



## FATORES AMBIENTAIS E A REPRODUÇÃO DE MARSUPIAIS E ROEDORES NO LESTE DO BRASIL <sup>1</sup>

(Com 7 figuras)

RUI CERQUEIRA <sup>2</sup>

**RESUMO:** Pequenos mamíferos (roedores e marsupiais) neotropicais do leste do Brasil foram estudados em relação aos fatores responsáveis pelo início da estação reprodutora. Os primeiros estudos utilizaram os dados de espécies depositados no Museu Nacional e, posteriormente, trabalhos de campo e de laboratório. Dois modos de reprodução foram concebidos. Constatou-se que os marsupiais têm o início da estação reprodutora determinado pela variação do fotoperíodo. Os roedores Sigmodontini no Nordeste do Brasil têm sua reprodução iniciada pela chegada da estação chuvosa. O modo de reprodução dos marsupiais é, portanto, marcadamente estacional e relativamente independente das condições ambientais com solstícios e equinócios funcionando como fatores próximos. O modo de reprodução dos Sigmodontini é determinado pela possibilidade das fêmeas acumularem reservas e está ligado diretamente aos fatores primários.

**Palavras-chave:** Marsupiais, roedores, fatores ambientais, reprodução, estação reprodutiva, ecologia da reprodução, chuva, duração do dia.

**ABSTRACT:** Environmental factors and the reproduction of eastern Brazilian marsupials and rodents.

Small neotropical mammals were studied in relation to factors determining the onset of the breeding season. The first studies were based on data from specimens housed at the Museu Nacional, Rio de Janeiro, and were followed by field and laboratory studies. Two modes of reproduction were first proposed. Later, it was found that marsupials have the onset of the breeding season determined by the variation of photoperiod. The Sigmodontini rodents in Northeastern Brazil have their reproduction set by the beginning of the rainy season. Therefore, the marsupial mode of reproduction is markedly climatically seasonal, being somewhat independent of environmental conditions, solstices and equinoxes functioning as proximal factors. The Sigmodontini mode of reproduction has the onset of the breeding season determined by the storage of reserves by the females being linked directly to primary factors.

**Key words:** Marsupials, rodents, environmental factors, reproduction, breeding season, reproductive ecology, rainfall, day length.

### INTRODUÇÃO

João Moojen desempenhou papel importante na Mastozologia brasileira pois seus trabalhos inauguraram os estudos de especiação no país (MOOJEN, 1948). Moojen participou ativamente, como mentor, da construção da nossa principal coleção, a do Museu Nacional. Na década de 1940 ele interagiu com o Serviço de Estudos de Pesquisas da Febre Amarela (SEPSFA), então financiado pela Fundação Rockefeller como parte do esforço de guerra. Desta maneira, as amostras de mamíferos coletados por zoólogos americanos daquele serviço ficaram, em parte, no Brasil. Mesmo material que havia já sido enviado retornou. Uma parte da coleção, no entanto, ficou no campus do Instituto

Oswaldo Cruz e só foi localizada em 1970, quando então foi incorporada ao Museu Nacional.

Moojen tinha idéias claras de que era necessário dominar os métodos de estudo. O contacto com o SEPSFA levou-o a escrever um pequeno e seminal livro sobre a coleta e preparação de pequenos mamíferos (MOOJEN, 1943), estabelecendo o padrão brasileiro para esta atividade. O SEPSFA tinha um protocolo padrão de coleta e Moojen utilizou essa experiência para formular um protocolo para o Serviço Nacional de Peste (SNP) do então Ministério da Educação e Saúde. Com este serviço iniciou-se um trabalho de monitoramento da peste. Dezenas de milhares de exemplares foram coletados e enviados para o Museu Nacional até 1956, juntamente com as fichas de coleta, tornando esta coleção a maior da

<sup>1</sup> Submetido em 18 de junho de 2004. Aceito em 26 de janeiro de 2005.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Ecologia, Laboratório de Vertebrados, CP 68020, 21941-590, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Bolsista do Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

América Latina e uma das melhores em termos de dados sobre os animais coletados.

Um aspecto importante dessas fichas são dados sobre o habitat, informações sobre a presença e número de embriões no útero e sobre a vascularização dos testículos, no caso dos machos, juntamente com os tamanhos corporais externos. Cada crânio e pele taxidermizada veio acompanhado de uma dessas fichas. Utilizando essas informações comecei a estudar a reprodução de marsupiais e roedores a partir da década de 1970, com vários colaboradores. Com esses dados pode-se não apenas caracterizar a reprodução de várias espécies, como também avançar no conhecimento da ecologia das estratégias bionômicas. Apresento esses estudos em ordem do desenvolvimento das idéias. Inicialmente revejo os conceitos básicos utilizados.

#### FATORES AMBIENTAIS CONTROLADORES DA REPRODUÇÃO

Duas ordens de fatores são considerados na Ecologia da Reprodução: os fatores últimos, ou primários, e os fatores próximos (BAKER, 1938). Os fatores últimos seriam as condições ecológicas gerais, com efeitos maiores no fim do ciclo reprodutivo, quando os jovens mamíferos estão desmamando. A segunda ordem de fatores seriam os fatores próximos, fatores ambientais que funcionam como estímulos diretos ou indiretos à iniciação do ciclo reprodutivo. Como as condições quando do desmame não estão necessariamente presentes no início da estação reprodutiva, outros fatores ambientais, como a temperatura ou a duração do dia, podem funcionar como sinais para o início dessa estação (BAKER, 1938). Como veremos, os fatores próximos podem, em certos casos, constituir também fatores primários e, em outros casos, estar bem distantes da situação ambiental onde efetivamente ocorre a reprodução.

Estação reprodutiva é o período em que ocorrem os eventos reprodutivos ciclo oestral, fecundação, gravidez, amamentação e desmame. O início da estação reprodutiva será desencadeado por um fator próximo que pode ser percebido pelo organismo. A estação reprodutiva não tem necessariamente relação com as estações climáticas.

Procurei, a partir das primeiras análises, definir modelos de estações reprodutivas gerais e capazes de instruir as pesquisas seguintes (CERQUEIRA, 1988). Mais do que modelos no sentido estrito (LEVINS, 1966; LEWONTIN, 1963) foi proposta uma hipótese de que dois modos básicos de estação reprodutiva ocorreriam entre os pequenos mamíferos. Como será visto, a análise dos dados

veio a mostrar a validade destes modelos.

A REPRODUÇÃO DO CASSACO, *DIDELPHIS ALBIVENTRIS* LUND 1841 E DA CATITA, *MONODELPHIS DOMESTICA* WAGNER 1842 E AS CONDIÇÕES AMBIENTAIS.

Dados de 662 espécimens de 16 localidades de coleta pelo SNP do cassaco, *Didelphis albiventris* foram reunidos. Cada exemplar foi classificado em uma de sete classes de idade dentária (CERQUEIRA-SILVA, 1980). Os dados reprodutivos são de dois tipos nas fichas do SNP: para as fêmeas, se existiam embriões no útero e para os machos se os testículos estariam ou não vascularizados. Neste último caso constatei que o dado era por demais variável para ter valia. Na verdade, desde o estudo de BIGGERS (1966) ficava claro que apenas a constatação da presença de espermatozoides à luz dos túbulos é indicação de possibilidade reprodutiva nos machos. Já a presença de embriões nas fêmeas é dado insofismável.

O trabalho consistiu em discutir os padrões de crescimento de machos e fêmeas e tamanhos mínimos de fêmeas grávidas, indexadas por classes de idade dentárias. As fêmeas podiam engravidar ainda muito pequenas (tamanho mínimo de 207g), ainda na classe de idade 5, em que o último molar ainda não está funcional. O estudo mostrava também um crescimento craniano e corporal grande entre as classes 5 e 6-7. Estas duas últimas classes não apresentaram diferenças significativas quanto ao tamanho (CERQUEIRA-SILVA, 1980).

O número de embriões observado foi considerado como sendo o tamanho de ninhada. Justifica-se este dado porque as condições dos laboratórios de campo dificilmente permitiriam ao pessoal do SNP detectar embriões no início da gestação. Presumindo-se que a mortalidade no útero no final da gravidez fosse negligenciável, pode-se então obter diretamente dos dados depositados no Museu Nacional este importante parâmetro bionômico. Os dados não indicaram haver influência da paridade no tamanho de ninhada. A média do tamanho de ninhada foi 4,5 filhotes (CERQUEIRA, 1984).

Foram anotadas as datas de coleta em que havia fêmeas grávidas juntando-se os dados de todos os anos e locando-os em gráficos, juntamente com a curva normal de chuva. A interpretação era de que os machos não teriam quiescência reprodutiva e que a gravidez das fêmeas dependeria do período chuvoso. Este estudo foi inicialmente apresentado como parte de minha tese de doutoramento (CERQUEIRA-SILVA, 1980) e posteriormente teve

nova versão publicada (CERQUEIRA, 1984).

Uma outra análise foi feita com os dados da espécie *Monodelphis domestica* com material do SNP em colaboração com Helena Bergallo. Inicialmente foi analisada a relação entre a chuva ocorrida no período de coleta e a frequência de fêmeas grávidas, não se revelando correlação significativa (Fig. 1). H. Bergallo resolveu testar a correlação entre a normal de chuva e a reprodução, encontrando uma correlação significativa ( $r=0,355$ ;  $p<0,05$ ;  $g.l.=46$ ) (Fig. 5). Como tal média é a expressão de estações climáticas determinadas pelo movimento da Terra em torno do Sol, suspeitou-se que o fator desencadeante do início da estação reprodutiva fosse a variação do fotoperíodo, que, testado, também foi significativo. Cabe notar que a reprodução não tinha correlação com a chuva efetivamente ocorrida no período ( $r=0,173$ ;  $p>0,05$ ;  $g.l.=46$ ; Fig. 1). O fator próximo seria o solstício de verão (Fig. 2).

Estudos com marsupiais australianos revelaram que pontos notáveis da curva da variação do fotoperíodo estavam relacionados com o início da reprodução. A

glândula pineal é a responsável pelo controle interno do desencadear da reprodução. O fator próximo é a duração do dia. Desta maneira as estações reprodutivas são coincidentes com as estações climáticas, mas não com os fenômenos meteorológicos (TYNDALE-BISCOE *et al.*, 1974; RENFREE, 1981).

Este estudo foi mais completo do que o feito com *Didelphis albiventris*. Novamente notou-se que as fêmeas na idade 5, isto é, aquelas ainda sem o último molar funcional, eram as primeiras a apresentarem-se grávidas, o mesmo padrão dos cassacos. Um peso mínimo também era necessário. O padrão de crescimento era também diferente dos cassacos, pois os machos cresciam todo tempo numa taxa maior do que as fêmeas, com exceção do final do crescimento. Também não se observaram diferenças significativas entre os tamanhos das classes finais de idade. Este trabalho constituiu a monografia de graduação de H. BERGALLO (1985) e foi posteriormente publicado como dois artigos (CERQUEIRA & BERGALLO, 1993; BERGALLO & CERQUEIRA, 1995).

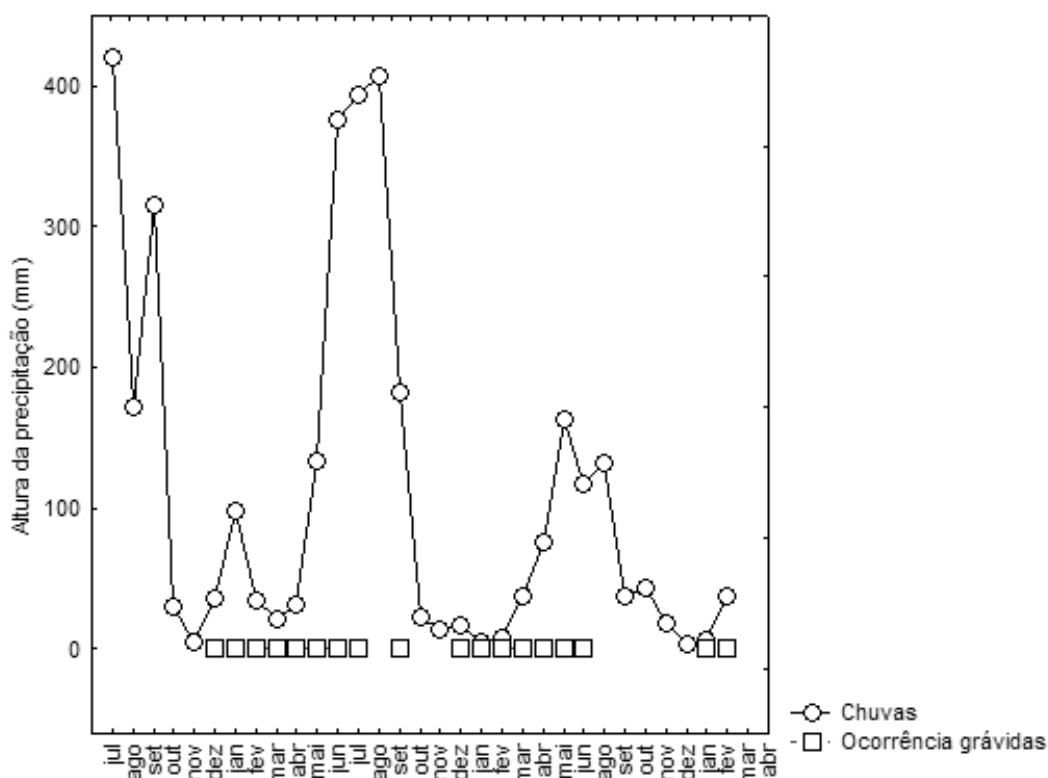


Fig. 1- Ocorrência de fêmeas grávidas e chuvas no período de observação - (o) total da chuva mensal em Garanhuns (Dados do Instituto Nacional de Meteorologia), (□) ocorrência de fêmeas com embriões no útero (Dados das fichas de coleta do Serviço Nacional de Peste).

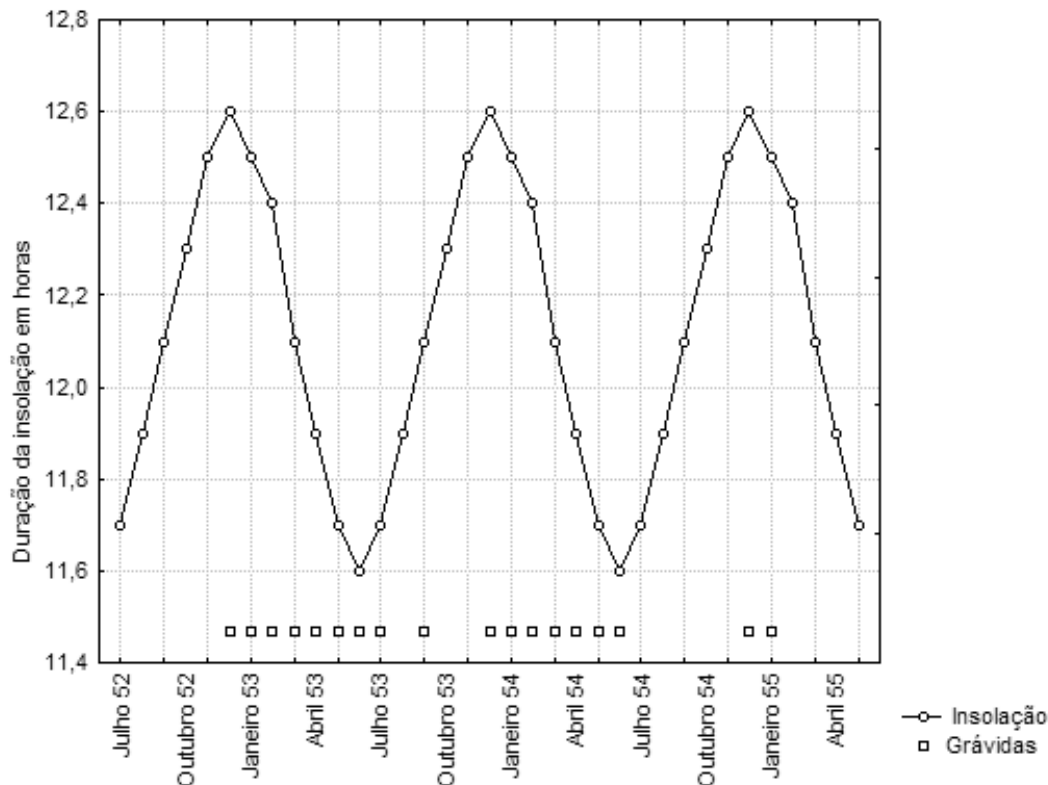


Fig.2- Ocorrência de fêmeas grávidas e a insolação máxima mensal – (O) insolação máxima mensal calculada a partir de tabelas de RAMOS *et al* (1989), (□) Ocorrência de fêmeas grávidas no período de observação (Dados das fichas de coleta do Serviço Nacional de Peste).

#### OUTROS ESTUDOS COM MARSUPIAIS DA FLORESTA ATLÂNTICA DO RIO DE JANEIRO

A descoberta feita com o material do Serviço Nacional de Peste levou ao estudo do fenômeno em outras regiões. Dados coletados na restinga de Barra de Maricá, Estado do Rio de Janeiro, mostraram relação entre a duração máxima do fotoperíodo e a ocorrência de fêmeas com filhotes na bolsa (Fig.3). Os dados mostravam que fêmeas apareciam lactantes a partir de julho, havendo atividade reprodutiva até março. Dado que a gravidez dura em torno de 12 dias (HINGST *et al.*, 1998), pode-se supor que o início da estação reprodutiva seja ligado ao solstício de inverno. Outros estudos no Estado do Rio de Janeiro mostraram padrão semelhante. Em Sumidouro, *Didelphis aurita* Wied 1826 inicia sua reprodução em julho com atividade reprodutiva até março (GENTILE *et al.*, 2000) e *Philander frenata* Olfers, 1818 apresentou o mesmo padrão de início da reprodução, terminando eventualmente os últimos desmames em abril (GENTILE *et al.*, 2000). Padrão

similar foi observado na Serra dos Orgãos (GENTILE *et al.*, 2004).

Este padrão reprodutivo confirmava a hipótese de que se pode trabalhar com um modelo que foi denominado estacional (CERQUEIRA, 1988), onde o início e o fim da estação reprodutiva são desencadeados pela mudança da estação climática determinada pela inclinação relativa da Terra em relação ao Sol (Fig.4). Na média, as condições favoráveis tanto à lactação quanto ao desmame ocorrem quando a situação é favorável (Fig.5). Tanto os dados de campo obtidos diretamente quanto os de coleção confirmaram a existência de um modo particular de atividade reprodutiva para os marsupiais.

Se o modelo estacional de reprodução para explicar a estacionalidade reprodutiva dos marsupiais que estudamos é correto, então ele deveria aplicar-se numa escala maior. Para isto, eu e Vitor Rademaker levantamos os dados reprodutivos relativos ao gênero *Didelphis* Linnaeus, 1758 em toda a sua área de distribuição para testar de o modelo aplicar-se-ia

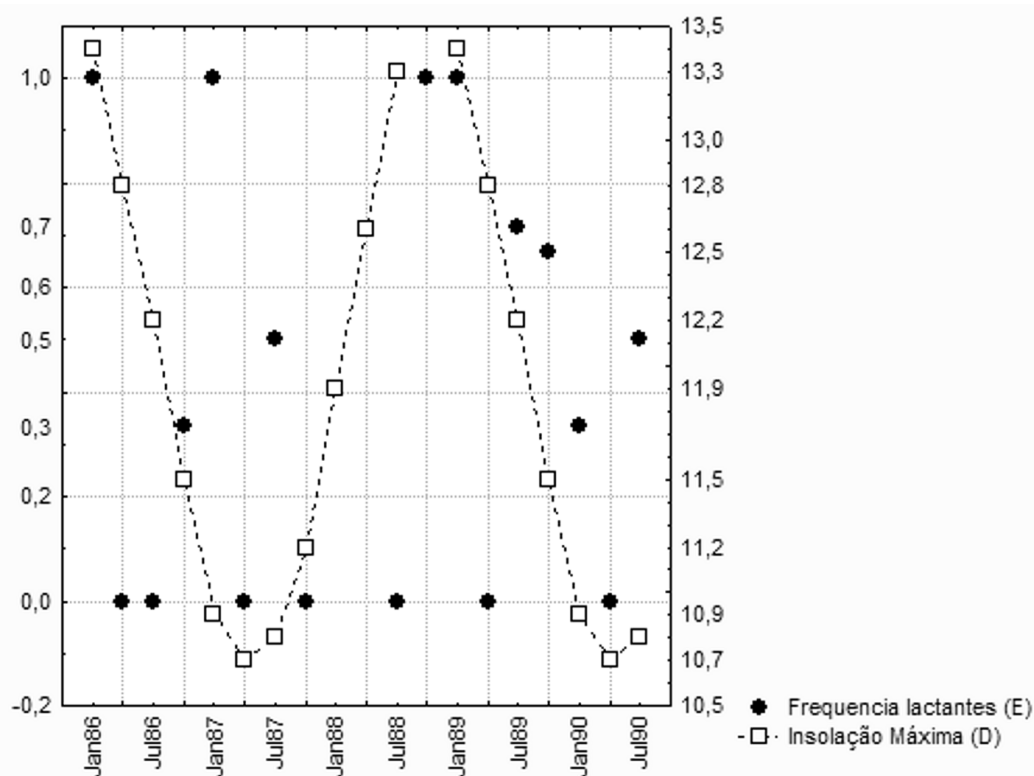


Fig.3- Relação entre a frequência de fêmeas de *Philander frenata* lactantes e a duração máxima do dia.

a todo o gênero. O resultado que encontramos mostrou que as estações reprodutivas variam com a latitude, sendo que em torno do equador a reprodução é contínua. Quando as populações afastam-se do equador a duração do período reprodutivo diminui, com um início sempre marcado pela mudança das estações. No hemisfério Norte começa em dezembro próximo ao equador e em maiores latitudes em março. A duração do dia correlaciona-se com o início da estação reprodutiva ( $R=-0.81$ ,  $R^2=0.65$ ,  $N=34$ ,  $P<0.001$ ) e a duração desta com a latitude ( $R=-0.61$ ,  $R^2=0.35$ ,  $N=36$ ,  $P<0.001$ ) (GENTILE *et al.*, 2004; RADEMAKER, 2001). Desta maneira, diminui o número de ninhadas pois o tempo de lactação é curto e a reprodução é pós-desmame (D'ANDREA, 1992). Quando o período reprodutivo fica curto, aumenta o tamanho de ninhada, havendo correlação significativa entre latitude e tamanho de ninhada ( $R=0.73$ ,  $R^2=0.53$ ,  $N=41$ ,  $P<0.001$ ).

Desta forma vê-se que o estudo iniciado com o material reunido por João Moojen permitiu um avanço significativo da nossa compreensão sobre o modo de reprodução dos marsupiais neotropicais.

#### A REPRODUÇÃO DOS SIGMODONTÍNEOS NO NORDESTE DO BRASIL E O DESENCADAR DA ESTAÇÃO REPRODUTIVA

Os dados de 96 exemplares de *Rhipidomys cearanus* Thomas, 1910 (= *Rhipidomys macrurus* (Gervais, 1855), TRIBE, 1996) foram analisados de forma similar a *Didelphis albiventris*, considerando-se seis classes de idade (segundo CERQUEIRA & KLACZKO, 1975) e utilizando-se as medidas corporais e a presença de embriões. Neste caso foi utilizado também o registro sobre vegetação e solo para determinar que macrohabitat era utilizado pela espécie (Fig.6). O trabalho foi feito em colaboração (CERQUEIRA, VIEIRA & SALLES, 1989) com base nos dados das fichas de coleta e os exemplares coletados em São Benedito, na Serra do Ibiapaba, Ceará.

Os resultados mostraram que apenas depois de terem todos os dentes molares funcionais as fêmeas se reproduziam, desde que tivessem um peso mínimo. Os dados relativos à presença de embriões foram analisados cumulativamente e, como no estudo de *D. albiventris*, apenas a presença de fêmeas grávidas, assim como das várias classe de idade, foi comparada graficamente com a chuva efetivamente caída no período de observação na

região (Fig.7). O dado analisado desta forma permite que os fatores próximos e primários possam ser deduzidos. Neste caso, a chuva seria, como suposto no estudo anterior, a responsável pelo início da estação reprodutiva. Como se pode notar na figura 7, o início da estação reprodutiva se dá com um mês do início da chuva. Desta maneira a chuva seria o aparente fator próximo a desencadear a reprodução. Os machos mostraram taxas muito mais elevadas de crescimento. Também neste estudo pôde-se estimar o tamanho médio de ninhada (4,17 filhotes).

Um outro estudo feito à mesma época, mas publicado posteriormente (CERQUEIRA & LARA, 1991), reuniu as informações das fichas do SNP de quatro regiões diferentes, duas em brejos do sertão (Pacoti, Ceará e Triunfo, Pernambuco), uma no agreste (Anadia, Alagoas) e uma na transição entre a Mata Atlântica e o agreste (Feira de Santana, Bahia). Neste caso, os dados de todos os sigmodontinos de cada região foram agrupados e contrastados com a presença de embriões. Considerou-se a frequência de fêmeas grávidas (i.e., o número de fêmeas grávidas dividido pelo número total de fêmeas coletadas) e a quantidade de chuva

que ocorreu à época da coleta. Com exceção de Feira de Santana, todas as amostras tiveram correlações significativas entre a frequência de fêmeas grávidas e a chuva com um mês de defasagem. O estudo confirmava o que já havia sido observado em São Benedito, com a chuva atuando como um fator próximo para o início da estação reprodutiva.

Ainda outro estudo em curso com *Calomys expulsus* Lund, 1841 coletados em Vitória da Conquista, na Bahia, também utilizando as coleções de exemplares e fichas do SNP, tem revelado resultados similares. Esta pesquisa ainda está em curso.

A chuva ao umedecer o solo desencadeia a germinação de sementes. Estratégias variadas ocorrem em plantas de deserto para evitar que a primeira chuva não leve a todas as sementes a germinarem, pois se não houver subsequentemente mais chuvas a espécie extinguir-se-ia localmente (MACARTHUR, 1972). Os dados que analisamos indicam que chuvas esparsas não iniciam a estação reprodutiva, sendo necessário que a curva de chuva esteja crescendo por um mês para que se registrem fêmeas grávidas. Os dados que analisamos sobre o tamanho e idade mínima das fêmeas registradas

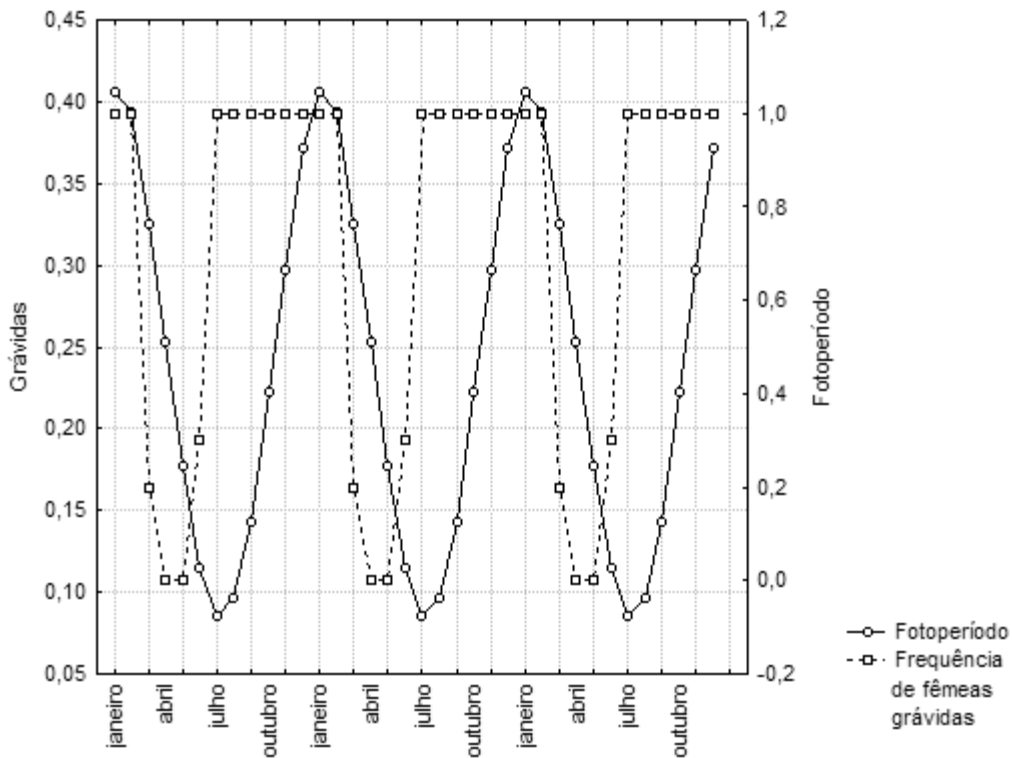


Fig.4- Representação gráfica do modelo estacional determinístico.

como grávidas sugerem que a estrutura demográfica (dependente da estação reprodutiva anterior) e o grau de desenvolvimento e tamanho estariam também ligados a reprodução. Sabe-se que existe nos mamíferos a necessidade de um acúmulo líquido de gordura nas fêmeas (FRISCH, 1988). Nossos estudos posteriores com base em sigmodontinos criados em cativeiro (ARARIPE, 2000; D'ANDREA *et al.*, 1996; DEL CONTO, 2002; HINGST, 1995) mostraram que as fêmeas com alimentação *ad libitum* reproduzem-se muito antes de completar o crescimento, assim que o conjunto dos molares está completamente funcional, o que ocorre entre 40 e 50 dias de nascidas. Este achado experimental confirmou a hipótese levantada anteriormente a partir dos dados das fichas do SNP (CERQUEIRA *et al.*, 1989). Da mesma forma, as fêmeas reproduzem-se continuamente desde a primeira parição se mantida a alimentação *ad libitum*. O ciclo de gestação é, na maioria das espécies estudadas, em torno de 20 dias com estro pós-parto o que significa que se a fêmea encontra condições ambientais capazes de permitir que engorde, em 70 dias seus filhotes podem começar a se reproduzir. Nossos estudos mostraram também que o crescimento completa-se a partir do

centésimo dia. Sendo animais de ciclos de vida não muito longos (cerca de dois anos em cativeiro), eles podem aproveitar as condições favoráveis de imediato. As chuvas no semi-árido levam ao aumento da produtividade vegetal que permite um aumento das reservas energéticas no corpo dos cricetídeos. O sinal para a reprodução é um certo nível de gordura acumulada (FRISCH, 1988, REID & VAN VUGT, 1987). Assim podemos dizer que, para esses roedores, não há um fator próximo distinto dos primários: quando estes últimos estão no nível adequado, ocorre a reprodução.

Os roedores são a maior parte da coleção do Serviço Nacional de Peste no Museu Nacional. No entanto apenas dois estudos foram até o momento completados.

#### MODOS DE REPRODUÇÃO

Os estudos iniciais sugeriram dois modos de reprodução nos mamíferos que poderiam ser compreendidos, de forma simplificada, como modelos (CERQUEIRA, 1988). Um modelo seria o estacional, em que o modo de reprodução estaria caracterizado pelo início e o fim da estação reprodutiva sendo desencadeados pela mudança

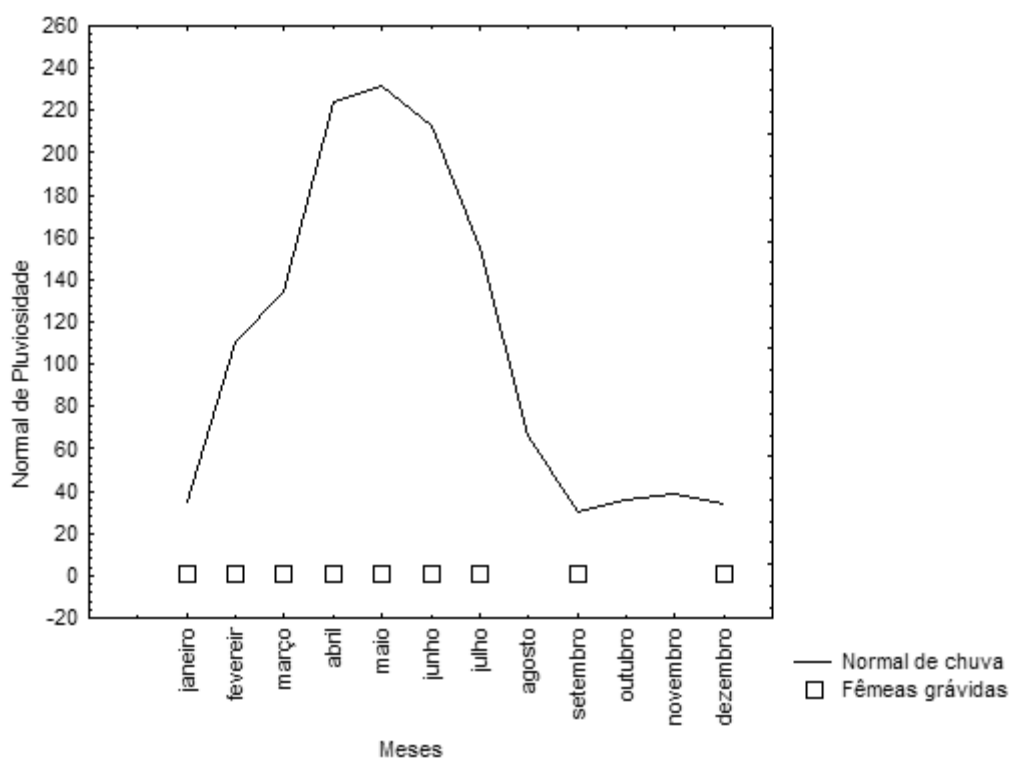


Fig.5- Curva normal da chuva e ocorrência de grávidas (□). Dados como da figura 1. Baseado em BERGALLO & CERQUEIRA, 1994.

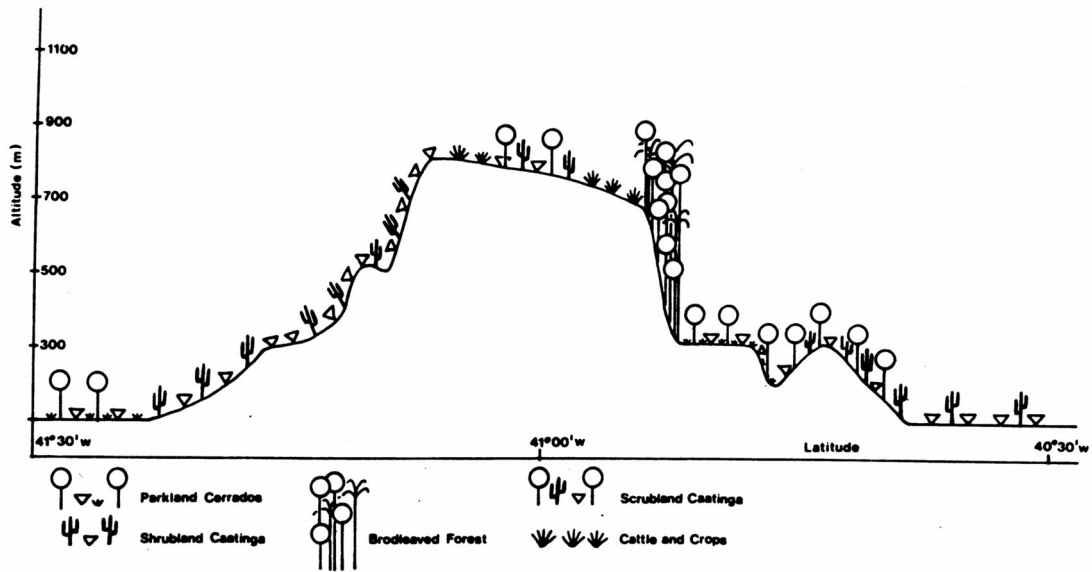


Fig.6- Perfil da vegetação da Serra do Ibiapaba, Ceará. Os dados das fichas de coleta permitiram mostrar que o animal foi coletado apenas na Floresta Ombrófila (*Broadleaved Forest*) e nas caatingas arbustiva (*Shrubland*) e arbórea (*Scrubland*). De CERQUEIRA *et al.*, 1989.

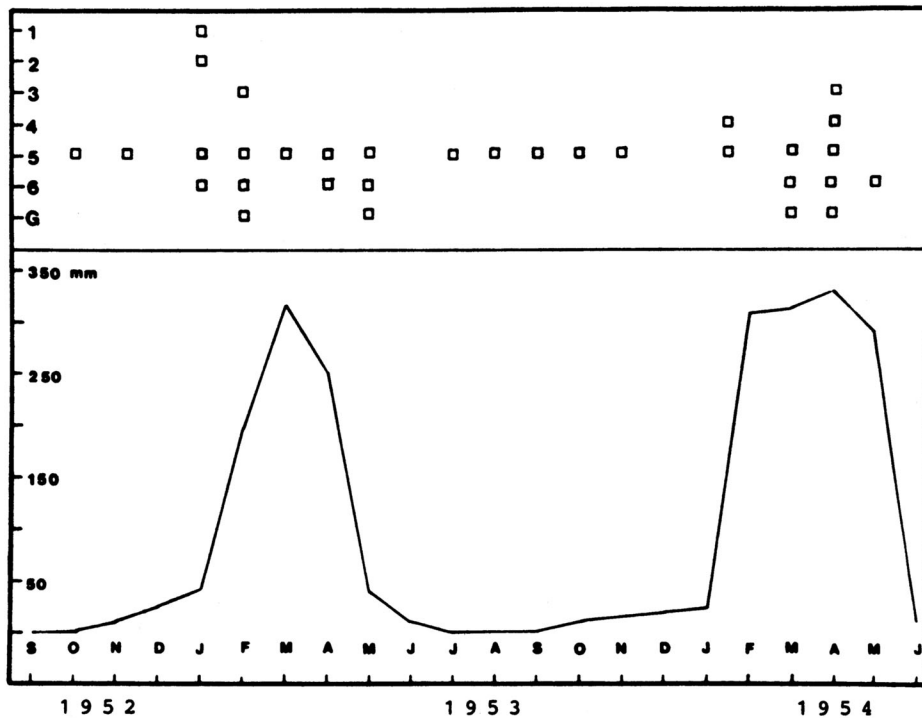


Fig.7- Chuva e reprodução de *Rhipidomys* na Serra de Ibiapaba, Ceará – (abscissa) meses de coleta, (ordenada) na parte de cima da figura: (□) ocorrência no período das várias classes de idade (números) e presença de fêmeas grávidas (G). Parte de baixo da figura: Chuva no período. De CERQUEIRA *et al.*, 1989.



da estação astronômica. O provável sinal seria a variação na duração do dia. O outro modelo seria aquele em que o tamanho da população ( $N$ ) seguiria diretamente o nível de recursos ( $K$ ). Neste caso, as fêmeas engravidariam quando houvesse recursos num certo nível.

Tais modelos são simplificações pois no primeiro modo a capacidade da fêmea emprenhar também depende de sua condição física, como visto em *Monodelphis domestica* (BERGALLO & CERQUEIRA, 1994) e de outros fatores fisiológicos como estro pós-desmame (D'ANDREA *et al.*, 1994) e as condições ambientais diretas estariam claramente influenciando a reprodução como no outro modelo. A diferença seria no que desencadearia a estação reprodutiva.

Há várias conseqüências destes modos de reprodução. Por exemplo, se a reprodução ocorre desencadeada pelos ciclos astronômicos (o modelo estacional) e o animal tiver capacidade de viver em condições xéricas, mesmo com um ciclo de vida curto ele poderá persistir no semi-árido. *Monodelphis domestica* tem boa capacidade de concentração urinária (FONSECA & CERQUEIRA, 1991) e por isto podemos supor que isto explique sua persistência na caatinga (BERGALLO & CERQUEIRA, 1994).

Animais de ciclo de vida curto que iniciem a estação reprodutiva apenas quando as condições são favoráveis, sofrerão extinções locais sempre que as condições forem desfavoráveis. Aparentemente, os sigmodontinos do Nordeste do Brasil não apresentam adaptações às condições xéricas e por isto necessitam de chuvas suficientes para que a matriz potencial do solo permita a produção vegetal. Como há probabilidade de seca por todo o ano, a cada cinco anos a combinação do modo de reprodução com a ecofisiologia destes animais poderia ser responsável pela persistência deles apenas em regiões mais úmidas ou mésicas chamadas localmente de brejos (CERQUEIRA, 1988; BERGALLO & CERQUEIRA, 1994).

No início do estudo foram propostos estes dois modelos para os modos de reprodução. A pesquisa subsequente mostrou que eles tinham aplicabilidade.

#### CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS

Os estudos iniciados com os dados da coleção do Museu Nacional se mostraram extremamente frutíferos. As idéias iniciais de que dois modos de

reprodução existiriam confirmaram-se. Outras análises um pouco mais amplas das estratégias bionômicas (das quais a reprodução é parte) permitem que o estudo de populações vá além da descrição fenomenológica da variação populacional. Por exemplo, estudos demográficos passam a ser possíveis (por exemplo, KAJIN, 2004).

Novos estudos são necessários para detalhar estes modos de reprodução e para a possível construção de modelos mais complexos. Por exemplo, seria interessante maior detalhamento da reprodução de *Didelphis*, mapeando a variação latitudinal, assim como verificar se todos os *Didelphimorphia* seguem o mesmo modelo. Os sigmodontinos, por sua vez, vão apresentar padrões populacionais mais variados, pois estações reprodutoras marcadas puderam ser verificadas onde as estações climáticas são muito diferenciadas, enquanto em regiões mais úmidas o fenômeno seria mais sutil.

Teria sido muito difícil o avanço que se conseguiu nestes anos tanto nos estudos de reprodução como nos de populações em geral, se João Moojen não tivesse promovido uma coleta em larga escala com a aquisição simultânea de dados reprodutivos e de habitat. A lição que fica, e que precisa ser aplicada, é de que a coleta de exemplares para estudos taxonômicos pode servir de base para o desenvolvimento de toda a Mastozoologia se seguir o padrão que Moojen estabeleceu.

#### AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer às várias gerações de estudantes e colaboradores do Laboratório de Vertebrados, particularmente os citados no texto, que permitiram o desenvolvimento dos estudos sobre reprodução aqui revistos. Agradeço a João Alves de Oliveira e a dois revisores anônimos pelas sugestões para melhorar o manuscrito. Os trabalhos foram financiados por auxílios de várias fontes: CNPq, FUJB, FAPERJ, PROBIO/MMA/GEF, PRONEX.

#### REFERÊNCIAS

- ARARIPE, L.O., 2000. **Reprodução, crescimento e desenvolvimento em duas espécies do gênero *Calomys* (Rodentia: Sigmodontinae)**. 129p. Dissertação (Mestrado em Genética), Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Genética) Departamento de Genética, Universidade Federal do Rio De Janeiro.

- BAKER, J.R., 1938. The evolution of breeding seasons. In: DE BEER, G.R. (Ed.) **Evolution, Essays Presented to E. S. Goodrich**. Oxford, Oxford University Press.
- BERGALLO, H.G. & CERQUEIRA, R., 1994. Reproduction and growth of the opossum *Monodelphis domestica* (Mammalia: Didelphidae) in Northeastern Brazil. **Journal of Zoology**, Londres, **232**:551-563.
- BERGALLO, H.G., 1985. **Reprodução e crescimento da catita *Monodelphis domestica* (Marsupialia, Polyprotodontia), em alguns municípios do Estado de Pernambuco**. 88p. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas), Instituto de Biologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- BIGGERS, J.D., 1966. Reproduction in male marsupials. **Symposia of the Zoological Society of London**, Londres, **15**:251-280.
- CERQUEIRA-SILVA, R., 1980. **A study of neotropical *Didelphis* (Mammalia, Polyprotodontia, Didelphidae)**. 414p PhD Thesis, University College London.
- CERQUEIRA, R. & BERGALLO, H.G., 1993. A possible case of photoperiod controlling the reproduction of a South American marsupial. **Ciência e Cultura**, Rio de Janeiro, **45**:140-141.
- CERQUEIRA, R. & KLACZKO, L.B., 1975. Biometric studies on *Holochilus brasiliensis* (Rodentia, Cricetidae) I. Ontogenetic variation of a population at Crato, Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **35**:35-38.
- CERQUEIRA, R. & LARA, M., 1991. Rainfall and reproduction of cricetid rodents in Northeastern Brazil. In: BOBCEK, B.; PERZANOVSKI, K.K. & REGELIN, W.L. (Eds.) **Global Trends in Wildlife Management**. Cracóvia: Swiat Press. v.1., p.545-549.
- CERQUEIRA, R., 1984. Reproduction of *Didelphis albiventris* dans le nord-est du Brésil (Polyprotodontia, Didelphidae). **Mammalia**, Paris, **48**:95-104.
- CERQUEIRA, R., 1988. Modelos de estações reprodutivas em mamíferos. In: ENCONTRO INTERDISCIPLINAR DE ECOLOGIA MATEMÁTICA, Rio de Janeiro, **Atas...**, Rio de Janeiro: Laboratório Nacional de Computação Científica.
- CERQUEIRA, R., 2000. Ecologia funcional de mamíferos numa restinga do Estado do Rio de Janeiro In: ESTEVES, F.A. & LACERDA, L.D. (Orgs.) **Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras**. Rio de Janeiro: NUPEM/UFRJ.
- CERQUEIRA, R.; SALLES, L.O. & VIEIRA, M.V., 1989. Habitats and reproduction of *Rhipidomys cearanus* (Rodentia, Cricetidae). **Ciência e Cultura**, Rio de Janeiro, **42**:1009-1013.
- D'ANDREA, P.S., 1992. **Biologia reprodutiva e critérios para estimativa de idade de *Philander opossum* (Didelphimorphia, Didelphidae)**. 123p. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- D'ANDREA, P.S.; CERQUEIRA, R. & HINGST, E.D., 1994. Age estimation of the Gray Four Eyed Opossum, *Philander opossum* (Didelphimorphia, Didelphidae). **Mammalia**, Paris, **58**:283-291.
- D'ANDREA, P.S.; HORTA, C.; CERQUEIRA, R. & REY, L., 1996. Breeding of water rat *Nectomys squamipes* in the laboratory. **Laboratory Animals**, Londres, **30**:369-376.
- DEL CONTO, V., 2002. **Genética quantitativa e variação microgeográfica de *Akodon cursor* (Rodentia: Sigmodontinae) em fragmentos florestais no Estado do Rio de Janeiro**. 100p. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Genética), Departamento de Genética, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- FONSECA, C.R.S.D. & CERQUEIRA, R., 1991. Water and salt balance in a South American marsupial, the four eyed opossum, *Philander opossum*. **Mammalia**, Paris, **55**:421-432.
- FRISCH, R.E., 1988. Fatness and fertility. **Scientific American**, New York, **258**:88-95.
- GENTILE, R.; D'ANDREA, P.S.; CERQUEIRA, R. & MAROJA, L.S., 2000. Population dynamics and reproduction of marsupials and rodents in a Brazilian rural area: a five-year study. **Studies in Neotropical Fauna and Environment**, Lisse, **35**:1-9.
- GENTILE, R.; FINOTTI, R.; RADEMAKER, V. & CERQUEIRA, R., 2004. Population dynamics of four marsupials and its relation to resource production in the Atlantic Forest in southeastern Brazil. **Mammalia**, Paris, **68**:5-15.
- HINGST, E.D., 1995. **Reprodução, crescimento e desenvolvimento em *Bolomys lasiurus* (Rodentia, Sigmodontinae)**. 130p. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Ecologia) Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- HINGST, E.D.; D'ANDREA, P.S. & CERQUEIRA, R., 1998. Breeding of *Philander frenata* (Didelphimorphia, Didelphidae) in captivity. **Laboratory Animals**, Londres, **32**:434-438.
- KAJIN, M., 2004. **Populações de *Didelphis aurita* (Didelphimorphia, Didelphidae) na Floresta Atlântica de encosta em Guapimirim, Estado do Rio de Janeiro. Comparação de métodos de estimativa populacional e tabelas de vida**. 75p. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Ecologia), Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- LEVINS, R., 1966. The strategy of model building in population biology. **American Scientist**, New York, **54**:421-431.
- LEWONTIN, R., 1962. Models, mathematics and metaphors. **Synthese**, Dordrecht, **15**:222-244.
- MOOJEN, J., 1943. **Captura e Preparação de Pequenos Mamíferos para Coleções de Estudo**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional.

- Mac ARTHUR, R.M., 1972. **Geographical Ecology**. New York: Harper and Row. 269p.
- MOTTA, M.F.D., 1988. **Estudo do desenvolvimento extra uterino de *Didelphis aurita* Wied, 1826, em cativeiro - Investigação de critérios para estimativa de idade**. 116p Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro..
- RADEMAKER, V., 2001. **Ecologia de populações e reprodução de *Didelphis*, com particular ênfase em *D. aurita* em uma área perturbada de Mata Atlântica na Serra dos Orgãos, Guapimirim, RJ**. 44p. Dissertação (Mestrado) Curso de Pós Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Universidade Federal de Minas Gerais.
- RAMOS, F.; OCCHIPINTI, A.G.; VILANOVA, N.A.; REICHARDT, K.; MAGALHÃES, P.C. & CLEARY, R.W., 1989. **Engenharia Hidrológica**. Rio de Janeiro: ABRH/UFRJ, 404p.
- REID, R.L. & VAN VUGT, D.A., 1987. Weight-related changes in reproductive functions. **Fertility & Sterility**, Los Angeles, **18**:905-913.
- RENFREE, M.B., 1981. Marsupials: alternative mammals. **Nature**, London, **239**:100-101.
- TRIBE, C.J., 1996. **The Neotropical genus *Rhipidomys* (Cricetidae: Sigmodontinae) - a taxonomic revision**. 316p PhD Thesis, University College London.
- TYNDALE-BISCOE, C.H.; HEARN, J.P. & RENFREE, M.B., 1974. Control of reproduction in macropodid marsupials. **Journal of Endocrinology**, Bristol, **63**:589-614.