eixo Central, Eixo Serra do Teixeira, Eixo Brejo e, Eixo Seridó. Os ramais deste projeto são: Ramal Cacimbas, ramal Mãe D'água, ramal Brejo (constituído por três segmentos), e o ramal Seridó (mapa 5).

O Eixo Central iniciará no açude Poções, em Monteiro, até o município de Remígio. Este Eixo terá uma derivação que levará água do açude de Boqueirão até Campina Grande. O Eixo Serra do Teixeira parte de Taperoá e segue até o município de Imaculada. A partir de Remígio tem início os Eixos Seridó, onde segue até o município de Frei Martinho e, o Eixo Brejo, que se estende até o município de Pirpirituba.

Se de fato o que está proposto acontecer, este projeto atenderá, junto ao sistema de adutoras existentes e em construção, populações de 80 municípios e 10 distritos. Se considerarmos que este projeto irá beneficiar as áreas urbanas dos municípios, ou seja, as sedes municipais estima-se que a população total beneficiada com tal projeto seja de mais de 822 mil habitantes, sendo que a população geral destes municípios somados é de aproximadamente 1,2 milhões de habitantes.

Mapa 5 - Mapa da Infraestrutura hídrica projetada para o PISF, Eixo Leste.



### 5.3. Canal Acauã-Araçagi das Vertentes Litorâneas

Em 15 de outubro de 2012, o Governador da Paraíba, Ricardo Coutinho, e o Ministro da Integração Nacional, Fernando Bezerra Coelho, assinaram a ordem de serviço para o início das obras do Canal Acauã-Araçagi das Vertentes Litorâneas. A solenidade ocorreu no canteiro de obras, localizado às margens da PB-066 entre os municípios de Itabaiana e Mogeiro. O Projeto foi desenvolvido pelo Consórcio RCA Engenharia e Desenvolvimento LTDA e ARCO Projetos e Construções LTDA.

O Canal Acauã-Araçagi será uma das maiores e mais importantes obras hídricas já realizadas na Paraíba, configurando-se como a porta de entrada para a utilização das águas do rio São Francisco em seu Eixo Leste. Orçada em 933 milhões de reais, esta obra é a de maior gasto por parte do Ministério da Integração, através do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC II. Do total investido, 90% são oriundos do PAC II e 10% oriundos do Governo do Estado (fotografia 2).

Fotografia 2 - Placa referente a obra do Canal Acauã-Araçagi na BR-230.



Fonte: Trabalho de campo, 28 de novembro de 2013. Acervo: Francisco Vilar de Araújo Segundo Neto.

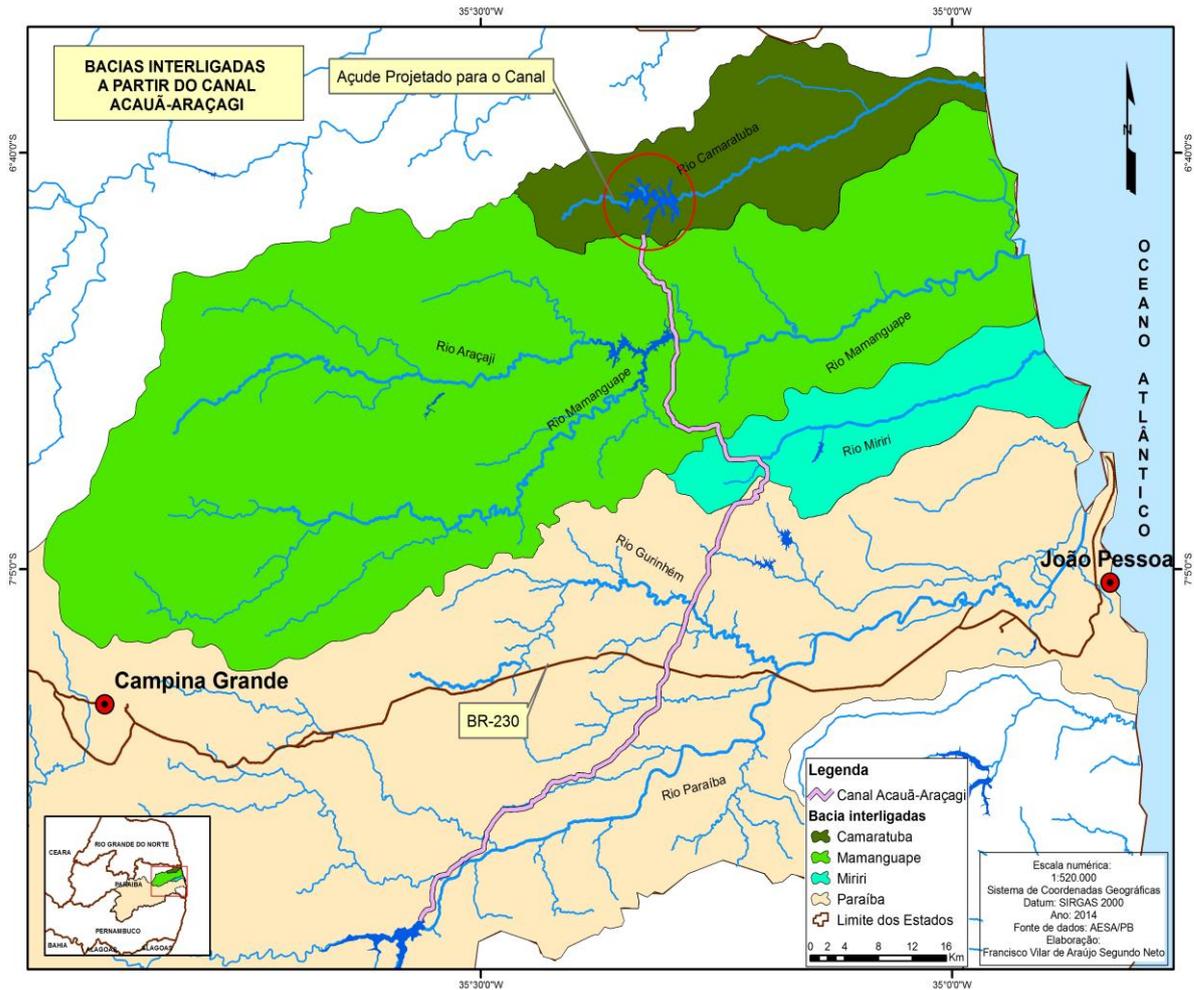
Ao todo, cerca de 16 mil hectares de terras agricultáveis serão beneficiadas, garantindo, segundo o Governo, o abastecimento de água para 38 municípios, atingindo cerca de 590 mil pessoas e possibilitando ainda mais o crescimento do setor do agronegócio, que é muito forte na região. Alguns documentos e discursos oficiais preveem que esta obra irá garantir o desenvolvimento da agricultura familiar, além da geração de emprego no meio rural e, conseqüentemente, melhorando a qualidade de vida da população.

O Eixo de Integração, como também é conhecido, visa o atendimento da região que denominamos de Planície Costeira Interior, pois se trata de uma faixa de terra com tabuleiros planos, posicionados entre as cotas 80 e 110, e situados por trás da zona costeira do Estado.

O Canal Acauã-Araçagi vai integrar algumas das principais bacias hidrográficas da Vertente Litorânea, como forma de aproveitamento das águas do São Francisco. Sendo assim, o suprimento de água será garantido para os municípios da Planície Costeira Interior. O principal objetivo a ser alcançado com esta obra é a sustentabilidade hídrica das seguintes bacias hidrográficas (mapa 6):

- Bacia do rio Paraíba;
- Bacia do rio Gurinhém - afluente do Paraíba;
- Bacia do rio Miriri;
- Bacia do rio São Salvador - afluente do Paraíba;
- Bacia do rio Mamanguape;
- Bacia do rio Araçagi;
- Bacia do rio Camaratuba.

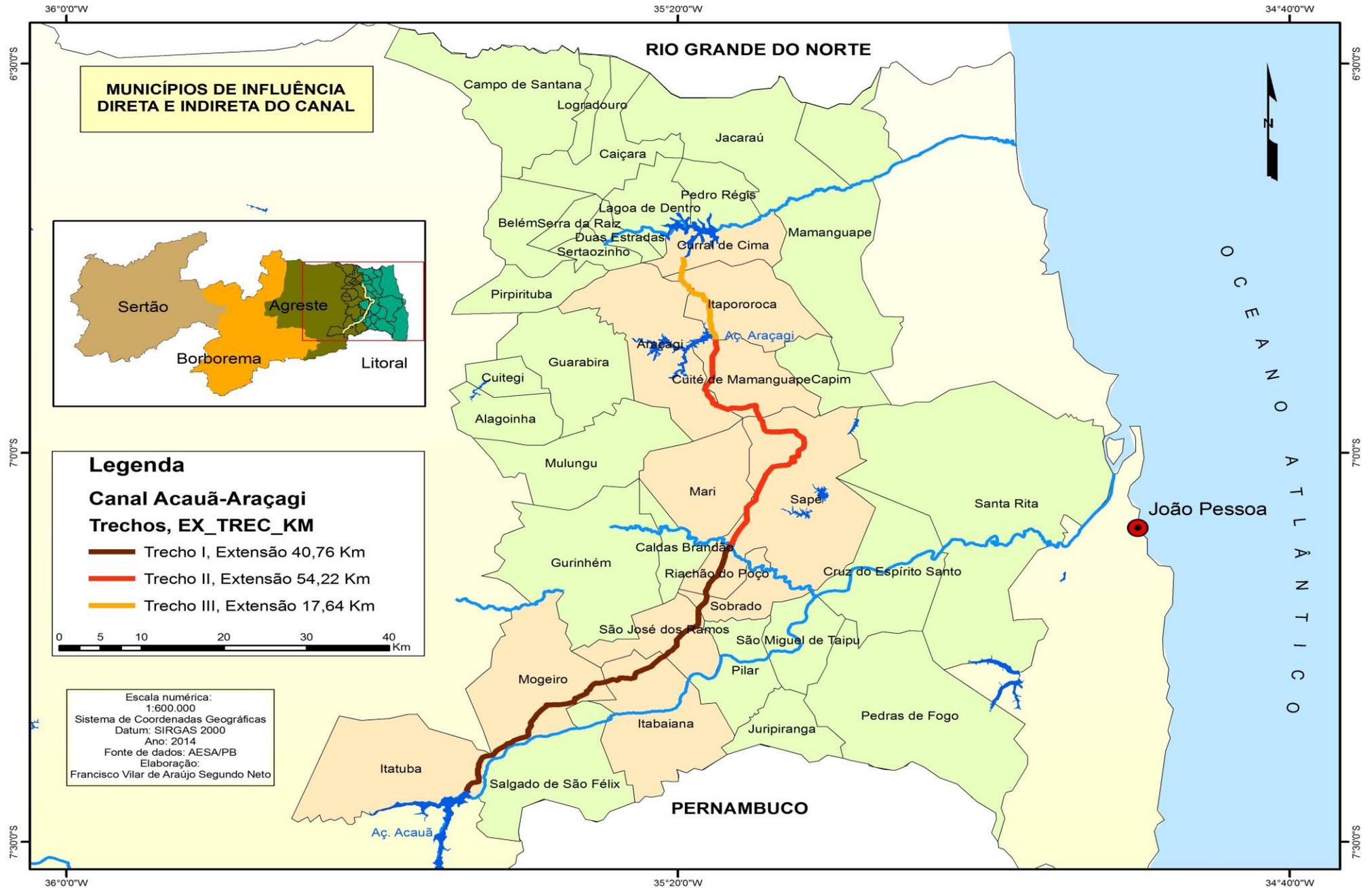
Mapa 6 - Mapa das Bacias que serão interligadas com o Canal.



Os municípios diretamente influenciados pelo Canal Acauã-Araçagi é constituído por 13 municípios, sendo 4 deles do Agreste e 9 da Zona da Mata paraibana. Em geral, os municípios que serão atendidos direta e indiretamente, ou seja, que fazem parte da área de influência do Canal chega à marca de 38 municípios, como mostra o mapa 7.

Segundo a AESA, antes que as águas do São Francisco cheguem ao açude Acauã, alguns municípios do Cariri, Seridó e o município de Campina Grande serão beneficiados com uma parcela das águas transpostas, através dos sistemas de adutoras existentes.

Mapa 7 - Mapa dos municípios de influência do Canal.

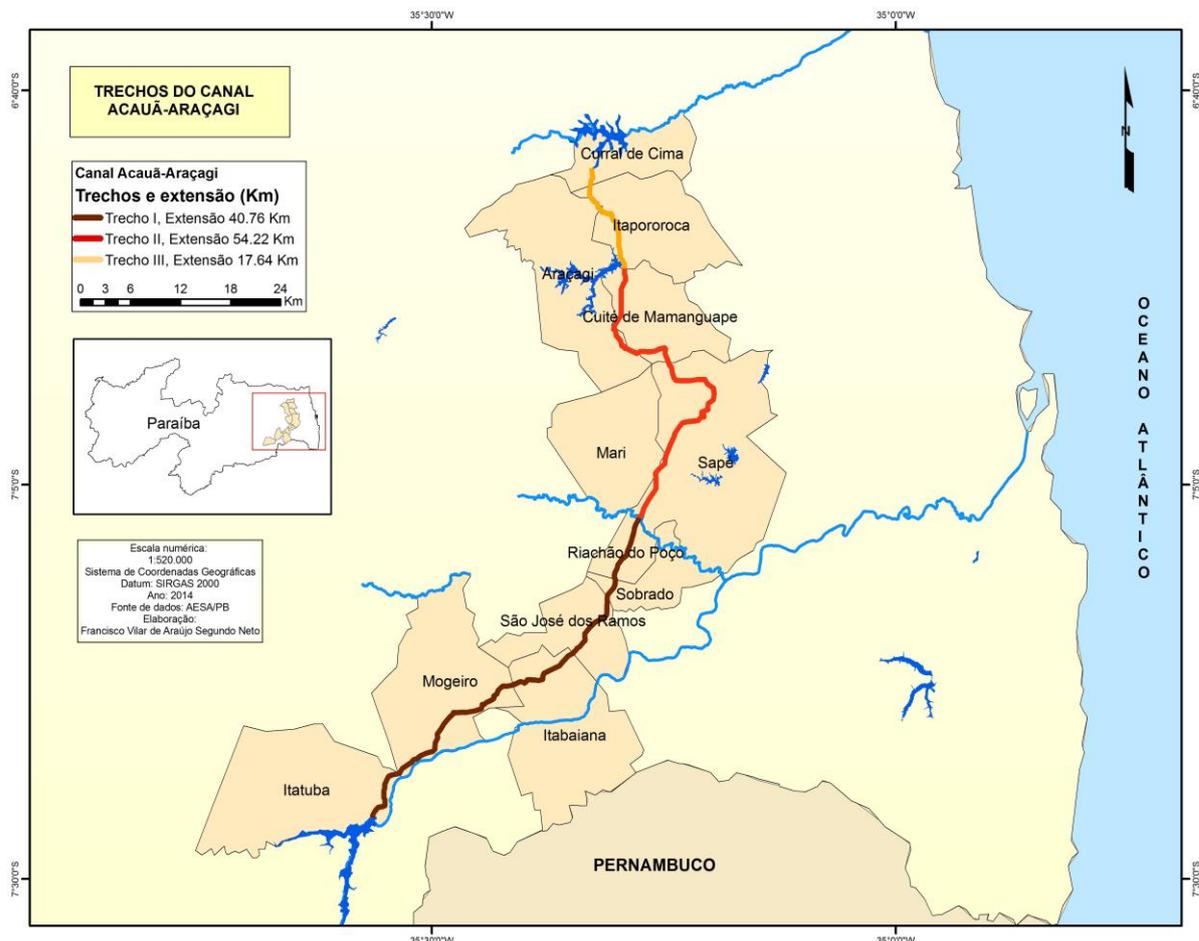


### 5.3.1. Aspectos técnicos do Canal

O Canal Acauã-Araçagi vai cortar o mapa da Paraíba de Sul a Norte, em paralelo ao litoral, onde captará as águas transpostas do rio São Francisco a partir do açude de Acauã, região do Baixo rio Paraíba, transportando-a até o rio Camaratuba, situado no lado Norte da Planície Costeira Interior.

O Canal foi projetado para operar com vazão de  $10\text{m}^3/\text{s}$  (dez mil litros de água por segundo), dividida em três trechos. O Trecho I terá 40,76 km e começará no açude Acauã se estendendo até o rio Gurinhém, abrangendo os municípios de Itatuba, Ingá, Mogeiro, Itabaiana e São José dos Ramos. O Trecho II possui 54,22 km, desde o rio Gurinhém até o açude Araçagi, beneficiando os municípios de Sobrado, Riachão do Poço, Sapé, Mari, Cuité de Mamanguape e Araçagi. O Trecho III parte do açude Araçagi e segue até o rio Camaratuba, mais precisamente numa barragem que será ampliada para receber as águas que devem ser aportadas. Este trecho terá 17,64 km de extensão, e os municípios de Itapororoca e Curral de Cima serão beneficiados (mapa 8).

Mapa 8 - Mapa dos trechos do Canal Acauã-Araçagi.



O Eixo de Integração constitui-se de trechos de canal aberto, túneis e sifão invertido, o que possibilitará o transporte de água, desde o Açude Acauã, no rio Paraíba, até o rio Camaratuba. Como se pode observar, ele deverá cruzar vários contribuintes da bacia do Paraíba, além do Mamanguape, antes de chegar ao Camaratuba.

Tida como maior obra hídrica atualmente em execução na Paraíba, este Eixo de Integração envolve oito segmentos em canais abertos, com seções em formato de trapézio, dois pequenos segmentos de túneis e seis segmentos de sifões invertidos, construídos em aço, que servirão para atravessar vales de rios e córregos (mapa 9).

Os trechos em canais estão divididos em oito segmentos, totalizando 86,37 km de trecho. Os comprimentos dos segmentos dos canais estão assim divididos:

- Segmento 1..... 2,84 km;
- Segmento 2.....12,80 km;
- Segmento 3.....19,95 km;
- Segmento 4.....2,66 km;
- Segmento 5.....3,21 km;
- Segmento 6.....17,16 km;
- Segmento 7.....12,94 km;
- Segmento 8.....8,84 km;
- **Total .....86,37 km.**

Com relação aos trechos em sifão invertido, os mesmos estão divididos em:

- Sifão Surrão: 3 linhas de  $\varnothing$  1,90m, com 4.994 m;
- Sifão Mogeiro: 3 linhas de  $\varnothing$  2,10m, com 270 m;
- Sifão Curimataú: 3 linhas de  $\varnothing$  1,90m, com 1.720 m;
- Sifão Br-230: 3 linhas de  $\varnothing$  2,10m, com 300 m;
- Sifão Gurinhém: 3 linhas de  $\varnothing$  1,85m, com 6.520 m;
- Sifão Araçagi: 1 linha de  $\varnothing$  1,70m, com 8.800 m;
- **Comprimento total: 22.604 m.**

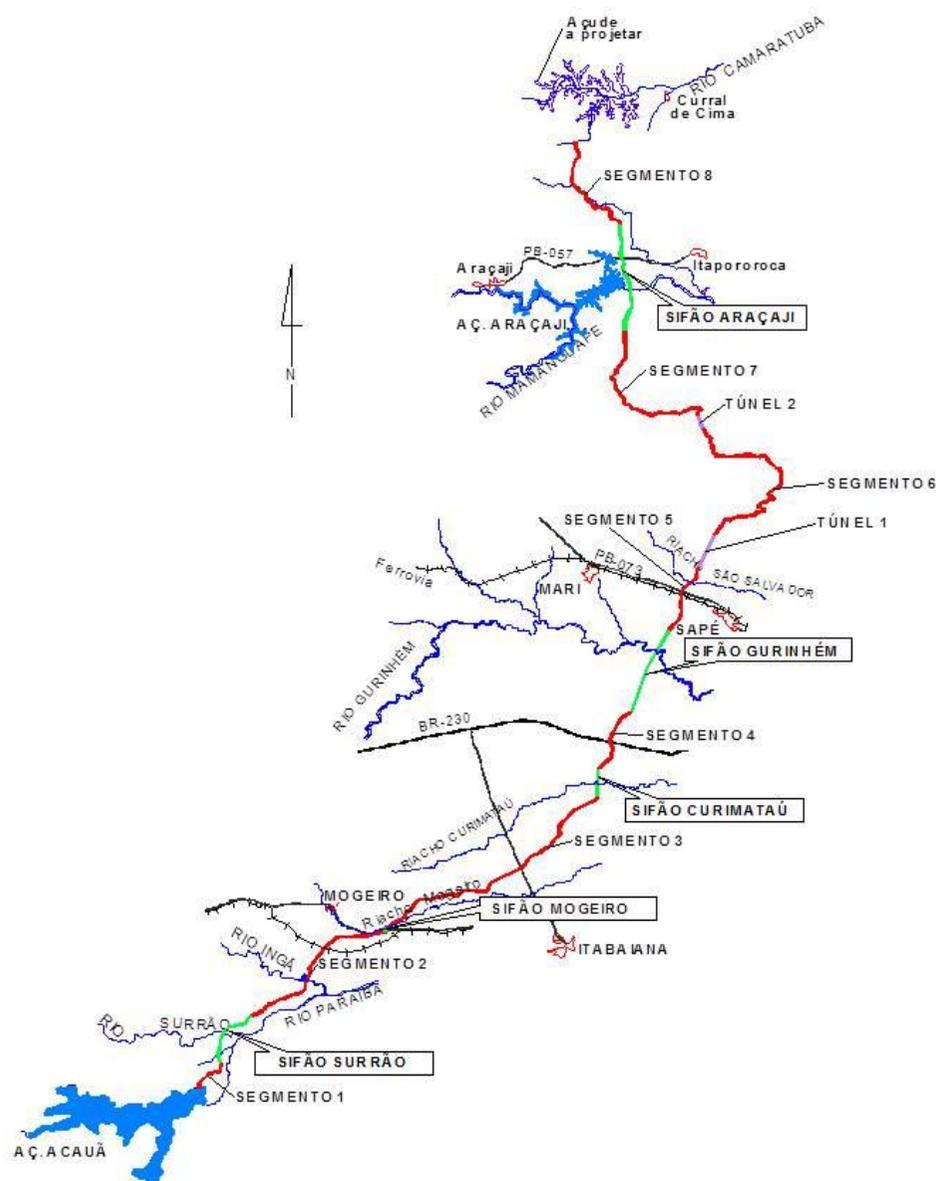
Os trechos em túnel estão divididos em:

- Túnel 1: Seção Arco-Retângulo de  $15,8m^2$ , com 2.680m;
- Túnel 2: Seção Arco-Retângulo de  $16,5m^2$ , com 790m;

- **Comprimento total: 3.470 m.**

Este canal foi idealizado para operar por gravidade, ou seja, iniciará no ponto de altitude de 108 metros e terminará na cota de 95 metros, com declividade de cerca de 3 cm por quilômetro. Mesmo operando desta forma, o traçado escolhido não segue a topografia, tendo que ser feito implosões em várias regiões para que os trechos em canal possam passar e seguir por gravidade. No entanto, é notável o impacto ambiental causado por esta obra. O mapa 10 apresenta a topografia da região do Canal a partir da altimetria, declividade e modelo digital de elevação.

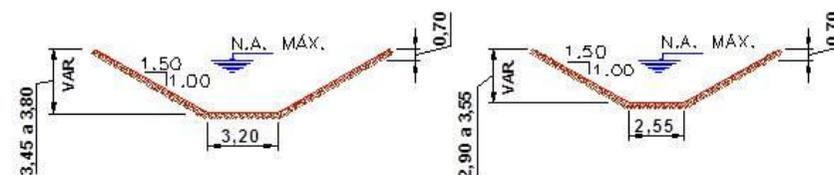
Mapa 9 - Mapa dos aspectos técnicos do Canal Acauã-Araçaji.



### COMPRIMENTOS DOS TRECHOS EM CANAL

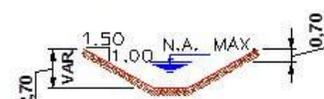
SEGMENTO 1	- 2,84 km
SEGMENTO 2	- 12,77 km
SEGMENTO 3	- 19,88 km
SEGMENTO 4	- 6,15 km
SEGMENTO 5	- 5,97 km
SEGMENTO 6	- 17,15 km
SEGMENTO 7	- 12,94 km
SEGMENTO 8	- 8,84 km
TOTAL	- 86,54 km

### SEÇÕES TÍPICAS DO CANAL



SEGMENTOS 1 a 4 DO CANAL

SEGMENTOS 5 a 7 DO CANAL



SEGMENTO 8 DO CANAL

Obs.:  
 - AS DIMENSÕES ESTÃO EM METRO  
 - BORDA LIVRE MÍNIMA DE 0,70m, NO INÍCIO DE CADA SEGMENTO DE CANAL

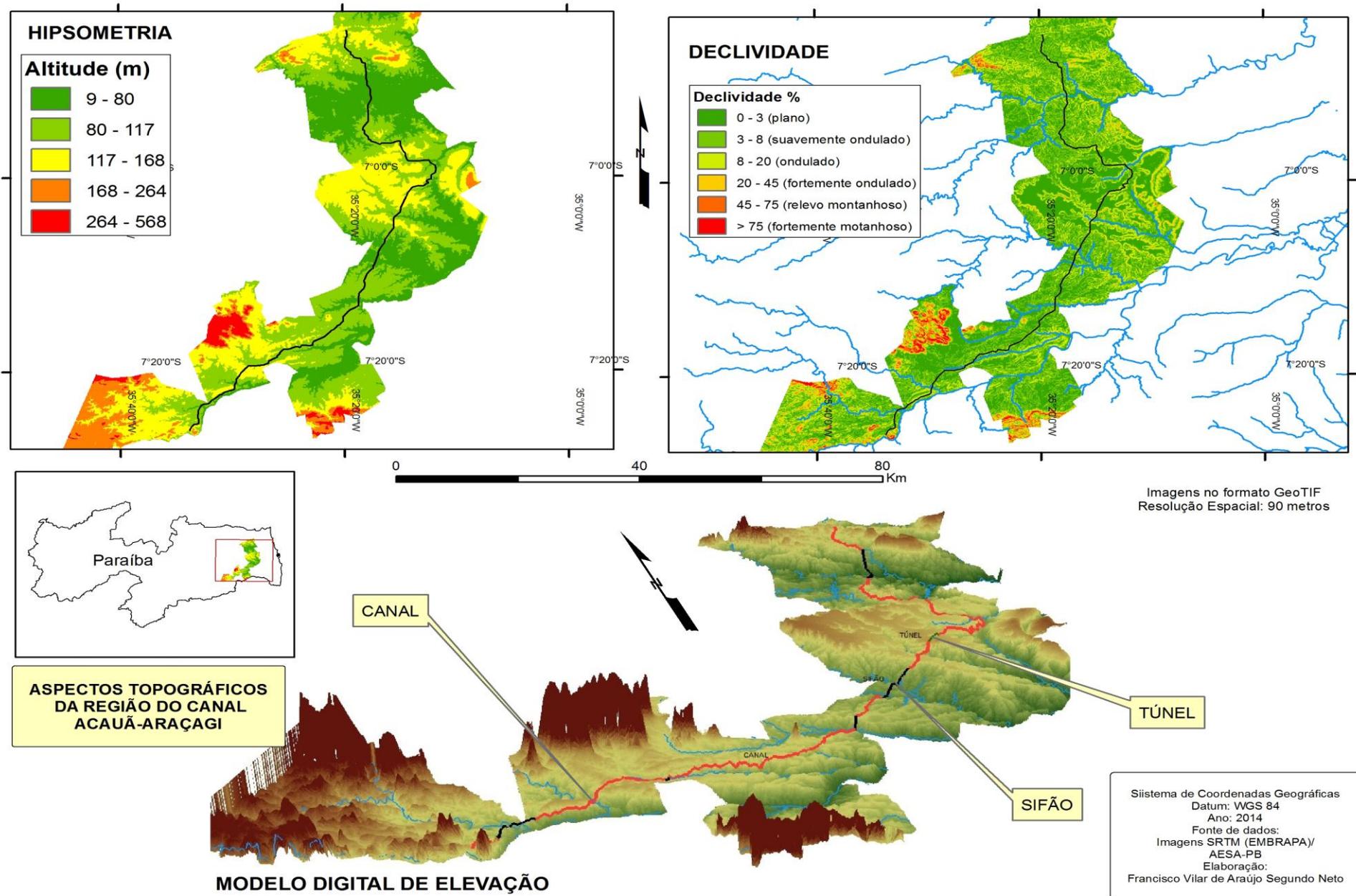
### LEGENDA

- TRECHO EM CANAL
- TRECHO EM SIFÃO INVERTIDO
- TRECHO EM TÚNEL

### VAZÕES DE PROJETO

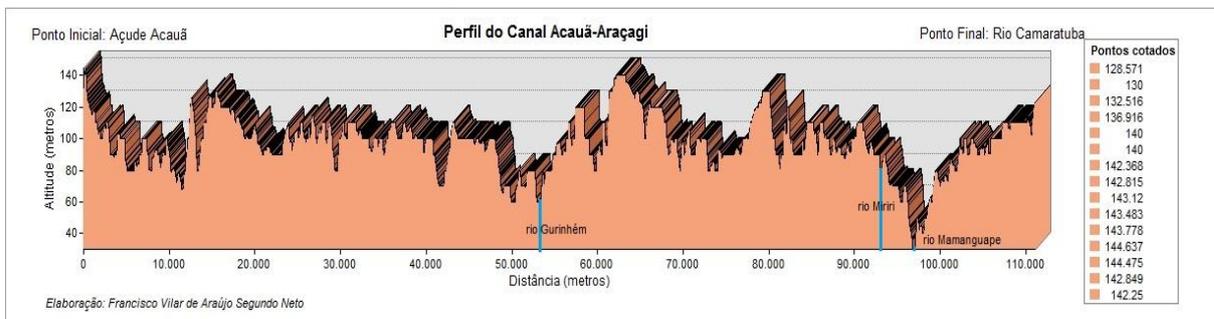
- 10,0 m<sup>3</sup>/s - TRECHO AÇUDE ACAUÃ / INÍCIO DO SIFÃO GURINHÉM
- 6,5 m<sup>3</sup>/s - TRECHO INÍCIO DO SIFÃO GURINHÉM / INÍCIO DO SIFÃO ARAÇAJI
- 2,5 m<sup>3</sup>/s - TRECHO INÍCIO DO SIFÃO ARAÇAJI / BACIA DO RIO CAMARATUBA

Mapa 10 - Modelo Digital de Elevação e traçado de parte do Canal Acauã-Araçagi.



O perfil topográfico apresentado na figura 10 mostra que esta obra cortará altitudes de até 144,5 metros. Para cortar os pontos mais altos da topografia, haverá implosões para a passagem de trecho de canal ou a obra irá funcionar em forma de sifão invertido. Em alguns trechos, serão abertos túneis para que haja a passagem de água.

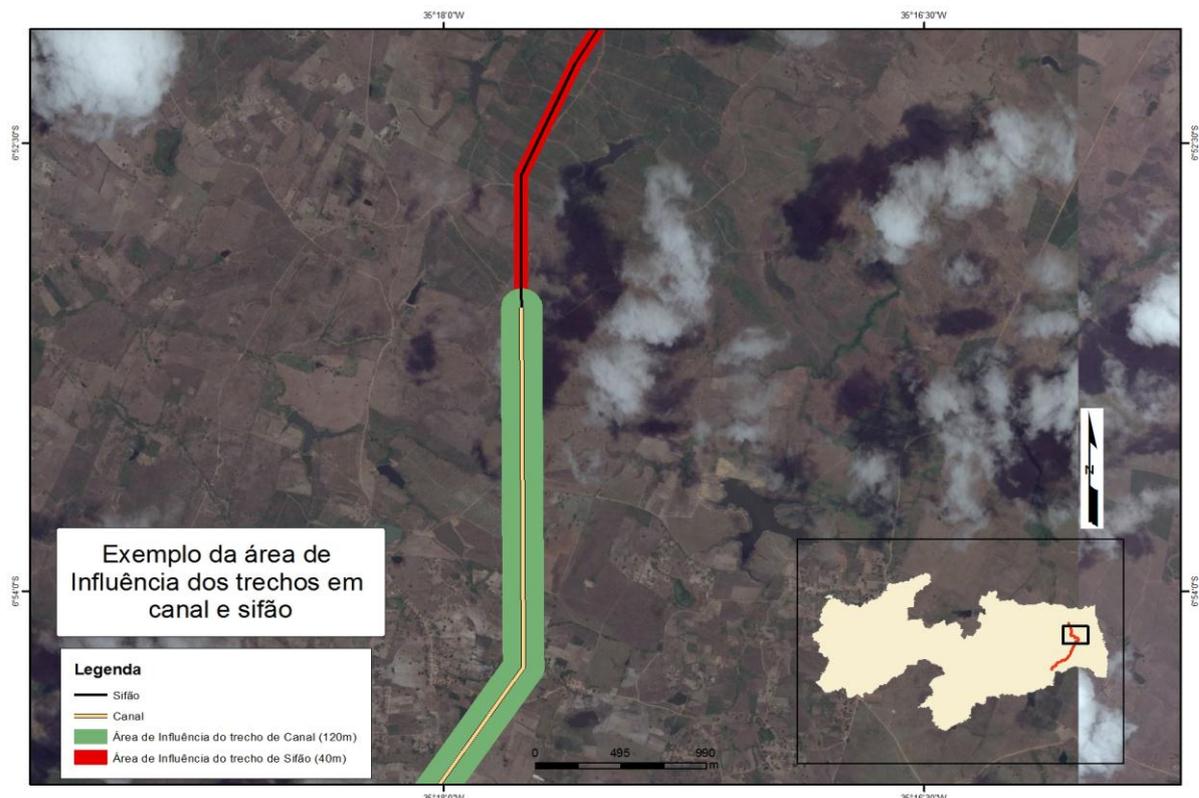
Figura 10 - Perfil topográfico do Canal Acauã-Araçagi.



Fonte: Imagens SRTM – EMBRAPA (2013).

A área de influência direta do empreendimento é representada pela faixa de domínio de 120 m de largura, nos trechos em canal e, 40 m nos trechos em sifão, perfazendo um total de aproximadamente 1.200 ha de terra. O mapa 11 mostra um exemplo das faixas de domínios para o trecho em canal e em sifão, na zona rural do município de Sapé.

Mapa 11 - Área de influência dos trechos em canal e sifão.



Fonte: Francisco Vilar de Araújo Segundo Neto (2013).

O Consórcio RCA/ARCO apresentou um prognóstico com relação à obra, trazendo algumas consequências para a região de influência direta, tanto no meio natural quanto no meio social, mostrando as diferenças entre a realidade proposta com a execução da obra e a realidade da região sem essa obra.

Com a implantação da obra, os prognósticos apresentados são os seguintes:

- Aumento da oferta de alimentos;
- Alterações da paisagem, em seus aspectos físicos e biológicos;
- Manejo de recursos naturais, para locação de infraestrutura do Eixo e irrigação;
- O uso e a ocupação do solo deverão ocorrer de forma racional e planejada;
- Poluição das águas e do solo com derivados de defensivos agrícolas e fertilizantes, porém, sob controle, impedindo ou minimizando os efeitos adversos da contaminação;
- A região será beneficiada com a oferta de empregos, com o crescimento do comércio, com o incremento dos setores produtivos e o aumento de renda circulante; e com a geração de impostos e taxas para o poder público.

Sem a execução desta obra, os prognósticos apresentados foram os seguintes:

- A área continuaria em sua evolução anterior, marcada pela presença de áreas rurais com baixa densidade demográfica, ligada à agricultura com dependência de chuvas;
- A cobertura vegetal estaria mantida, embora com perspectivas de perdas para a categoria antrópica, devido à ampliação do cultivo de frutíferas;
- Como todo esse processo seria implantado paulatinamente, a fauna contaria com um tempo relativamente longo para adaptar-se ou migrar para áreas contíguas, sendo mínimas as perdas de elementos.
- Nessa situação, os solos não perderiam sua permeabilidade e as possibilidades de contaminação dos aquíferos seriam bem reduzidas, do mesmo modo que em relação ao ar atmosférico e aos recursos hídricos superficiais.
- Em relação à população, as perspectivas de ocupação se manteriam nos baixos níveis atuais, prejudicando o desenvolvimento familiar, com desdobramentos nos campos da educação e da saúde.

De acordo com os estudos feitos pelo consórcio executor da obra, os impactos gerados pelo Canal vão mais além dos acima citados nos prognósticos. Além dos mencionados, podemos elencar que esta obra vai causar impactos como:

- Assoreamento e erosão de rios e áreas de risco;
- Alterações nos perfis de solo;
- Inundação com consequente alteração da paisagem;
- Modificação no quadro hidro geológico;
- Modificação da permeabilidade do solo;
- Alteração na qualidade da água;
- Ampliação da fronteira agrícola;
- Migração induzida da fauna terrestre local;
- Supressão de habitat da fauna durante a limpeza da área e implantação do sistema adutor;
- Desequilíbrio das populações faunísticas;
- Contaminação por nutrientes e agrotóxicos;
- Perdas de áreas produtivas;
- Possibilidade de introdução de endemias;
- Riscos de acidente com ofídios, insetos e outros animais peçonhentos;
- Ampliação do potencial de produção de culturas irrigadas;
- Desorganização do modo de vida dos proprietários e moradores;
- Alteração do cenário atual.

### **5.3.2. Análise do Canal em campo**

O primeiro ponto visitado, em trabalho de campo, foi o canteiro de obras localizado as margens da PB-066, situado ao sul na zona rural do município de Mogeiro. Nesta área, a obra será composta sob forma de canal aberto em “V”, que se tornará aqueduto ao cruzar com a rodovia e voltando a ser canal aberto sob o chão logo após. A fotografia 3 mostra este trecho que está em fase de construção.

Em seguida, visitamos o canteiro de obras do Consórcio Acauã, localizado na divisa dos municípios de Mogeiro e Salgado de São Félix. Este consórcio é formado pelas empresas Via Engenharia, Queiroz Galvão Construção e o Grupo Marquise, que são responsáveis pela execução das obras nos trechos I e II do Canal. Não foi possível obter mais detalhes sobre o andamento das obras, pois não fomos atendidos naquele momento.

Fotografia 3 - Trecho da obra no cruzamento com a rodovia PB-066.



Fonte: Trabalho de campo, 29 de novembro de 2013. Acervo: Eliane Campos dos Santos.

Após visita ao canteiro, seguimos parte do percurso do trecho I que está em obras, margeando e georreferenciando o Canal, até chegar ao açude Acauã. Ao longo do percurso dos trechos em canal, percebemos a magnitude da obra (fotografia 4).

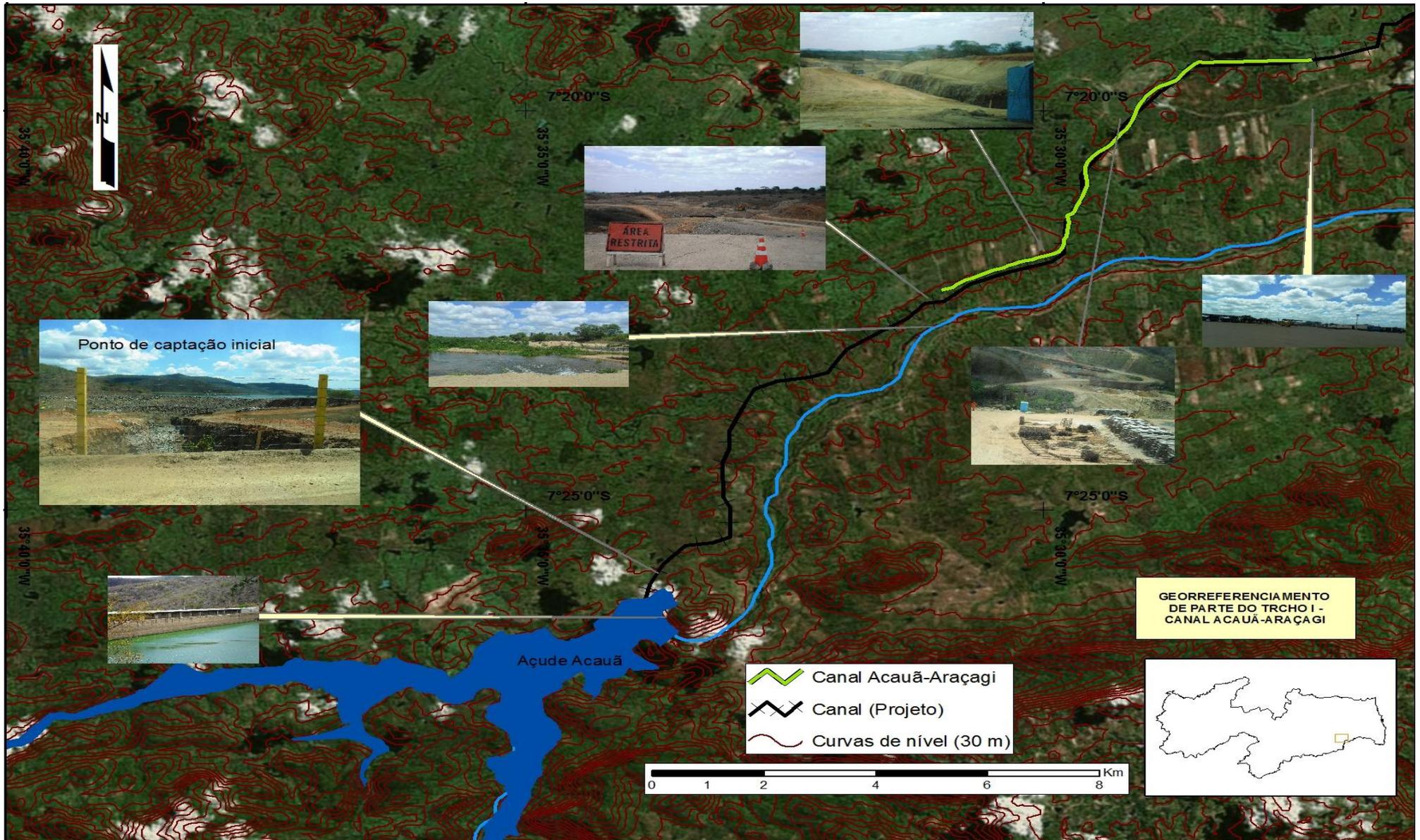
Fotografia 4 - Trecho de Canal em construção no município de Mogeiro-PB.



Fonte: Trabalho de campo, 29 de novembro de 2013. Acervo: Eliane Campos dos Santos.

O mapa 12 apresenta detalhes da obra, mais especificamente com relação ao traçado e a topografia de parte do Trecho I, a qual está funcionando a todo vapor. Foi georreferenciado cerca 9,7 Km, o que representa cerca de 28% deste trecho.

Mapa 12 - Mapa do trecho da obra georreferenciada em campo.



Fonte de dados: Trabalho de Campo, novembro de 2013 – AESA/PB – Imagens de satélite Google Earth – Dados altimétricos de imagens SRTM/EMBRAPA.

Elaboração: Francisco Vilar de Araújo Segundo Neto (2013).

Durante as visitas em campo, ficou clara a falta de conhecimento da população acerca desta obra. O que chamou mais atenção nas conversas informais com alguns moradores dos municípios da região, foi que estes nunca tiveram problema com escassez ou falta d'água, e que nunca houveram visitas por parte de representantes do Governo do Estado para informá-los sobre o Canal e os mesmos não sabem como vão ser ou se serão beneficiados.

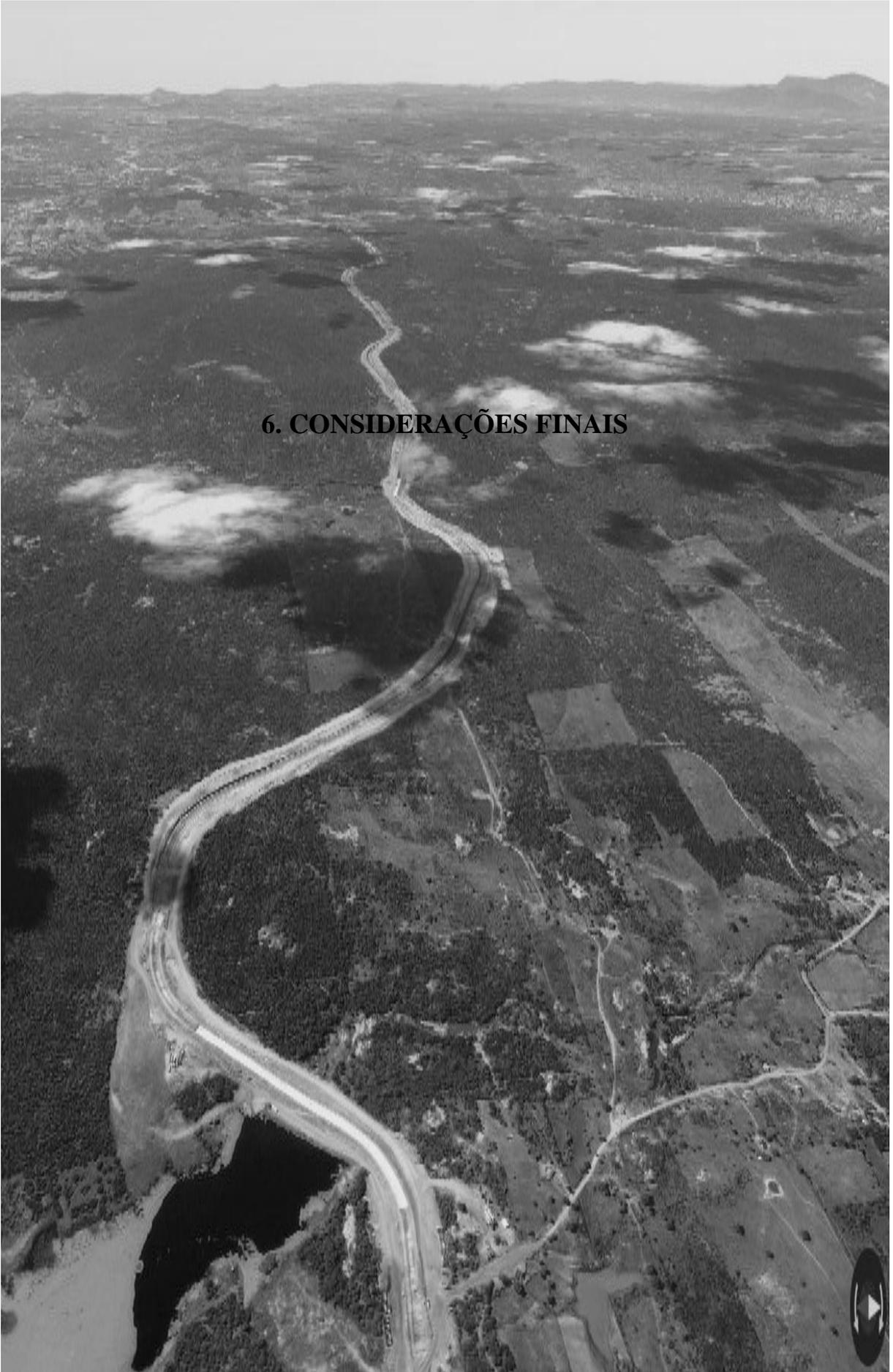
Foi perceptível a indiferença em relação à obra. A população demonstrou pouca importância se o Canal irá beneficiá-los ou não, pois para eles há água suficiente para o abastecimento e consumo, independentemente desta obra.

O traçado do Trecho I, mais especificamente nos municípios de Mogeiro e Itabaiana, foi feito para que esta obra passe por dentro da área de três grandes fazendas produtoras de cana-de-açúcar e de criação de gado, segundo informações da população local. Com este Canal passando por dentro de grandes propriedades privadas é provável que as populações próximas não vão ter acesso à água. Ainda segundo a população, as fazendas beneficiadas são: Fazenda Pensa, Fazenda Veneza e Fazenda de "Dr. Júlio".

No Trecho II, os municípios beneficiados são os maiores produtores de cana da Paraíba, região tradicionalmente conhecida por suas grandes usinas. O canteiro de obras deste trecho está instalado no município de Mari.

O canteiro de obras do Trecho III será instalado no município de Mamanguape. Neste trecho, mais especificamente no município de Curral de Cima, serão beneficiados os sítios: Falso, Barro Branco, Pedra Furada e Fazenda Santa Terezinha. ALVES et. al (2013) alegam que para esta região, o "possível" desenvolvimento socioeconômico que foi afirmado pelo atual governador do Estado, pode ser uma grande farsa. Dentre os beneficiados, as terras do sítio Falso são improdutivas e não há comunidades em volta; as terras do sítio Barro Branco são utilizadas para o agronegócio; as terras do sítio Pedra Furada são utilizadas para a pecuária e; a Fazenda Santa Terezinha é a maior produtora de bovinos da região.

É preciso pensar como é que a população, ou parte dela, se mostra totalmente indiferente a uma obra de tamanha magnitude como esta? A pergunta pode ser respondida no simples fato de que a região desta obra não é a mais carente de água e que nesta região há os melhores solos do Estado, tendo também muita água no subsolo, possibilitando aos moradores a implantação de poços. Este é o principal motivo a qual parte da população demonstra pouca preocupação com os "prováveis benefícios" deste Canal.



**6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em nossas análises identificamos que o problema é a falta de uma gestão eficiente para os usos das águas que serão transpostas a partir do PISF, para o atendimento da população que mais precisa de água. O abastecimento das cidades do Agreste e Cariri é feita por meio de adutoras. Sabe-se que muitas destas adutoras funcionam em condições precárias, tanto no que diz respeito ao suprimento de água em quantidade e qualidade, como no tratamento, reserva e distribuição de água tratada. Além disso, adutoras são obras de abastecimento de áreas urbanizadas, ou seja, as populações das zonas rurais, que são aquelas populações dispersas, não terão nenhuma garantia de acesso às águas do São Francisco. Essa população, em geral, é aquela que compra água de carro-pipa ou busca água a quilômetros de distância de suas casas. Conforme as análises, a população dispersa continuará alheia a toda conjuntura do projeto.

Deve ser levado em consideração que, com a transposição das águas do São Francisco em seu Eixo Leste, haverá a garantia do abastecimento industrial de Campina Grande, bem como a segurança hídrica para este município devido sua importância econômica para a Paraíba. Este abastecimento se dará a partir destes sistemas adutores que já existem.

O que está se desenhando para a região semiárida da Paraíba é que a situação existente continuará praticamente a mesma. Ocorrerão mudanças no ordenamento territorial, porém sem alterações nas condições de acesso a água para a população local. A única garantia para as regiões que sofrem com a escassez é que haverá sempre a manutenção dos níveis de água para os reservatórios existentes ao longo do rio Paraíba e o abastecimento que é feito por meio de adutoras continuará o mesmo, podendo haver uma ampliação na sua rede. A única obra de grande porte para recebimento das águas do São Francisco, em fase de construção, é o Canal Acauã-Araçagi, que vai interligar bacias da vertente litorânea.

Neste sentido, transposição e seca seguem caminhos distintos. Em seu Eixo Leste, o projeto piloto, para o recebimento das águas transpostas na Paraíba, é para uso fundamentalmente econômico, através do Canal Acauã-Araçagi, para a produção agrícola e expansão da pecuária na região litorânea.

Sem sombra de dúvida é uma obra de grande porte que possui finalidades controversas. Segundo informações do Governo do Estado da Paraíba, a obra irá beneficiar cerca de 590 mil pessoas de 38 municípios. Não se sabe que tipo de projeto o Governo

pretende para o tratamento e o transporte de água deste Canal para todos os municípios “provavelmente” beneficiados.

A Análise espacial demonstrou que a região do Canal não sofre com problemas de escassez de água e que seu traçado foi planejado, em parte dos trechos, para passar por dentro de grandes propriedades rurais, produtoras de cana e gado, o que dificultaria ainda mais o acesso à água por parte das populações das proximidades. Outro ponto perceptível na análise espacial é que este Canal está no meio das maiores cidades da Paraíba, João Pessoa e Campina Grande, e são entre estes dois municípios que há alguns dos maiores condomínios fechados do Estado, podendo levar a crer que haja algum tipo de ligação entre o Canal e estes empreendimentos.

A análise espacial, feita a partir dos mapeamentos das obras e das propostas para os usos do PISF, evidenciam que os interesses econômicos, principalmente no setor do agronegócio, que é a lógica das grandes obras hídricas na atualidade, estão acima da carência de água da região com menor índice pluviométrico do Estado.

## REFERÊNCIAS

Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/>. Acesso em dezembro 2013.

ALVES, F. L. L. et. al. "Esperança de um uso incerto": Canal Das Vertentes Litorâneas – Lote III – Município de Curral de Cima/PB. In: I Workshop Internacional sobre Água no Semiárido Brasileiro, 2013, Campina Grande-PB. IWIASB, 2013.

Articulação no Semiárido Brasileiro – ASA Brasil. Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br/>. Acesso em outubro de 2013.

BRASIL (2004) - Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente do Projeto de integração do rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional - RIMA, Brasília, Junho 2004. MI - Ministério da Integração Nacional: 129 p.

BRITO, F. B. de. 2013. Conflitos Pelo Acesso e Uso da Água: Integração do Rio São Francisco com a Paraíba (Eixo Leste). 371 f. Programa de Pós-Graduação em Geografia – POSGEA, Tese de Doutorado, UFRGS, Porto Alegre-RS, Brasil. 2013.

CALIJURI, Maria Lúcia; LORENTZ, J. F., Fundamentos de Sistema de Informação Geográfica. 2003. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Apostila).

CÂMARA, G. et. al. Análise espacial e geoprocessamento. Análise espacial de dados geográficos, p. 1-25, 2002.

CÂMARA, G.; DAVIS. C.; MONTEIRO, A. M.; D'ALGE, J. C. Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos, INPE, 2001 (on-line, 2a. edição, revista e ampliada).

CARVALHO, M et al. Conceitos Básicos Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à Saúde. Brasília. Organização Panamericana de Saúde, 2000. v. 1.

CASTRO, C. N. Transposição do Rio São Francisco: Análise de Oportunidade do Projeto. TD-1577. Revista IPEA. 57 p. Rio de Janeiro, fevereiro de 2011.

CRUZ, I. CAMPOS, V. B G. Sistemas De Informações Geográficas Aplicados a Análise Espacial em Transportes, Meio Ambiente e Ocupação Do Solo. In: Rio De Transportes III, 2005, Rio de Janeiro. RIO DE TRANSPORTES III, 2005.

Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS. Disponível em: <http://www.dnocs.gov.br/>. Acesso em dezembro de 2013.

DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. V. M. (eds) "Análise Espacial de Dados Geográficos". Brasília, EMBRAPA, 2004 (ISBN: 85-7383-260-6).

Governo do Estado da Paraíba. Disponível em: <http://www.paraiba.pb.gov.br/?home>. Acesso em dezembro de 2013.

IBGE. Censo Demográfico 2010 - Resultados do universo. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em dezembro de 2013.

Laboratório de Geotecnologias – Universidade Estadual de Feira de Santana. Disponível em: [http://www2.uefs.br/geotec/topografia/apostilas/topografia\(6\).htm](http://www2.uefs.br/geotec/topografia/apostilas/topografia(6).htm). Acesso em outubro de 2013.

Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento. Disponível em: [http://www.lapig.iesa.ufg.br/lapig/cursos\\_online/gvsig/estrutura\\_de\\_dados\\_geograficos.html](http://www.lapig.iesa.ufg.br/lapig/cursos_online/gvsig/estrutura_de_dados_geograficos.html). Acesso em outubro de 2013.

MENESES, H. B. Interface Lógica em Ambiente SIG para Sistemas Centralizados de Controle de Tráfego Urbano em Tempo Real. 2003. 182 f. Dissertação de Mestrado – Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE. 2003.

Ministério da Integração Nacional – MI. Disponível em: [www.integracao.gov.br/](http://www.integracao.gov.br/). Acesso em setembro de 2013.

MOTA, S. Preservação e conservação de recursos hídricos. 2.ed. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

NAKAMURA, A. Z. GUIDARA JUNIOR, P. Geotecnologias Aplicadas à Construção Civil. Brasil Engenharia, São Paulo, edição 60, p. 101-105, 2010.

NOGUEIRA, L. C. A. ; BEZERRA, L. M. C. ; PINHO, R. Z. . A transposição do Rio São Francisco: algumas contradições. In: IV Simpósio de Ciências Aplicadas da FAIT, 2007, Itapeva. IV Simpósio de Ciências Aplicadas da FAIT, 2007.

Processamento Digital - site. Disponível em: <http://www.processamentodigital.com.br/2009/12/26/sensoriamento-remoto-principais-satelites/>. Acesso em outubro de 2013.

Sistema Integrado de Recursos Hídricos e Energéticos - SIRHE. Disponível em: <http://www.sirh.srh.pe.gov.br/hidroambiental/mapa/map.phtml>. Acesso em outubro de 2013.

SUASSUNA, J. Semi-árido: Proposta de convivência com a seca. FUNDAJ, 2002. Disponível em: [http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=659&Itemid=376](http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=659&Itemid=376). Acesso em outubro de 2013.