

Universidade Federal da Paraíba  
Centro de Ciências Exatas e da Natureza - CCEN  
Departamento de Sistemática e Ecologia - DSE  
Curso de Ciências Biológicas

**Padrões de erupção e substituição de dentes em duas espécies de marsupiais da família  
Didelphidae (Didelphimorphia)**

Larissa Maria Cavalcante Falcão Granja

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Ramlo Torre Palma

João Pessoa – PB

2015



Universidade Federal da Paraíba  
Centro de Ciências Exatas e da Natureza  
Departamento de Sistemática e Ecologia  
Laboratório de Ecologia Terrestre

**Padrões de erupção e substituição de dentes em duas espécies de marsupiais da família  
Didelphidae (Didelphimorphia)**

Larissa Maria Cavalcante Falcão Granja

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Ramlo Torre Palma

Monografia apresentada ao curso de Ciências  
Biológicas da Universidade Federal da Paraíba  
como parte das exigências para obtenção do grau  
de Bacharel em Ciências Biológicas.

João Pessoa – PB

2015



Universidade Federal da Paraíba  
Centro de Ciências Exatas e da Natureza  
Departamento de Sistemática e Ecologia  
Laboratório de Ecologia Terrestre

**LARISSA MARIA CAVALCANTE FALCÃO GRANJA**

**PADRÕES DE ERUPÇÃO E SUBSTITUIÇÃO DE DENTES EM DUAS ESPÉCIES DE  
MARSUPIAIS DA FAMÍLIA DIDELPHIDAE (DIDELPHIMORPHIA)**

Trabalho - Monografia apresentado ao Curso de Ciências Biológicas (Trabalho Acadêmico de Conclusão de Curso), como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Data: \_\_\_\_\_

Resultado: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof. Dr. Alexandre Ramlo Torre Palma (Orientador)

---

Prof. Dr. Francisco Limeira Júnior (Avaliador)

---

Prof. Dr. Gustavo Henrique Calazans Vieira (Avaliador)

---

Prof. Dr. Alan Loures Ribeiro (Suplente)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha família por todo apoio e incentivo desde que decidi cursar Ciências Biológicas. Principalmente a minha mãe Patrícia e meu pai Gidazio, por tudo que fizeram e fazem por mim até hoje, e à minha irmã Milena.

Agradeço também a tia Cláudia que considero minha maior incentivadora em todas as coisas que decidi fazer na vida e por me ensinar que não vamos conseguir agradar a todos com a nossa personalidade e com as nossas escolhas, mas não devemos mudar para agradar ou deixar de fazer o que nos traz felicidade.

Vovó Josefa obrigada por sempre está presente e se preocupar com a neta rebelde (risos).

Flávio, meu amigo e namorado, muito obrigada pela paciência, carinho e atenção durante esses 8 anos que estamos juntos. Nós sabemos que sou um pouco estressada e às vezes mal humorada (risos), mas você sempre sabe como deixar meus dias mais leves.

Obrigada Germano pela ajuda na revisão.

Muitas pessoas passam nas nossas vidas e deixam as suas marcas. Tia Djanilda, quero dividir com a senhora essa conquista, que com a sua bondade e carinho me ensinou muito mais do que o conhecimento escolar, me ensinou o que é realmente amar e se doar ao próximo. Não tenho palavras suficientes para agradecer pelo carinho que teve comigo e minha irmã.

Agradeço ao meu orientador, Alexandre Palma, que com muita paciência compartilhou seu conhecimento e me apresentou ao trabalho de campo e aos pequenos mamíferos.

Aos colegas de laboratório, Clarice, Suênia e André, pelas contribuições nesse trabalho e companhia durante os dias de campo.

À todos os funcionários da REBIO Guaribas pelo suporte ao nosso trabalho.

À Universidade Federal da Paraíba, à Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa (PRPG) e ao CNPQ pelo apoio financeiro.

## ÍNDICE

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

1. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1. ESPÉCIES ESTUDADAS.....	7
3. REFERÊNCIAS .....	11
4. ARTIGO.....	15
ANEXO .....	42

## RESUMO

Os dentes são estruturas compostas por tecidos duros e mineralizados que os conferem grande resistência, e junto com o crânio, são utilizados em diversos estudos evolutivos e ecológicos. Nos marsupiais da família Didelphidae, e em outros mamíferos, vem sendo utilizados na determinação de classes etárias. Os representantes dessa família substituem apenas o terceiro pré-molar (P3/p3) e apresentam três padrões de substituição e erupção dos mesmos e dos molares: P3-M4, M4-P3 e o padrão simultâneo. Utilizamos dados de padrões de erupção e substituição dentária das espécies *Marmosa murina* e *Didelphis albiventris*, provenientes de um estudo de captura-marcação-recaptura realizado na Reserva Biológica Guaribas, localizada na cidade de Mamanguape (PB), para observar se existe alguma correlação entre as classes etárias dentais e o peso, e as variações inter-específicas e inter-indivíduos na erupção e substituição de dentes desses marsupiais. Foram observadas diferenças de erupção e substituição entre os dentes inferiores e superiores e no padrão de substituição do dP3/dp3 e erupção de M4/m4 previamente descrito para ambas as espécies. Encontramos quatro fêmeas jovens da espécie *Didelphis albiventris* reproduzindo. No entanto, todas as fêmeas de *Marmosa murina* reproduzindo eram adultas. Sugerimos que isso pode estar relacionado com as diferenças de longevidade e tamanho corporal entre as espécies. A utilização das classes etárias baseadas na dentição pode limitar a observação de variações e exceções. Os estudos utilizando a dentição de animais vivos são raros, porém muito importantes para que possamos determinar se essas diferenças são fruto de variabilidade ou se na verdade são anomalias que podem ter algum impacto nas populações.

Palavras-chave: dentição, captura-marcação-recaptura, classes etárias, Didelphidae, ontogenia

## ABSTRACT

Teeth are composite structures of hard mineralized tissues and conferring high strength, and together with the skull, are used in several evolutionary and ecological studies. They are also used in determining age classes in marsupials of Didelphidae family, and in other mammals. The representatives of this family replace only the third deciduous premolar (dP3 / dp3) and have three patterns of eruption and replacement of teeth: P3-M4, M4-P3 and the simultaneous pattern. We use data of eruption patterns and tooth replacement of *Marmosa murina* and *Didelphis albiventris*, from a study of capture-mark-recapture held in Guaribas Biological Reserve, located in Mamanguape (PB), to see if there is any correlation between dental age classes and weight, and inter-specific and inter-individual variation of tooth eruption and replacement in these marsupials. Eruption and replacement differences were observed between the upper and lower teeth and the replacement pattern of dP3/dp3 and eruption of M4/m4 previously described for both species. Based on dental age classes, we found four young female *Didelphis albiventris* in reproductive status. However, all reproductive females of *Marmosa murina* were adult. We suggest that this may be associated with longevity and differences in body size among species. The use of dental age classes can preclude the observation of variations and exceptions in the general patterns. Studies using the teeth of live animals are rare but very important for us to determine whether these differences are the result of variability or actually are abnormalities that may have some impact on populations.

Keywords: teeth, capture-mark-recapture, age groups, Didelphidae, ontogeny

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Crânio de um marsupial adulto ( $P_3M_4/P^3M^4$ ) da espécie *Didelphis marsupialis*. ....4
- Figura 2 - Evolução e fórmula dentária dos marsupiais americanos e australianos. ....5
- Figura 3 – Filogenia da família Didelphidae .....6
- Figura 4 - Indivíduo adulto da espécie *Didelphis albiventris*.....8
- Figura 5 - Indivíduo adulto da espécie *Marmosa murina*. ....9
- Figura 6 - Trajetória ontogenética da dentição de *Didelphis albiventris*. Os quadrados amarelos são os estágios que tiveram capturas. As setas pretas e quadrados na contornados de azul grossos indicam a trajetória mais provável de jovem à adulto a partir da observação dos estágios da dentição com maior número de capturas registradas. As setas pretas finas indicam uma trajetória seguida por poucos indivíduos. As setas pontilhadas indicam os estágios que os indivíduos ainda não são adultos, mas apresentam molares com desgastes. As setas cinza representam trajetórias hipotéticas, já que apontam ou partem de estágios hipotéticos. Os quadrados brancos com as letras na cor cinza são estágios hipotéticos que acrescentamos baseado nos estágios onde capturamos animais. ....26
- Figura 7 - Trajetória ontogenética da dentição de *Marmosa murina*. Os quadrados amarelos são os estágios que tiveram capturas. As setas pretas grossas indicam a trajetória mais provável de jovem à adulto a partir da observação dos estágios da dentição com maior número de capturas registradas. As setas pretas finas indicam uma trajetória seguida por poucos indivíduos. As setas pontilhadas indicam os estágios que os indivíduos ainda não são adultos, mas apresentam molares com desgastes. As setas cinzas representam trajetórias hipotéticas, já que apontam ou partem de estágios hipotéticos. Os quadrados brancos com as letras na cor cinza são estágios hipotéticos que acrescentamos baseado nos estágios onde capturamos animais.....28
- Figura 8 - A- Relação entre o peso e os estágios de dentição encontrados para machos da espécie *Didelphis albiventris*. B - Relação entre o peso e os estágios de dentição encontrados para fêmeas da mesma espécie. A partir da erupção de M1 até M4 e aparecer o desgaste no primeiro molar as fêmeas possuem pesos similares. Ambos os sexos tiveram maior variação de peso quando o terceiro molar apareceu desgastado. ....29
- Figura 9 - A- Relação entre o peso e estágios de dentição para machos da espécie *Marmosa murina*. B- Relação entre o peso e estágios de dentição para fêmeas da mesma espécie. Os machos possuem variação de peso maior do que fêmeas dentro de cada classe. ....30



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.– Transições na dentição dos indivíduos da espécie <i>Marmosa murina</i> capturados em projeto de captura - marcação - recaptura na REBIO Guaribas. ....	22
Tabela 2.– Transições na dentição dos indivíduos da espécie <i>Didelphis albiventris</i> capturados em projeto de captura - marcação - recaptura.....	23
Tabela 3.–Fêmeas jovens reprodutivas da espécie <i>Didelphis albiventris</i> . Não separamos as fêmeas dos filhotes para verificar o peso. As medidas são respectivamente: cabeça e corpo, cauda, pé, orelha e peso. ....	25
Tabela 4.–Comparação das classes etárias baseadas na erupção e substituição de dentes proposta por diferentes autores. Incluindo a notação usada na coleta de dados desse estudo. A maioria das classificações utilizou dados de animais de coleções, o que ilustra a falta de informações provenientes de estudos com animais vivos na literatura. As células de mesma cor são classes equivalentes.....	31



## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Metatheria está entre as quatro linhagens de mamíferos que sobreviveram à grande extinção em massa que ocorreu no final do Cretáceo, juntamente com Eutheria, Monotremata e Multituberculata, sendo que a última não possui representantes vivos (WILSON et al, 2012). Atualmente os marsupiais estão representados por 14 famílias, sete ordens, 92 gêneros e 335 espécies distribuídas nos continentes americanos e australiano e em ilhas próximas (CÁCERES et al, 2012; GARDNER, 2008; KEMP, 2005).

Os marsupiais apresentam várias características que os diferenciam de Eutheria, principalmente as relacionadas ao sistema reprodutor, como a presença da placenta vitelínica (a cório-alantóidea ocorre apenas em alguns casos mas sem as vilosidades típicas de eutérios), presença do corpo lúteo durante um único ciclo estral, período de gestação menor que o de lactação, abertura urogenital comum, trato reprodutivo bifurcado nas fêmeas, formação acelerada dos membros anteriores, do palato e língua (CÁCERES et al, 2012; FELDHAMER et al, 2004; KEMP, 2005; NOWAK, 1991). Embora a presença do marsúpio seja o traço referido como característico da ordem, é o trato urogenital que distingue mais significativamente os marsupiais dos demais mamíferos. Em todos os marsupiais, os dutos urinários passam no meio dos dutos genitais, enquanto nos eutérios estes passam lateralmente.

As fêmeas apresentam duas vaginas laterais que se unem formando uma vagina mediana. No parto, forma-se um canal de passagem para o feto no tecido conjuntivo entre a vagina mediana e o sinus urogenital. Na maioria dos marsupiais esse canal é transitório e será novamente formado em cada novo parto (FELDHAMER et al, 2004; NOWAK, 1991). Os filhotes de marsupial nascem pouco desenvolvidos após um curto período de gestação, quando comparado com os mamíferos placentários. Isso ocorre, em parte, porque os marsupiais não possuem a habilidade de prevenir o reconhecimento imunológico e a rejeição do filhote pela mãe (WILLIAMSON; BRUSATTE; WILSON, 2014).

A taxa metabólica dos marsupiais é mais baixa, em comparação com a dos placentários e a temperatura corporal média é de 35 °C. Ao nascer, um feto marsupial não controla a temperatura corporal, isso acontecerá quando houver o início da função tireoidiana, ou seja, na metade do período que esses animais vão depender do marsúpio para sobreviver (JANSEN, 2002). A bolsa ou marsúpio está presente em várias espécies, mas nos marsupiais sul-americanos ocorre apenas nas espécies de maior porte, como em *Didelphis* e *Chironectes*

e, em alguns casos, ela se desenvolve apenas no período reprodutivo, como em *Lutreolina* (EMMONS; FEER, 1997).

O estado semi-embrionário observado nos marsupiais recém-nascidos permite a realização de diversos estudos sobre a formação dos dentes, oferecendo uma observação desse processo sem a barreira placentária e com mínima influência do metabolismo materno. No entanto, a interpretação da dentição dos marsupiais é complicada pela presença de pequenos dentes não funcionais em relação aos incisivos e caninos funcionais, durante os estágios iniciais do desenvolvimento dos dentes. A homologia dessa dentição pré-lactação é uma fonte de controvérsias na literatura (FONSECA; ALVES, 2006).

A adaptação dos marsupiais neonatos de se fixar as mamas para uma amamentação prolongada está diretamente correlacionada com o acelerado crescimento do sistema esquelético-muscular do crânio. Isso também está relacionado com o seu padrão de difiodontia modificado, que é limitado a uma única substituição do último pré-molar (P3/p3) nas arcadas superior e inferior. A substituição dos dentes em marsupiais é a mais derivada de todos os padrões de substituição dentária observadas em mamíferos (CLEMENS; RICHARDSON; BAVERSTOCK, 1989; FONSECA; ALVES, 2006; LUO; KIELAN-JAWOROWSKA; CIFELLI, 2004).

A ordem Didelphimorphia tem suas origens registradas no Cretáceo Superior, período Cenomaniano, na América do Norte (PALEOBIOLOGY DATABASE, 2015). Os únicos vivos pertencem à família Didelphidae, que também surgiu durante o Cretáceo Superior sendo que a maior parte de sua radiação evolutiva se deu na América do Sul durante o Cenozóico (CÁCERES et al, 2012; MUSTRANGI; PATTON, 1997;). O marsupial mais antigo encontrado na América do Sul, do início do Paleoceno, é a espécie *Incadelphys antiquus* (Didelphimorphia, Didelphidae), cujos fósseis foram encontrados na Bolívia (GAYET; MARSHALL; SEMPERE, 1991; PALEOBIOLOGY DATABASE, 2015; SPRINGER; WESTERMAN; KIRSCH, 1994).

A família Didelphidae, é composta por 18 gêneros e 97 espécies, e sua distribuição está restrita às Américas: oito espécies na América do Norte e as demais nas Américas Central e do Sul (VOSS; JANSA, 2009).

Os marsupiais dessa família podem ser caracterizados como mamíferos de pequeno a médio porte, pesando entre 10 e 3000g. Possuem mãos e pés com cinco dedos, sendo o primeiro dedo do pé desprovido de garra ou unha e geralmente opositor, utilizado para agarrar enquanto escalam. A cauda é geralmente longa e preênsil, podendo conter pelos longos ou

curtos. A maioria das espécies é noturna e apresenta uma dieta onívora que pode incluir frutos, néctar, artrópodes e pequenos vertebrados. Uma única espécie se alimenta primariamente de peixes (EMMONS; FEER, 1997; LESSA; GEISE, 2010; PAGLIA et al, 2012). A dentição dos marsupiais está intimamente relacionada com a sua dieta (GORDON, 2003).

A fórmula dentária da família é (I 5/4, C 1/1, PM 3/3, M 4/4) x 2 = 50 (Figura 1). Os incisivos superiores são cônicos, pequenos e desiguais; o primeiro é maior e mais separado dos outros. Os caninos são grandes. O último pré-molar é precedido por um dente decíduo, multicuspidado e molariforme, e os molares são tribosfênicos, ou seja, possuem três cuspídes (ASTÚA; LEINER, 2008; EMMONS; FEER, 1997; NOWAK, 1991).

O primeiro e segundo pré-molares (P1/p1 e P2/p2) possuem o dente decíduo retido nos adultos, sem um sucessor. Os incisivos e caninos tem dentes decíduos rudimentares que são perdidos ou absorvidos, seguidos por um rápido desenvolvimento dos dentes permanentes (LUCKETT; HONG, 2000; LUO; KIELAN-JAWOROWSKA; CIFELLI, 2004).

Os dentes decíduos são comumente menores e mais estreitos, com esmalte e raízes mais finos. Apresentam também coroas com morfologia diferente da encontrada nos dentes permanentes. Na maioria dos metatérios vivos ou fósseis, o pré-molar decíduo (DP3/dp3) têm um formato molariforme (CIFELLI; MUIZON, 1998; CLEMENS; RICHARDSON; BAVERSTOCK, 1989; VOSS; JANSÁ, 2003).

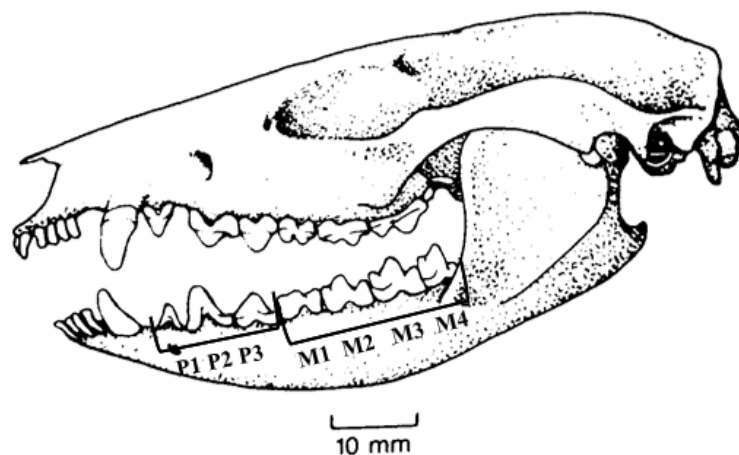
O pré-molar decíduo é funcional na maioria dos marsupiais. O gênero *Myrmecobius*, pertencente à ordem Dasyuromorphia, apresenta uma condição extrema, onde o dente decíduo é retido na fase adulta (DÍAZ; FLORES, 2008; FORASIEPI; SÁNCHEZ-VILLAGRA, 2014). Em populações naturais dos didelfídeos *Didelphis* e *Philander*, foram observados nas maxilas de espécimes sexualmente maduros. Em outros marsupiais australianos, incluindo algumas espécies da ordem Dasyuromorphia, como as do gênero *Dasyurus* (família Dasyuridae), *Sarcophilus* (família Dasyuridae) e *Thylacinus* (família Thylacinidae), o pré-molar decíduo é substituído nos primeiros estágios de desenvolvimento ou é vestigial e por isso não é funcional (VAN NIEVELT; SMITH, 2005a).

O padrão de erupção e substituição de dentes observados nos marsupiais vivos já estava bem estabelecido na radiação do grupo ocorrida do Cretáceo para o Terciário, incluindo os marsupiais extintos (*Alphadon* sp., *Pucadelphys*, *Incadelphys*, *Prepidolops didelphoides*, *Sternbergia iteboreiensis*, *Mayulestes*, *Kokopellia*) (CIFELLI; MUIZON, 1998; LUO; KIELAN-JAWOROWSKA; CIFELLI, 2004).

Existem três padrões de erupção de dentes descritos para marsupiais didelfídeos: o quarto molar superior (M4) e o inferior (m4) irrompem após o terceiro pré-molar decíduo superior (dP3) e o inferior (dp3) caírem e forem substituídos pelos pré-molares permanentes (P3/p3) (Padrão P3-M4). O segundo padrão ocorre quando M4 e m4 irrompem antes do dP3 e dp3 caírem e serem substituídos (Padrão M4-P3), e o terceiro padrão quando P3 e M4 ou p3 e m4 irrompem simultaneamente ou quando diferentes indivíduos de uma espécie apresentam os padrões P3-M4 e M4-P3 (ASTÚA; LEINER, 2008; TRIBE, 1990; TYNDALE-BISCOE; MACKENZIE, 1976; VAN NIEVELT; SMITH, 2005b).

O padrão P3-M4 foi observado nos gêneros *Didelphis*, *Philander*, *Chironectes*, e *Lutreolina* (TRIBE, 1990; TYNDALE-BISCOE; MACKENZIE, 1976). O padrão M4-P3 foi reportado para *Marmosa*, *Marmosops*, *Micoureus*, *Gracilinanus*, *Thylamys*, *Tlacuatzin*, *Lestodelphys*, *Caluromys* e para algumas espécies de *Monodelphis* e *Glironia* (ASTÚA; LEINER, 2008; MARTIN, 2005; TRIBE, 1990). O padrão referido como simultâneo foi descrito pela primeira vez por Tribe (1990), em *Metachirus nudicaudatus* e algumas espécies de *Marmosa*, *Thylamys* e *Monodelphis*.

Figura 1 - Crânio de um marsupial adulto ( $P_3M_4/P^3M^4$ ) da espécie *Didelphis marsupialis*.



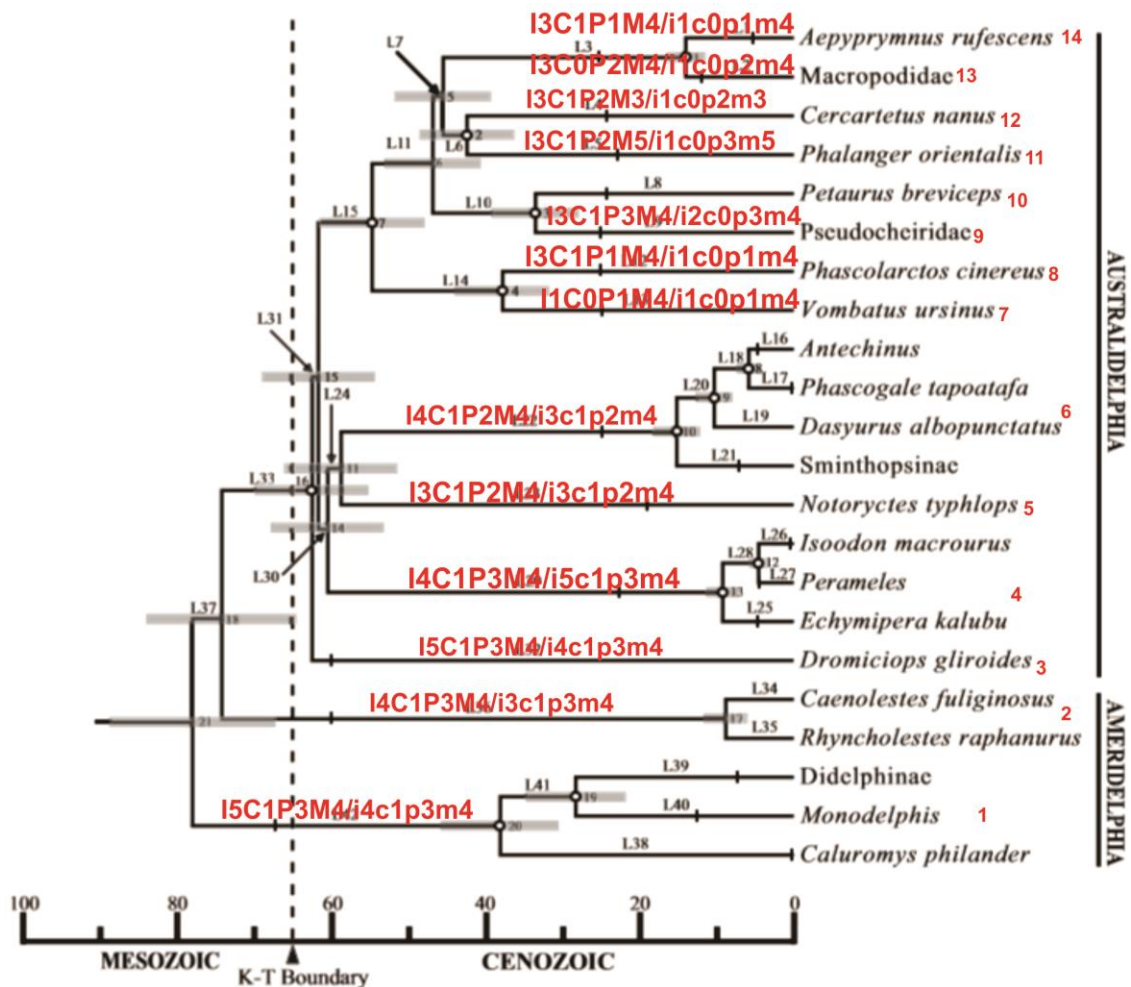
Fonte: Adaptado de J. F. Einsenberg, 1989.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As sete ordens de marsupiais, Didelphimorphia, Paucituberculata, Microbiotheria, Peramelemorphia, Notoryctemorphia, Dasyuromorphia e Diprotodontia, são divididas nas superordens Ameridelphia e Australidelphia (MEREDITH et al, 2008) (Figura 2).

A filogenia da família Didelphidae proposta por Voss e Jansa (2006) (Figura 3) mostra quatro grandes clados. No clado 1 estão os gêneros *Thylamys*, *Lestodelphys*, *Gracilinanus*, *Cryptonanus* e *Marmosops*. No clado 2 os gêneros *Philander*, *Didelphis*, *Lutreolina*, *Chironectes* e *Metachirus*. No clado 3 estão *Micoureus*, *Marmosa*, *Monodelphis* e *Tlacuatzin*. Os gêneros *Caluromys* e *Glironia* constituem o grupo mais basal (Clado 4).

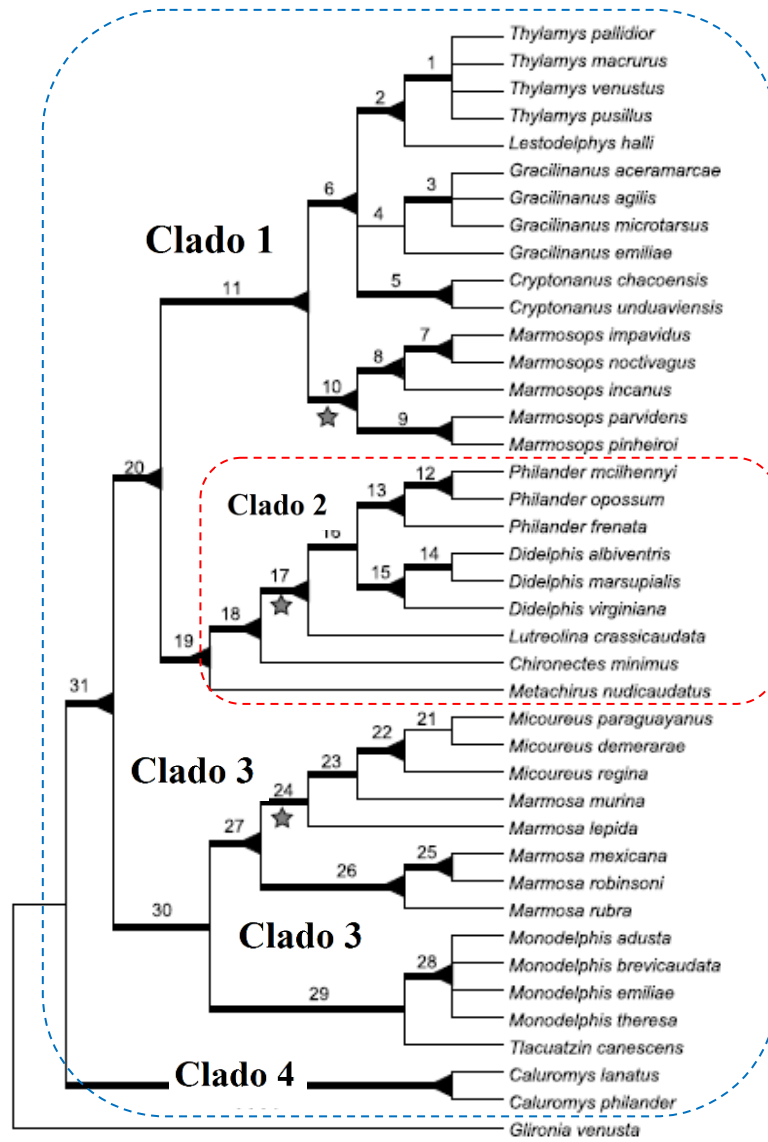
Figura 2 - Filogenia e fórmula dentária dos marsupiais americanos e australianos.



Fonte: Filogenia adaptada de Meredith et al, 2008 e fórmulas dentárias segundo Nowak, 1991. Os números à direita indicam as seguintes ordens: 1- Didelphimorphia, 2- Paucituberculata, 3- Microbiotheria, 4- Peramelemorphia, 5- Notoryctemorphia, 6- Dasyuromorphia e 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14- Diprotodontia.

As espécies que compõem os clados 1, 3 e 4 possuem o mesmo padrão de substituição de dP3 e erupção de M4: o dP3 vai ser substituído por P3 após a erupção de M4 (Padrão M4-P3). Apenas as espécies do clado 2 possuem o padrão de substituição de dP3 e erupção de M4 diferente. Nessas espécies o dP3 vai ser substituído por P3 antes da erupção de M4 (Padrão P3-M4).

Figura 3 – Filogenia da família Didelphidae



Fonte: Adaptada de Voss e Jansa 2005. Baseada em dados moleculares. As espécies circuladas de vermelho apresentam o padrão P3-M4 de erupção e substituição de dentes. As demais, circuladas de azul, apresentam o padrão M4-P3.



## 2.1. ESPÉCIES ESTUDADAS

As espécies estudadas foram *Didelphis albiventris* e *Marmosa murina*, pois representam dois grandes clados da família Didelphidae e existe uma abundância de dados sobre a dentição de animais vivos provenientes do nosso estudo de captura-marcação-recaptura, bem como, informações na literatura sobre a dentição dos crânios desses animais depositados em coleções.

Os indivíduos da espécie *Didelphis albiventris* são marsupiais de médio porte, popularmente conhecidos como gambá, timbu, cassaco, raposa, saruê, seriguê e micurê (ROSSI; BIANCONI; PEDRO, 2006). Podem apresentar coloração preta, avermelhada e raramente branca. Geralmente possuem três listras negras na face, duas sobre os olhos e uma na fronte. Apenas a primeira porção de sua cauda preênsil possui pelos (VOSS; JANSA, 2003). As quatro patas apresentam 5 dígitos e todas possuem garras afiadas, exceto o primeiro dedo posterior, que é oponível aos outros dígitos (Figura 4).

A fêmea apresenta um marsúpio bem desenvolvido, comumente com 13 mamas dispostas em um círculo aberto com uma mama no centro (NOWAK, 1991). A gestação varia de 12 a 14 dias e o número de filhotes varia de 04 a 14. O desmame se inicia aproximadamente 60 dias após o nascimento, quando os filhotes saem do marsúpio e ficam agarrados às costas da mãe (ROSSI; BIANCONI; PEDRO, 2006). Atingem a idade reprodutiva aos 6 meses. Em natureza vivem até 3 anos, mas em cativeiro podem viver até 5 anos (NOWAK, 1991).

Esses animais são solitários e têm hábitos noturnos. Durante o dia ficam em cavidades rochosas ou em troncos de árvores. Constroem ninhos de folhas e gravetos, que conseguem transportar com a cauda preênsil e com a boca.

Habitam savanas, matas de galeria e florestas úmidas em latitudes tropicais (EMMONS; FEER, 1997). A distribuição geográfica da espécie abrange porções leste e centro oeste do Brasil, Paraguai, Uruguai, as regiões norte e central da Argentina e o sul da Bolívia (LEMOS; CERQUEIRA, 2002). São classificados como onívoros, e têm uma dieta composta por roedores e aves de pequeno porte, rãs, lagartos, insetos e caranguejos (NOWAK, 1991; PAGLIA et al, 2012), além de variados frutos, o que faz com que esses animais atuem no ambiente como importantes dispersores de sementes (CÁCERES, 2002; CANTOR et al, 2010).

Figura 4 - Indivíduo adulto da espécie *Didelphis albiventris* capturado na REBIO Guaribas.



Foto: Clarice Vieira.

Os espécimes de *Marmosa murina* são pequenos (25 – 50g) e possuem uma pelagem uniformemente marrom no dorso e a pelagem ventral variando entre branco, salmão, rosada, amarelada ou creme. Apresentam anéis peri-oftálmicos largos e proeminentes. Os pelos do corpo se estendem ao longo da cauda por uma curta distância (10 – 15mm) (STEINER; CATZEFLIS, 2003) (Figura 5). A cauda é preênsil e auxilia na locomoção pelos estratos superiores da vegetação. As fêmeas não possuem marsúpio.

Figura 5 - Indivíduo adulto da espécie *Marmosa murina*.



Foto: Clarice Vieira.

São animais noturnos, arbóreos e onívoros. Estão amplamente distribuídos pela América do Sul (Guianas, ao leste da Venezuela, Peru e Brasil) (EMMONS; FEER, 1997), e podem ser encontrados em vários habitats, incluindo florestas tropicais secundárias e maduras, e áreas perturbadas pela presença do homem (plantações, campos, jardins e casas).

Pouco se sabe sobre os hábitos reprodutivos dessa espécie. Fazem ninhos com folhas e galhos secos dentro de tocas abandonadas e em buracos nos troncos das árvores.

As características do crânio e da dentição são utilizadas com frequência pelos sistematas para determinar a idade dos espécimes de mamíferos depositados nas coleções. Tyndale-Biscoe e Mackenzie (1976) e Tribe (1990) reconhecem 7 classes etárias dentais para didelfídeos, levando em consideração o desgaste observado na dentição dos animais. Além disso, consideram que o animal passou de uma classe para outra quando cada molar estiver funcional.

A maioria das classificações são similares pois utilizam crânios de animais que se encontram em coleções para coletar os dados de dentição. No entanto, Macedo et al. (2005) propôs uma classificação para animais vivos que distribui os animais em apenas 4 classes, onde o estado reprodutivo é também um fator importante. Van Nievelt e Smith (2005b) também propuseram uma classificação para animais vivos através do estudo de indivíduos em cativeiro da espécie *Monodelphis domestica*.

Os critérios que os autores utilizam para definir a mudança do animal de uma classe para outra variam. Tyndale-Biscoe e Mackenzie (1976) e Tribe (1990) levaram em consideração a presença e o estado funcional dos dentes maxilares distais aos caninos, a partir do terceiro pré-molar primário (decíduo) e secundário, até o quarto molar da arcada superior, de acordo com a sequência de erupção e o desgaste das cúspides. Porém, Tribe (1990) observou que esse sistema de classificação, embora funcionasse bem para *Didelphis auritus*, *Philander opossum* e *Metachirus nudicaudatus*, não se aplicava a *Marmosops incanus*, pois os padrões de erupção de dentes encontrados em jovens dessa espécie diferem do proposto na classificação de Tyndale-Biscoe e Mackenzie (1976). Macedo et al (2005) utilizou como limiar o último molar funcional da arcada dentária superior.

### 3. REFERÊNCIAS

ASTÚA, D.; LEINER, N. O. Tooth eruption sequence and replacement pattern in woolly opossums, genus *Caluromys* (Didelphimorphia: Didelphidae). **Journal of Mammalogy**, v. 89, n. 1, p. 244-251, Fev. 2008.

CÁCERES, N. C. (Org.). **Os marsupiais do Brasil: biologia, ecologia e conservação**. 2. ed. Campo Grande: Ed. UFMS, 2012.

CANTOR, M. et al. Potential seed dispersal by *Didelphis albiventris* (Marsupialia, Didelphidae) in highly disturbed environment. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 2, p. 45-51, 2010.

CIFELLI, R. L.; DE MUIZON, C. Tooth eruption and replacement pattern in early marsupials. **Comptes Rendus de l'Academie des Sciences, série IIA, Sciences de la Terre et des Planètes**, v. 326, n. 3, p. 215-220, Fev. 1998.

CLEMENS, W. A.; RICHARDSON, B. J.; BAVERSTOCK, P. R. Biogeography and phylogeny of the Metatheria. In: WALTON, D. W.; RICHARDSON, B. J. (Orgs.). **Fauna of Australia: Mammalia**. Canberra: Australian Government Publishing Service, 1989. p. 527-548.

EMMONS, L. H.; FEER, F. **Neotropical rainforest mammals: a field guide**. 2 ed. Chicago: The University of Chicago Press, 1997.

FELDHAMER, G. A. et al. Monotremes and Marsupials. In: \_\_\_\_\_. (Org.). **Mammalogy: adaptation, diversity, and ecology**. New York: McGraw-Hill, 2004. p. 168-187.

FONSECA, C. T.; ALVES, J. B. Dental development of *Didelphis albiventris* (Marsupialia): I - incisors and canines. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 66, n. 1a, p. 53-60, Fev. 2006.

FORASIEPI, A. M.; SANCHEZ-VILLAGRA, M. R. Heterochrony, dental ontogenetic diversity, and the circumvention of constraints in marsupial mammals and extinct relatives. **Paleobiology**, v. 40, n. 2, p. 222-237, Set. 2014.

GAYET, M.; MARSHALL, L. G.; SEMPERE, T. The Mesozoic and Paleocene vertebrates of Bolivia and their stratigraphic context: a review. **Revista Tecnica de YPF**, Santa Cruz, v. 12, n. 4, p. 393-433, Dez. 1991.

GORDON, C. L. **Functional morphology and diet of Late Cretaceous mammals of North America**. 2003. 177 f. Tese (Doutorado em Filosofia) – University of Oklahoma, Norman, 2003.

JANSA, S. A.; FORSMAN, J. F.; VOSS, R. S. Different patterns of selection on the nuclear genes IRBP and DMP-1 affect the efficiency but not the outcome of phylogeny estimation for didelphid marsupials. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 38, n. 2, p. 363-380, Fev. 2006.

JANSA, S. A.; VOSS, R. Phylogenetic relationships of the marsupial genus Hyladelphys based on nuclear gene sequences and morphology. **Journal of Mammalogy**, v. 86, n. 5, p. 853-865, Out. 2005.

JANSEN, A. M. Marsupiais didelífdeos: gambás e cuícas. In: ANDRADE, A.; PINTO, S. C.; OLIVEIRA, R. S. (Orgs.). **Animais de laboratório: criação e experimentação**. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 2002. p. 167-174.

KEMP, T. S. Living and fossil marsupials. In: \_\_\_\_\_. (Org.). **The origin and evolution of mammals**. New York: Oxford University Press, 2005. p. 191-216.

LEMOS, B.; CERQUEIRA, R. Morphological differentiation in the white-eared opossum group (Didelphidae: Didelphis). **Journal of Mammalogy**, v. 83, n. 2, p. 354-369, 2002.

LESSA, L. G.; GEISE, L. Hábitos alimentares de marsupiais didelífdeos brasileiros: análise do estado de conhecimento atual. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 14, p. 918-927, 2010.

LUCKETT, W. P.; HONG, N. Ontogenetic evidence for dental homologies and premolar replacement in fossil and extant caenolestids (Marsupialia). **Journal of Mammalian Evolution**, v. 7, n. 2, p. 109-127, Junho 2000.

LUO, Z.-X.; KIELAN-JAWOROWSKA, Z.; CIFELLI, R. L. Evolution of dental replacement in mammals. In: DAWSON, M. R.; LILLEGRAVEN, J. A. (Orgs.). **Fanfare for an uncommon paleontologist: festschrift in honor of Dr. Malcolm C. McKenna**. Pittsburgh: Carnegie Museum of Natural History, 2004. p. 159-175.

MACEDO, J. et al. Levels of development in marsupials: a method for living animals. **Mastozoologia Neotropical**, v. 13, n. 1, p. 133-136, 2006.

MARTIN, G. M. Intraspecific variation in *Lestodelphys halli* (Marsupialia: Didelphimorphia). **Journal of Mammalogy**, v. 86, n. 4, p. 793-802, Ago. 2005.

MUSTRANGI, M. A.; PATTON, J. L. Phylogeography and systematics of the slender mouse opossum *Marmosops* (Marsupialia, Didelphidae). **University of California Publications in Zoology**, Berkeley, v. 130, p. 1-86, 1997.

NOWAK, R. M. Order Marsupialia. In: \_\_\_\_\_. (Org.). Walker's mammals of the world. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1991. p. 10-113.

PAGLIA, A. P. et al. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil: 2a edição. **Occasional Papers in Conservation Biology**, Arlington, n. 6, p. 1-76, Abr. 2012.

ROSSI, R. V.; BIANCONI, G. V.; PEDRO, W. A. Ordem Didelphimorphia. In: REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. (Orgs.). **Mamíferos do Brasil**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2006. p. 27-66.

SPRINGER, M. S.; WESTERMAN, M.; KIRSCH, J. A. W. Relationships among orders and families of marsupials based on 12S ribosomal DNA sequences and the timing of the marsupial radiation. **Journal of Mammalian Evolution**, v. 2, n. 2, p. 85-115, 1994.

STEINER, C.; CATZEFLIS, F. M. Mitochondrial diversity and morphological variation of *Marmosa murina* (Didelphidae) in French Guiana. **Journal of Mammalogy**, v. 84, n. 3, p. 822-831, 2003.

THE PALEOBIOLOGY DATABASE. **Taxonomic classification and time scale search form**. 2015. Disponível em: <<https://paleobiodb.org/#/>>. Acesso em: 25 set. 2015.

TRIBE, C. J. Dental age classes in *Marmosa incana* and other didelphoids. **Journal of Mammalogy**, v. 71, n. 4, p. 566-569, Nov. 1990.

TYNDALE-BISCOE, C. H.; MACKENZIE, R. B. Reproduction in *Didelphis marsupialis* and *Didelphis albiventris* in Colombia. **Journal of Mammalogy**, v. 57, n. 2, p. 249-265, 1976.

VAN NIEVELT, A. F. H.; SMITH, K. K. To replace or not to replace: the significance of reduced functional tooth replacement in marsupial and placental mammals. **Paleobiology**, v. 31, n. 2, p. 324-346, Set. 2005a.

\_\_\_\_\_. Tooth eruption in *Monodelphis domestica* and its significance for phylogeny and natural history. **Journal of Mammalogy**, v. 86, n. 2, p. 333-341, Abr. 2005b.

VOSS, R. S.; JANSA, S. A. Phylogenetic studies on didelphid marsupials II. Nonmolecular data and new IRBP sequences: separate and combined analyses of didelphine relationships with denser taxon sampling. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, New York, n. 276, p. 1-82, 2003.

VOSS, R. S.; JANSA, S. A. Phylogenetic relationships and classification of didelphid marsupials, an extant radiation of new world metatherian mammals. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, New York, n. 322, p. 1-177, 2009.

WILLIAMSON, T. E.; BRUSATTE, S. L.; WILSON, G. P. The origin and early evolution of metatherian mammals: the Cretaceous record. **Zookeys**, Sofia, n. 465, p. 1-76, Dez. 2014.



#### 4. ARTIGO A SER SUBMETIDO À REVISTA CIENTÍFICA JOURNAL OF MAMMALOGY

##### **Padrões de erupção e substituição de dentes em duas espécies de marsupiais da família Didelphidae (Didelphimorphia)**

Larissa Maria C. F. Granja, Clarice Vieira de Souza, André Luis Cadête, Alexandre Ramlo Torre Palma\*

*Laboratório de Ecologia Terrestre, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, Paraíba, Brasil.*

\*Correspondente. E-mail: artpalma@gmail.com

#### **ABSTRACT**

Teeth are composite structures of hard mineralized tissues and conferring high strength, and together with the skull, are used in several evolutionary and ecological studies. They are also used in determining age classes in marsupials of Didelphidae family, and in other mammals. The representatives of this family replace only the third deciduous premolar (dP3 / dp3) and have three patterns of eruption and replacement of teeth: P3-M4, M4-P3 and the simultaneous pattern. We use data of eruption patterns and tooth replacement of *Marmosa murina* and *Didelphis albiventris*, from a study of capture-mark-recapture held in Guaribas Biological Reserve, located in Mamanguape (PB), to see if there is any correlation between dental age classes and weight, and inter-specific and inter-individual variation of tooth eruption and replacement in these marsupials. Eruption and replacement differences were observed between the upper and lower teeth and the replacement pattern of dP3/dp3 and eruption of M4/m4 previously described for both species. Based on dental age classes, we found four young female *Didelphis albiventris* in reproductive status. However, all reproductive females of *Marmosa murina* were adult. We suggest that this may be associated with longevity and differences in body size among species. The use of dental age classes can preclude the observation of variations and exceptions in the general patterns. Studies using the teeth of live animals are rare but very important for us to determine whether these differences are the result of variability or actually are abnormalities that may have some impact on populations.

Keywords: teeth, capture-mark-recapture, dental age classes, Didelphidae, ontogeny

## RESUMO

Os dentes são estruturas compostas por tecidos duros e mineralizados que os conferem grande resistência, e junto com o crânio, são utilizados em diversos estudos evolutivos e ecológicos. Nos marsupiais da família Didelphidae, e em outros mamíferos, vem sendo utilizados na determinação de classes etárias. Os representantes dessa família substituem apenas o terceiro pré-molar (P3/p3) e apresentam três padrões de substituição e erupção dos mesmos e dos molares: P3-M4, M4-P3 e o padrão simultâneo. Utilizamos dados de padrões de erupção e substituição dentária das espécies *Marmosa murina* e *Didelphis albiventris*, provenientes de um estudo de captura-marcação-recaptura realizado na Reserva Biológica Guaribas, localizada na cidade de Mamanguape (PB), para observar se existe alguma correlação entre as classes etárias dentais e o peso, e as variações inter-específicas e inter-indivíduos na erupção e substituição de dentes desses marsupiais. Foram observadas diferenças de erupção e substituição entre os dentes inferiores e superiores e no padrão de substituição do dP3/dp3 e erupção de M4/m4 previamente descrito para ambas as espécies. Encontramos quatro fêmeas jovens da espécie *Didelphis albiventris* reproduzindo. No entanto, todas as fêmeas de *Marmosa murina* reproduzindo eram adultas. Sugerimos que isso pode estar relacionado com as diferenças de longevidade e tamanho corporal entre as espécies. A utilização das classes etárias baseadas na dentição pode limitar a observação de variações e exceções. Os estudos utilizando a dentição de animais vivos são raros, porém muito importantes para que possamos determinar se essas diferenças são fruto de variabilidade ou se na verdade são anomalias que podem ter algum impacto nas populações.

Palavras-chave: dentição, captura-marcação-recaptura, classes etárias, Didelphidae, ontogenia

A dentição dos mamíferos é utilizada em vários estudos sobre desenvolvimento e macroevolução, devido a diversidade e riqueza de informações encontradas nos registros fósseis (Evans et al. 2007, Forasiepi e Sanchez-Villagra 2014). A morfologia dos dentes e a sequência de erupção dos mesmos fornecem dados sobre a evolução da história de vida (Smith 2002), taxonomia e filogenia (Luo et al. 2004).

A substituição de dentes nos marsupiais difere das condições consideradas características dos mamíferos eutérios. Os eutérios possuem duas gerações (decídua e permanente) dos dentes incisivos, caninos, e da maioria (ou de todos) os pré-molares. Já os marsupiais apresentam duas gerações de dentes funcionais em apenas um locus em cada maxila, o último pré-molar (P3/p3). Alguns dasiurídeos derivados perderam completamente a substituição de dentes. Por definição, os molares possuem apenas uma geração tanto em eutérios quanto em marsupiais (Van Nievelt e Smith 2005a).

A fórmula dentária da família Didelphidae é (I 5/4, C 1/1, PM 3/3, M 4/4) x 2 = 50. O último pré-molar (P3/p3) é o único que tem um dente antecessor decíduo, multicuspidado e molariforme, e os molares são tribosfênicos, possuindo três cuspídes (Nowak 1991; Emmons e Feer 1997).

Quando ocorre o desmame em *Didelphis*, os filhotes possuem três dentes molariformes (dP3, M1, M2). A medida que os animais crescem, o pré-molar decíduo (dP3) molariforme, cai ao mesmo tempo que M3 está eclodindo (Tribe 1990). Astúa et al. (2001) argumentam que os pré-molares decíduos, tanto da arcada superior (dP3) quanto da inferior (dp3), seriam na verdade molares, porque quando surgem estão localizados onde vão estar os molares quando a dentição do indivíduo estiver completa. O crescimento dos ossos vai mudar a posição dos dentes fazendo com que o pré-molar decíduo caia e seja substituído pelo P3, agora crescendo em campo pré-molariforme.

O padrão de erupção dos dentes observado em *Didelphis* (P3-M4) parece ser ancestral dentro de marsupiais, pois está presente em Didelphidae e Microbiotheriidae. Se a substituição tardia de dP3 por P3 surgiu apenas uma vez na história evolutiva dos didelfídeos, isso suporta um grupo monofilético incluindo *Monodelphis*, *Marmosa*, *Caluromys* e *Glironia*, porém não suporta a subfamília Caluromyinae, contendo *Caluromys*, *Caluromysiops*, e *Glironia*, e a subfamília Didelphineae que seria composta por *Marmosa* (*sensu lato*) e *Monodelphis*. Diante disso, Tribe (1990) sugeriu que *Caluromys* pode ser uma forma derivada que surgiu de um grupo de indivíduos similares a *Marmosa*.

Os trabalhos de sistemática com mamíferos frequentemente empregam a determinação das classes etárias baseadas nas características do crânio e dos dentes (Tribe 1990). O desenvolvimento dos dentes é relativamente resistente aos extremos nutricionais e aos defeitos sistêmicos, por isso é considerado um sistema consistente para estimar a idade dos indivíduos (Van Nievelt e Smith 2005b). A divisão em classes etárias deve ter sentido biológico e marcar os estágios de vida do organismo. É importante considerar fatores que são relevantes para a vida do animal, como a passagem de um estágio do desenvolvimento para outro (Macedo et al. 2006). Os marsupiais têm um padrão de erupção e substituição de dentes que permaneceu quase sem modificações desde o Cretáceo (Cifelli e de Muizon 1998).

O sistema mais comumente adotado para determinar as classes etárias dentais dos marsupiais da família Didelphidae é o de Tyndale-Biscoe e Mackenzie (1976), baseado na presença e estado funcional do terceiro pré-molar (P3), do seu predecessor decíduo (dP3) e do quarto molar (M4). No entanto, outras classificações baseadas na dentição foram propostas por diversos autores, levando em consideração análises que mostram a variação na sequência de erupção dos dentes dentro da família (Tribe 1990, Van Nievelt e Smith 2005b).

Existem vários estudos sobre dentição de marsupiais e uso de classes etárias feitos com dados de animais de coleção (Tyndale-Biscoe e Mackenzie 1976, Tribe 1990, Van

Nievelt e Smith 2005b, Astúa e Leiner 2008). Isso pode ser explicado pela maior dificuldade que temos em obter dados com os estudos de captura-marcação-recaptura. Apesar de mais raros, os estudos com animais vivos são muito importantes, pois nos permitem observar diferentes estágios de desenvolvimento da dentição em um mesmo indivíduo. Os crânios depositados nas coleções nos fornecem informações do estágio de dentição que se encontrava o indivíduo quando morreu, limitando assim a nossa percepção dos estágios intermediários que podem ocorrer entre uma classe etária e outra, definidas na literatura, e impedindo a observação das diferenças entre indivíduos da mesma espécie.

Diante disso, os objetivos desse trabalho são descrever a trajetória ontogenética da erupção dos dentes nas espécies *Marmosa murina* e *Didelphis albiventris* a partir de dados coletados de espécimes vivos em um projeto de captura-marcação-recaptura, avaliar a variabilidade nas trajetórias ontogenéticas entre as arcadas dentárias superior e inferior e observar a variabilidade inter-individual na trajetória ontogenética da dentição.

### **Material e Métodos**

*Área de estudo.*—Os dados das espécies *Marmosa murina* e *Didelphis albiventris* foram provenientes de estudo realizado na Reserva Biológica Guaribas (06° 44' 59" S, 41° 07' 11" O), unidade SEMA II (3.016 ha), localizada no município de Mamanguape no estado da Paraíba. Segundo a classificação de Köppen e Geiger, essa região está inserida no tipo climático As', caracterizado por ser quente e úmido, de estação seca no verão e chuvosa no inverno. A pluviosidade média é de 1404 mm/ano (1999-2014), sendo que a estação seca (precipitação < 100 mm/mês) ocorre de setembro a fevereiro (CPTEC/INPE 2015). A temperatura média anual é de 25.5°C (Hijmans et al. 2005) e as temperaturas mais altas são geralmente registradas entre os meses de dezembro e fevereiro. A vegetação da área forma um mosaico com manchas de, principalmente, dois tipos florísticos: Tabuleiro Nordeste e Mata

Atlântica (Silva et al. 2000). O primeiro é uma savana arbórea aberta, semelhante ao Cerrado, com muitas gramíneas e árvores de baixo porte, caracterizada por apresentar solos com elevado teor de areia quartzosa distrófica. O segundo tipo caracteriza-se por uma vegetação secundária, de porte baixo e com uma densidade maior que a observada no tabuleiro (Prates et al. 1981).

*Desenho amostral.*—As capturas do estudo de captura-marcação-recaptura foram realizadas em dois transectos, um localizado na Mata (vegetação mais fechada) e outro no Tabuleiro (vegetação aberta), cada um com 30 pontos fixos com espaçamento de 10 metros entre eles. As armadilhas Sherman®, com tamanhos diferentes grandes (13 x 12 x 42,5 cm) e pequenas (8 x 7 x 23 cm), foram dispostas aos pares, uma no chão e outra no sub-bosque (entre 1 e 2m de altura) em cada ponto. As iscas utilizadas nas armadilhas foram fatias de cenoura e uma mistura de fubá, paçoca de amendoim, banana e sardinha. As capturas foram realizadas mensalmente durante cinco noites consecutivas, entre maio de 2011 e dezembro 2014. As armadilhas foram revisadas todas as manhãs. Os animais capturados foram anestesiados com éter, marcados por perfuração na orelha e após a coleta de dados foram devolvidos ao hábitat no mesmo local onde foram capturados. Foram registrados os pontos de captura, nome da espécie, peso (g), sexo, condição reprodutiva, tamanho do corpo (mm), cauda (mm), pé e orelha (mm). Além disso, registramos a dentição das duas maxilas dos animais para determinar se eram jovens ou adultos, incluindo o número de cada tipo de dente (dP3/dp3 foram contabilizados como molares), e quantos molares tinham cúspides desgastadas (rebaixadas e arredondadas).

*Análise de dados.*—Utilizamos uma notação própria para registrar os diferentes estágios de dentição (Tabela 4). Os dados de cada indivíduo foram coletados apenas em sua primeira captura a cada mês. Observamos também o número de transições ocorridas entre um mês e outro na dentição dos indivíduos que capturamos em meses seguidos, o que nos permitiu uma

observação mais detalhada das mudanças ocorridas entre um estágio da dentição e outro, e das diferenças que possam existir entre indivíduos da mesma espécie e de espécies diferentes. Utilizamos medidas de cabeça e corpo (HB) e peso (mm) junto com dados de dentição para observar as características morfológicas dos indivíduos que encontramos em cada estágio de dentição registrado.

### Resultados

Foram feitas 160 capturas da espécie *Didelphis albiventris* e 205 da espécie *Marmosa murina*. Acompanhamos as mudanças na dentição de 74 indivíduos de *Marmosa murina* (Tabela 1) e 71 indivíduos de *Didelphis albiventris* (Tabela 2).

Existem diferenças na erupção e substituição de dentes nas maxilas inferiores e superiores em ambas as espécies. Na maioria dos indivíduos capturados os molares inferiores aparecem antes dos seus correspondentes superiores. No entanto, tivemos 2 indivíduos de *Didelphis* e 1 de *Marmosa* que apresentaram molares superiores aparecendo antes dos seus respectivos inferiores. As Figuras 6 e 7 apresentam a frequência de indivíduos capturados em cada estágio e os estágios de dentição observados para *Didelphis* e *Marmosa*.

Dos indivíduos capturados de *Didelphis albiventris*, 27 apresentaram o padrão P3-M4 na maxila superior e um indivíduo foi capturado no estágio P2M5/P2M5 (Fig. 6), ou seja, o M4 erupcionou antes do indivíduo perder o pré-molar decíduo em ambas as maxilas. Na maxila inferior, 18 indivíduos apresentaram o padrão M4-P3.

Entre os indivíduos capturados de *Marmosa murina*, 13 indivíduos apresentaram o padrão P3-M4 na maxila superior e 15 indivíduos o padrão M4-P3 na maxila inferior (Fig. 7).

Para *Marmosa* os estágios com maior número de capturas registradas foram P2M4/P2M5 (14 capturas), P3M3/P3M4 (12 capturas) e as classes onde os indivíduos são considerados adultos: P3/M4 (36 capturas), P3/M4<sub>(1)</sub> (91 capturas) e P3/M4<sub>(2)</sub> (30 capturas).

**Tabela 1.**– Transições na dentição dos indivíduos da espécie *Marmosa murina* capturados em projeto de captura - marcação - recaptura na REBIO Guaribas.

		Estágio Final																								
		P2M2/P2M1	P2M2/P2M2	P2M2/P2M3	P2M3/P2M2	P2M3/P2M3	P2M3/P2M4	P2M3/P2M4 (1)	P2M4/P2M3	P2M3/P2M5	P2M4/P2M4	P2M4/P2M5	P2M4/P2M5 (1)	P3M3/P2M5	P2M5/P2M5	P2M4/P3M4	P2M4/P3M4 (1)	P3M3/P2M4 (0)	P3M3/P3M4 (0)	P3M3/P3M4 (1)	P3M3/P3M4 (2)	P3M4/P3M4 (0)	P3M4/P3M4 (1)	P3M4/P3M4 (2)	P3M4/P3M4 (3)	P3M4/P3M4 (4)
Estágio Inicial																										
P2M2/P2M1		■																								
P2M2/P2M2			■																							
P2M2/P2M3				■																						
P2M3/P2M2					■																					
P2M3/P2M3						■																				
P2M3/P2M4							■																			
P2M3/P2M4(1)								■																		
P2M4/P2M3									■																	
P2M3/P2M5										■																
P2M4/P2M4											■															
P2M4/P2M5												■														
P2M4/P2M5(1)													■													
P3M3/P2M5														■												
P2M5/P2M5															■											
P2M4/P3M4																■										
P2M4/P3M4(1)																	■									
P3M3/P2M4(0)																		■								
P3M3/P3M4(0)																			■							
P3M3/P3M4(1)																				■						



P3M3/P3M4(2)																			
P3M4/P3M4(0)															12	6	7	3	
P3M4/P3M4(1)																20	6	4	1
P3M4/P3M4(2)																	3		
P3M4/P3M4(3)																		1	
P3M4/P3M4(4)																			

Tabela 2.- Transições na dentição dos indivíduos da espécie *Didelphis albiventris* capturados em projeto de captura - marcação - recaptura.

	Estágio Final																						
	P2M2/P2M1	P2M2/P2M2	P2M2/P2M3	P2M3/P2M2	P2M3/P2M3	P2M3/P2M4	P2M3/P2M4 (1)	P2M3/P2M5	P2M4/P2M4	P2M4/P2M5	P3M3/P2M5	P2M5/P2M5	P2M4/P3M4	P2M4/P3M4 (1)	P3M3/P2M4 (0)	P3M3/P3M4 (0)	P3M3/P3M4 (1)	P3M3/P3M4 (2)	P3M4/P3M4 (0)	P3M4/P3M4 (1)	P3M4/P3M4 (2)	P3M4/P3M4 (3)	P3M4/P3M4 (4)
Estágio Inicial	P2M2/P2M1	P2M2/P2M2	P2M2/P2M3	P2M3/P2M2	P2M3/P2M3	P2M3/P2M4	P2M3/P2M4 (1)	P2M3/P2M5	P2M4/P2M4	P2M4/P2M5	P3M3/P2M5	P2M5/P2M5	P2M4/P3M4	P2M4/P3M4 (1)	P3M3/P2M4 (0)	P3M3/P3M4 (0)	P3M3/P3M4 (1)	P3M3/P3M4 (2)	P3M4/P3M4 (0)	P3M4/P3M4 (1)	P3M4/P3M4 (2)	P3M4/P3M4 (3)	P3M4/P3M4 (4)
P2M2/P2M1	1																						
P2M2/P2M2		2																					1
P2M2/P2M3			10	1	9	1			3			1	1		1		3		1	1		3	
P2M3/P2M2																							
P2M3/P2M3					2																2	2	
P2M3/P2M4						7			4					1	2	1	1		3	4		1	
P2M3/P2M4(1)								2															
P2M3/P2M5																							5
P2M4/P2M4										1				1			1			1	1		1
P2M4/P2M5												3				1							



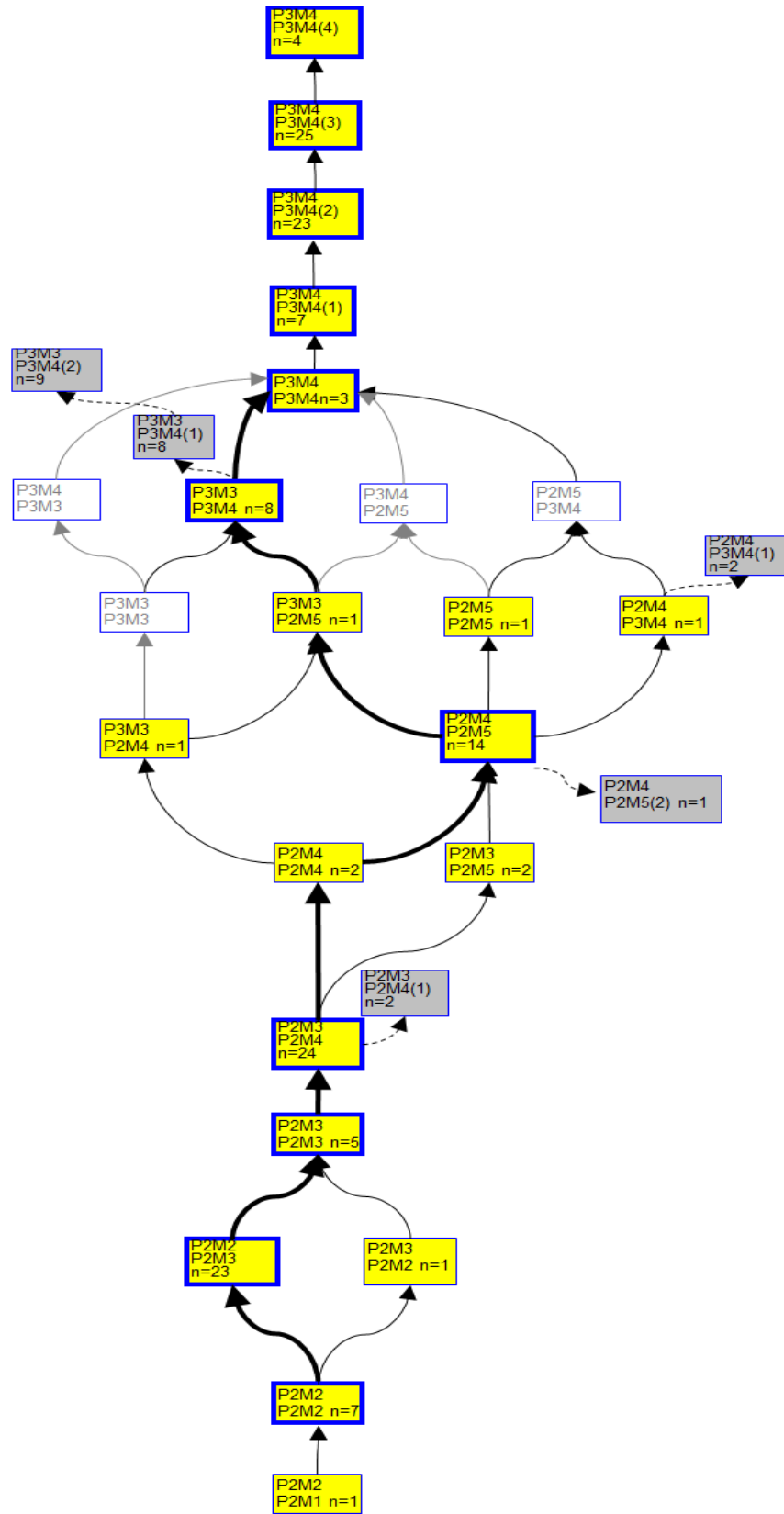
Para *Didelphis* foram os estágios P2M3/P2M4 (26 capturas), P2M4/P2M5 (15 capturas), P3M3/P3M4 (25 capturas), P3M4/P3M4<sub>(2)</sub> (23 capturas) e P3M4/P3M4<sub>(3)</sub> (25 capturas). Uma frequência maior de indivíduos nesses estágios pode indicar que eles são mais duradouros e que as mudanças na dentição consideradas características do desenvolvimento dos marsupiais (perda do dP3, erupção de P3 e de M4), são mais lentas.

Encontramos classes com baixo número de capturas em ambas as espécies, P3M3/P2M5 (1 indivíduo de cada espécie) e P2M4/P3M4 (4 indivíduos *Marmosa* e 3 indivíduos *Didelphis*), isso pode indicar que os animais estão permanecendo pouco tempo nesses estágios ou que as mudanças características da dentição dessas espécies, perda do pré-molar decíduo e erupção de P3 e M4, estão ocorrendo simultaneamente em alguns indivíduos (Fig. 6; Fig. 7).

Encontramos quatro fêmeas jovens (dentição incompleta) da espécie *Didelphis albiventris* com filhotes no marsúpio (Tabela 3). Todas as fêmeas que capturamos com filhotes ou apresentando sinais que estavam reproduzindo da espécie *Marmosa murina* eram adultas com dentição P3M4/P3M4, variando apenas o desgaste observado nos molares. A menor fêmea reprodutiva estava pesando 44g, e as medidas desse espécime foram: corpo 121 mm, cauda 186 mm, pé 18 mm, orelha 22 mm.

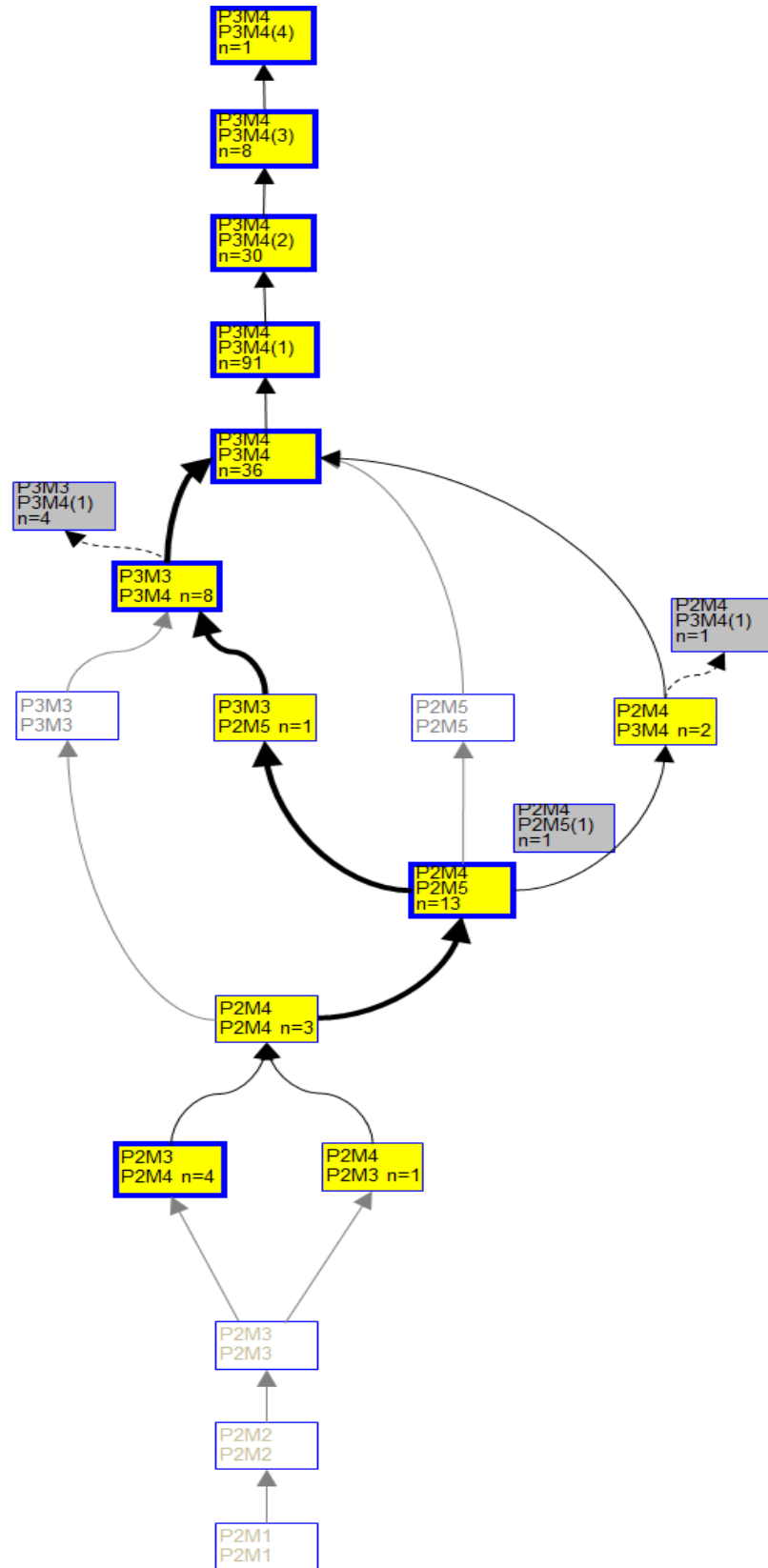
**Tabela 3.**—Fêmeas jovens reprodutivas da espécie *Didelphis albiventris*. Não separamos as fêmeas dos filhotes para verificar o peso. As medidas são respectivamente: cabeça e corpo, cauda, pé, orelha e peso.

Estágio Dentição	Número de Campo	Número de Filhotes	Medidas (mm)
P2M3/P2M4	13	4	260 – 281 – 34 – 51 ≡ 317g
P2M3/P2M4	45	5	244 – 259 – 29 – 50 ≡ 316g
P2M3/P2M4	46	7	243 – 243 – 38 – 53 ≡ 319g
P2M3/P2M4(1)	18	5	259 – 255 – 33 – 46 ≡ 183g



**Fig. 6.**—Trajetória ontogenética da dentição de *Didelphis albiventris*. Os quadrados amarelos são os estágios que tiveram capturas. As setas pretas e quadrados contornados com linhas grossas na cor azul

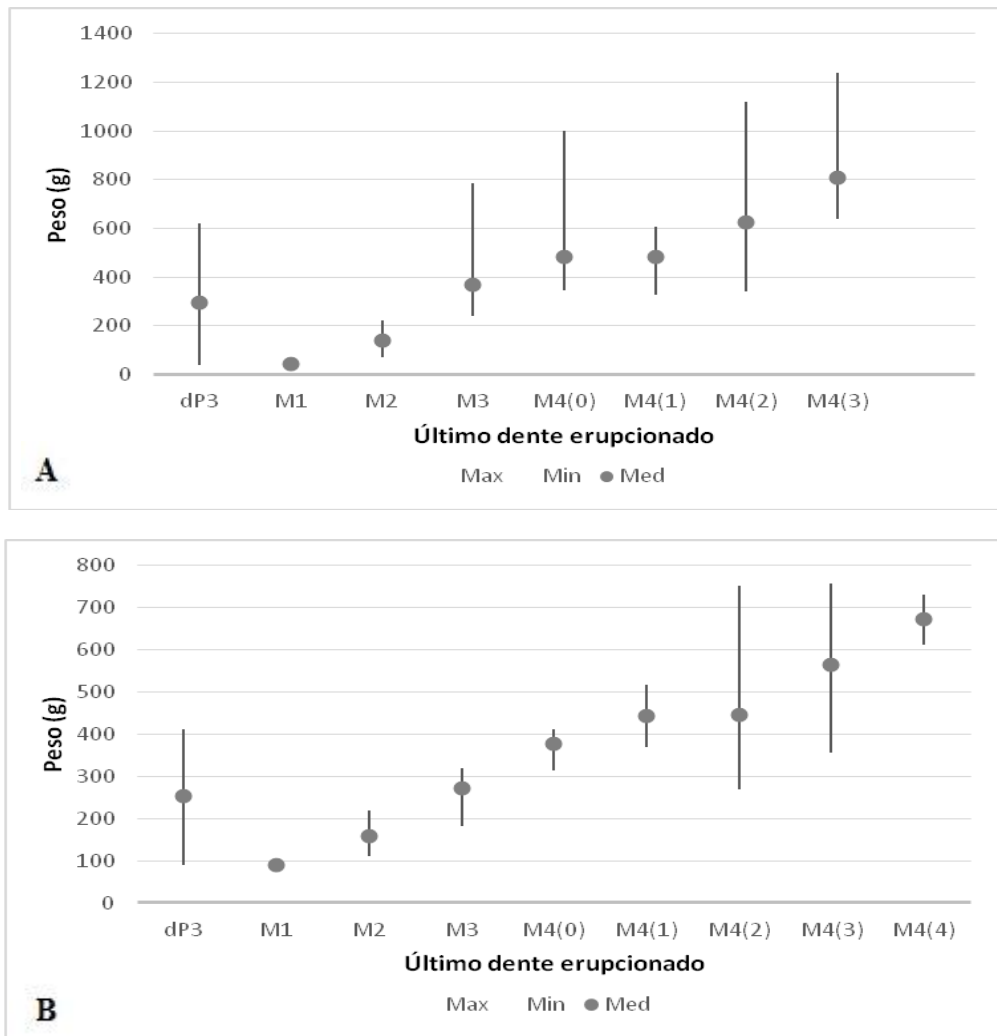
indicam a trajetória mais provável de jovem à adulto a partir da observação dos estágios da dentição com maior número de capturas registradas. As setas pretas finas indicam uma trajetória seguida por poucos indivíduos. As setas pontilhadas indicam os estágios relativos a indivíduos jovens, mas apresentam molares com desgastes. As setas cinza representam trajetórias hipotéticas, já que apontam ou partem de estágios hipotéticos. Os quadrados brancos com as letras na cor cinza são estágios hipotéticos que acrescentamos baseado nos estágios onde capturamos animais.



**Fig. 7.**—Trajetória ontogenética da dentição de *Marmosa murina*. Os quadrados amarelos são os estágios que tiveram capturas. As setas pretas grossas indicam a trajetória mais provável de jovem à

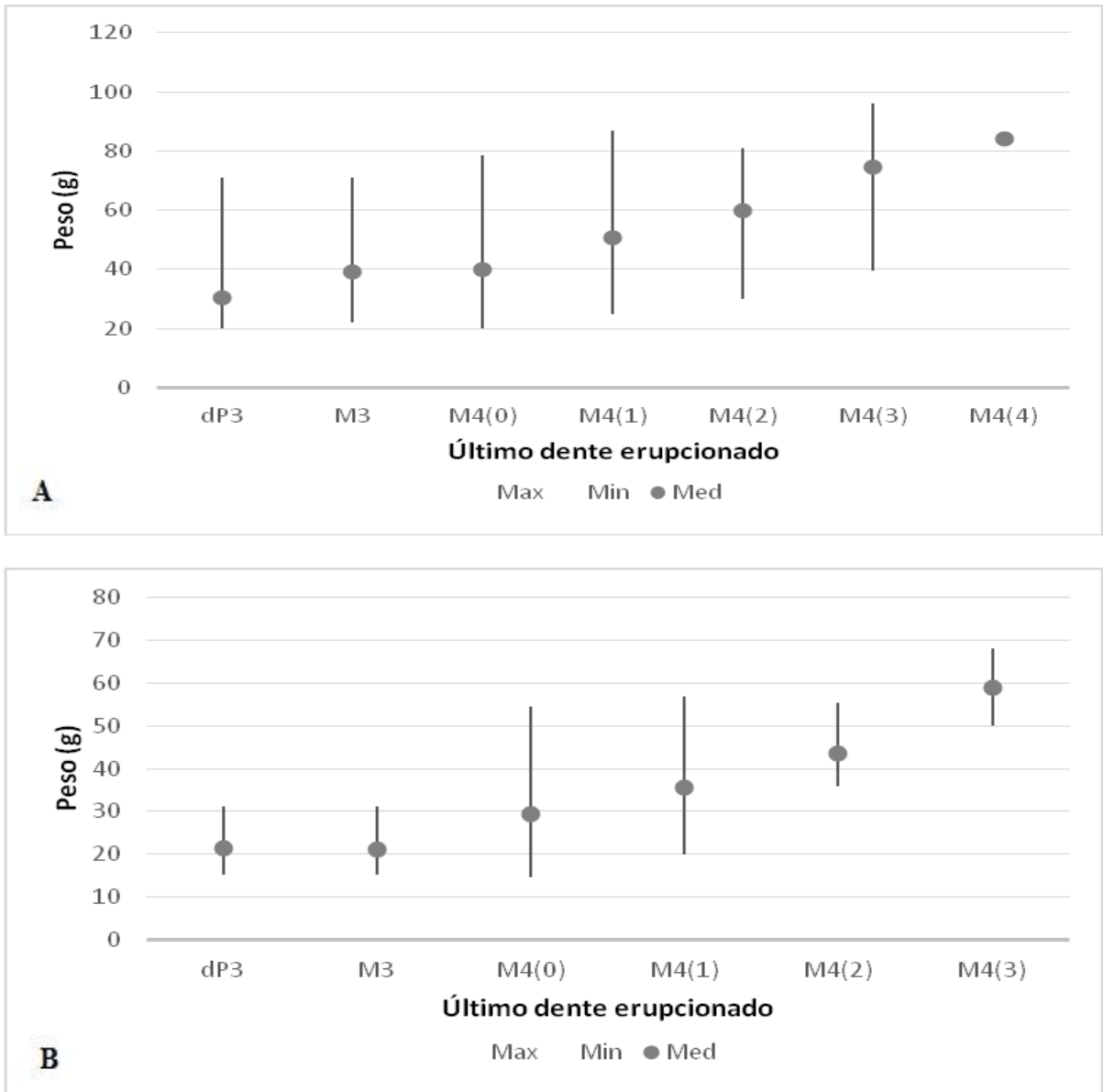
adulto a partir da observação dos estágios da dentição com maior número de capturas registradas. As setas pretas finas indicam uma trajetória seguida por poucos indivíduos. As setas pontilhadas indicam os estágios que os indivíduos ainda não são adultos, mas apresentam molares com desgastes. As setas cinzas representam trajetórias hipotéticas, já que apontam ou partem de estágios hipotéticos. Os quadrados brancos com as letras na cor cinza são estágios hipotéticos que acrescentamos baseado nos estágios onde capturamos animais.

Observamos que os indivíduos agrupados na mesma classe etária possuem pesos similares, com diferenças de variação de peso entre machos e fêmeas (Fig. 8; Fig. 9).



**Fig. 8.**– A- Relação entre o peso e os estágios de dentição encontrados para machos da espécie *Didelphis albiventris*. B - Relação entre o peso e os estágios de dentição encontrados

para fêmeas da mesma espécie. A partir da erupção de M1 até M4 e aparecer o desgaste no primeiro molar as fêmeas possuem pesos similares. Ambos os sexos tiveram maior variação de peso quando o terceiro molar apareceu desgastado.



**Fig. 9.**—A- Relação entre o peso e estágios de dentição para machos da espécie *Marmosa murina*. B- Relação entre o peso e estágios de dentição para fêmeas da mesma espécie. Os machos possuem variação de peso maior do que fêmeas dentro de cada classe.



**Tabela 4.**—Comparação das classes etárias baseadas na erupção e substituição de dentes proposta por diferentes autores. Incluindo a notação usada na coleta de dados desse estudo. A maioria das classificações utilizou dados de animais de coleções, o que ilustra a falta de informações provenientes de estudos com animais vivos na literatura. As células de mesma cor são classes equivalentes.

Classes etárias	Dentes erupcionados	Notação	Classes etárias	Classes etárias	Classes etárias	Classes etárias	Classes etárias
Tribe 1990		Palma (Não publicado)	Tyndale-Biscoe & Mackenzie 1976	Aguiar et al 2004	Macedo 2006	Van Nievelt & Smith 2005	Van Nievelt & Smith 2005
Crânio <i>Marmosops</i>		Vivos Marsupiais	Crânio <i>Didelphis</i>	Crânio <i>Didelphis</i>	Vivos <i>Didelphis</i>	Crânio <i>Monodelphis</i>	Vivos <i>Monodelphis</i>
Não classificado	Nenhum dente erupcionado	Não classificado	Não classificado	Não classificado	Classe 1 (Filhotes) Lactentes, não se pode olhar a dentição	Classe 0 (Período antes da completa erupção de M1)	Classe G0 (Ainda não emergiu dentes)
Classe 1 (assumi que corresponde a classe 1 de Tyndale-Biscole)	<b>P<sup>1</sup>, P<sup>2</sup>, dP<sup>3</sup></b> ----- <b>P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, dP<sub>3</sub></b>	P <sup>2</sup> M <sup>1</sup> /P <sub>2</sub> M <sub>1</sub>	Não classificado	Não classificado	Classe 1 (Filhotes) Lactentes, não se pode olhar a dentição	Não classificado	Não classificado
Classe 2 (assumi que corresponde a classe 2 de Tyndale-Biscole)	<b>P<sup>1</sup>, P<sup>2</sup>, dP<sup>3</sup>, M<sup>1</sup></b> ----- <b>P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, dP<sub>3</sub></b>	P <sup>2</sup> M <sup>2</sup> /P <sub>2</sub> M <sub>1</sub>	Classe 1 (período entre a completa erupção de M1 e M2)	Classe 1 (erupcionados dP <sub>3</sub> e M1)	Classe 2 (Jovens) Possuem como último molar superior o M1 ou M2.	Classe 1 (período entre a completa erupção de M1 e M2)	Classe G1 (inicia com a emergência do primeiro dente e termina antes da emergência de M2)

Classes etárias Tribe 1990	Dentes erupcionados	Notação Palma (Não publicado) Vivos Marsupiais	Classes etárias Tyndale-Biscoe & Mackenzie 1976	Classes etárias Aguiar et al 2004	Classes etárias Macedo 2006	Classes etárias Van Nieuvelt & Smith 2005	Classes etárias Van Nieuvelt & Smith 2005
Crânio <i>Marmosops</i>			Crânio <i>Didelphis</i>	Crânio <i>Didelphis</i>	Vivos <i>Didelphis</i>	Crânio <i>Monodelphis</i>	Vivos <i>Monodelphis</i>
Classe 3 (Presença de dP3 M1 e M2)	P <sup>1</sup> , P <sup>2</sup> , dP <sup>3</sup> , M <sup>1</sup> , M <sup>2</sup> ----- P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> , dP <sub>3</sub> , M <sub>1</sub>	P <sup>2</sup> M <sup>3</sup> /P <sub>2</sub> M <sub>2</sub>	Classe 2 (Entre a erupção de M2 e M3)	Classe 2 (erupcionados dP3 M1 M2)	Classe 2 (Jovens) Possuem como último molar superior o M1 ou M2.	Classe 2 (Entre a erupção de M2 e M3) erupção de M2 e M3)	Classe G2 (começa com a emergência de M2)
Classe 4 Presença de dP3 M1-M3 funcional e M4 pode está emergindo	P <sup>1</sup> , P <sup>2</sup> , dP <sup>3</sup> , M <sup>1</sup> , M <sup>2</sup> , M <sup>3</sup> ----- P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> , dP <sub>3</sub> , M <sub>1</sub> , M <sub>2</sub> , M <sub>3</sub>	P <sup>2</sup> M <sup>4</sup> /P <sub>2</sub> M <sub>4</sub>	Classe 3 (entre a erupção de M3 e P3)	Classe 3 (erupcionados dP3 M1 M2 M3)	Sub – adultos  Sexualmente Ativos M3 funcional	Classe 3 (Entre a erupção de M3- M4)	Classe G3a (Começa com a emergência quase simultânea de m4 e M3)
Classe 5 (todos os molares funcionais, dP3 ainda presente ou P3 emergindo)	P <sup>1</sup> , P <sup>2</sup> , dP <sup>3</sup> , M <sup>1</sup> , M <sup>2</sup> , M <sup>3</sup> , M <sup>4</sup> ----- P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> , dP <sub>3</sub> , M <sub>1</sub> , M <sub>2</sub> , M <sub>3</sub> , M <sub>4</sub>	P <sup>2</sup> M <sup>5</sup> /P <sub>2</sub> M <sub>5</sub>	Não classificado	Não classificado	Não classificado	Classe 4 (Período entre a completa erupção de M4 e acúmulo de desgaste)	Classe G3a (Começa com a emergência quase simultânea de m4 e M3)
Não classificado	P <sup>1</sup> , P <sup>2</sup> , dP <sup>3</sup> , M <sup>1</sup> , M <sup>2</sup> , M <sup>3</sup> ----- P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> , P <sub>3</sub> , M <sub>1</sub> , M <sub>2</sub> , M <sub>3</sub> , M <sub>4</sub>	P <sup>3</sup> M <sup>3</sup> /P <sub>3</sub> M <sub>4</sub>	Classe 4 (período entre a erupção de P3 e a erupção de M4)	Classe 4 (erupcionados P3 M1 M2 M3)	Sub – adultos  Sexualmente Ativos M3 funcional	Classe 4 (Período entre a completa erupção de M4 e acúmulo de desgaste)	Classe G3b (Começa com a emergência quase Simultânea de p3.

Classes etárias Tribe 1990	Dentes erupcionados	Notação Palma (Não publicado) Vivos Marsupiais	Classes etárias Tyndale-Biscoe & Mackenzie 1976	Classes etárias Aguiar et al 2004	Classes etárias Macedo 2006	Classes etárias Van Nieuvelt & Smith 2005	Classes etárias Van Nieuvelt & Smith 2005
Crânio <i>Marmosops</i>			Crânio <i>Didelphis</i>	Crânio <i>Didelphis</i>	Vivos <i>Didelphis</i>	Crânio <i>Monodelphis</i>	Vivos <i>Monodelphis</i>
Classe 6 (P3 irrompeu metade ou completamente, com pouco desgaste em M4)	P <sup>1</sup> , P <sup>2</sup> , P <sup>3</sup> , M <sup>1</sup> , M <sup>2</sup> , M <sup>3</sup> , M <sup>4</sup> ----- P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> , P <sub>3</sub> , M <sub>1</sub> , M <sub>2</sub> , M <sub>3</sub> , M <sub>4</sub>	P <sup>3</sup> M <sup>4</sup> /P <sub>3</sub> M <sub>4</sub>	Classe 5 (período depois da completa erupção de M4 mas antes de haver desgaste considerável)	Classe 5 (erupcionados P3 M1 M2 M3 M4)	Adultos M4 sexualmente ativos	Classe 4 (Período entre a completa erupção de M4 e acúmulo de desgaste)	Classe G4 (Começa com a emergência de M4)
Classe 6 (P3 irrompeu metade ou completamente, com pouco desgaste em M4)	P <sup>1</sup> , P <sup>2</sup> , P <sup>3</sup> , M <sup>1e</sup> , M <sup>2</sup> , M <sup>3</sup> , M <sup>4</sup> ----- P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> , P <sub>3</sub> , M <sub>1e</sub> , M <sub>2</sub> , M <sub>3</sub> , M <sub>4</sub>	P <sup>3</sup> M <sup>4</sup> /P <sub>3</sub> M <sub>4(1)</sub>	Classe 6 (Baseada no padrão de desgaste do molar)	Classe 6 (erupcionados P3 M1 M2 M3 M4, com desgaste em P3 e M1-M2)	Adultos M4 sexualmente ativos	Classe 4 (Período entre a completa erupção de M4 e acúmulo de desgaste)	Classe G4 (Começa com a emergência de M4)
Classe 6 (P3 irrompeu metade ou completamente, com pouco desgaste em M4)	P <sup>1</sup> , P <sup>2</sup> , P <sup>3</sup> , M <sup>1e</sup> , M <sup>2e</sup> , M <sup>3</sup> , M <sup>4</sup> ----- P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> , P <sub>3</sub> , M <sub>1e</sub> , M <sub>2e</sub> , M <sub>3</sub> , M <sub>4</sub>	P <sup>3</sup> M <sup>4</sup> /P <sub>3</sub> M <sub>4(2)</sub>	Classe 6 (Baseada no padrão de desgaste do molar)	Classe 6 (erupcionados P3 M1 M2 M3 M4, com desgaste em P3 e M1-M2)	Adultos M4 sexualmente ativos	Classe 4 (Período entre a completa erupção de M4 e acúmulo de desgaste)	Classe G4 (Começa com a emergência de M4)
Classe 6 (P3 irrompeu metade ou completamente, com pouco desgaste em M4)	P <sup>1</sup> , P <sup>2</sup> , P <sup>3</sup> , M <sup>1e</sup> , M <sup>2e</sup> , M <sup>3e</sup> , M <sup>4</sup> ----- P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> , P <sub>3</sub> , M <sub>1e</sub> , M <sub>2e</sub> , M <sub>3e</sub> , M <sub>4</sub>	P <sup>3</sup> M <sup>4</sup> /P <sub>3</sub> M <sub>4(3)</sub>	Classe 7 (Baseada no padrão de desgaste do molar)	Classe 7 (erupcionados P3 M1 M2 M3 M4, com desgaste em P3 e M1-M4)	Adultos M4 sexualmente ativos	Classe 4 (Período entre a completa erupção de M4 e acúmulo de desgaste)	Classe G4 (Começa com a emergência de M4)
Classe 7 (P3 emergiu completamente e desgaste considerável em M4)	P <sup>1</sup> , P <sup>2</sup> , P <sup>3</sup> , M <sup>1e</sup> , M <sup>2e</sup> , M <sup>3e</sup> , M <sup>4e</sup> ----- P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> , P <sub>3</sub> , M <sub>1e</sub> , M <sub>2e</sub> , M <sub>3e</sub> , M <sub>4e</sub>	P <sup>3</sup> M <sup>4</sup> /P <sub>3</sub> M <sub>4(4)</sub>	Classe 7 (Baseada no padrão de desgaste do molar)	Classe 7 (P3 M1 M2 M3 M4, com desgaste em P3 e M1-M4)	Adultos M4 sexualmente ativos	Classe 4	Classe G4 (Começa com a emergência de M4)

## Discussão

A natureza do pré-molar decíduo (dp3) é muito discutida, alguns autores propuseram que esse dente é na verdade o primeiro molar (M1) e os molares permanentes seriam de fato M2 à M5 (Hershkovitz 1992). No entanto, ainda não foi encontrado nenhum registro fóssil relatando a ocorrência de um quinto molar (M5) em marsupiais (Astúa et al. 2001). Devido a impossibilidade de uma análise mais detalhada da estrutura do dente, já que trabalhamos com animais vivos, consideramos o pré-molar decíduo como um molar.

Os nossos resultados confirmam que existem variações na erupção e substituição de dentes das maxilas superior e inferior. Tribe (1990) afirmou que em todos os didelfídeos os molares inferiores aparecem antes dos superiores. Os nossos dados corroboram esse estudo, no entanto, encontramos exceções em ambas as espécies estudadas. Isso pode ser atribuído a variações individuais, já que de todos os animais capturados apenas três apresentaram essa condição diferente dos demais.

Na literatura estão descritos três padrões bem definidos de perda de dp3/dp3 e erupção de p3/P3 para marsupiais didelfídeos, sendo eles P3-M4 (*Didelphis*), M4-P3 (*Marmosa*) e o padrão simultâneo (Tyndale-Biscoe e Mackenzie 1976, Tribe 1990). Nossos dados mostram o padrão simultâneo em ambas as espécies, a maioria dos indivíduos capturados apresentam os padrões P3-M4 e M4-P3 ao mesmo tempo. Van Nievelt e Smith (2005b) também observaram uma diferença entre o momento que ocorre a erupção dos dentes e a sequência de erupção em jovens vivos e em crânios com idade bem definida.

O uso da dentição para estimar a idade dos pequenos mamíferos é uma importante ferramenta no trabalho de campo, pois os dentes são estruturas resistentes e de fácil observação. Essas características da dentição possibilitou o surgimento de várias classificações ao longo dos anos, baseadas na erupção dos dentes (maxila ou gengiva) e/ou

funcionalidade dos molares. No entanto, a utilização de classes etárias pode impedir a observação de estágios intermediários de desenvolvimento da dentição que podem aparecer entre uma classe e outra proposta por diferentes autores. Além disso, dificultam também a observação de exceções individuais ou até mesmo nas populações.

A maioria dos estudos com dentição de marsupiais são feitos com crânios de animais depositados em coleções (Tyndale-Biscoe & Mackenzie 1976, Tribe 1990, Hershkovitz 1992, Astúa e Leiner 2008), o que nos fornecem informações a respeito do estado que o animal estava na hora da sua morte. Os estudos de dentição com animais vivos são mais raros na literatura, e apesar da maior dificuldade na obtenção dos dados são de grande importância pois nos permitem acompanhar as mudanças na dentição de cada indivíduo ao longo da sua vida, o que contribui para a observação da variabilidade entre os indivíduos, as espécies e as populações.

A quantidade de dentes varia de acordo com a espécie estudada. De maneira geral, quanto mais primitivo for o animal maior o número de dentes e a simplicidade das estruturas. A fórmula dentária dos canídeos, cachorro do mato *Cerdocyon thous* e do cão doméstico *Canis lupus familiaris* é a mesma, (I 3/3, C 1/1, PM 4/4, M 2/3) x 2 = 42 (Gioso & Carvalho 2005). Já na família Felidae a fórmula dentária básica é (I 3/3, C 1/1, PM 3/2, M 1/1) x 2 = 30 (The Natural History Collections 2004). Os seres humanos possuem duas dentições, uma decídua e uma permanente, a dentição decídua é composta por 20 dentes. A fórmula dentária de um adulto é (I 2/2, C 1/1, PM 2/2, M 3/3) x 2 = 32 (Madeira 2007).

Os marsupiais da família Didelphidae possuem um total de 50 dentes, incluindo incisivos, caninos, pré-molares e molares. E a única substituição de dentes pré-molares (P3/p3) observada nesses marsupiais é considerada a mais derivada entre todos os padrões observados em mamíferos.

Segundo Luo et al. (2004), a condição plesiomórfica observada nos cinodontes (não mamíferos) era a substituição múltipla e alternada de todos os dentes. Ao longo da evolução dos mamíferos eles foram adquirindo apomorfias, tais como, diferenciação de pré-molares e molares, uma única substituição de pré-molares e de alguns molariformes na sequência antero-posterior (gênero *Sinoconodon*); única substituição de incisivos e caninos possivelmente associada a lactação, sequência antero-posterior para a única substituição de pré-molares, molares sem substituição e padrão de crescimento do crânio determinado (gêneros *Morganucodon*, *Haldanodon*, *Gobiconodon* e *Multituberculados*); única substituição alternada de pré-molares (gêneros *Zhangheotherium*, *Dryolestes*, *Daulestes* e *Kennalestes*); reversão para a substituição antero-posterior sequencial dos pré-molares (Placentários extintos); não substituição da maioria dos dentes (Methateria).

O padrão básico da dentição da família de marsupiais australianos Dasiuridae é similar ao encontrado em *Didelphis*. Os incisivos são pequenos, pontiagudos, ou em forma de faca, e os caninos são bem desenvolvidos e grandes, com as bordas afiadas. Os molares possuem três cuspídes. Os dentes dos representantes dessa família são especializados para uma dieta insetívora ou carnívora. A fórmula dentária é (I 4/3, C 1/1, PM 2-3/2-3, M 4/4) x 2 = 42 ou 46 (Nowak 1991).

Tyndale-Biscoe e Mackenzie (1976) encontraram uma fêmea com filhotes pesando 240g e outras cinco fêmeas também com filhotes pesando 500g (Classe 4 - P3M3). Astúa e Geise (2006) encontraram uma fêmea reprodutiva da mesma espécie com 6 filhotes na bolsa pesando 320g. A dentição desse espécime é dP3M2/dP3M3 (Classe 2), correspondendo a uma jovem com idade entre 4.5 - 7 meses. As medidas de corpo foram as seguintes: corpo 266mm, cauda 264mm, orelha 56mm e pé 39mm. As fêmeas mais jovens com filhotes (dentição incompleta) que capturamos da espécie *Didelphis albiventris* (P2M3/P2M4) têm idade equivalente ao espécime reportado por Astúa e Geise (2006).

A reprodução precoce, ou seja, antes de completar o desenvolvimento da dentição adulta, também já foi reportada para outras espécies de pequenos mamíferos, como *Metachirus nudicaudatus* e *Philander andersoni* (Díaz e Flores 2008).

Das quatro fêmeas jovens de *Didelphis* capturadas reproduzindo, três apresentaram peso e medidas do corpo similares (316g, 317g e 319g) e apenas 1 fêmea possuía medidas similares as demais mas apresentava o peso 183g. Tyndale-Biscoe e Mackenzie (1976) reportaram uma correlação entre o peso e as classes etárias dentais de 1 a 5 na espécie *Didelphis marsupialis*. Nesse estudo observamos essa relação nas classes 2 a 5 em fêmeas de *Didelphis albiventris*, no entanto, os machos apresentaram maior variação de peso dentro das classes etárias. Na espécie *Marmosa murina* essa relação entre o peso e as classes etárias foi mais evidente nos machos das classes 1 a 6 e nas fêmeas das classes 1, 2, 6 e 7, nas demais classes houve uma maior variação de peso.

Todas as fêmeas de *Marmosa murina* capturadas apresentando sinais de reprodução (lactante ou com filhotes) já eram adultas. A ocorrência da reprodução precoce em *Didelphis* e não em *Marmosa* pode está relacionada com as diferenças de longevidade reportadas na literatura para essas espécies e observadas nesse estudo. Como vivem mais, os indivíduos de *Didelphis albiventris* podem investir energia em mais de uma ninhada dentro de uma única estação reprodutiva, o que não ocorreria em *Marmosa murina* que investiria em apenas uma ninhada por período reprodutivo. Outra possibilidade é que o maior tamanho do corpo das fêmeas jovens e subadultas dos gêneros de marsupiais maiores, *Didelphis*, *Metachirus* e *Philander* forneça uma vantagem reprodutiva como sugerido por Díaz e Flores (2008).

As variações observadas nos padrões de erupção e substituição de dentes entre arcadas superior e inferior em ambas as espécies de didelfídeos aqui estudadas, bem como, diferenças entre indivíduos da mesma espécie, reforçam a necessidade de mais estudos utilizando dados de animais vivos para que através da comparação de dados possamos determinar se essas

diferenças são fruto de variabilidade interindividual e que impactos elas podem provocar nas populações. Também devemos levar em consideração tais estudos quando formos propor alguma classificação baseada na dentição, já que a realidade do trabalho em campo difere da experienciada em laboratório.

### **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos os funcionários da Reserva Biológica Guaribas por todo o suporte oferecido durante a realização desse estudo. Aos membros do Laboratório de Ecologia Terrestre da Universidade Federal da Paraíba.



**LITERATURA CITADA**

- AGUIAR, M. D. S., J. FERIGOLO, J. L. ROSSI JUNIOR, and M. A. GIOSO. 2004. Atrição dental em *Didelphis albiventris* e *D. marsupialis* (Marsupialia, Didelphimorphia, Didelphidae) do Sul do Brasil. *Ciência Rural* 34:1127-1132.
- ASTÚA, D. and L. GEISE. 2006. Early reproductive onset in the white-eared opossum, *Didelphis albiventris* Lund, 1840 (Didelphimorphia, Didelphidae). *Mammalian Biology* 71:299-303.
- ASTUA, D. and N. O. LEINER. 2008. Tooth eruption sequence and replacement pattern in woolly opossums, genus *Caluromys* (Didelphimorphia : Didelphidae). *Journal of Mammalogy* 89:244-251.
- ASTÚA DE MORAES, D., B. LEMOS, and R. CERQUEIRA. 2001. Supernumerary molars in neotropical opossums (Didelphimorphia, Didelphidae). *Mammalian Biology* 66:193-203.
- CPTEC/INPE. 2015. Balanço hídrico - gráficos/tabela. Proclima: Programa de monitoramento climático em tempo real da região Nordeste. [proclima.cptec.inpe.br](http://proclima.cptec.inpe.br). Accessed 20 august 2015.
- CIFELLI, R. L. and C. DE MUIZON. 1998. Tooth eruption and replacement pattern in early marsupials. *Comptes Rendus De L Academie Des Sciences Serie Ii Fascicule a- Sciences De La Terre Et Des Planetes* 326:215-220.
- DÍAZ, M. M. and A. FLORES DAVID. 2008. Early reproduction onset in four species of *Didelphimorphia* in the Peruvian Amazonia. Pp. 126 in *mammalia*.
- EMMONS, L. and F. FEER. 1997. Neotropical rainforest mammals: a field guide. The University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- EVANS, A. R., G. P. WILSON, M. FORTELIUS, and J. JERNVALL. 2007. High-level similarity of dentitions in carnivorans and rodents. *Nature* 445:78-81.

- FORASIEPI, A. M. and M. R. SANCHEZ-VILLAGRA. 2014. Heterochrony, dental ontogenetic diversity, and the circumvention of constraints in marsupial mammals and extinct relatives. *Paleobiology* 40:222-237.
- GARDNER, A. L. 2008. *Mammals of South America, volume 1: marsupials, xenarthrans, shrews, and bats*. University of Chicago Press.
- GIOSO, M. A. and V. G. G. CARVALHO. 2005. Oral Anatomy of the Dog and Cat in Veterinary Dentistry Practice. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice* 35:763-780.
- HERSHKOVITZ, P. 1992. The South American gracile mouse opossums, genus *Gracilinanus* Gardner and Creighton, 1989 (Marmosidae, Marsupialia): a taxonomic review with notes on general morphology and relationships. *Fieldiana Zoology* 70:1-56.
- HIJMANS, R. J., S. E. CAMERON, J. L. PARRA, P. G. JONES, and A. JARVIS. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25:1965-1978.
- KEMP, T. S. 2005. *The Origin and Evolution of Mammals*. Oxford University Press, New York.
- LUO, Z.-X., Z. KIELAN-JAWOROWSKA, and R. L. CIFELLI. 2004. Evolution of dental replacement in mammals. *Bulletin of Carnegie Museum of Natural History*:159-175.
- MACEDO, J., D. LORETTO, M. V. VIEIRA, and R. CERQUEIRA. 2006. Levels of development in marsupials: a method for living animals. *Mastozoologia Neotropical* 13:133-136.
- MADEIRA, M. C. 2007. *Anatomia do dente*. Editora Sarvier, Moema, São Paulo.
- NOWAK, R. M. 1991. Order Marsupialia. Pp. 10-113 in *Walker's mammals of the world* (R. M. Nowak, ed). Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.
- PRATES, M., L. GATTO, and M. COSTA. 1981. Geomorfologia. BRASIL Ministério das Minas e Energia Projeto RADAMBRASIL Folhas SB 24:303-348.

- SILVA, F., et al. 2000. Zoneamento Agroecológico do Nordeste: diagnóstico e prognóstico. Embrapa Solos: Escritório Regional de Pesquisa e Desenvolvimento Nordeste ERP/NE, Recife.
- SMITH, K. K. 2002. Sequence Heterochrony and the Evolution of Development. *Journal of Morphology* 252:82-97.
- THE NATURAL HISTORY COLLECTIONS. 2004. Family Felidae. [www.nhc.ed.ac.uk/index.php?page=493.172.294](http://www.nhc.ed.ac.uk/index.php?page=493.172.294). Accessed 15 October 2015.
- TRIBE, C. J. 1990. Dental age classes in *Marmosa incana* and other didelphoids. *J Mammal* 71:566-569.
- TYNDALE-BISCOE, C. H. and R. B. MACKENZIE. 1976. Reproduction in *Didelphis marsupialis* and *Didelphis albiventris* in Colombia. *J Mammal* 57:249-265.
- VAN NIEVELT, A. F. H. and K. K. SMITH. 2005a. To replace or not to replace: the significance of reduced functional tooth replacement in marsupial and placental mammals. *Paleobiology* 31:324-346.
- VAN NIEVELT, A. F. H. and K. K. SMITH. 2005b. Tooth eruption in *Monodelphis domestica* and its significance for phylogeny and natural history. *J Mammal* 86:333-341.

## ANEXO

### Normas da revista científica *Journal of Mammalogy*

The *Journal of Mammalogy* is an international, peer-reviewed publication of the American Society of Mammalogists (ASM). We publish manuscripts presenting original research and scholarship on mammals, including topics in mammalian evolution, ecology, behavior, systematics, management, and conservation. Articles should be of interest to a broad scientific readership and may include theoretical or empirical studies that advance our understanding of any aspect of mammalian biology. Book reviews generally may be solicited or readers may request to review a book of general interest to mammalogy (contact the Editor for Reviews).

All submissions are subject to review. Initial review is done by our Journal Editor and by one of the Associate Editors, who evaluate whether the manuscript is of sufficient quality and general interest for outside review. Manuscripts that pass this initial evaluation will be sent to one or more outside reviewers. The assigned Associate Editor then evaluates the reviews and the manuscript and makes a recommendation to the Editor, who makes the final decision regarding suitability for publication.

Submitted manuscripts should be free of jargon. The editors reserve the right to edit all manuscripts for style and clarity. Contributions are accepted for review and publication on the condition that they are submitted solely to *Journal of Mammalogy* and will not be reprinted or translated without the publisher's permission, although authors retain copyrights. ASM recommends that original data reported be deposited in a suitable public database. Send inquiries to the editorial office.

### **Immutable Advance Access**

*Journal of Mammalogy* publishes articles online ahead of inclusion in an issue via OUP's Advance Access.

In order to comply with the requirements of the International Commission on Zoological Nomenclature (ICZN) with regard to nomenclatural works, ALL articles, regardless of whether they include nomenclatural information, that are published in *Journal of Mammalogy* will be immutable from October 1, 2015; this means that no changes will be allowed to any article without the publication of an erratum clearly stating the changes that have been made. Therefore, it is the responsibility of the authors to carefully check their proofs for accuracy, and to notify the publisher of any changes that are necessary prior to Advance Access publication.

### **Nomenclatural Works**

You will be asked during the submission process whether your article contains a nomenclatural act. If it does, in order to comply with ICZN regulations, the Editorial Office will register your article in ZooBank on your behalf and will insert a nomenclatural statement, which includes a Life Science Identifier (LSID), into the article. Your article will also include the online publication date, and the statement "Version of Record, first published online

[online publication date], with fixed content and layout in compliance with Art. 8.1.3.2 ICZN.” Following publication, the Editorial Office will update your ZooBank entry with the DOI, Volume, and Issue information.

## MANUSCRIPT PREPARATION

### Submission

Submit all manuscripts through ScholarOne. Once you have prepared your manuscript according to the instructions below, please visit the online submission web site. All articles must include a statement in the Materials and Methods section confirming that the study conforms to published ASM guidelines (see below) as well as to any relevant institutional requirements (e.g., in the United States, IACUC approval must be confirmed). Submissions from authors whose research involved the use of “human subjects” (as defined in federal law) must include evidence of approval from an institutional review board.

### Document Format

Use double-spacing and 12-point Times New Roman font throughout all text, tables, references, and figure captions. Number all pages. Avoid the use of appendixes and footnotes in the text. Put tables and figure captions at the end of the document. The title page should contain authors’ names, titles, affiliations, and postal and e-mail addresses.

**Style.** Follow *Scientific Style and Format: The CSE Manual for Authors, Editors, and Publishers*, 8th edition, for conventions in biology. For general style and spelling, consult the *Chicago Manual of Style*, 16th edition, and a dictionary such as *Merriam-Webster’s Collegiate Dictionary*. The *Journal of Mammalogy* uses American English. Mammal Species of the World, 3rd ed., or Handbook of the mammals of the world (4 of 8 volumes published as of August 2014) are our baselines for mammal taxonomy. Newer names accepted; older names need justification. Serial commas should be employed (“a, b, and c” rather than “a, b and c”). Avoid sequential parentheses.

**Symbols, Acronyms, and Units of Measure.** Define all nonstandard symbols, and spell out all acronyms. Use the metric system, SI units (Système international d’unités), to express weights and measures. For details on technical style follow the CSE Manual, 8<sup>th</sup> edition. “Holocene” not “Recent”; use BP for years before present, Ma to indicate 10<sup>6</sup> years, and My to indicate million years ago (equivalent to Ma BP for million years before present); e.g., “The Cretaceous Periods lasted 80 My, from 144 Ma to 65 Ma” (from CSE 8th edition).

All details of statistical outcomes reported should be provided, and degrees of freedom

should be reported as subscripts of test statistics (e.g.,  $t_2 = 3.76$ ,  $P < 0.04$ ;  $F_{6,198} = 0.253$ ,  $P = 0.618$ ).

Other statistical standards:

*SD, SE, d.f.*

All tests in italics: *F, G, H, P, R, r, R2, t, U, V, W, z*, etc.

Spell out mean in text, but use  $\bar{X}$  with values; e.g., mean  $\pm$  *SD*, but  $\bar{X} = 4.8$ .

Spell out chi-square test but use  $X^2$  with values; e.g., we used a chi-square test, but  $X^2 = 234.55$ .

Define analysis of variance and other statistical acronyms (e.g., coefficient of variation, confidence interval, etc.) at first use; thereafter use ANOVA, *CV*, *CI*, etc.

Always a space on either side of =, <, >,  $\leq$ ,  $\geq$ .

**General.** Your manuscript should include: title page, text of manuscript, Acknowledgments, Supporting Information (if needed), Literature Cited, Figure Legends, Appendix(es) as needed, Tables, Figures.

1. Title page should include:
  - a. Contact information for corresponding author, including email address (single spaced).
  - b. Running Heading (a short identification, not a title,  $\leq$  40 characters including spaces; normal font).
  - c. Title (**Bold**, left-justified text; capitalize only the first word and proper nouns;  $\leq$  15 words).
  - d. Names of authors (Normal font (NOT ALL CAPS or Small Caps), left-justified text, with asterisk to identify corresponding author).
  - e. Affiliations of authors (Normal font in *italics*, left-justified, with author initials in parentheses following the appropriate address).
  - f. Abstract. Summarizes key findings. NO heading.  $\leq$  5% of the length of the text (Introduction through Discussion).
  - g. Foreign-language abstract, if desired (usually a translation of the Abstract, Latin alphabet only; title should be *Résumé*, *Zusammenfassung*, *Resumen*, *Resumo*, as appropriate; see below).
  - h. Key words,  $\leq$ 10 words, alphabetized and separated by commas.
  - i. “\*Correspondent:” followed by email address of corresponding author.

2. Text of manuscript.

a. The *Journal of Mammalogy* employs up to 4 levels of headings, although most articles skip #2 headings. These are as follows:

**Cap and Small Cap Bold Centered**

*Cap and Lowercase Italic, Centered*

*Italic, paragraph indent, initial cap only: lowercase after colon.—Text follows em dash.*

Roman, Paragraph Indent, Cap and Lowercase Followed by Period. Text follow em space (not dash).

b. Additionally, taxonomic synonymic headings are as follows:

Family Molossidae

(genus and species indeterminate)

*Noctilio lacrimaelunaris*, new species

*Crocidura fuliginosa* (Blyth 1856)

*Crocidura horsfieldii* Tomes 1856

*Crocidura rapax* G. Allen 1923

3. Introduction. No title for this section.

4. Materials and Methods. Must include a statement indicating that research on live animals followed ASM guidelines (Sikes et al. 2011. *Journal of Mammalogy* 92:235–253, available at <http://asmjournals.org/doi/pdf/10.1644/10-MAMM-F-355.1>) and, if appropriate, was approved by an institutional animal care and use committee (IACUC). All DNA sequences must be submitted to GenBank, and accession numbers provided in the manuscript before publication. Museum catalog numbers for all voucher specimens (including associated tissue) examined must be included in the manuscript (in an Appendix if numerous). Consult recent issues of the *Journal of Mammalogy* for examples.

5. Results. Succinct and supported by data and analyses. Methods and interpretation belong elsewhere.

6. Discussion. No “Summary” or “Conclusion”.

7. Acknowledgments (note spelling).

8. Supporting Information, if included (see below).

9. Literature Cited (see below; not “References”).

10. Tables and Figures (see below).

**Supporting Information.** Supporting information that adds depth to a manuscript but is not essential to a reader’s understanding of the research (e.g., spreadsheets, databases, equations, video or audio files, tables and/or figures) may be hosted online. They can be supplied as text, audio, or video files and uploaded as supplementary materials during the submission process. Supporting information files will not be edited and should conform to *Journal of Mammalogy* style; editors and reviewers will view the file during peer review, but we will not copyedit, typeset, or format supporting information. The material must be ready for e-posting when the manuscript is submitted for review. Supporting files should be referenced in your manuscript, e.g., “see Supporting Information S1”. All supporting information, be they tables, figures, text, videos, etc., should be labeled as “Supporting Information S1, S2, S3...,” consecutively through the manuscript. A short legend for each supporting file should be included in a section titled, “Supporting Information,” and appearing before the Literature Cited section.

Because e-only supporting files are published separately from the manuscript, they need to stand alone. If references are cited in the supporting information but not in the regular article, the references should appear at the end of the supporting file. References that appear only in the supporting information should not be listed in the Literature Cited section of the manuscript.

Supporting Information can be hosted online in document files (Word, Excel, PDF, etc.). Audio and video files should be no more than 10 minutes in length. Video files may be supplied by authors in .avi, .mov, .mp4, .mpg, .flv, .swf format, MPEG-2, or MPEG-4 preferred. If an author submits a video file, the author is encouraged to submit a still shot from the video (JPG, TIF, or EPS) to use for a thumbnail that can be placed in the article. Audio files should be mp3. 3-dimensional objects and geographic information system data should be KML files.

**Literature Cited.** List all works cited in the text in the Literature Cited; works not cited should not be listed. Submitted manuscripts must be in press or removed before manuscript acceptance. Unpublished data and reports cannot be cited in the manuscript or listed in the Literature Cited, please use pers. comm. or pers. obs. instead. The number of references cited should suffice to lead readers to key literature; use the lowest number of references necessary; rarely are more than 3 citations needed for a given point.

Personal communications should be cited parenthetically in the text; the citation should include the source’s name and affiliation and the date of the communication: (Henry J. Smith, [university or other affiliation, city, state], personal communication, [month and year of communication]). Submit letters from authors of personal communications giving permission to use the material. Manuscripts submitted for publication but not yet accepted may not be cited.

Cite literature in text using the “Name-Year” format as presented in the CSE guidelines. Multiple in-text citations are ordered chronologically (Author 1998; Author 1999, 2000). Use the first author’s last name and “et al.” for in-text citation of works with more than two authors or editors, and cite in chronological order by lead author (e.g., if Jones, Smith, and



Andrews 2000 and Jones, Andrews, and Smith 2001 were cited simultaneously, this should be cited as Jones et al. 2000, 2001). For multiple works by an author in the same year, cite as “a”, “b”, etc. (e.g., Author 2010a, 2010b) with the first article cited in text denoted as “a” (note that Jones, Smith, and Andrews 2001 and Jones, Andrews, and Smith 2001 would be cited as Jones et al. 2001a, 2001b, with the letters allocated in the order mentioned in text).

In the Literature Cited, list the name of every author or editor, unless there are more than 7, in which case use “Author et al. date.” References are presented in alphabetical order by all authors (unless “et al.” is used), and chronologically for references with identical author lines. Capitalize only the first word and proper nouns of a reference and use italics only for scientific names. Provide the full names of all journals.

The following examples are typical of references in *Journal of Mammalogy*; refer to recent issues for additional formatting guidance.

*Journal Articles:*

Dumbacher, J. P., G. B. Rathbun, T. O. Osborne, M. Griffin, and S. J. Eiseb. 2014. A new species of round-eared sengi (genus *Macroscelides*) from Namibia. *Journal of Mammalogy* 95:443–454.

Stapp, P., and G. A. Polis. 2003. Influence of pulsed resources and marine subsidies on insular rodent populations. *Oikos* 102:111–123.

Vieira, M. V. 2003. Seasonal niche dynamics in coexisting rodents of the Brazilian cerrado. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 38:7–15.

White, G. C., and K. P. Burnham. 1999. Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Studies* 46 (Supplement):120-139.

Sikes, R. S., W. L. Gannon, and the Animal Care and Use Committee of the American Society of Mammalogists. 2011. Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. *Journal of Mammalogy* 92:235–253.

*Books*

Gardner, A. L. (ed.). 2008 [2007]. *Mammals of South America, vol. 1, marsupials, xenarthrans, shrews, and bats*. Chicago: University of Chicago Press. [Date of issue: March 31, 2008.]

Groves, C., and P. Grubb. 2011. *Ungulate taxonomy*. Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland.

Hall, E. R. 1981. *The mammals of North America*. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., New York 1:1–600 + 90. [OR . . . 2:601–1181 + 90.]

Neal, E. G., and D. C. Cheeseman. 1996. *Badgers*. Poyser Natural History, London, United Kingdom.

Peterson, A. T., et al. 2011. Ecological niches and geographic distributions. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. [note that this reference has 7 authors]

#### *Chapter in Edited Books*

Fahr, J. 2013. *Rhinolophus ziama*. Ziama horseshoe bat. Pp. 355-356 in Mammals of Africa. 4. Hedgehogs, shrews, and bats (M. Happold and D. C. D. Happold, eds.). Bloomsbury Publishing, London, United Kingdom.

Goin, F. J., J. N. Gelfo, L. Chornogubsky, M. O. Woodburne, and T. Martin. 2012. Origins, radiations, and distribution of South American mammals: from greenhouse to icehouse worlds. Pp. 20-50 in Bones, clones, and biomes: the history and geography of Recent Neotropical mammals (B. D. Patterson and L. P. Costa, eds.). University of Chicago Press, Chicago, Illinois.

Kley, N. J., and M. Kearney. 2007. Adaptations for digging and burrowing. Pp. 284–309 in Fins into limbs (B. Hall, ed.). University of Chicago Press. Chicago, Illinois.

#### *Technical Reports*

Carey, A. B., B. L. Biswell, and J. W. Witt. 1991. Methods for measuring populations of arboreal rodents. U.S. Forest Service, General Technical Report PNW-GTR-273:1–24.

Griggs, F. T., and River Partners. 2009. California riparian habitat restoration handbook. 2nd. ed. July 2009. California Riparian Habitat Joint Venture. Sacramento, California.

Zielinski, W. J. 1995. Track plates. Pp. 67–89 in American marten, fisher, lynx, and wolverine: survey methods for their detection (W. J. Zielinski and T. E. Kucera, eds.). U.S. Forest Service, General Technical Report PSW-GTR-157:1–163.

#### *Proceedings*

Armitage, K. B., and D. T. Blumstein. 2002. Body-mass diversity in marmots. Pp 22–40 in Holarctic marmots as a factor of biodiversity. In Proceedings of the 3rd International Conference on Marmots, Cheboksary, Russia, 25–30 August 1997 (K. B. Armitage and V. Y. Rumiantsev, eds.). ABF Publishing House, Moscow, Russia.

#### *Theses or Dissertations*

Quaife, L. R. 1978. The form and function of the North American badger (*Taxidea taxus*) and its fossorial way of life. M.S. thesis, University of Calgary, Calgary, Alberta, Canada.

Steward, P. D. 1997. The social behaviour of the European badger, *Meles meles*. Ph.D. dissertation, University of Oxford, Oxford, United Kingdom.

*Web sites* (Do not include web addresses in manuscript text, cite them as “(Author Year)” and include web address in Literature Cited).

CDFW [California Department of Fish and Wildlife]. 2008. State & federally listed endangered & threatened animals of California. January 2013. [www.dfg.ca.gov/biogeodata/cnddb/pdfs/TEAnimals.pdf](http://www.dfg.ca.gov/biogeodata/cnddb/pdfs/TEAnimals.pdf). Accessed 15 July 2013.

IUCN. 2013. The IUCN Red List of threatened species. Ver. 2013.2. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Accessed 28 November 2013.

*Software* (Cite software as “(Author Year)” in text and include citation in literature cited.)

ESRI. 2002. ArcView GIS. Ver. 3.3. Environmental System Research Institute, Inc. Redlands, California.

IBM Corp. 2012. IBM SPSS statistics for Windows. Ver. 21.0. IBM Corp., Armonk, New York.

Jenness Enterprises. 2002. Kit fox telemetry. A custom-written extension for ArcView 3.3. Jenness Enterprises, Flagstaff, Arizona.

Kenward, R. E., A. B. South, and S. S. Walls. Ranges 6. Ver. 1.2. Anatrack Ltd., Wareham, United Kingdom.

R Development Core Team. 2012. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. [www.R-project.org/](http://www.R-project.org/).

Rodgers, A. R., and A. P. Carr. 1998. HRE: the Home Range Extension for ArcView. Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Ontario Ministry of Natural Resources. Thunder Bay, Ontario, Canada.

SAS Institute Inc. 2008. SAS/STAT user’s guide. Release 9.2. SAS Institute, Inc. Cary, North Carolina.

Statsoft Inc. 2002. Statistica. Release 6. Statsoft Inc. Tulsa, Oklahoma.

Swofford, D. L. 1999. PAUP\*: phylogenetic analysis using parsimony (\*and other methods). Ver. 4. Sinauer Associates, Inc., Publishers. Sunderland, Massachusetts.

**Tables and Figures.** All Tables and Figures should be interpretable without reference to the manuscript; that is, they should “stand alone.” Tables must be provided as text (not images). Capitalize only the first word in figure and table titles (and subheads), except for proper nouns. Use lowercase letters to indicate footnotes in tables and panels in figures. Put panel labels (a, b, etc.) in the upper left corner of figures, if needed. Construct tables without vertical rules. For more general guidelines on the construction of tables, see the *CSE Manual* and the *Chicago Manual of Style*.

Artwork should suit the manner in which it will be published and should be readable in black and white, even if it will appear in color. Artwork submitted for publication should be of the highest quality, in vector-graphic format if possible, or with a minimum resolution of 600 dpi for line art and 400 dpi for photographs at 4 x 6 inches for figures intended to run within the

article, and the same resolution at 8 x 11 inches for figures intended for the cover. Images for the cover of *Journal of Mammalogy* should have a vertical (portrait) orientation. Photographs (without text) should be submitted in .tif format. All other art should be submitted in .eps format. Maps must include latitude and longitude ticks and, if appropriate, a compass rose and scale, and should be understandable on their own. All figures should be square or rectangular in outline to avoid wasting space; do not submit maps with “locator maps” placed above or to the side of the main map if this leaves empty space adjacent to the primary map.

## PUBLICATION FEES

### Color Charges

Authors who want their artwork to print in color will be charged a fee of US\$1,000 for each image. There is no fee for color if an image is used on the cover of *Journal of Mammalogy*.

### Page Charges

Articles in *Journal of Mammalogy* are subject to a charge of US\$80.00 per printed page. As a benefit of membership, authors who are members of ASM *at the time of submission* are eligible for a reduction or waiver of page charges (at least one author must be a member). If resources are available, members are strongly encouraged to pay full or partial page charges.

### Open Access

*Journal of Mammalogy* authors have the option to publish their paper under the Oxford Open initiative; whereby, for a charge, their paper will be made freely available online immediately upon publication. After your manuscript is accepted, the corresponding author will be required to accept a mandatory license to publish agreement. As part of the licensing process, you will be asked to indicate whether or not you wish to pay for open access. If you do not select the open access option, your paper will be published with standard subscription-based access and you will not be charged. Members of the ASM are eligible to receive a discount on the Open Access fee. To obtain this discount, when requested on the Author Services site to "Please enter American Society of Mammalogists membership number," ASM members should instead enter their ASM-registered email address.

Oxford Open articles are published under Creative Commons licenses.

RCUK/Wellcome Trust funded authors publishing in *Journal of Mammalogy* can use the Creative Commons Attribution license (CC-BY) for their articles. All other authors must use the Creative Commons Attribution Non-Commercial license (CC-BY-NC).

You can pay Open Access charges using our Author Services site. This will enable you to pay online with a credit/debit card, or request an invoice by email or post. The applicable open access charges vary according to which Creative Commons license you select. The open access charges are as follows.

Non-member charges for CC-BY and CC-BY-NC

- Regular charge: £938 / \$1500 / €1219
- List B Developing country charge\*: £469 / \$750 / €610
- List A Developing country charge\*: £0 / \$0 / €0

\*Visit our developing countries page.

Member charges for CC-BY and CC-BY-NC

- Regular charge: £750 / \$1200 / €975

Orders from the UK will be subject to the current UK VAT charge. For orders from the rest of the European Union, OUP will assume that the service is provided for business purposes. Please provide a VAT number for yourself or your institution and ensure you account for your own local VAT correctly.

### **Offprints**

Authors will receive electronic access to their paper free of charge. Printed offprints may be purchased in multiples of 50. Rates are indicated on the order form which must be returned with the proofs.

### **Self-Archiving**

In case of any additional queries, please contact Journals Permissions.

### **AUTHORSHIP**

Everyone listed as an author of an article must have made a substantial contribution to the manuscript. In the case of multiple-author contributions, please include a brief statement detailing the contribution of each author.

1) Authorship should be restricted to those individuals who have met each of three criteria: (a) made a significant contribution to the conception and design or the analysis and interpretation of data or other scholarly effort, (b) participated in drafting the article or reviewing and/or revising it for content, and (c) approved the final version of the manuscript.

2) In the case of papers with multiple authors, the senior author (generally the first or last author) has the responsibility for: (a) including as coauthors all those who meet the three criteria defined in part 1 of this policy and excluding those who do not; and (b) obtaining from all coauthors their agreement to be designated as such, as well as their approval of the final version of the manuscript. Of course, any person can refuse to be a coauthor if he or she elects to do so.

3) Coauthors assume full responsibility for all work submitted under their names and, as a coauthor, acknowledge that they meet each of the three criteria for authorship as defined in part 1 of this policy.

4) Honorary or courtesy authorships are inconsistent with the principles of this policy and, as such, are unacceptable.

## CONFLICT OF INTEREST STATEMENT

The pages of *Journal of Mammalogy* are open to all members of the scientific community, whether they work independently or for academic, government, industry, or other organizations. To enable our editors, peer reviewers, and readers to assess authors' professional credentials, as well as any potential biases, we ask that authors disclose all information about their employment affiliations and any financial interests relevant to the work that the author has submitted for publication in *Journal of Mammalogy*. Reviewers should also disclose similar information relevant to the works they are asked to evaluate.

## LICENSE TO PUBLISH

Please note that by submitting an article for publication you confirm that you are the corresponding/ submitting author and that Oxford University Press ("OUP") may retain your email address for the purpose of communicating with you about the article. You agree to notify OUP immediately if your details change.

Upon receipt of accepted manuscripts at Oxford, authors will be invited to complete an online license to publish form. Once invited, the license form should be signed within 24 hours. If we have not received confirmation of signature by the time the manuscript arrives, your manuscript may be delayed.

It is a condition of publication for all Oxford Journals that authors grant an exclusive license to Oxford University Press or the sponsoring Society. This ensures that all necessary rights needed for publication are in place, including provision for any requests from third parties, to reproduce content from the journals efficiently and consistently by OUP, and enabling the content to be as widely disseminated as possible. No article will be published unless the signed license has been received at Oxford Journals.

As part of the terms of the license agreement, Authors may use their own material in other publications written or edited by themselves provided that the Journal is acknowledged as the original place of publication, as well as Oxford University Press. As the Author(s), copyright of the Article remains yours (or your employer's if your employer claims copyright in your work).

Work submitted for publication must be original, previously unpublished, and not under consideration for publication elsewhere. If previously published figures, tables, or parts of text are to be included, the copyright-holder's permission must have been obtained prior to submission. For more information on how to obtain permissions, please consult Rights and Permissions.

## LANGUAGE EDITING PRE-SUBMISSION

Both the ASM and OUP have pre-submission language editing services available.

OUP offers pre-submission language editing through Oxford Language Editing, a service for researchers all over the world. Language editing, particularly if English is not your first language, can be used to ensure that the academic content of your paper is fully understood by

the journal editors and reviewers. Visit [www.oxfordlanguageediting.com](http://www.oxfordlanguageediting.com) to find out more about the freelance editors available and the different services offered. Please note that edited manuscripts will still need to undergo peer-review by the journal.

ASM has a “Buddy System” which includes colleagues who have expressed willingness to assist authors with the presentation of their research. If English is not your primary language, you may request a “buddy” who will volunteer his/her time to assist you. Read more about the ASM "Buddy System" [here](#). To be put in contact with a “buddy” please contact the Journal Editor.

Online ISSN 1545–1542 - Print ISSN 0022–2372