



**Jorge Reppold Marinho**

**ESTUDO DA COMUNIDADE E DO FLUXO GÊNICO DE ROEDORES  
SILVESTRES EM UM GRADIENTE ALTITUDINAL DE MATA ATLÂNTICA NA  
ÁREA DE INFLUÊNCIA DA RST-453/RS-486 — ROTA-DO-SOL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Biologia Animal.

Linha de pesquisa: Mastozoologia

Orientador: Prof. Dr. Thales Renato O. de Freitas

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre  
2003

*“Porque a memória é o que resiste ao tempo e a seus poderes de destruição, e é algo assim como a forma que a eternidade pode assumir nesse trânsito incessante. E mesmo se vamos mudando (nossa consciência, nossos sentimentos, nossa dura experiência) com os anos, e se também nossa pele e nossas rugas vão se tornando prova e testemunho desse trânsito, há algo dentro de nós, bem lá dentro, em regiões bem escuras, que se agarra com unhas e dentes à infância e ao passado, à raça e à terra, à tradição e aos sonhos, que parece resistir a esse trágico processo: a memória, a misteriosa memória de nós mesmos, do que somos e do que fomos. Sem a qual esses homens que a perderam, como numa explosão formidável e destrutiva daquelas regiões são folhas tênues, inseguras e levíssimas arrastadas pelo vento do tempo, furioso e insensato.”*

Ernesto Sabato em Sobre Heróis e Tumbas

*“...aí estão os anjos e os nossos demônios  
mostrados com luz de marfim  
taí nossa alma e os nossos neurônios  
mostrados do início ao fim...  
...e os reis, nossos donos, são mortos no fim...”*

Oswaldo Montenegro

## **AGRADECIMENTOS:**

Thales Renato de Freitas, meu orientador, por toda ajuda, paciência e principalmente amizade.

Gislene, bolsista de Iniciação Científica, que se envolveu em todas as etapas deste projeto...em algumas até mais do que eu mesmo. Valeu! Não teria acontecido assim sem você.

Adriano, Rodrigo e Willi pela amizade, pela oportunidade de trabalhar em consultoria ambiental e, claro, pelo trabalho na Rota-do-Sol e suas conseqüentes discussões.

A impressionante equipe que trabalhou na Rota-do-Sol: Giovanni Vinciprova, José Pezzi, Fritz, Giovanni Maurício, Beto, Márcio, Patrick, Juan, Cristian, Glayson, Fábio Vilella, João Larocca, Cristiano, André Lima, Iury e Jan.

Kiko e Aline, pelo auxílio em campo e discussões sempre interessantes.

Tarik e Carol, pela grande amizade...Porto Alegre não tem tanta graça sem vocês.

Aos colegas e amigos do Departamento de Genética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da UFRGS.

Rodrigo Perez e Joviane Petry, grandes amigos, pelos mates, cervejas, Pianos, pastelarias, livros, caronas, aulas, ombros, sorrisos, jantãs, almoços, Oswaldos, domingos, Absurdos, poesias...

Ana Sara, pelo apoio, carinho e por sempre acreditar que um dia eu entregava...

Cláudia, pelo carinho e por ter cuidado de mim quando mais precisei.

Aos colegas de Mont Serrat, Larry, Régis, André e Gilberto...estamos em casa. Ao Gilberto pela aula de polinômios e revisão dos gráficos, aos demais pelas discussões multidisciplinares, cervejas, livros...

Aos amigos da UNIJUÍ, Campus Ijuí, pela acolhida e amizade: Keka, Bira, Geraldo, Lenice, Cris, Mara, Jana, Carlos, Tanise, Danessa, Ana, Miriam, Cleusa, Fábio, Marli, Fernanda, Rúbia.

Graci, meu anjo da guarda no Campus Santa Rosa e aos demais amigos, Éder, Isa, Petterson, Elisandro, Evandro, Márcio, Chico, Rose, Aline, Suen, Cléria, Marlise.

Ao Piano Bar: Guto pela música e astronomia, valeu Loco! Jehn por só nos expulsar às vezes...e outros freqüentadores VIPs como o Roberto e o Lucas.

A Renée El Ammar, por mostrar com experiência que vale acreditar, pelos conselhos e pelo carinho materno.

Cecília, pelo amor, apoio e paciência irrestritos.

Meus pais, Jorge e Miriam, pessoas maravilhosas, pela certeza de nunca estar sozinho...

#### **APOIO E FINANCIAMENTO:**

BIOLAW Consultoria Ambiental LTDA.

HAR Engenharia e Meio Ambiente LTDA.

Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER – RS).

TONIOLO BUSNELLO S.A.

BECK DE SOUZA Engenharia LTDA.

CNPq – Programa Sul de Pós-Graduação.

Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS).

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

Este trabalho é dedicado aos estagiários, bolsistas e acadêmicos — a base e o futuro de nossas pesquisas.

Ao meu amado amigo, Felipe Eduardo Chiana Bremm, estudante de jornalismo da UNIJUI, por sua rápida passagem em nossas vidas. Até mais irmãozinho. *In memoriam.*

## SUMÁRIO

I. Resumo	7
II. Introdução	10
II.1. Mata Atlântica	10
II.2. Roeores	12
II.3. Genética molecular	13
II.4. Rota-do-Sol	15
II.5. Domínio morfoclimático	17
II.6. Enquadramento zoogeográfico	18
II.7. Unidades de Conservação	23
II.8. Aspectos ecológicos e conservação	26
III. Objetivos	39
IV. Material e Métodos	40
V. Resultados e discussão	56
VI. Considerações Finais	113
VII. Referências Bibliográficas	115

## I. RESUMO

A RS 486 - Rota do Sol vem sendo motivo de polêmica desde o início da implantação da obra, em 1990. O fato de a estrada afetar um dos ecossistemas mais ameaçados no Brasil, a Mata Atlântica, somado a alguns problemas na condução das obras, que terminaram por levar ao embargo das mesmas, configuram a situação a ser enfrentada no presente trabalho. Ao longo do trajeto a estrada percorre vales e encostas da Reserva da Biosfera, na Serra Geral, apresentando grande variação altitudinal e seccionando diversas comunidades vegetais de Mata Atlântica distintas estrutural e fisionomicamente. O levantamento da fauna de roedores silvestres foi realizado na área de influência da rodovia RST-453/RS-486, Rota-do-Sol, entre junho de 1997 e setembro de 2003, perfazendo um total de 14 expedições de amostragem. As coletas foram realizadas em três pontos dentro de um gradiente altitudinal, entre os municípios de Terra de Areia e Tainhas no estado do Rio Grande do Sul, onde foram reconhecidos três ambientes estrutural e fisionomicamente distintos. Estas localidades diferem em altitude e em formação vegetal estando assim distribuídas: Mata Paludosa, altitude 30 metros — S 29.30.392, W 050 06.422, Floresta Ombrófila Densa, altitude 350 metros — S 29 22.506, W 050 11.318 e Floresta Ombrófila Mista, altitude 780 metros — S 29 19.261, W 050 12.282 A estrutura genética de duas espécies de roedores silvestres (*Oligoryzomys nigripes* e *Oryzomys russatus*) foi analisada através de seqüências da região hipervariável do mtDNA por estimativa do fluxo gênico e da diferenciação genética entre as populações a partir do índice de diferenciação  $G_{st}$ . As espécies analisadas pertencem ao mesmo local, porém subdivididas em populações separadas pela fragmentação dos habitats. Estas espécies foram escolhidas devido à diferença

na história de vida e utilização do habitat, características que influenciam suas respectivas estruturas populacionais e genéticas. Os resultados obtidos corroboram o padrão descrito para comunidades abertas onde poucas espécies são abundantes, espécies dominantes, e muitas são raras. A Mata Paludosa com 113 ha. apresenta diversos microambientes tendo apresentado a maior diversidade e abundância de roedores. Foi verificado um padrão de sazonalidade discreto para duas espécies: *Akodon montensis* — inverno nos três pontos de amostragem e *Oligoryzomys nigripes* — inverno na Floresta Ombrófila Densa. Os ciclos populacionais das espécies mais representativas em cada ponto foram de aproximadamente quatro anos. Os ciclos populacionais de *Oligoryzomys nigripes* acompanham os ciclos de *Akodon montensis*, via de regra com valores de captura inferiores. *Delomys dorsalis*, na Floresta Ombrófila Mista apresentou ciclo populacional mais longo com flutuação e *Oryzomys russatus* e *Oligoryzomys flavescens* apresentaram ciclos populacionais com períodos de inatividade maiores. As capturas de *Delomys dorsalis* e *Euryzygomatomys spinosus* na Mata Paludosa e *Brucepatersonius iheringi* na Floresta Ombrófila Mista caracterizam ampliação do registro de ocorrência. A Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Ombrófila Mista apresentam maior correlação, tanto através de análise de Grupamento Hierárquico (capturas) como através de Análise de Correspondência Simples (frequência). A frequência de captura de *Akodon montensis* foi regular em todo gradiente, *Delomys dorsalis*, *Oligoryzomys nigripes* e *Oryzomys russatus*, aparentemente, selecionam de forma positiva um determinado tipo de formação vegetal. *D. dorsalis* e *O. russatus*, padrão de distribuição em gradiente. A utilização do marcador de uma região hipervariável do mtDNA indica que não há estruturação geográfica das populações nem um mecanismo de isolamento por distância, levantando a hipótese de que o gradiente altitudinal não tem influência



na estruturação genética das populações de *Oligoryzomys nigripes* e *Oryzomys russatus*. Os resultados obtidos para *Oligoryzomys nigripes* e *Oryzomys russatus* — mtDNA — indicam uma distribuição que, se em gradiente, não apresenta relação com a altitude ou formação vegetal. Os padrões de abundância para as diferentes espécies, em cada local de captura, devem estar associados a fatores ecológicos independentes do isolamento por distância, formação vegetal e variação altitudinal.

## II. INTRODUÇÃO

A implantação da rodovia RST-453/RS-486, Rota-do-Sol, apresenta como principal objetivo facilitar o acesso entre os municípios e pólos produtores das regiões serrana e litorânea do estado do Rio Grande do Sul. Ao longo do trajeto a estrada percorre vales e encostas da Reserva da Biosfera, na Serra Geral, apresentando grande variação altitudinal e seccionando diversas comunidades vegetais de Mata Atlântica distintas estrutural e fisionomicamente.

A amostragem da fauna de pequenos mamíferos foi realizada durante o período do Monitoramento Ambiental, que acompanha os diversos estágios da implantação da estrada na intenção de verificar os efeitos da obra sobre o meio biótico. O trabalho de monitoramento com pequenos mamíferos apresenta resultados importantes do ponto de vista de sua utilização como indicadores dos efeitos antrópicos sobre o ambiente, pois permitem a comparação não só em nível de densidade e diversidade, como também de estrutura populacional no decorrer dos estágios de implantação, sendo possível determinar a organização das espécies em grupos semi-isolados (habitats propícios ou fragmentos).

### II.1. MATA ATLÂNTICA

Os mamíferos atuais já descritos somam cerca de 4.630 espécies (WILSON e REEDER, 1993), das quais, mais de 520 ocorrem em território brasileiro (FONSECA *et al.*, 1996). Ou seja, só os mamíferos terrestres que vivem no Brasil (cerca de 485 espécies) representam mais de 10% das espécies de todo o Planeta. De acordo com o presente trabalho, na Mata Atlântica ocorrem cerca de 250 espécies de mamíferos, sendo 55 endêmicas a este bioma. Nos campos

sulinos já foram registradas 102 espécies de mamíferos, sendo que cinco são endêmicas a este bioma e 29 ocorrem somente nos Campos Sulinos e Mata Atlântica. Os dados preliminares, portanto, indicam que cerca de 89 espécies de mamíferos têm suas distribuições geográficas, no Brasil, restritas aos biomas Mata Atlântica e Campos Sulinos.

A Mata Atlântica, por sua localização predominantemente litorânea, foi alvo de forte pressão antrópica desde o descobrimento do Brasil pelos europeus. A extração madeireira, iniciada com o "ciclo do pau-brasil" e os grandes ciclos da cana-de-açúcar, café, ouro e, mais recentemente, a expansão da pecuária e da silvicultura com espécies exóticas, foram fragmentando a floresta nativa, transformando a cobertura vegetal contínua num mosaico de fragmentos de tamanho médio a pequeno, isolados por grandes extensões de terras ocupadas por atividades econômicas ou degradadas e abandonadas.

A expansão da pecuária e da silvicultura com espécies exóticas foram fragmentando a floresta nativa, transformando a cobertura vegetal contínua num mosaico de fragmentos de tamanho médio a pequeno, isolados por grandes extensões de terras ocupadas por atividades econômicas ou degradadas e abandonadas. O desmatamento e fragmentação da Mata Atlântica produziram graves conseqüências para a biota nativa, em função da drástica redução de habitats e isolamento genético das populações, facilitando a incidência de outras perturbações, como a caça, os incêndios provocados pelo homem e a poluição ambiental. Os mamíferos, por serem vertebrados homeotérmicos, em geral de maior porte que os demais, demandam um suprimento energético relativamente alto e necessitam de áreas maiores para a sobrevivência. Em função disto, muitas espécies foram severamente afetadas pelo desmatamento, especialmente aquelas de maior tamanho e de níveis tróficos superiores. Além da óbvia

consequência da redução de habitats, muitas espécies de mamíferos são apreciadas como caça ou como animais de estimação e são permanentemente perseguidas em seus habitats naturais. Todos estes fatores conjugados colocaram em ameaça várias espécies de mamíferos da Mata Atlântica e Campos Sulinos, sendo que 38 estão atualmente relacionadas na lista oficial de espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção (Workshop sobre áreas prioritárias para a conservação da Mata Atlântica e Campos Sulinos, 2001).

## II.2. ROEDORES

Os roedores, com 29 famílias, 426 gêneros e 1814 espécies, apresentam o maior número de gêneros e espécies do que qualquer outra ordem de mamíferos. Os roedores apresentam-se tradicionalmente divididos em três subordens, baseadas principalmente na musculatura mandibular e nas estruturas cranianas: subordem Sciuromorpha, Myomorpha e Hystricomorpha (NOWAK, 1991). Estudos mais recentes, no entanto, indicam que a sistemática dos roedores é mais complexa e existe um consenso na divisão em duas subordens: Sciurognathi e Hystricognathi (CARLETON, 1984, HARTENBERG, 1985 e WOOD, 1985).

Os pequenos roedores e insetívoros são grupos de mamíferos que tem despertado o interesse de vários pesquisadores, não apenas em virtude de sua abundância e da ampla classe de adaptações ecológicas mas também por serem importantes componentes de quase todos os ecossistemas terrestres existentes. A relação destes animais com o homem são um indício do grande impacto causado quando se tornam verdadeiras pragas para as plantações e lavouras e agentes transmissores de doenças (DELANY, 1974).

Segundo FONSECA (1996) e NOWAK (1991), cerca de 40 espécies de roedores silvestres podem apresentar ocorrência esperada no Rio Grande do Sul.

Os períodos dos ciclos populacionais são variáveis de espécie para espécie, normalmente mamíferos de maior porte apresentam ciclos com períodos de 9-10 anos e pequenos mamíferos apresentam períodos de quatro anos (RICKLEFS, 2001).

### II.3. GENÉTICA MOLECULAR

Populações padrão, em virtude do quase isolamento e tamanho pequeno, são objeto de extinção por fatores demográficos e habitats efêmeros. Esta afirmativa remete ao modelo de metapopulações (LEVINS 1969, 1970; revisado em HANSKI & GILPIN 1991) onde, subpopulações interconectadas que diferem em tamanho, são objeto de diferentes graus de migração e fluxo gênico, adaptação local, flutuação e persistência temporal.

A descrição da estrutura genética das populações é importante tanto para avaliação do risco na biologia da conservação, quanto para entender mais explicitamente a história e o potencial evolutivo futuro das espécies e suas populações (BURGMAN *et al.* 1993). Esta estrutura pode ser estimada tanto por recombinação nuclear, como através de genes de organelas não recombinantes (SLATKIN 1987, 1993, 1994 a,b). Como enfatizado por Slatkin, a estrutura genética das populações combina componentes distintos, mas interligados, de demografia e arquitetura genética. O padrão inclui todos aspectos associados com nascimento, óbito, dispersão, sistema reprodutivo e história de vida,

determinado pela demografia e pelos processos de seleção, recombinação, mutação e deriva genética.

A determinação de fluxo gênico inclui todos os mecanismos que resultam na movimentação de genes de uma população para outra, pode ser o resultado do movimento de gametas, propágulos, extinção e recolonização de populações, bem como de segmentos extranucleares de material genético: mitocôndrias, plasmídeos e vírus, que influenciam a distribuição espacial dos genes nas populações (SLATKIN, 1985).

Uma vez que o fluxo gênico é interrompido, populações fragmentadas podem evoluir independentemente e sob condições determinantes tornarem-se espécies distintas, como no modelo de especiação alopátrica. Em espécies com populações pequenas e de distribuição geográfica fracionada, a deriva genética pode fixar genes ou combinações gênicas que podem levar a altos picos adaptativos. Deste modo, esses genes podem ser levados para outras populações estabelecidas ou fundar novas populações através do fluxo gênico (SLATKIN, 1987).

Algumas seqüências apresentam a vantagem de que em nível de populações podem ser eficientemente subdivididas por genes de organelas (mtDNA) nas taxas de migração que resultam em panmixia dos genes nucleares (BIRKY *et al.*, 1983). Isto ocorre especialmente pelo fato dos machos migrarem mais do que as fêmeas, uma característica geral dos pequenos mamíferos (GREENWOOD, 1980).

#### II.4. ROTA-DO-SOL

As formações vegetais atingidas pela Rota-do-Sol pertencem a três regiões fitoecológicas das nove presentes no Estado, segundo o Levantamento de Recursos Naturais do IBGE (1986), quais sejam, a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta Ombrófila Mista e Savana Gramíneo-Lenhosa, que podem receber também as denominações de Mata Atlântica, Mata com Araucária e Campos de Cima da Serra, respectivamente.

A Floresta Ombrófila Densa é subdividida em "Floresta das Terras Baixas", "Floresta Submontana" e "Floresta Montana", a primeira ocorrendo até a cota 30m, a segunda de 30 a 400m e a terceira a partir dos 400m de altitude.

A "Floresta das Terras Baixas" ocupa solos periodicamente inundados, originários de acumulações marinhas, fluviais ou lacustres, cuja vegetação original, em função da fertilidade desses solos e do relevo plano, foi intensamente alterada pela ação antrópica, dando lugar principalmente a diversos cultivos agrícolas como feijão, milho e mandioca e mais recentemente hortigranjeiros.

A "Floresta Submontana" é aquela que ocorre sobre solos profundos, na forma de agrupamentos bem desenvolvidos, cujas alturas muitas vezes ultrapassam os 25m e cuja composição florística varia amplamente em função das características de solo, relevo e exposição das vertentes dos locais onde ocorre.

Intensamente explorada em função da extração de madeiras e para dar lugar a áreas agrícolas, essa formação encontra-se atualmente bastante descaracterizada, persistindo somente naqueles locais onde as condições topográficas extremas inviabilizam as práticas agrícolas e a retirada da vegetação silvática.

A formação "Floresta Montana", cuja composição florística é bastante diversificada, apresenta espécies como *Ocotea catharinensis* (canela-preta),

*Ocotea pretiosa* (canela-sassafrás), *Drymis brasiliensis* (casca-d'anta), além de diversas mirtáceas dos gêneros *Eugenia*, *Myrceugenia* e *Calypttranthes*. Essa formação apresenta agrupamentos bem desenvolvidos, cujas alturas muitas vezes ultrapassam os 25m e cuja composição florística varia amplamente em função das características de solo, relevo e exposição das vertentes dos locais onde ocorre.

Essa formação também está bastante alterada devido à extração de madeira e à expansão das áreas agrícolas. Essa prática só não é verificada naqueles locais onde a topografia dificulta o acesso.

Já a Floresta Ombrófila Mista e a Savana Gramíneo-Lenhosa apresentam uma delimitação difícil de ser estabelecida em função das semelhanças ecológicas existentes nos locais em que ambas ocorrem, observando-se, inclusive uma tendência a que a formação arbórea avance paulatinamente sobre a formação campestre (em forma de capões, matas de galeria ou agrupamentos quase puros de araucária).

A vegetação da floresta com Araucária não constitui uma formação homogênea e contínua, sendo composta por múltiplas associações e agrupamentos, que se encontram nos mais variados estágios de desenvolvimento e de composição. A estrutura vertical apresenta dois estratos de árvores, um dominante e outro emergente.

O pinheiro forma agrupamentos por vezes bastante densos, sobretudo nos terrenos mais acidentados e nas cabeceiras e nascentes dos rios. Frequentemente os bosques de pinhais são interrompidos por extensas savanas de gramíneas, sobretudo nos terrenos suavemente ondulados do Planalto.



Divisão das regiões fitoecológicas, segundo dados cartográficos fornecidos pela HAR Engenharia e Meio Ambiente, presentes na área de estudo:

- Área total: 26.965 ha.
- Floresta Ombrófila Densa Primária: 4,29%
- Floresta Ombrófila Densa Secundária: 13,90%
- Capoeiras da Floresta Ombrófila Densa: 8,87%
- Floresta Ombrófila Mista Secundária: 11,76%
- Campos: 21,77%
- Banhados: 0,42%
- Reflorestamentos: 3,79%
- Uso Antrópico: 35,20%

## II.5. DOMÍNIO MORFOCLIMÁTICO

Segundo a classificação de Köppen, foram estabelecidos os domínios morfoclimáticos regionais, a Área de Proteção Ambiental Rota-do-Sol enquadra-se em dois tipos climáticos distintos. O primeiro tipo, Cfa, denominado subtropical ou virginiano, corresponde às regiões onde as temperaturas médias do mês mais quente (janeiro) é superior a 22°C, e no mês mais frio (julho) a temperatura oscila entre -3°C a 18°C. Na área em questão, o tipo Cfa ocorre nas terras baixas do vale do rio Três Forquilhas, próximas ao litoral.

O segundo tipo climático é o Cfb, denominado temperado ou das faias, que tem como característica temperaturas médias inferiores a 22°C, sendo que no inverno

(julho) a temperatura fica entre  $-3^{\circ}\text{C}$  e  $18^{\circ}\text{C}$ . O tipo Cfb ocorre nas terras altas do Planalto das Araucárias (FIGURA 1).

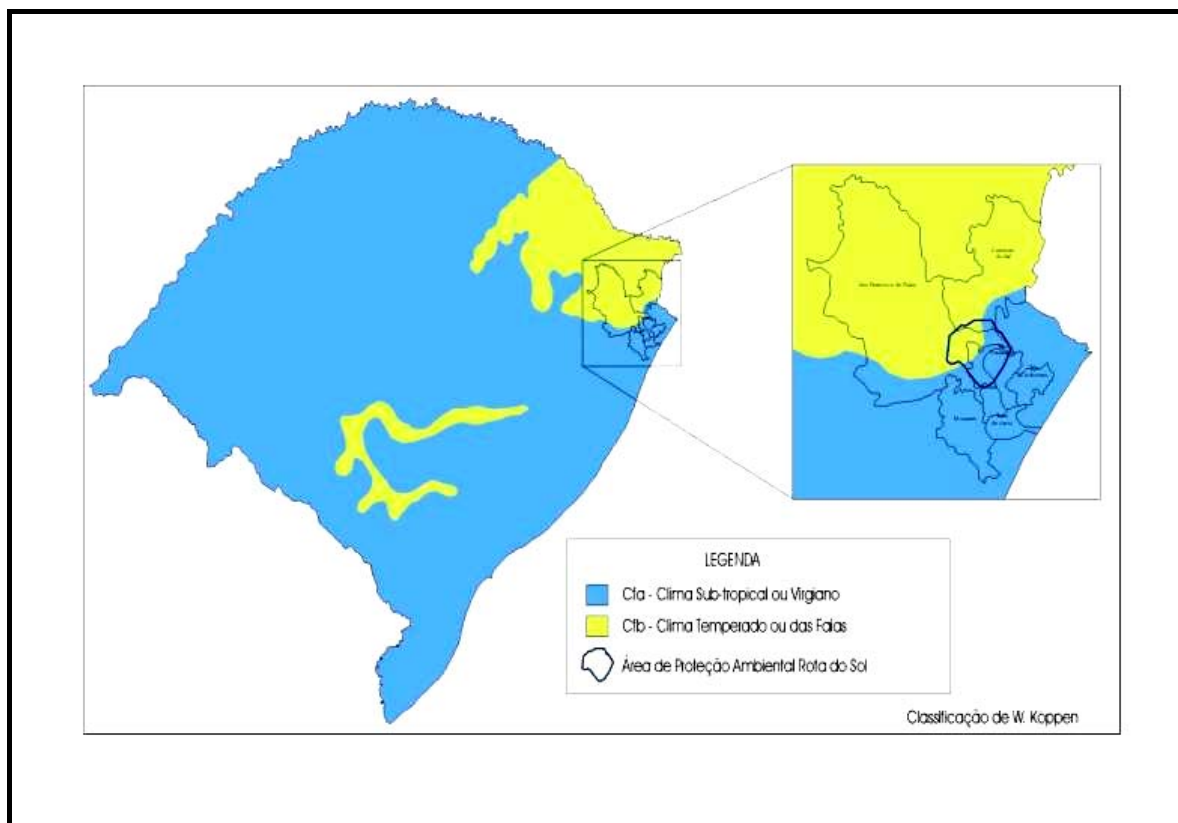


Figura 1. Mapa de domínio morfoclimático no Rio Grande do Sul

## II.6. ENQUADRAMENTO ZOOGEOGRÁFICO

Foram estabelecidos os padrões zoogeográficos, com ênfase para mamíferos, da região de estudo. As considerações sobre os padrões zoogeográficos seguem duas abordagens principais: a primeira é descritiva e estática, e procura determinar a distribuição das espécies atuais. Grande parte das informações pode ser obtida a partir de trabalhos de campo e observações criteriosas; compreende um procedimento direto que pode ser obtido usando as evidências atuais disponíveis. A segunda abordagem é dita histórica ou ecológica e procura explicar

a distribuição observada. Este processo freqüentemente envolve sínteses baseadas em diversas linhas de evidência. Também chamada de zoogeografia evolutiva, procura responder questões relativas à distribuição atual da fauna de acordo com as freqüentes lacunas evolutivas: como, quando e de onde os animais chegaram nas áreas de sua distribuição atual. Virtualmente, toda fauna ocupou determinada área em diferentes períodos de tempo, vinda de diferentes regiões e por diferentes meios, de modo que a compreensão da complexa história da distribuição da fauna depende diretamente do conhecimento dos registros fósseis e da história geológica dos continentes (VAUGHAN, 1978).

Determinadas regiões parecem ter sido centros de dispersão mais efetivas na origem dos grupos de mamíferos. Muitas famílias apareceram primeiramente nos registros fósseis da Eurásia e a América do Norte também parece ser responsável pela origem de diversos grupos. A fauna atual, de regiões como a África e América do Sul, é em parte derivada da migração de mamíferos dos continentes do norte. Simpson (1940) reconheceu vários corredores de troca de fauna, caminhos que oferecem, relativamente, baixa resistência para a migração de mamíferos, ao longo dos quais é esperado que ocorra passagem da fauna.

O sistema de divisão zoogeográfica proposto por Wallace, baseado principalmente na distribuição de aves e mamíferos, é amplamente utilizado e aceito, e propõe uma divisão mundial em seis regiões principais: Palearctica, Nearctica, Etiópica, Oriental, Australiana e Neotropical. A divisão em regiões foi feita de acordo com o grau de similaridade entre as listas de espécies ocorrentes nestas localidades, sendo que a similaridade biogeográfica pode ser quantificada através de vários índices, onde um dos mais simples é o índice de Simpson.

A região neotropical apresenta grande diversidade climática e biótica e engloba todo o Novo Mundo desde a parte tropical do sul do México. Grande parte desta

região apresenta clima tropical ou subtropical e é a segunda em diversidade de mamíferos, atrás apenas da região Etiópica. A parte sul-americana da região Neotropical foi isolada do resto do mundo em grande parte durante o Cenozóico, mas o Istmo do Panamá permitiu a conexão entre a América do Sul e a América do Norte no Plioceno tardio.

A região Neotropical suporta 46 famílias de mamíferos, apresentando o maior número de endemismos: 20. Entre estas famílias os grupos característicos são os marsupiais, os morcegos (três famílias endêmicas), primatas (duas famílias endêmicas), edentados (duas famílias endêmicas) e os roedores histricomorfos (próximo de 11 famílias endêmicas). A fauna de mamíferos da região Neotropical é fortemente similar a Neártica, mas também compartilha 33 percento de suas famílias de mamíferos com a região Palearctica.

A fauna do Rio Grande do Sul sofre influências de diversas regiões biogeográficas na porção Neotropical da América do Sul como: Mata Atlântica, Província Patagônica, Província do Chaco e Domínio Amazônico, via região do Alto Uruguai. No Estado do Rio Grande do Sul, a fauna apresenta, via de regra, uma divisão associada às regiões fitogeográficas da Planície Costeira, Serra do Sudeste, Campanha, Depressão Central e do Planalto.

Para facilitar a definição das áreas prioritárias para conservação da Mata Atlântica e Campos Sulinos, de acordo com a fauna de mamíferos, foram estabelecidas "zonas faunísticas", com base em acidentes geográficos e distribuição de espécies, nas quais foram destacadas as espécies endêmicas (Workshop sobre áreas prioritárias para a conservação da Mata Atlântica e Campos Sulinos, 2001).

Dentro dos padrões estabelecidos para o enquadramento zoogeográfico, a Área de Proteção Ambiental da Rota-do-Sol e a Reserva Biológica da Mata Paludosa estariam assim enquadradas:

**Zona 7. Do rio Tietê até a região central do Estado do Rio Grande do Sul, tendo como limite a transição do bioma Mata Atlântica, para o bioma Campos Sulinos.**

**7.A** - Aparados da Serra / Canela / São Francisco de Paula, Estado do Rio Grande do Sul

Conjunto de remanescentes de florestas subtropicais que abrangem quatro unidades de conservação.

**7.D** - Estação Ecológica de Aracuri, municípios de Vacaria e Bom Jesus, estado do Rio Grande do Sul.

Estação Ecológica que abrange matas com pinheiros e campos de altitude, apresentando uma diversificação de espécies de mamíferos de médio porte.

### **Zona 8. Zona dos Campos Sulinos**

**8.A** - Planície Costeira, municípios de São Gonçalo, Torres, Tramandaí, Osório, Santo Antônio da Patrulha, Cidreira, Mostardas, Bojuru, São José do Norte, Pelotas e Rio Grande, estado do Rio Grande do Sul.

Região com comunidades especiais de pequenos mamíferos, com alto grau de endemismos, em áreas frágeis e sob forte pressão antrópica.

Alguns dos principais fatores que influenciaram na distribuição geográfica das espécies são: dispersão, clima (eras glaciais), eventos de vicariância (deriva continental e especiação) e intercâmbios faunísticos (no encontro das faunas da América do Norte e do Sul, quando o Istmo do Panamá foi formado há três milhões de anos, uma proporção inicialmente similar de mamíferos deslocou-se

em ambas as direções, entretanto os imigrantes provenientes da América do Norte proliferaram em maior escala no Sul).

As características ecológicas das espécies podem ser um fator limitante de sua distribuição geográfica atual nos habitats remanescentes das grandes divisões zoogeográficas. O limite de distribuição das espécies pode ser relacionado aos seus atributos ecológicos. Uma forma de entender como os fatores ecológicos limitam a distribuição de uma espécie é em termos de distinção, proposta por Hutchinson e MacArthur, através do *nicho fundamental* e *nicho realizado* das espécies. As espécies são capazes de tolerar uma certa variação de fatores físicos – temperatura, umidade, etc. – e podem, em teoria, viver em qualquer lugar dentro dos limites de tolerância, entretanto cada espécie irá ocupar uma área menor do que poderia em função da competição. Vários trabalhos vêm sendo realizados para descobrir os fatores, físicos ou biológicos, que atuam para limitar a distribuição de algumas espécies em particular em áreas determinadas (RIDLEY, 1996).

Os padrões de distribuição das espécies provavelmente não podem ser explicados apenas por fatores ecológicos, de modo que outra possibilidade é a atuação de fatores históricos em algumas localidades, onde determinadas espécies poderiam estar ecologicamente presentes, mas encontram-se ausentes por que nunca chegaram, ou seja, nunca migraram e se estabilizaram.

Os dois fatores não podem ser considerados antagônicos e o melhor método para avaliação da distribuição da fauna seria avaliar como ecologia e história convergem pra determinar esta distribuição. Como resultado, dentro dos limites de tolerância ecológica, os fatores históricos podem ter determinado onde as espécies vivem e onde estão ausentes (RIDLEY, 1996).

## II.7. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

A região de inserção da APA Rota-do-Sol e da Reserva Biológica Mata Paludosa apresenta uma alta densidade de unidades de conservação, de nível estadual e federal, resultante da diversidade de biomas que encerra, pela beleza cênica das feições geomorfológicas presentes e por concentrar os fragmentos mais significativos da Mata Atlântica no Estado do Rio Grande do Sul (QUADRO 1).

Dentre as unidades de conservação, apenas a APA Rota-do-Sol e a Floresta Nacional de São Francisco de Paula constituem unidades de conservação de uso direto.

A região abriga ainda importantes fragmentos de mata nativa enquadradas como Zona Núcleo da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.

A rodovia RST-453/RS-486, Rota-do-Sol representa a recuperação do acesso entre os municípios e pólos produtores das regiões do planalto e serrana com a principal via expressa do estado, a BR 101. Ao longo do trajeto, no percurso Tainhas - Terra de Areia, a estrada percorre vales e encostas da Reserva da Biosfera, da Área de Proteção Ambiental da Rota-do-Sol (QUADRO 2) e da Reserva Biológica Estadual Mata Paludosa na Serra Geral. Esta região caracteriza-se por apresentar grande variação altitudinal e seccionar diversas comunidades vegetais de Mata Atlântica distintas estrutural e fisionomicamente.

Quadro 1 - Unidades de Conservação na Região da APA Rota-do-Sol

<b>Nome</b>	<b>Órgão Administrador</b>	<b>Ano da Criação</b>	<b>Área (ha)</b>
Floresta Nacional de São Francisco de Paula	IBAMA	1947	1.138,64

Parque Nacional Aparados da Serra	IBAMA	1959	10.250,00
Parque Nacional da Serra Geral	IBAMA	1992	17.300,00
Estação Ecológica Estadual Aratinga	DEFAP	1997	5.882,00
Reserva Biológica Estadual Mata Paludosa	DEFAP	1998	113,00
Reserva Biológica da Serra Geral	DEFAP	1982	1.700,00
Parque Estadual de Tainhas	DEFAP	1975	4.924,80
APA Rota-do-Sol	DEFAP	1997	52.355,00
Centro de Pesquisa Pró-Mata	PUC	1996	4.000,00

Quadro 2 - Composição da APA por Município

<b>Município</b>	<b>Área na APA (ha)</b>	<b>%</b>
São Francisco de Paula	27.184	51,92
Itati	12.371	23,63
Três Forquilhas	10.294	19,66
Cambará do Sul	2.506	4,79
Total	52.355	100

São Francisco de Paula é o município que contribui com o maior percentual da área da APA, atingindo 51,92 % da sua superfície total. Observa-se que a área da APA apresenta uma distribuição equitativa, em termos de superfície, das suas principais regiões fisiográficas constituintes. A região do Planalto das Araucárias, composta pelos municípios de São Francisco de Paula e Cambará do Sul, ocupa 56,71 % de sua superfície total, enquanto os municípios de Itati e Três Forquilhas, situados na região do vale do rio Três Forquilhas, respondem por 43,29 % da



área. Entretanto, os municípios de Itati e Três Forquilhas são aqueles que apresentam a maior parcela do seu território compreendido pela APA Rota-do-Sol (QUADRO 3).

Quadro 3 - Participação da APA nos Municípios

Município	Área (km <sup>2</sup> )	Área da APA no município (ha)	%
Itati	204,76	12.371	60,42
Três Forquilhas	215,14	10.294	47,85
Cambará do Sul	1.180,00	2.506	11,65
São Francisco de Paula	3.269,15	27.184	8,32
Total	6.092,32	52.355	-

Verifica-se que Itati e Três Forquilhas apresentam aproximadamente metade de seu território inserido na APA, enquanto Cambará do Sul e São Francisco de Paula apresentam percentuais próximos de 10 %.

Por sua vez, a Reserva Biológica Mata Paludosa, com superfície de 113 ha, insere-se em sua totalidade no Município de Itati, representado apenas 0,55 % da sua área municipal. Ao se considerar que a Estação Ecológica de Aratinga, com 5.882 ha, também está inserida no município de Itati, o total da área ocupada por unidades de conservação de uso indireto atinge 29,28 % da sua área municipal.

## II.8. ASPECTOS ECOLÓGICOS E CONSERVAÇÃO

O projeto desse trecho da RS 486 - Rota-do-Sol - vem sendo motivo de polêmica desde o início da implantação da obra, em 1990. O fato da estrada afetar um dos ecossistemas mais ameaçados no Brasil, como é o caso da Floresta Atlântica, somado a alguns problemas na condução das obras, que terminaram por levar ao embargo das mesmas, configuram a situação enfrentada no presente trabalho.

Não se pode negar a importância de todos os esforços que se façam no sentido de resguardar os parques núcleos de Floresta Atlântica que restam na região sul do Brasil. Ao mesmo tempo em que tampouco se pode deixar de perceber a relevância da obra em questão como uma importante via de comunicação da região serrana com o centro do país.

Se por um lado as exigências do modelo agro-exportador dos grandes latifúndios exigem cada vez mais áreas para a agricultura e pecuária, na outra face da moeda, os pequenos proprietários são obrigados a dividir várias vezes suas propriedades para que seus filhos não tenham que abandonar a terra. Esta situação torna inviável qualquer tentativa de reverter a escalada de degradação que não inclua alternativas que permitam uma vida digna a essas pessoas, sem perder de vista a manutenção dos núcleos remanescentes de vegetação nativa.

As relações empreendedor - órgão ambiental - populações atingidas historicamente não tem sido fáceis no Brasil, e as demandas pela salvaguarda das condições ambientais que redundaram na complexa legislação em vigor, vieram a tornar ainda mais complexa essa situação (Complementação ao EIA/RIMA da Rota-do-Sol, 1996).

Depois de séculos de total descaso pela conservação dos recursos naturais, as forças econômicas, principalmente a partir do início dos anos oitenta, têm sido obrigadas a enfrentar novas exigências visando à manutenção de padrões aceitáveis de qualidade ambiental, com óbvias implicações sobre os custos e sobre a complexidade das decisões que têm de ser tomadas.

O trecho em estudo, principalmente nas áreas de serra, se por um lado apresenta importantes núcleos onde a vegetação nativa persiste, por outro mostra um quadro de degradação da paisagem que contraria a legislação ambiental vigente.

Nas regiões tropicais, bem como em outras, os processos de perda de habitat e fragmentação estão intimamente relacionados. Este é um ponto vital quando consideradas as conseqüências da fragmentação florestal sobre a destruição de habitats. O que exatamente está sendo destruído? Onde? Com qual velocidade? Que forças atuam sobre o desmatamento? Quais as implicações? Estas perguntas devem ser consideradas sempre que houver intenção de traçar qualquer alternativa integrada de manejo e conservação (LAURANCE, 1999a).

O aspecto mais alarmante na crise de desmatamento nas florestas tropicais é a relação não paralela com a biodiversidade: as florestas tropicais abrigam as comunidades mais antigas, mais diversas e mais ecologicamente complexas da terra (MYERS, 1984). Apesar de ocupar apenas 7% dos ambientes terrestres, as florestas tropicais mantêm cerca da metade das formas de vida do planeta (WILSON, 1988).

O impacto mais significativo da destruição das florestas tropicais é a perda da demanda dos ecossistemas naturais. Estudos mais recentes comprovam que o papel das florestas tropicais para manutenção de um sistema habitável é mais vital do que previamente discutido (LAURANCE, 1999a). Em escala local ou regional, as florestas são imprescindíveis para manter a estabilidade dos rios e lençóis freáticos, bem como dos solos, evitando maciços processos erosivos.

As florestas tropicais desempenham papel fundamental na manutenção climática regional, na Bacia Amazônica, mais da metade das chuvas é originária da evapotranspiração das plantas. A redução da evapotranspiração em larga escala implicaria na redução de aproximadamente 20% das chuvas seguida pelo declínio da umidade, aumento da temperatura superficial e grandes estações de seca. Os sinergismos provenientes destes fatores podem ser catastróficos, principalmente

o aumento da intensidade e frequência das queimadas, como a que consumiu milhares de hectares da floresta Amazônica em 1997/98 (NEPSTAD *et al.*, 1998).

Pelo fato do desmatamento ser um processo não randômico, nem todos os tipos de florestas estão igualmente ameaçados. As mais vulneráveis ocorrem em áreas acessíveis com produção relativa, solo bem drenado e topografia moderada, suscetíveis a exploração agropecuária. As florestas sazonais também tem sido devastadas em várias regiões, como na América Central e Madagascar, onde 98% destas florestas já foram destruídas (LAURANCE, 1998).

Apesar de não haver consenso sobre os fatores que promovem o desmatamento acelerado das florestas, alguns fatores gerais podem ser citados como os principais: pressão populacional; instituições fracas e fiscalização precária; tratados internacionais de livre comércio, que promovem investimentos estrangeiros nas indústrias extrativistas; exploração turística (LAURANCE, 1999 b,c).

A degradação das áreas florestais é sem dúvida alarmante, a expansão da fronteira agrícola imposta pelo modelo econômico voltado para exportação, calcado em grandes propriedades intensamente dependentes de insumos, que vem sendo implementado ao longo de décadas, juntamente com a virtual ausência de incentivos visando à manutenção dos núcleos de vegetação arbórea presentes nas propriedades, indicam não haver possibilidades de alterações nessa situação em curto prazo.

Com o surgimento destas considerações sobre desmatamento e degradação ambiental, o meio científico internacional passou a discutir, a partir da publicação do trabalho de McARTHUR e WILSON (1967) que trata da biogeografia de ilhas, os efeitos da fragmentação de habitats sobre a viabilidade da manutenção de populações vegetais e animais sob essa condição.

A medida em que foram surgindo argumentos contraditórios frente às distintas concepções relativas as melhores estratégias de conservação da natureza, passou-se a tratar o tema como “Dilema de ilha (*Island Dilemma*)” ou “O Dilema SLOSS: (*single large or several small*).”, que contrapunha propostas a favor de várias pequenas unidades de conservação a outras propostas favoráveis a grandes reservas.

A questão dos refúgios e unidades para preservação da biodiversidade é abordada por SIMBERLOFF e ABELE (1976) que definem uma estratégia de conservação baseada em pequenas áreas. Estes autores afirmam que pequenos refúgios têm um maior número de espécies que um único grande e por conseqüência, catástrofes ambientais afetariam de maneira mais violenta uma grande reserva, com efeitos menores sobre uma rede de pequenas unidades de conservação. A conservação da natureza deve ter como objetivo principal a comunidade, e não as espécies que nela vivem. Deste modo, a concepção de unidades de conservação deve prover as condições mínimas necessárias à sobrevivência dos organismos que se pretendem proteger.

Com a destruição acelerada dos remanescentes naturais, está se tornando claro que a maioria dos refúgios de vida silvestre são muito pequenos para evitar a extinção de diversas espécies. Por outro lado, a falta de informações suficientes sobre os mecanismos de funcionamento natural das reservas e dos riscos de extinção tem tornado difícil a negociação política para expansão destas áreas face a pressão para uso econômico das terras.

Recentemente, vários autores têm considerado que um entendimento prévio sobre extinção poderia ser obtido a partir da biogeografia de ilhas, desde refúgios naturais em áreas antropizadas até ilhas para espécies dependentes do ambiente natural. É importante observar que as implicações do “dilema de ilhas” para

estratégias da conservação tem concluído que grandes reservas são essenciais para minimizar as taxas de extinção e assegurar as chances de sobrevivência da maioria das espécies. Estas conclusões não são baseadas apenas no estudo de ilhas oceânicas mas também em “ilhas” continentais, bem como em reservas (DIAMOND, 1976).

Contra os argumentos para os múltiplos refúgios é necessário entender o “dilema de ilhas”: espécies diferentes necessitam de diferentes áreas mínimas, enquanto que a delimitação de áreas máximas é extremamente raro e a maioria das espécies que necessitam de grandes áreas ficariam retidas em pequenos refúgios (DIAMOND, 1976). Deste modo, pode-se entender que a melhor solução seria a implementação de um sistema interligando grandes áreas, porém, muitas vezes, esta não é uma alternativa viável e uma possibilidade eficiente seria a manutenção de um refúgio do maior tamanho possível aliado a diversos refúgios pequenos.

Segundo TERBORGH (1976), áreas extensas são necessárias para preservar ecossistemas intactos e minimizar os riscos de extinção para as espécies que necessitam de grandes espaços. Os pequenos refúgios apresentam importância na manutenção do habitat de formas endêmicas ou sítios de nidificação de espécies coloniais.

Por apresentar uma visão simplista e intransigente sobre uma estratégia de conservação baseada apenas em pequenas unidades, Simberloff e Abele sofreram duras críticas, sendo as mais estruturadas propostas por WHITCOMB *et al.* (1976): a necessidade de grandes reservas não significa que as pequenas não sirvam. Certamente, pequenas reservas são melhores do que nada e cumprem seu papel de preservar táxons que sobrevivem em pequenas áreas, preservar

microhabitats únicos, prover áreas de “parada” entre grandes reservas e proporcionar áreas para recreação e educação ambiental.

Mesmo assim, de acordo com WHITCOMB *et al.* (1976), pequenos refúgios não podem oferecer o equilíbrio esperado e o tamanho das reservas deve ser maximizado, pois (a) grandes áreas apresentam altas taxas de imigração e baixas taxas de extinção, (b) algumas espécies necessitam de grandes áreas para sobrevivência, (c) preservação de comunidades ecológicas inteiras, com todos os níveis tróficos representados necessitam de grandes áreas, (d) grandes reservas estão mais bem protegidas contra a perturbação humana e catástrofes naturais, (e) grandes áreas são necessárias pra minimizar a pressão de predação, parasitismo e competição exercida pelas espécies abundantes nas áreas contíguas à reserva, (f) falhas em pequenas reservas, consideradas adequadas originalmente, são amplamente documentadas e (g) o fato da fragmentação ser irreversível demanda por estratégias conservativas de preservação.

De acordo com os trabalhos propostos por BURKEY (1989) e WILCOX e MURPHY (1985), a probabilidade de extinção aumenta exponencialmente com o grau de fragmentação das florestas. A medida em que a fragmentação aumenta, altas taxas de dispersão são necessárias para maximizar a sobrevivência das espécies atingidas. Os princípios gerais para o *design* de reservas devem contemplar a dinâmica populacional das espécies que se pretende preservar.

Uma medida mais drástica foi proposta por TERBORGH (1992), uma vez que não se possui conhecimentos suficientes para implantação de estratégias de conservação, a manutenção da diversidade em florestas tropicais depende da exclusão de todas as ações danosas sobre elas ou simplesmente “*leave them alone*”.

Com o surgimento de novos princípios em ecologia de paisagens, não só o tamanho das unidades de conservação passou a ser importante, mas também sua forma e as relações espaciais com o mosaico que as circunda (LAURANCE, 1991).

A fragmentação de habitats está intimamente relacionada ao aumento da quantidade de bordas, sendo assim, plantas e animais em ambientes fragmentados têm suas populações não somente reduzidas e subdivididas, mas cada vez mais expostas às mudanças ecológicas associadas a estas bordas induzidas (LAURANCE e YENSEN 1991).

Diversos trabalhos destacam os efeitos de borda que decorrem da fragmentação de ambientes florestais, como: proliferação de vegetação heliófita, redução da umidade relativa e grandes variações na temperatura, aumento do número de parasitas hematófagos e nas taxas de predação. Além disso, as mudanças microclimáticas e no regime de luz afetam a germinação e sobrevivência das espécies; o interior é bombardeado por uma chuva de sementes de plantas ruderais e há um aumento significativo nas taxas de queda de árvores e de mortalidade, alterando a composição e estrutura da floresta. O efeito de borda é mais acentuado quando age sobre fragmentos pequenos e de desenho irregular ou quando o gradiente entre os habitats naturais e modificados é abrupto. (LAURANCE, 1999a).

Segundo LAURANCE e YENSEN (1991) o efeito de borda pode variar desde 15m até 5km floresta adentro, dependendo das condições locais de tamanho e formato do fragmento. Sendo assim, em poucas décadas a maior parte das florestas tropicais consistirá de remanescentes isolados, sendo imprescindível determinar quão extensos esses fragmentos devem ser para sustentar biotas tropicais representativas e estabelecer estratégias para minimizar os efeitos das perdas de



habitat e da fragmentação. Trabalhos realizados em North Queensland, na Austrália, concluíram que reservas isoladas abaixo de 2000-4000 há. (dependendo do formato) podem ser suscetíveis a mudanças nos padrões da vegetação, no caso de reservas entre 350-650 ha estas mudanças são notáveis.

Outros autores, como TURNER *et al.* (1989) e KRUESS e TSCHARNTKE (1994), também consideram a fragmentação como a mais séria ameaça à diversidade biológica e a principal causa da presente crise de extinção. A heterogeneidade da paisagem pode facilitar ou retardar a expansão de distúrbios. Se um distúrbio se dá dentro de um mesmo tipo de cobertura do solo, a heterogeneidade bloqueia a expansão desse distúrbio. Quando o distúrbio se dá tipicamente entre elementos da paisagem, a heterogeneidade permite que esse se espalhe sobre áreas maiores.

A viabilidade dos habitats dentro de remanescentes florestais ou de outras comunidades raras, dispersas em mosaico, depende mais da quantidade do que da intensidade das alterações. Uma perturbação localmente intensa pode eliminar uma pequena porção de habitat mas tem pequeno efeito sobre sua persistência, por outro lado, uma grande quantidade de perturbações de baixa intensidade sobre amplas regiões pode reduzir drasticamente ou mesmo eliminar esse habitat (SIMBERLOFF e ABELE 1976).

O histórico do uso da terra de determinada localidade estabelecerá influência direta sobre os padrões da vegetação que ali se estabelecesse. A vegetação secundária que porventura venha a se instalar sobre áreas abandonadas e que sofreram ação antrópica depende diretamente do uso que se tenha feito nestas áreas no passado (CHRISTENSEN 1989).

Considerável pressão seria removida das florestas primárias se as secundárias fossem manejadas de modo a satisfazer as necessidades das populações

próximas. As florestas secundárias são destacadas como ecossistemas de rápido crescimento, com espécies de ciclo de vida curto e uma produtividade primária que é duas vezes maior do que a das florestas primárias (BROWN e LUGO, 1990).

Uma série de artigos tratando dos efeitos da fragmentação e sobre conservação foram editados em um volume especial da revista *Biological Conservation* 91 (1999) por William Laurance e Claude Gascon, representando a mais recente compilação sobre o tema. Os trabalhos mais significativos foram sumarizados por LAURANCE (1999b): A influência dos efeitos de borda e fragmentação sobre formigas cortadeiras na Amazônia Central foi estudada pelos pesquisadores Karine Carvalho e Heraldo Vasconcelos, e demonstra que a composição da comunidade de formigas varia em um gradiente da borda para o interior da floresta, com algumas espécies declinando e outras aumentando. Estes efeitos na composição são detectáveis a partir de 200m da borda e a riqueza de espécies de formigas é significativamente menor em fragmentos do que em áreas de floresta contínua.

Aspectos relacionados aos efeitos da fragmentação sobre os padrões demográficos e morfológicos de uma espécie de lagarto (*Gnypetoscincus queenslandiae*) na floresta tropical de Queensland na Austrália revelaram menor abundância, tamanho reduzido e menor peso nos animais que habitam fragmentos. As razões para estas mudanças, segundo Joanna Sumner, Craig Moritz e Richard Shine, podem estar relacionadas à redução de alimento (invertebrados), alterações microclimáticas que podem influenciar no processo de desenvolvimento das fêmeas.

Estudos realizados por Owen Price, John Woinarsky e Doug Robinson com pássaros frugívoros que habitam áreas naturalmente fragmentadas no norte da

Austrália demonstraram que os movimentos realizados por estas espécies entre os fragmentos são fundamentalmente importantes para manutenção da diversidade florística. O desenvolvimento de um sistema de modelagem quantitativa permitiu prever que a perda de 50% dos fragmentos florestais implicaria em um declínio na ordem de 80-90% das espécies de pássaros frugívoros existentes no local.

Um trabalho de rádio telemetria com cangurus arborícolas (*Dendrolagus lumholtzi*) foi realizado por Graeme Newell em uma área de 20 há. na Austrália. Porém o dono da propriedade decidiu queimar metade da área florestada permitindo uma rara oportunidade de examinar como estes marsupiais reagem as descontinuidades de habitat. Os resultados observados foram intrigantes: a maioria dos cangurus tentou desesperadamente manter seu território original, vários morreram rapidamente predados por cachorros ou dingos, outros esperaram em refúgios até o fragmento ser efetivamente queimado e então foram predados por cachorros ou tentaram fugir para áreas remanescentes. Os resultados das biópsias revelaram que muitos cangurus estavam cronicamente exaustos, condição claramente associada ao stress sofrido na tentativa de se deslocar para outras áreas e/ou fugir do ataque dos predadores. Estes resultados ilustram claramente que, para espécies com forte dependência territorial como estes cangurus, a disponibilidade de habitat é um fator limitante para manutenção das populações.

As mudanças na composição e diversidade das comunidades de pequenos mamíferos foram analisadas em fragmentos isolados na Tailândia por Anthony Lynam e I. Billick. Estas mudanças podem ser analisadas em ilhas formadas após a criação de um reservatório para uma usina hidrelétrica. Os resultados mostram que as comunidades de mamíferos em habitats recentemente fragmentados

podem variar rapidamente e que as comunidades remanescentes nos fragmentos tendem a convergir em composição, mantendo uma parcela pobre da fauna regional dominada por espécies generalistas e exóticas.

Os morcegos também desempenham papéis de grande importância como polinizadores em fragmentos de florestas. Na Austrália, Brad Law e Merrilyn Lean verificaram que a espécie *Syconycteris australis* poliniza particularmente um tipo de árvore (*Syzygium cormiflorum*) e, em média, transporta seis vezes mais pólen do que as espécies de pássaros, sugerindo ser esta espécie um importante vetor de polinização. Possuem *home range* de aproximadamente 1800h, incluindo vários fragmentos, e cruzam distâncias acima de 5,8km, sendo importantes para dispersão do pólen através de grandes áreas. Da mesma forma que algumas espécies de aves frugívoras, os morcegos podem ser responsáveis pela manutenção de um certo grau de conectividade genética e demográfica entre fragmentos de uma mesma área.

A comparação entre situações pós e pré-fragmentação são extremamente difíceis e dependem de um prévio conhecimento das ações que serão realizadas. Os estudos prévios à realização de um empreendimento hidrelétrico, bem como o monitoramento após a formação das ilhas suprem os aspectos necessários para comparação das situações de fragmentação. Um estudo deste tipo foi conduzido na Guiana Francesa por Jeffrey Cosson através do monitoramento de diversos grupos de vertebrados um ano antes e três anos após a formação das ilhas. Os resultados sugerem que espécies relativamente grandes, abundantes, com grande *home range* e generalistas quanto as necessidades alimentares e de habitat são as que apresentam melhores condições de persistir nas ilhas.

A utilização de corredores de fauna na Amazônia Brasileira seria facilmente suprida se a legislação fosse efetivamente acatada no intuito de manter a mata

ciliar (frequentemente não cumprida). Estudos recentes desenvolvidos por Marcelo Lima e Claude Gascon comprovam que espécies de sapos, roedores e marsupiais em corredores entre 140-190m ligando remanescentes não apresentam diferenças de abundância, riqueza de espécies ou composição. Muitas espécies, inclusive, se movem e reproduzem nos corredores existentes entre fragmentos. Neste momento, a prioridade seria avaliar o uso e os efeitos dos corredores em espécies adicionais, especialmente as vulneráveis à fragmentação, como alguns invertebrados, aves insetívoras, primatas e grandes mamíferos.

As implicações do estudo de uma matriz que comporte condições originais para o desenvolvimento de estratégias de manejo são claras: não é suficiente conservar fragmentos ou reservas isoladas. A matriz deve ser protegida, reflorestada e adequada para reduzir os efeitos deletérios do isolamento. Corredores de 30-40m. proporcionam habitat e permitem o deslocamento de muitos mamíferos de florestas tropicais. No caso de espécies fortemente dependentes da floresta primária é necessária a implantação de corredores acima de 200m (LAURANCE, 1999c).

Atualmente, a utilização de recursos de genética molecular para o desenvolvimento de estratégias de conservação vem gerando discussões quanto a sua eficácia. O uso indiscriminado de algumas técnicas por vezes mascara o objetivo a ser alcançado, sendo necessário salientar que em um primeiro momento, dois usos principais da genética molecular podem ser aplicados em conservação: 1) uso da variação para descobrir relações entre indivíduos, grupos, populações, raças ou espécies na intenção de planejar translocações ou identificar unidades de conservação; 2) relacionar a variação do *fitness* ou viabilidade de indivíduos, grupos, populações, raças ou espécies na intenção de

determinar o impacto da variação genética nesta viabilidade (SACCHERI *et al.*, 1998).

### III OBJETIVOS

Caracterizar a estrutura da comunidade de roedores nativos na área de influência da rodovia RST-453/RS-486, Rota do Sol;

Determinar a estrutura genética das populações de *Oligoryzomys flavescens* e *Oryzomys russatus*;

Determinar a existência de fluxo gênico entre as populações de *Oligoryzomys flavescens* e *Oryzomys russatus* ao longo do gradiente altitudinal e das diferentes formações vegetais.

#### IV MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento da fauna de roedores silvestres foi realizado na área de influência da rodovia RST-453/RS-486, Rota-do-Sol, entre junho de 1997 e setembro de 2003, perfazendo um total de 14 expedições de amostragem.

As coletas foram realizadas em três pontos dentro de um gradiente altitudinal, entre os municípios de Terra de Areia e Tainhas no estado do Rio Grande do Sul, onde foram reconhecidos três ambientes estrutural e fisionomicamente distintos. Estas localidades diferem em altitude e em formação vegetal estando assim distribuídas: Mata Paludosa, altitude 30 metros — S 29° 30.392', W 050° 06.422', Floresta Ombrófila Densa, altitude 350 metros — S 29° 22.506', W 050° 11.318' e Floresta Ombrófila Mista, altitude 780 metros — S 29° 19.261', W 050° 12.282' (FIGURA 2).

Os roedores foram coletados com armadilhas tipo *live trap*, padrão *tomahawck*, nas dimensões 10X10X22 e 15X15X30 cm. altura, largura e profundidade, respectivamente (FIGURA 3 - A, B), dispostas qualitativamente de modo a otimizar as capturas. Foram utilizadas 40 armadilhas por ponto de amostragem que permaneceram em atividade durante três noites ininterruptamente. As armadilhas foram iscadas com uma rodela de milho verde recoberta com pasta de amendoim.

Após a coleta, os animais foram anestesiados, marcados por meio de um corte em "V" na orelha e libertados no local da captura. Este procedimento permitiu a posterior identificação dos animais já capturados, bem como forneceu material para extração de DNA (FIGURA 3 – B, C). O tecido recolhido foi identificado e armazenado em um eppendorf® com etanol.



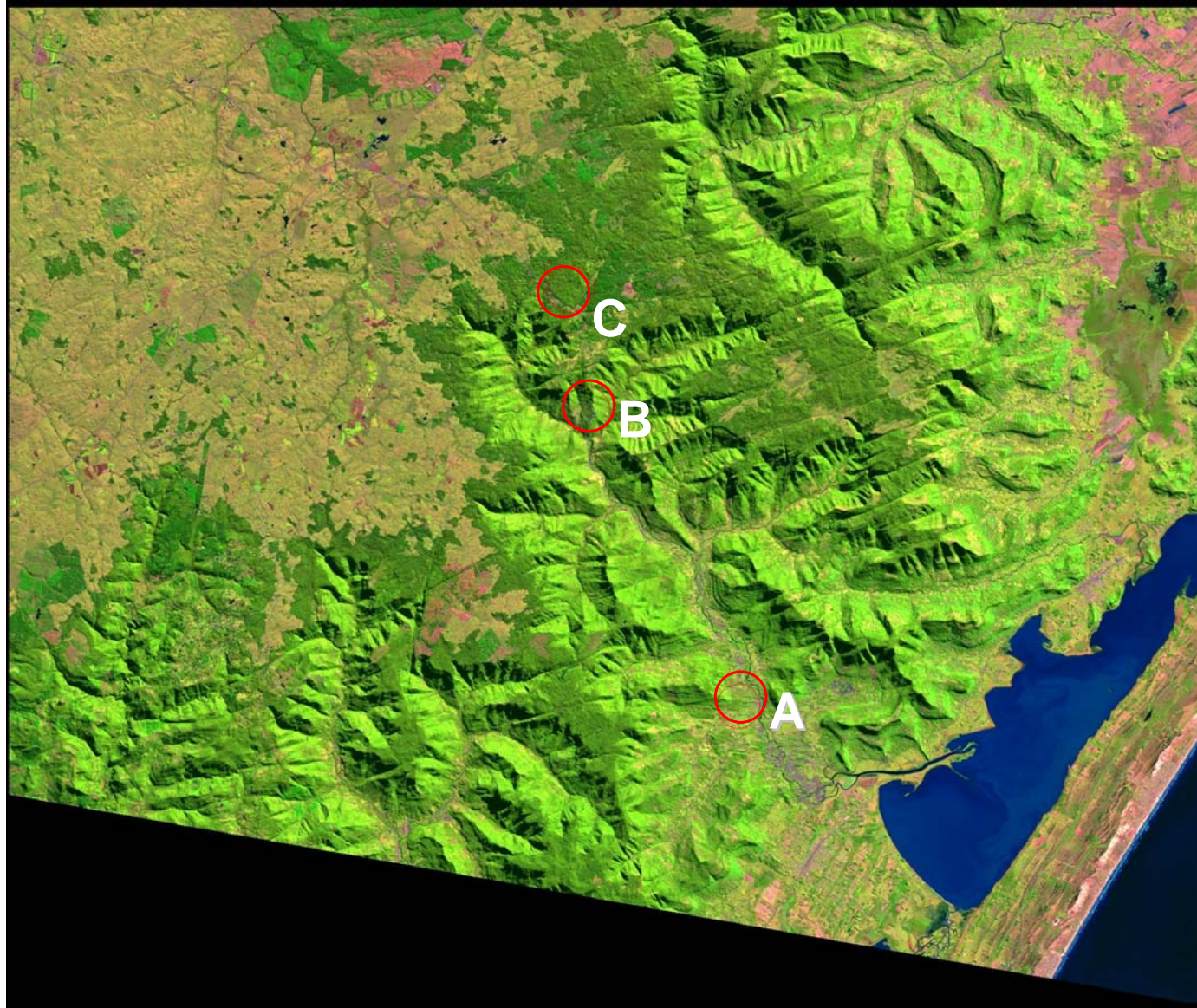


Figura 2. Imagem de satélite da área do Três Forquilhas. A – Mata Paludosa, B – Floresta Ombrófila Densa, C – Floresta Ombrófila Mista



Figura 3 (A-C). Procedimento de captura e coleta de tecido para extração de DNA

## DESCRIÇÃO DAS LOCALIDADES

A rodovia RST-453 / RS-486, no trecho considerado no presente estudo, percorre uma ampla variedade de situações com relação à cobertura vegetal, tanto no que se refere aos domínios fitogeográficos quanto ao grau de alteração de origem antrópica.

O gradiente altitudinal atravessado pela rodovia, que se inicia praticamente no nível do mar até atingir a borda leste do planalto, atinge altitudes que superam os 900 m e é acompanhado por grandes modificações na fisionomia e na composição específica da vegetação presente.

Dentre estas formações vegetais, foram selecionados três pontos para amostragem da fauna. A descrição fitoecológica das localidades foi extraída da Complementação ao EIA/RIMA da Rota-do-Sol (1996).

### Ponto 1.:MATA PALUDOSA

A área de mata selecionada para o desenvolvimento desse estudo pertence ao que outrora deve ter sido o domínio da mata ciliar do rio Três Forquilhas, que nesse trecho corre num amplo vale que se abre na direção do litoral. Essa mata seguramente apresentava uma continuidade com a vegetação florestal que cobria a encosta oeste, onde hoje domina o cultivo da bananeira.

Exteriormente o aspecto é uniforme, mas no interior a mata apresenta uma estrutura bastante heterogênea, havendo trechos onde há um dossel compacto, trechos onde o aspecto tende a uma vegetação de porte arbustivo e outros onde,

como consequência da acumulação de água, desenvolve-se uma vegetação típica de banhado, com espécies como *Cyperus* spp., *Hedychium coronarium* (gengibre) e *Eryngium pandanifolium*.

Pequenas alterações na topografia configuram modificações significativas na composição específica. Em muitos locais percebe-se uma grande camada de lama, enquanto que em outros é possível perceber os caminhos preferenciais de circulação da água dentro da área, formando pequenos arroios que ao perderem velocidade dão lugar à vegetação de banhado.

O interior da mata, nos locais mais fechados, é dominado por uma quantidade impressionante de palmeiras como *Syagrus romanzoffiana* (gerivá), *Geonoma schottiana*, *G. gamiova*, *Bactris lindmaniana* (tucum) e *Euterpe edulis* (palmitreiro), essa última ocorrendo com ótima vitalidade, sendo possível avistar no interior da mata indivíduos de diversas idades, além de uma grande quantidade de plântulas, principalmente junto aos indivíduos mais vigorosos. Devido a grande quantidade de palmitreiros, foi detectada a retirada de grandes quantidades dessa palmeira, inclusive com a presença de trilhas abertas especificamente para esse fim.

Nos pontos onde a mata forma um dossel distinguível, as árvores maiores atingem de doze a quinze metros de altura, com espécies como *Aegiphila sellowiana*, *Alchornea triplinervia* (tanheiro), *Cabralea canjerana* (cangerana), *Campomanesia xanthocarpa* (guabirobeira), *Citharexylum myrianthum*, *Cedrela fissilis* (cedro), *Erythrina falcata* (corticeira-da-serra), *Eugenia involucrata* (cerejeira), *Luehea divaricata* (açoita-cavalo), *Nectandra megapotamica* (canela-preta), *Roupala brasiliensis* (carvalho-brasileiro), *Schefflera morototoni* (caixeta), *Vitex megapotamica* (tarumã) e *Zanthoxylum* cf. *rhoifolium* (mamica-de-cadela).

Nesses locais verifica-se também a presença de um estrato arbustivo bem desenvolvido e com uma grande riqueza de espécies, estando presente, por

exemplo, *Peschiera australis*, *Actinostemon concolor* (laranjeira-do-mato), *Xylosma pseudosalzmannii*, *Miconia* cf. *rigidiuscula*, *M. hyemalis*, *Tibouchina sellowiana* (quaresmeira), *Mollinedia floribunda*, *Sorocea bonplandii* (cincho), *Heliconia velloziana*, *Piper gaudichaudianum*, *Rubus* sp. *Psychotria carthagenensis*, *P. suterella*, *Rudgea jasminoides* e *Solanum variabile*.

Há uma grande riqueza de espécies de lianas e epífitas, onde se destacam espécies como *Arrabidea chica*, *Bauhinia* sp., *Peltastes peltatum*, *Macfadyena unguis-cati*, *Acacia* sp., *Pithecoctenium crucigerum*, *Metastelma aphylla*, *Smilax* sp., *Mutisia coccinea*, *Marcgravia polyantha* e *Byttneria australis*. Os epífitos mais comuns são *Vriesea gigantea*, *Rhipsalis baccifera*, *Microgramma squamulosa*, *Anthurium* cf. *scandens*, *Tillandsia usneoides*, *Tillandsia* sp., *Oncidium* spp., *Vittaria lineata*, *Peperomia* sp. e *Aechmea* sp. Foi constatada também, uma grande riqueza de bromeliáceas que, em função da ausência de indivíduos em flor, não foi possível a identificação.

Foi registrada uma preponderância de espécies pertencentes aos estádios mais adiantados da sucessão, o que permite inferir tratar-se de uma mata que, apesar dos sinais de alteração, apresenta-se em bom estado de conservação. A mata em questão inclui-se na categoria de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas.

Apesar da grande fragmentação da floresta que até poucos anos cobria esse local, o remanescente amostrado ainda possui condições de suportar uma comunidade animal bem estruturada, concentrando um significativo número de espécies (FIGURA 4).



Figura 4. Aerofotograma (A) e vista do interior da Mata Paludosa (B)

## Ponto 2.: MATA DE ENCOSTA

A área amostrada na Floresta Ombrófila Densa faz parte de um mosaico que compreende um dos maiores contínuos florestais verificados no Vale do Três Forquilhas.

Este mosaico que caracteriza as encostas nessa região revela, na complexidade das situações verificadas, o embate de duas forças cujo resultado é a caracterização vegetal atualmente encontrada. Se por um lado a atividade antrópica é visível em toda a região, levando os cultivos agrícolas a áreas de condições topográficas extremas, do lado oposto está a recuperação da vegetação nativa, ocupando em pouco tempo os locais onde a prática agrícola foi abandonada. Desta forma, as restrições impostas pelas condições topográficas permitem que atualmente ainda se encontrem grandes manchas de vegetação arbórea em distintos estádios de desenvolvimento disseminadas e interligadas por toda a região (FIGURA 5 A – C).

Os dados do levantamento fitossociológico, no qual foi amostrado um total de trinta espécies, apresentou um Índice de Diversidade de SHANNON-WIENER igual a 3,01 (nats), com uma Densidade Total por Área igual a 1034 indivíduos por hectare. As árvores amostradas apresentaram uma altura média de 10,60 metros.

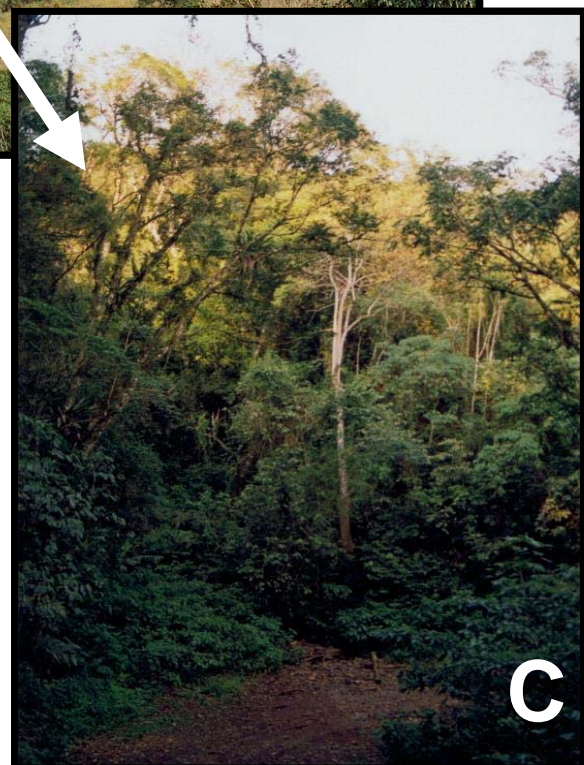


Figura 5. Vista aérea (A), do corte da estrada (B) e do interior da Floresta Ombrófila Densa (C)



### Ponto 3.: FLORESTA COM ARAUCÁRIA

A área apresenta uma cobertura arbórea pouco uniforme, sendo possível notar sinais claros de modificações pretéritas na mata.

Devido à presença de algumas espécies como o pinheiro e as canelas, as características dessa porção de Floresta Ombrófila Mista foram significativamente alteradas pela ação do homem.

As cinco espécies que apresentam os maiores valores de IVI (Índice de Valor de Importância) concentram quase 56% do IVI total, demonstrando uma significativa participação na fisionomia da mata. Dessas, as quatro primeiras: *Araucaria angustifolia*, *Podocarpus lambertii*, *Cinnamomum glaziovii* e *Myrceugenia myrcioides* podem ser consideradas como definitivas na mata, estando sujeitas a baixos índices de substituição no processo de sucessão.

É interessante notar que *Araucaria angustifolia* e *Podocarpus lambertii*, embora espécies típicas da Floresta Ombrófila, nas matas primárias não apresentam os maiores valores de importância, que em geral ficam com espécies das famílias LAURACEAE e MYRTACEAE. Esta situação pode estar relacionada ao fato de terem ocorrido alterações significativas na mata, onde provavelmente houve retirada seletiva de madeira, sendo mantidos, porém, os indivíduos daquelas espécies, que de fato apresentam um porte mais avantajado que as demais verificadas nessa área.

As espécies com maior IVI em geral foram aquelas que apresentaram os maiores valores de Densidade Relativa e Freqüência Relativa, sendo que *Podocarpus lambertii* é a espécie que apresenta maior Freqüência Relativa. Os indivíduos de

*Araucaria angustifolia*, em função das áreas basais apresentadas, assumem o primeiro lugar no Índice de Valor de Importância.

Destaca-se, com relação às áreas basais, a presença de um único indivíduo de *Cryptocaria moschata*, que é a décima primeira em IVI mas é a quarta com relação à Dominância Relativa.

Embora as espécies mais importantes sejam representantes das matas primárias, a presença de espécies secundárias tardias como *Allophylus edulis*, *Daphnopsis fasciculata*, *Zanthoxylum* cf. *rhoifolium* e *Xylosma pseudosalzmannii*, entre outras, reforça a suposição de que essa mata apresente caráter secundário.

Há uma concentração de um maior número de indivíduos na classe de oito metros. As classes de maior altura correspondem aos indivíduos emergentes, principalmente de *Araucaria angustifolia*, *Nectandra megapotamica*, *Cryptocaria moschata* e *Cinnamomum glaziovii* (FIGURA 6 A – B).

As modificações da fisionomia da formação vegetal incidem sobre a estrutura da comunidade animal, podendo alterar o conjunto das relações das espécies com o meio em que vivem. A implantação de modelos agrícolas madeireiros, com extensas áreas sendo ocupadas por monoculturas de *Eucalyptus spp.* e *Pinus spp.*, traz enormes prejuízos à biodiversidade desses locais.



Figura 6. Foto aérea (A) e do perfil da Floresta Ombrófila Mista (B). A linha tracejada indica o novo traçado da rodovia

## ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A estatística descritiva foi desenvolvida com a utilização das rotinas da planilha eletrônica EXCEL (Microsoft, 2000).

As linhas de tendência foram calculadas através de função polinomial de graus diferenciados para cada questão. Como o número máximo de polinômios que podem ser utilizados é dado por  $n-1$  (onde  $n$  é o número de pontos amostrados), para análise de gradiente e relação do número de espécies por classes de freqüências foram utilizados polinômios de segundo grau. Na representação gráfica das linhas de tendência de captura, ao longo do tempo para cada área, foram utilizados polinômios de sexto grau.

A análise estatística e gráfica da dissimilaridade apresentada entre as áreas de amostragem foi realizada a partir da medida da Distância Euclidiana — análises elaboradas pelo programa estatístico NCSS (2000).

Para verificar se há similaridade entre as áreas amostradas frente às freqüências de captura de cada espécie, foi utilizada a Análise de Correspondência Simples através do módulo Análise Multivariada – Análise de Correspondência do *software* NCSS (2000) cujos resultados foram resumidos na seção “resumo estatístico da Análise de Correspondência”.

A Análise de Correspondência é uma técnica multivariada para análise exploratória de dados categorizados. A preocupação com a análise destes tipos de dados já vem desde o começo do século. Mas somente na década de 60, por intermédio de Jean-Paul Benzécri que definiu um método mostrando suas propriedades algébricas e geométricas denominado “Analyse Factorielle des Correspondences”, esta técnica se difundiu (BENZÉCRI, 1992). Ela converte uma

matriz de dados não negativos em um particular tipo de gráfico que exhibe as linhas e colunas da matriz como pontos de um espaço vetorial de dimensão menor que a original, de maneira que as relações entre as linhas, entre as colunas e entre linhas e colunas possam ser interpretadas. É exatamente por estar interessada em estudar a correspondência entre variáveis, que esta técnica recebeu o nome de Análise de Correspondência. Sua geometria e álgebra fazem com que pertença a uma família de técnicas de disposição gráfica que são baseadas em aproximação de uma matriz por outra de posto menor, por meio da decomposição em valores singulares. Ou seja, o objetivo desta análise é achar um subespaço que melhor se ajuste ao conjunto (nuvem) de pontos no espaço euclidiano. Este ajuste é feito pelo método de quadrado mínimo ponderado onde a distância euclidiana generalizada (ponderada) é utilizada em um sistema de massas pontuais (GREENACRE e HASTIE, 1987). Um dos pontos relevantes desta técnica é que não há exigência de normalidade para a resposta estudada. A Análise de Correspondência Simples parte de uma matriz de dados representados por uma tabela de contingência. O desenvolvimento do algoritmo e sua geometria fornecem as regras básicas para a interpretação (GREENACRE, 1984; BARIONI JUNIOR, 1995).

Ao analisar um conjunto de dados utilizando a Análise de Correspondência como instrumento, faz-se uso de gráficos para visualizar as relações entre as variáveis que se deseja analisar. Ao representar um conjunto de pontos, não interessa ver as freqüências absolutas de cada linha, mas sim o perfil de uma linha ao longo das categorias das colunas. Ao introduzir os perfis, padronizam-se os pontos, reduzindo assim a informação à proporção de indivíduos em cada linha. A massa é atribuída a cada ponto sendo a freqüência relativa de cada linha na matriz de dados. Para obtenção dos eixos a serem analisados, observam-se os percentuais

acumulados das inércias principais e definem-se, baseados na percentagem explicada pela inércia, quantos eixos forem necessários para a representação dos pontos (CARVALHO *et al*, 2001).

## ANÁLISE DO FLUXO GÊNICO

As espécies alvo para verificação do fluxo gênico estão distribuídas ao longo dos 58 Km deste trecho da rodovia e ocorrem nos três pontos de coleta em altitude variável entre 15 e 900m. Estas espécies foram escolhidas devido à diferença na história de vida e utilização do habitat, características que influenciam suas respectivas estruturas populacionais e genéticas. As duas espécies de pequenos roedores utilizados foram: *Oligoryzomys nigripes* e *Oryzomys russatus*.

*Oligoryzomys nigripes*. Roedor de hábito associado a formações florestais, com ocorrência próxima à água. O padrão de coloração geral varia na região dorsal de marrom acinzentada a tons ferrugíneos nos lados do corpo e coloração ventral esbranquiçada. Comprimento da cabeça e corpo em torno de 70 mm; menor do que o da cauda que mede cerca de 115 mm. Peso entre 18 – 30 g. (MARINHO *et al.*, 1993).

*Oryzomys russatus*. Este gênero apresenta 50 espécies compiladas por Nowak (1991). Dentre as espécies de roedores escolhidas é a que apresenta maior porte: cabeça e corpo entre 100 - 120 mm, cauda 100 – 130 mm e peso 50 – 70 g. Roedor de hábitos terrestres ou semi-arborícolas encontrado principalmente em formações arbóreas. É facilmente reconhecido pelo contraste entre a coloração dorsal alaranjada e ventral branca, apresenta orelhas proeminentes e desprovidas de pêlos.

A amostra total foi composta por tecido coletado de 43 indivíduos, sendo 28 amostras de *Oligoryzomys nigripes* e 15 amostras de *Oryzomys russatus*. O tecido recolhido foi identificado, individualizado em eppendorf® com etanol absoluto e estocado no laboratório do Departamento de Genética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul em condição de  $-80^{\circ}\text{C}$ .

O DNA total foi extraído das amostras usando protocolo padrão com sal descrito por MEDRANO *et. al.* (1990), envolvendo o tratamento com proteinase K, sem fenol-clorofórmio. A amplificação foi feita através de reação em cadeia da polimerase (PCR) utilizando primers genéricos para roedores: FUMA 2 e 12S. As condições de reação de PCR seguem PATTON e SILVA (1993), com utilização de temperatura ótima de anelamento em  $46^{\circ}\text{C}$ . Os produtos de PCR foram purificados e seqüenciados em apenas uma direção (12S). Todas as seqüências polimórficas foram revisadas no programa Chromas (McCARTHY, 1998). Os alinhamentos das seqüências foram obtidos utilizando o programa Clustal W (THOMPSON *et al.*, 1994) com o subsequente ajuste manual no GENEDOC (NICHOLAS e NICHOLAS Jr., 1997).

Para análise estatística dos produtos do sequenciamento foi utilizado o *software* DnaSP 3.99 (ROZAS e ROZAS, 1999) que fornece a estimativa do fluxo gênico e a diferenciação genética entre as populações. As redes de haplótipos foram construídas para cada espécie utilizando Network 3.0, estas redes foram elaboradas a partir de uma matriz com o número de diferenças substitutivas no haplótipo médio.

## V. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho foram registradas 412 capturas, de 16 espécies da Ordem RODENTIA pertencentes a 12 gêneros e duas famílias diferentes, no Vale do Três Forquilhas (QUADRO 4).

Quadro 4. Número de capturas e abundância relativa por espécie no Vale do Três Forquilhas. Onde Ar = abundância relativa

ESPÉCIE / AUTOR	capturas	Ar	Ar %
FAMÍLIA MURIDAE			
<i>Akodon montensis</i>	154	0,373786	37,37864
<i>Delomys dorsalis</i> *	69	0,167476	16,74757
<i>Oligoryzomys nigripes</i>	60	0,145631	14,56311
<i>Oryzomys russatus</i>	48	0,116505	11,65049
<i>Oligoryzomys flavescens</i> *	35	0,084951	8,495146
<i>Nectomys rattus</i>	10	0,024272	2,427184
<i>Brucepatersonius iheringi</i>	8	0,019417	1,941748
<i>Oryzomys angouya</i>	6	0,014563	1,456311
<i>Akodon erigi</i>	5	0,012136	1,213592
<i>Bolomys lasiurus</i>	4	0,009709	0,970874
<i>Thaptomys negrita</i>	4	0,009709	0,970874
<i>Holochilus brasiliensis</i>	3	0,007282	0,728155
<i>Oxymycterus rufus</i>	2	0,004854	0,485437
<i>Oxymycterus nasutus</i>	1	0,002427	0,242718
<i>Wilfredomys oenax</i> *	1	0,002427	0,242718
FAMÍLIA ECHIMYIDAE			
<i>Euryzygomatomys spinosus</i>	2	0,004854	0,485437
TOTAL	412	1	100

\* espécies ilustradas na figura 7.

O levantamento da diversidade da comunidade de pequenos roedores no Vale do Três Forquilhas corroborou o padrão observado no estudo de comunidades



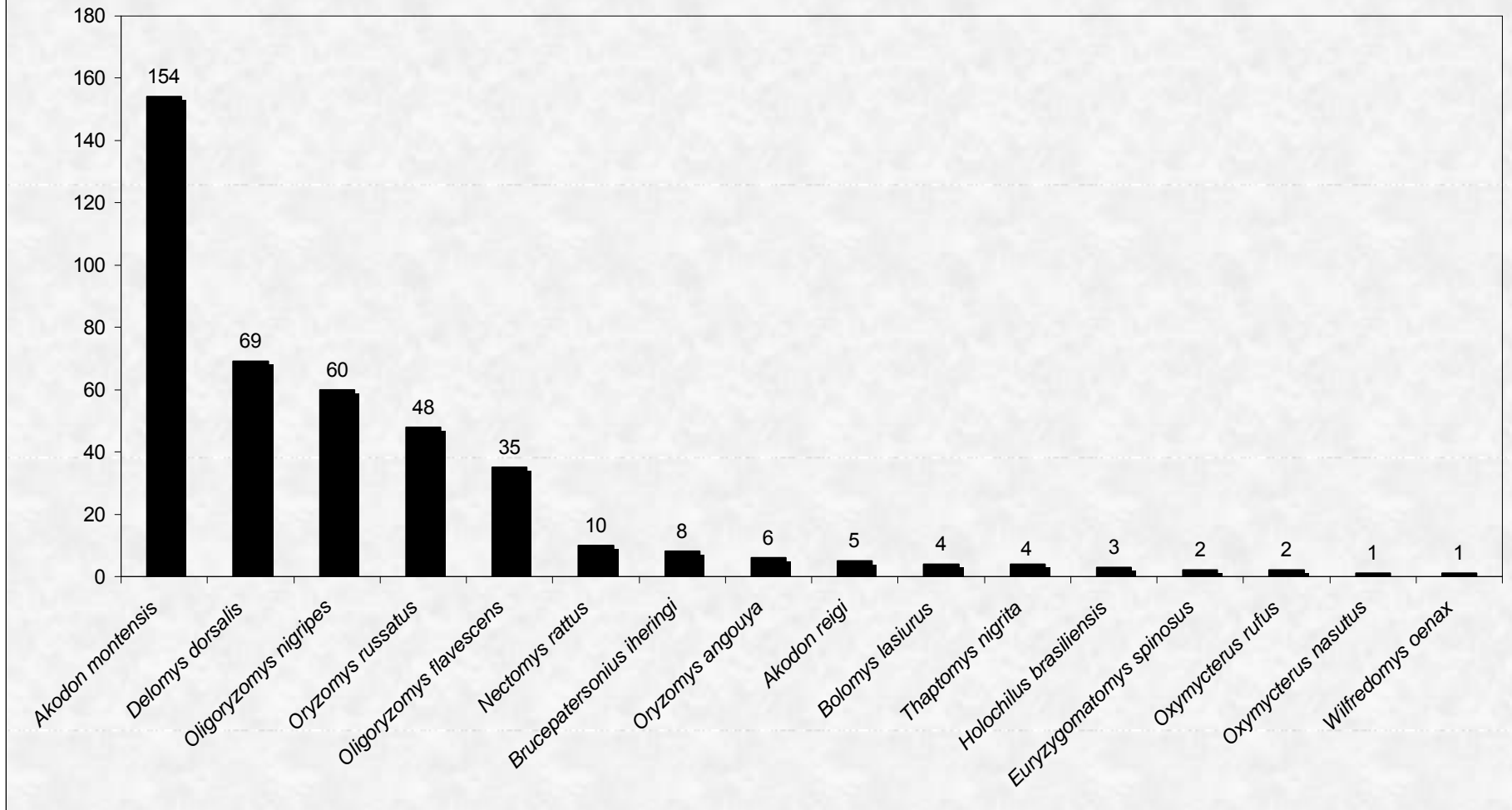
abertas, onde poucas espécies são abundantes, espécies dominantes, e muitas são raras (RICKLEFS, 2001). Neste levantamento, cinco espécies, *Akodon montensis* com 154 capturas (37,38%), *Delomys dorsalis*, 69 capturas (16,75%), *Oligoryzomys nigripes*, 60 capturas (14,56%), *Oryzomys russatus*, 48 capturas (11,65%) e *Oligoryzomys flavescens* com 35 capturas (8,49%), perfizeram um total de 366 das 412 capturas registradas, representando aproximadamente 88,83% da abundância relativa na amostra final. Para as demais espécies foram obtidos valores de captura muito inferiores, tendo sido registradas para *Nectomys rattus* 10 capturas (2,43%), *Brucepatersonius iheringi* oito capturas (1,94%), *Oryzomys angouya* seis capturas (1,46%), *Akodon reigi* cinco capturas (1,21%), *Bolomys lasiurus* e *Thaptomys nigrita* quatro capturas (0,97%), *Holochilus brasiliensis* três capturas (0,73%), *Oxymycterus rufus* e *Euryzygomatomys spinosus* duas capturas (0,49%) e *Oxymycterus nasutus* e *Wilfredomys oenax* uma captura (0,24%), totalizando 46 capturas com aproximadamente 11,17% da abundância relativa (GRÁFICO 1).

Do total de 412 capturas, 195 (47,33%) foram registradas na Mata Paludosa, 36 (8,74%) na Floresta Ombrófila Densa e 181 (43,93%) capturas na Floresta Ombrófila Mista (QUADRO 5).



Figura 7. *Wilfredomys oenax* (A), *Delomys dorsalis* (B), *Oligoryzomys flavescens* (C)

Gráfico 1. Número total de capturas por espécie nos três pontos de amostragem



Quadro 5. Número de capturas por espécie nos três locais de amostragem. Onde MP = Mata Paludosa, FOD = Floresta Ombrófila Densa, FOM = Floresta Ombrófila Mista

ESPÉCIE	MP	FOD	FOM	Total
<i>Akodon montensis</i>	75	13	66	154
<i>Delomys dorsalis</i>	10	1	58	69
<i>Oligoryzomys nigripes</i>	27	14	19	60
<i>Oryzomys russatus</i>	39	6	3	48
<i>Oligoryzomys flavescens</i>	20	0	15	35
<i>Nectomys rattus</i>	10	0	0	10
<i>Brucepatersonius iheringi</i>	5	0	3	8
<i>Oryzomys angouya</i>	1	1	4	6
<i>Akodon erigi</i>	0	0	5	5
<i>Bolomys lasiurus</i>	0	1	3	4
<i>Thaptomys negrita</i>	0	0	4	4
<i>Holochilus brasiliensis</i>	3	0	0	3
<i>Euryzygomatomys spinosus</i>	2	0	0	2
<i>Oxymycterus rufus</i>	2	0	0	2
<i>Oxymycterus nasutus</i>	1	0	0	1
<i>Wilfredomys oenax</i>	0	0	1	1
TOTAL	195	36	181	412

#### MATA PALUDOSA

A Reserva Biológica Estadual Mata Paludosa, foi criada, no decorrer deste trabalho, através do Decreto nº 38.972, de 23 de outubro de 1998, situada no município de Terra de Areia, com área aproximada de 113 ha, por conta do Programa de Compensação Ambiental do Gasoduto Brasil-Bolívia. Os resultados parciais obtidos neste trabalho ao longo do monitoramento da rodovia, aliados aos resultados obtidos junto aos outros grupos da fauna de vertebrados, foram decisivos para a implementação desta unidade de conservação.

Na Mata Paludosa foram registradas 12 das 16 espécies ocorrentes no Vale do Três Forquilhas sendo este o local de coleta com maior diversidade de roedores. Esta diversidade pode ser explicada pela ocorrência de micro ambientes no interior da área com a presença de banhados e cursos d'água temporários e perenes e de formações secundárias de campo e vegetação arbustiva.

Foi registrada então a presença de uma fauna habitat-específica associada a estas formações como *Nectomys rattus*, *Holochilus brasiliensis*, *Oxymycterus nasutus* e *O. rufus*, que só foram registrados na Mata Paludosa. Estas espécies compõem a diversidade local (ou diversidade alfa) caracterizada pela presença específica em áreas de habitat homogêneo. O registro de espécies específicas numa comunidade local indica a tolerância para variações ambientais e disponibilidade de recursos para sua manutenção e reprodução. Este intervalo de condições e recursos dentro do qual as espécies podem persistir é chamado de nicho fundamental da espécie, assim *Holochilus brasiliensis* foi sempre capturado junto às formações de banhado com junco e *Nectomys rattus* nas margens de cursos d'água corrente.

*Euryzygomatomys spinosus* foi outra espécie capturada apenas na Mata Paludosa, esse registro, porém, contraria os padrões de distribuição regional da espécie, com distribuição registrada apenas para as áreas de alta altitude da região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. Por tratar-se de um gênero monoespecífico e ter sido verificada uma grande amplitude altitudinal na distribuição, pode ser necessária uma avaliação taxonômica dos indivíduos ocorrentes na Mata Paludosa.

Das espécies registradas na Mata Paludosa quatro, *Akodon montensis* com 75 capturas (38,46%), *Oryzomys russatus* 39 capturas (20%), *Oligoryzomys nigripes* 27 capturas (13,85%), e *Oligoryzomys flavescens* com 20 capturas (10,26%),

perfazem um total de 161 capturas e aproximadamente 82,57% da abundância relativa da fauna de roedores amostrada. As demais espécies compreendem apenas 34 capturas (17,43%) onde *Nectomys rattus* e *Delomys dorsalis* registraram 10 capturas (5,13%), *Brucepatersonius iheringi* cinco capturas (2,55%), *Holochilus brasiliensis* três capturas (1,54%), *Euryzygomatomys spinosus* e *Oxymycterus rufus* duas capturas (1,03%) e *Oryzomys angouya* e *Oxymycterus nasutus* uma captura — 0,51% (GRÁFICO 2).

O resultado da distribuição do número de espécies pertencentes ao mesmo nível trófico, na Mata Paludosa, por classe de frequência é uma curva em forma de “J” reverso (GRÁFICO 3).

A análise da distribuição do número de espécies mostra que, dentro de uma comunidade específica, poucas espécies atingem alta abundância — espécies dominantes — enquanto a maioria das outras espécies apresenta relativamente poucos indivíduos. A abundância de cada espécie pode determinar a estrutura da comunidade relacionada à abundância de recursos disponíveis, às influências das relações consumidor-recurso e aos processos de alteração ambiental. Apesar dos modelos de abundância relativa descreverem precisamente a distribuição do número de espécies, é difícil determinar quais fatores estão especificamente relacionados aos processos que determinam a abundância relativa de cada uma destas espécies.

Gráfico 2. Frequência de captura por espécie na Mata Paludosa

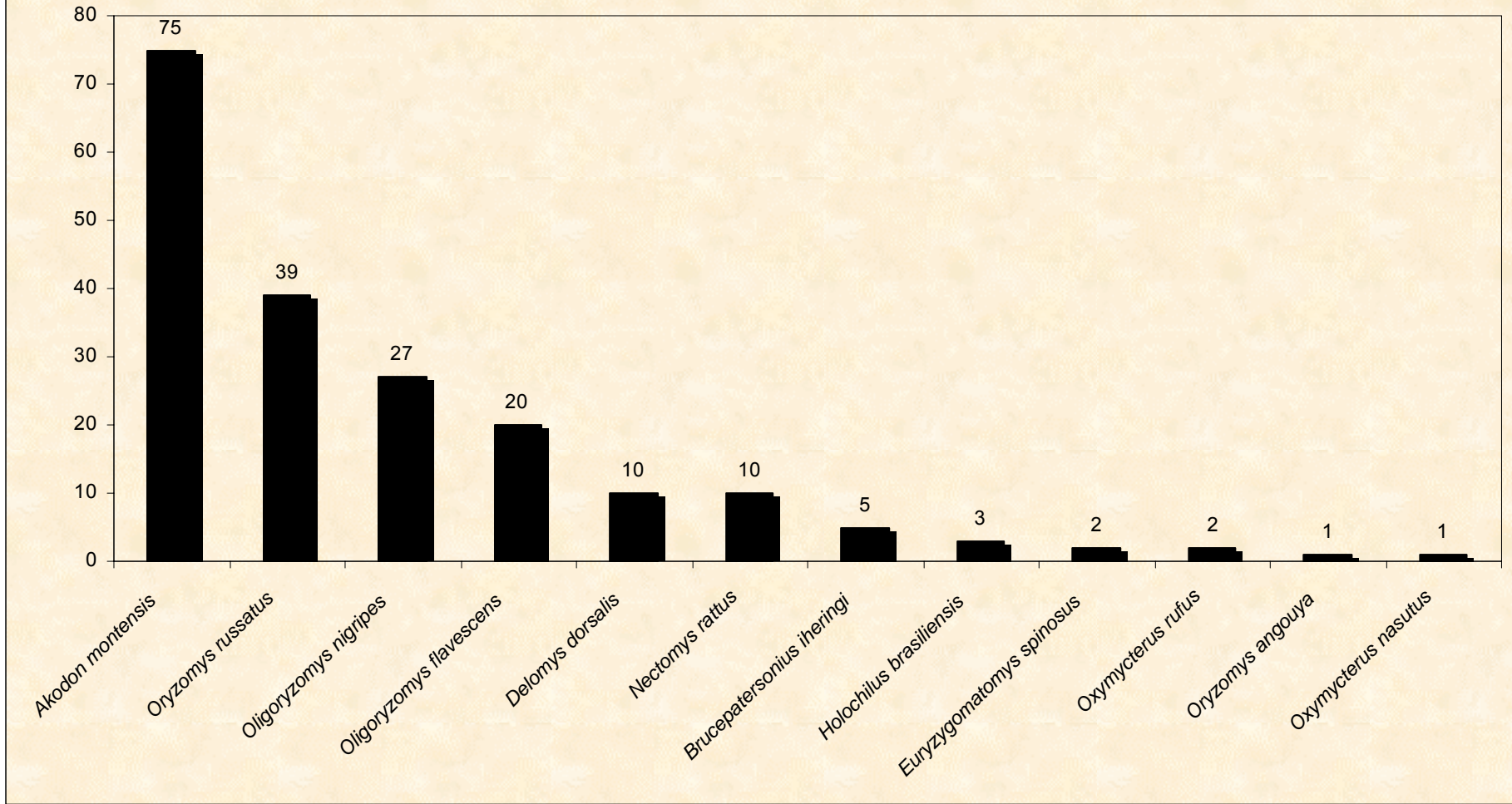
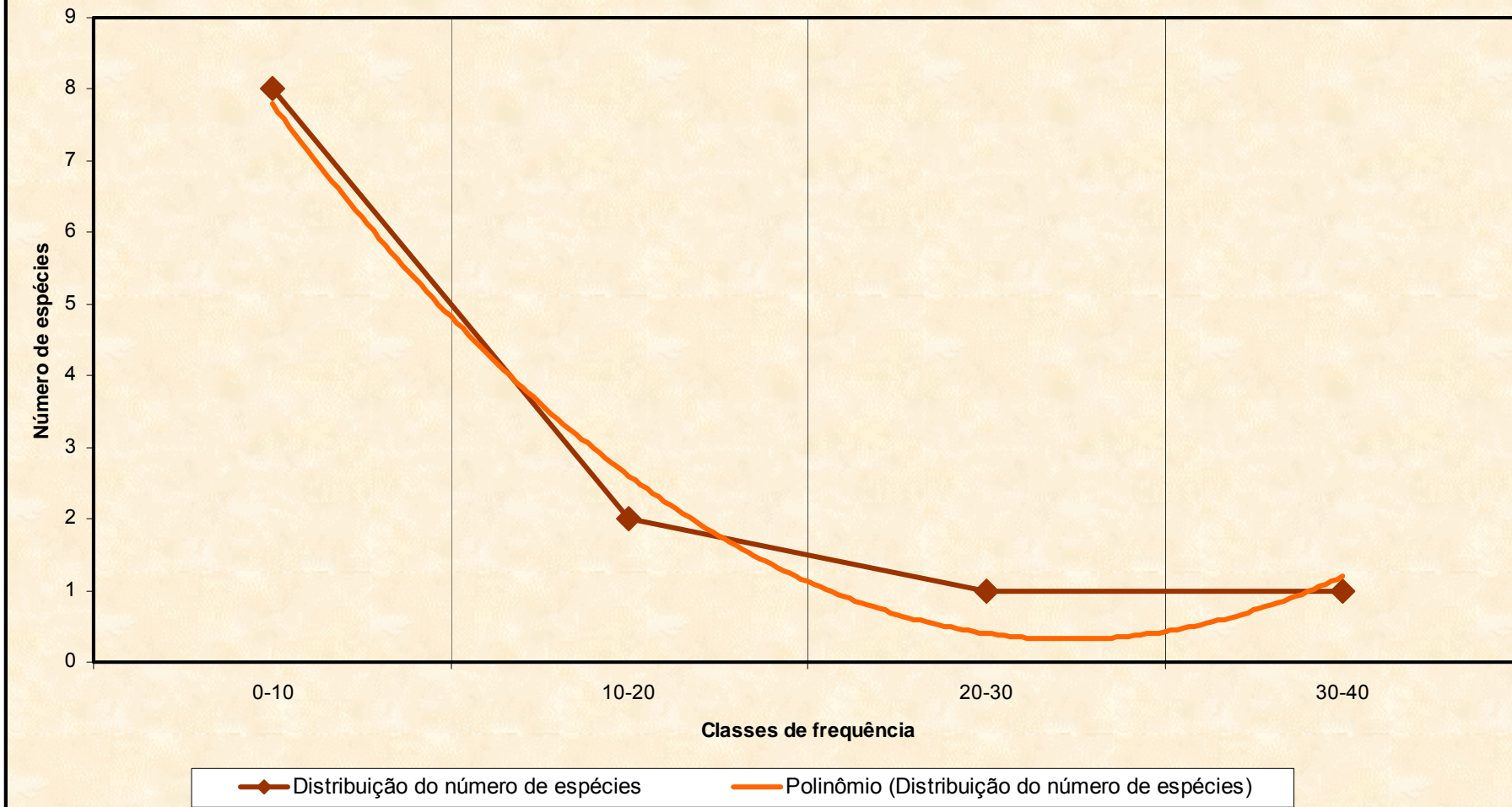


Gráfico 3. Relação do número de espécies com as classes de frequência na Mata Paludosa





## FLORESTA OMBRÓFILA DENSA

A Floresta Ombrófila Densa, ou Mata de Encosta, apresentou a menor diversidade e abundância de espécies, foi registrada a ocorrência de apenas seis espécies em um total de 36 capturas. Das espécies amostradas, *Akodon montensis* com 13 capturas (36%) e *Oligoryzomys nigripes* com 14 capturas (38%) respondem por 74% da abundância relativa neste local. As demais espécies, *Oryzomys russatus* com 6 capturas (17%), *Delomys dorsalis*, *Bolomys lasiurus* e *Oryzomys angouya* com 1 captura (3%), respondem por 26% da abundância relativa na Floresta Ombrófila Densa (GRÁFICO 4).

A hipótese que melhor define os baixos números de captura verificados na Floresta Ombrófila Densa pode estar relacionada à estabilidade do ecossistema, à diversidade na composição da flora, ao número de consumidores e às relações predador-presa.

Nas áreas de mata da encosta, a cobertura arbórea apresenta, em linhas gerais, um bom estado de conservação. Isso pode ser comprovado pela observação de características como, uma marcada estratificação vertical — com um dossel compacto e um sub-bosque bem desenvolvido, a presença de epífitos e o próprio porte de muitas das espécies incluídas no diagnóstico da Rota-do-Sol. Foi amostrado um total de trinta espécies, onde foi obtido um Índice de Diversidade de SHANNON-WIENER igual a 3,01 (nats), com uma Densidade Total por Área igual a 1034 indivíduos por hectare. Este índice é superior, por exemplo, ao índice encontrado na Floresta Ombrófila Mista que foi de 2,79 (nats). Mesmo considerando o fato de ter havido alterações perceptíveis nesse remanescente florestal, a sua relevância para a manutenção da ligação entre fragmentos de

diferentes altitudes é notável, adquirindo, portanto, grande importância para a conservação da fauna regional.

O bom estado de conservação e a conectividade da área amostrada reforçam esta hipótese. Os pequenos roedores, como espécies r-estrategistas, parecem apresentar índices de diversidade e abundância mais elevados em áreas alteradas ou fragmentadas recentemente, a partir do momento que a situação de equilíbrio é restabelecida a composição da fauna destes roedores converge em poucas espécies dominantes e de baixa abundância (RICKLEFS, 2001).

Os dados referentes a espécies predadoras de roedores obtidos na Complementação ao EIA/RIMA da Rota-do-Sol (1996), permitem inferir sobre a condição de equilíbrio verificada no fragmento de Floresta Ombrófila Densa amostrado. A maior abundância relativa de *Bothrops jararaca*, em determinadas áreas, pode ser atribuída a alterações antrópicas, proporcionando um aumento da densidade de pequenos roedores, alimento básico de adultos de Jararaca. Isto poderia gerar uma vantagem na competição interespecífica por alimento e território, causando uma diminuição no potencial ecológico de serpentes competidoras, que fossem mais presa-específicas (SAZIMA, 1992). Sendo assim, a baixa densidade verificada dessa espécie pode indicar que o ambiente não foi alterado consistentemente. No mesmo estudo, praticamente todos os mamíferos predadores registrados para formação de Mata Atlântica foram citados como ocorrentes na encosta da Serra, com exceção do gato-do-mato-grande (*Oncifelis geoffroy*) e da jaguatirica (*Felis pardalis*), que não tiveram presença confirmada.

Os consumidores normalmente podem limitar as populações-recurso, em sistemas naturais estas populações podem crescer e decrescer em ciclos regulares. Quando estas relações envolvem predadores mamíferos e suas presas, o comprimento dos ciclos populacionais é de cerca de quatro anos ou 9-

10 anos. A estabilidade, nestas interações predador-presa, pode ser promovida pela dependência de densidade do predador ou da presa, por refúgios nos quais as presas podem escapar da predação, pela baixa eficiência do predador e pela disponibilidade de presas alternativas. Ciclos estáveis na natureza podem ser explicados por uma situação de equilíbrio entre estes fatores estabilizadores. Os modelos de sistema consumidor-recurso sugerem dois pontos de equilíbrio, sendo o mais baixo determinado pela pressão de predação e o mais alto próximo à capacidade suporte da presa, estes pontos podem alternar frente a situações de estresses climáticos ou bióticos repentinos (RICKLEFS, 2001).

Mesmo com a baixa diversidade de espécies, em relação às outras áreas, o resultado da distribuição do número de espécies por classe de frequência é uma curva em forma de “J” reverso, seguindo os padrões descritos para Mata Paludosa (GRÁFICO 5).

Gráfico 4. Frequência de captura por espécie na Floresta Ombrófila Densa

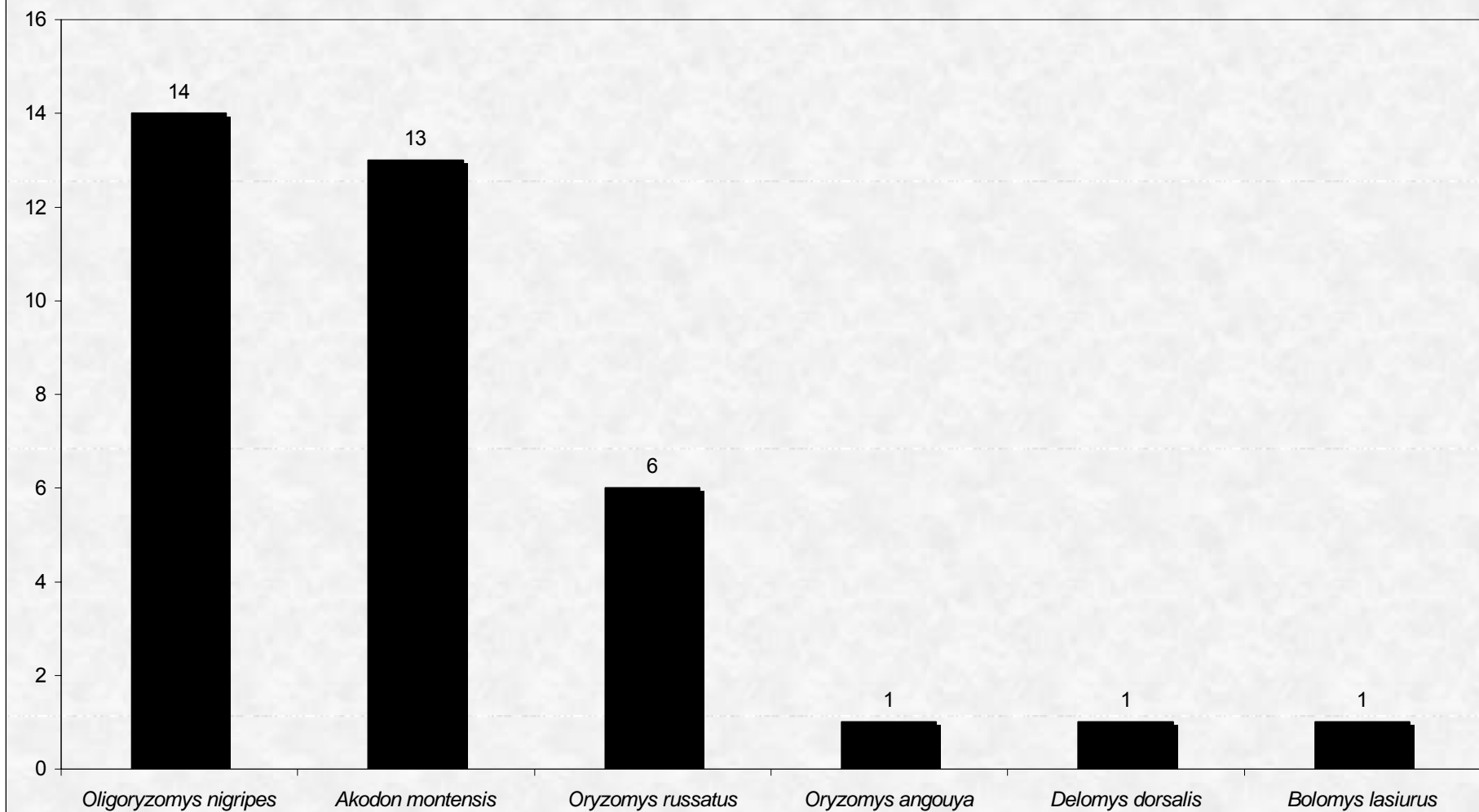
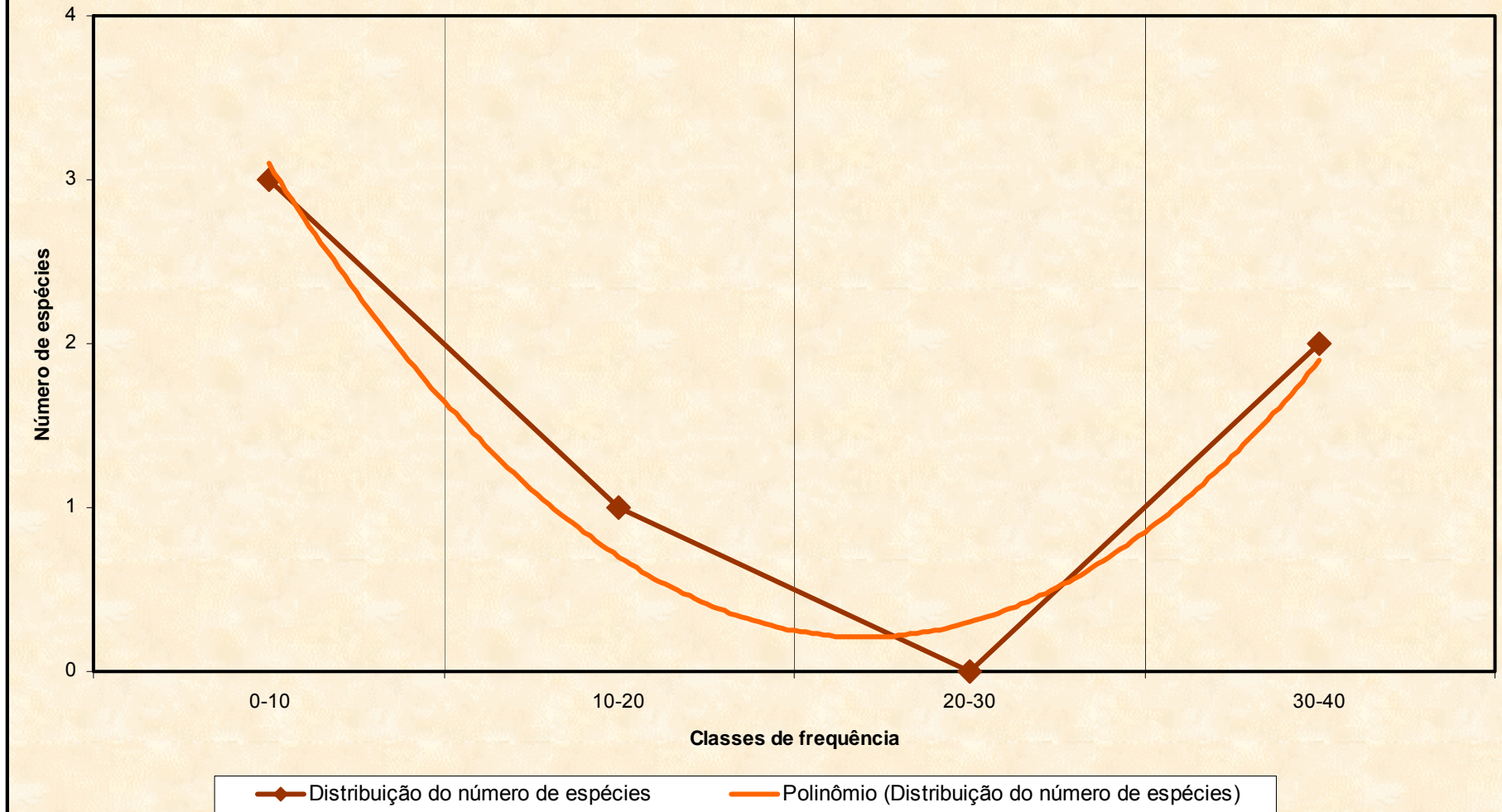


Gráfico 5. Relação do número de espécies com as classes de frequência na Floresta Ombrófila Densa

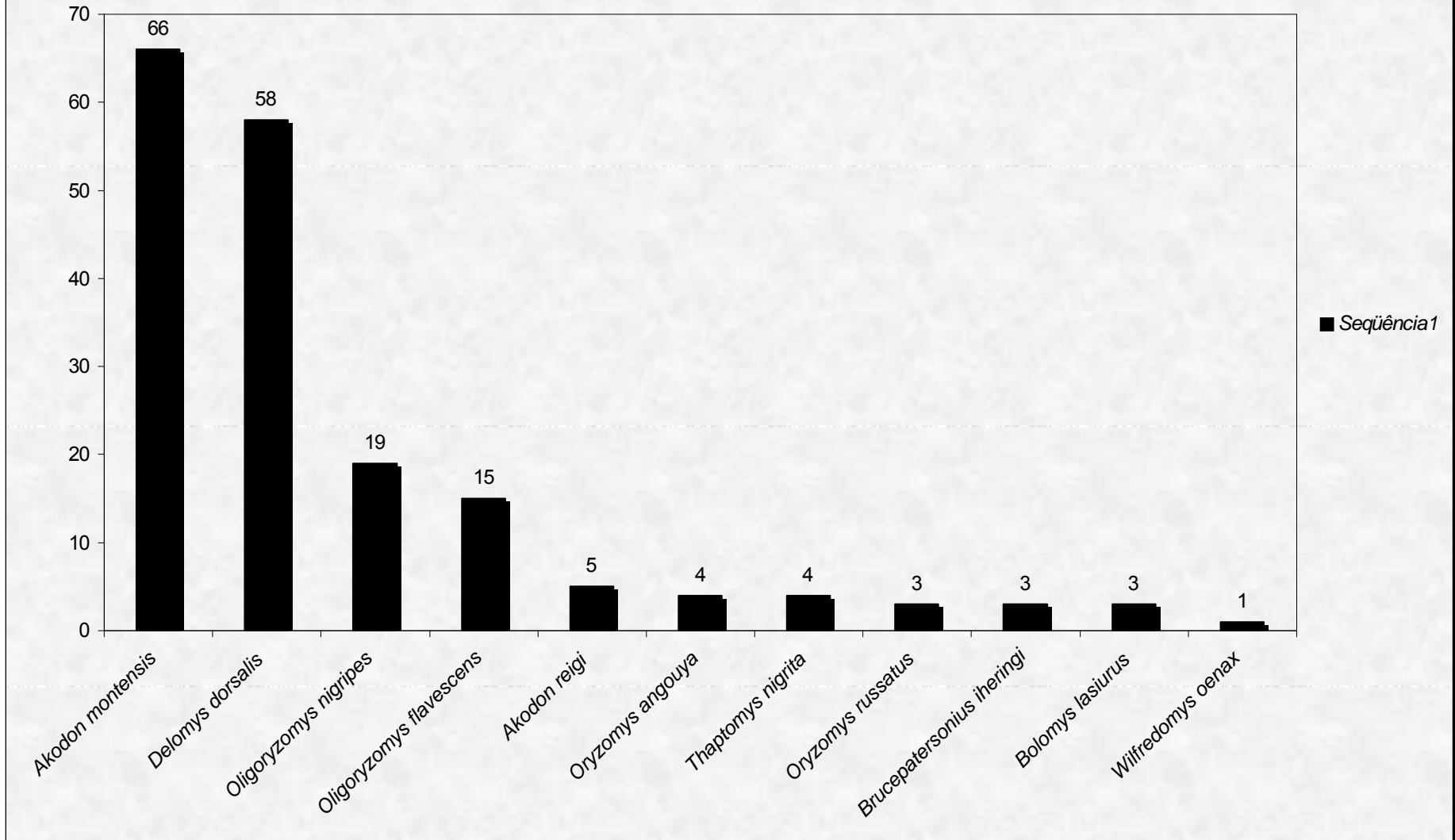


## FLORESTA OMBRÓFILA MISTA

A Floresta Ombrófila Mista apresentou números similares aos observados na Mata Paludosa, com o registro de 11 espécies diferentes em 181 capturas. O padrão de dominância de poucas espécies também foi verificado nesta área, porém difere na composição das espécies, para *Akodon montensis* foram registradas 66 capturas (36,46%), *Delomys dorsalis* 58 capturas (32,04%), *Oligoryzomys nigripes* 19 capturas (10,5%) e *Oligoryzomys flavescens* com 15 capturas (8,29%) perfazem um total de 158 capturas, correspondendo a 87,29% da abundância relativa local.

As outras sete espécies apresentaram abundância relativa extremamente baixa, com valor igual ou inferior a três percento, onde foram registradas para *Akodon reigi* cinco capturas (2,76%), *Thaptomys nigrita* e *Oryzomys angouya* quatro capturas (2,21%), *Oryzomys russatus*, *Brucepatersonius iheringi* e *Bolomys lasiurus* três capturas (1,66%), e *Wilfredomys oenax* uma captura (0,55%), perfazendo um total de 23 capturas e 12,71% da abundância relativa (GRÁFICO 6).

Gráfico 6. Frequência de captura por espécie na Floresta Ombrófila Mista



A área amostrada na Floresta Ombrófila Mista apresenta uma cobertura arbórea pouco uniforme, com notáveis sinais de modificações na estrutura vegetal. Há vestígios da presença de gado no interior da mata e a ocorrência de uma serraria nas proximidades, permitindo afirmar que se trata de uma área de floresta alterada. Somado a isto, na região houve uma intensa exploração das reservas madeiras até metade do século passado.

Espécies como, *Araucaria angustifolia* e *Podocarpus lambertii*, embora típicas da Floresta Ombrófila Mista, nas matas primárias não apresentam os maiores valores de importância, que em geral ficam com espécies das famílias LAURACEAE e MYRTACEAE, principalmente por terem ocorrido alterações significativas na mata com retirada seletiva de madeira. Embora as espécies mais importantes sejam representantes das matas primárias, a presença de espécies secundárias tardias como *Allophylus edulis*, *Daphnopsis fasciculata*, *Zanthoxylum* cf. *rhoifolium* e *Xylosma pseudosalzmannii*, entre outras, reforça a hipótese de que essa mata apresente caráter secundário.

As classes de maior altura correspondem aos indivíduos emergentes, principalmente de *Araucaria angustifolia*, *Nectandra megapotamica*, *Cryptocaria moschata* e *Cinnamomum glaziovii*. Devido à presença de algumas dessas espécies, sobretudo o pinheiro e as canelas, as características dessa porção de Floresta Ombrófila Mista foram significativamente alteradas pela ação antrópica. Um fator agravante desta situação é a implantação de modelos agrícolas madeiros, onde extensas áreas são ocupadas por monoculturas de *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp., trazendo prejuízos à biodiversidade local (Complementação ao EIA/RIMA da Rota-do-Sol, 1996).

As modificações fisionômicas da formação vegetal incidem sobre a estrutura da fauna, podendo alterar o conjunto das relações entre as espécies. O elevado

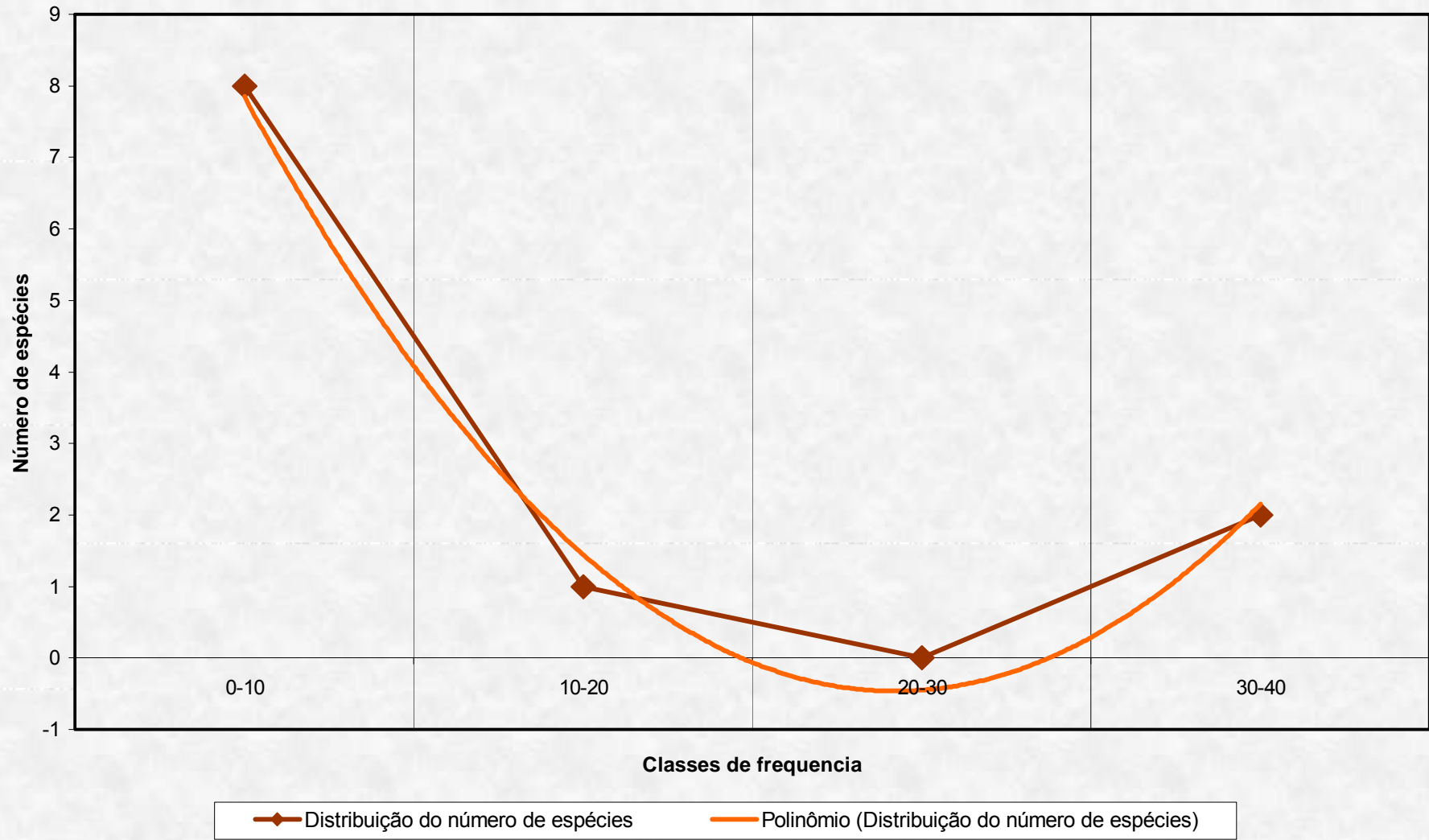


número de espécies e a abundância de pequenos roedores amostrados nesta área podem estar associados a este conjunto de alterações fisionômicas verificado na estrutura vegetal.

A presença de uma fauna característica, associada a este tipo de formação, foi indicada pela ocorrência de uma população estruturada de *Delomys dorsalis*, espécie de ocorrência típica nas formações de Floresta Ombrófila Mista. Apesar de ocorrerem em frequências muito baixas, três espécies foram registradas apenas nesta formação, *Wilfredomys oenax*, *Akodon reigi* e *Thaptomys nigrita*. Outra espécie, *Brucepatersonius iheringi*, merece destaque por não apresentar registro de ocorrência para esta região do estado.

Na Floresta Ombrófila Mista o resultado da distribuição do número de espécies por classe de frequência é uma curva em forma de “J” reverso, de acordo com o padrão descrito para as demais áreas (GRÁFICO 7).

Gráfico 7. Relação do número de espécies com as classes de frequência na Floresta Ombrófila Mista



## RELAÇÃO GERAL DAS ESPÉCIES NAS TRÊS ÁREAS COM O TEMPO

Os padrões de ocorrência temporal para as espécies mais representativas em cada ponto de coleta foram avaliados separadamente. As expedições foram numeradas para cada estação do ano de acordo com o quadro 6.

Todas as capturas registradas, por espécie e por campanha de amostragem, para cada uma das áreas avaliadas são apresentadas no quadro 7.

Quadro 6. Relação das expedições de amostragem por período e estação do ano.

NÚMERO DA EXPEDIÇÃO	PERÍODO	ESTAÇÃO DO ANO
1	junho 1997	Inverno
2	setembro 1997	Primavera
3	janeiro 1998	Verão
4	abril 1998	Outono
5	julho 1998	Inverno
6	outubro 1998	Primavera
7	março 2000	Verão
8	outubro 2000	Primavera
9	agosto 2001	Inverno
10	maio 2002	Outono
11	agosto 2002	Inverno
12	dezembro 2002	Primavera
13	abril 2003	Outono
14	setembro 2003	Inverno

QUADRO 7

LOCAL DE COLETA/ESPÉCIES	jun/97	set/97	jan/98	abr/98	jul/98	out/98	mar/00	out/00	ago/01	mai/02	ago/02	dez/02	abr/03	set/03	TOTAL
<b>MATA PALUDOSA</b>															
<i>Akodon montensis</i>	3	5	10	5	12	4	5	0	12	5	8	5	0	1	75
<i>Oryzomys russatus</i>	7	13	2	3	7	3	1	0	0	2	1	0	0	0	39
<i>Oligoryzomys nigripes</i>	2	5	1	0	9	2	0	0	0	7	1	0	0	0	27
<i>Oligoryzomys flavescens</i>	1	4	3	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
<i>Delomys dorsalis</i>	2	2	0	1	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	10
<i>Nectomys rattus</i>	4	1	0	0	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	10
<i>Brucepatersonius iheringi</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	5
<i>Holochilus brasiliensis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3
<i>Euryzgomatomys spinosus</i>	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Oxymycterus rufus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
<i>Oryzomys angouya</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Oxymycterus nasutus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<b>Total</b>	19	30	20	15	38	10	7	0	22	15	13	5	0	1	195
<b>FLORESTA OMBRÓFILA DENSA</b>															
<i>Oligoryzomys nigripes</i>	0	0	0	1	0	0	0	2	4	0	7	0	0	0	14
<i>Akodon montensis</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	7	1	2	0	0	1	13
<i>Oryzomys russatus</i>	0	0	1	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	6
<i>Oryzomys angouya</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Delomys dorsalis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Bolomys lasiurus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<b>Total</b>	0	0	2	2	2	4	0	3	12	1	9	0	0	1	36
<b>FLORESTA OMBRÓFILA MISTA</b>															
<i>Akodon montensis</i>	6	6	3	1	8	0	0	0	9	0	14	3	5	11	66
<i>Delomys dorsalis</i>	1	0	0	2	18	6	1	8	5	8	4	1	0	4	58
<i>Oligoryzomys nigripes</i>	6	2	0	0	3	0	0	0	2	0	6	0	0	0	19
<i>Oligoryzomys flavescens</i>	2	7	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	15
<i>Akodon reigi</i>	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Oryzomys angouya</i>	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4
<i>Thaptomys nigrita</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4
<i>Oryzomys russatus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3
<i>Brucepatersonius iheringi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3
<i>Bolomys lasiurus</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Wilfredomys oenax</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<b>Total</b>	17	25	3	6	32	6	1	8	18	8	26	5	10	16	181

## MATA PALUDOSA

A variação sazonal das quatro espécies mais representativas, *Akodon montensis*, *Oryzomys russatus*, *Oligoryzomys nigripes* e *Oligoryzomys flavescens*, na Mata Paludosa é apresentada no gráfico 8.

Os resultados obtidos nas 14 expedições de captura permitem inferir sobre um padrão cíclico de captura para cada uma das espécies analisadas. *Oryzomys russatus* apresentou valores de captura mais expressivos nos dois primeiros anos de amostra — 1997 e 1998 — atingindo o valor máximo de capturas na Mata Paludosa, 13, na primavera de 1997. Nas duas primeiras expedições de amostragem esta espécie experimentou frequências de captura superior as demais espécies, apresentando a partir deste momento um declínio populacional com pequenas oscilações até agosto de 2002, período a partir do qual a espécie não foi mais registrada.

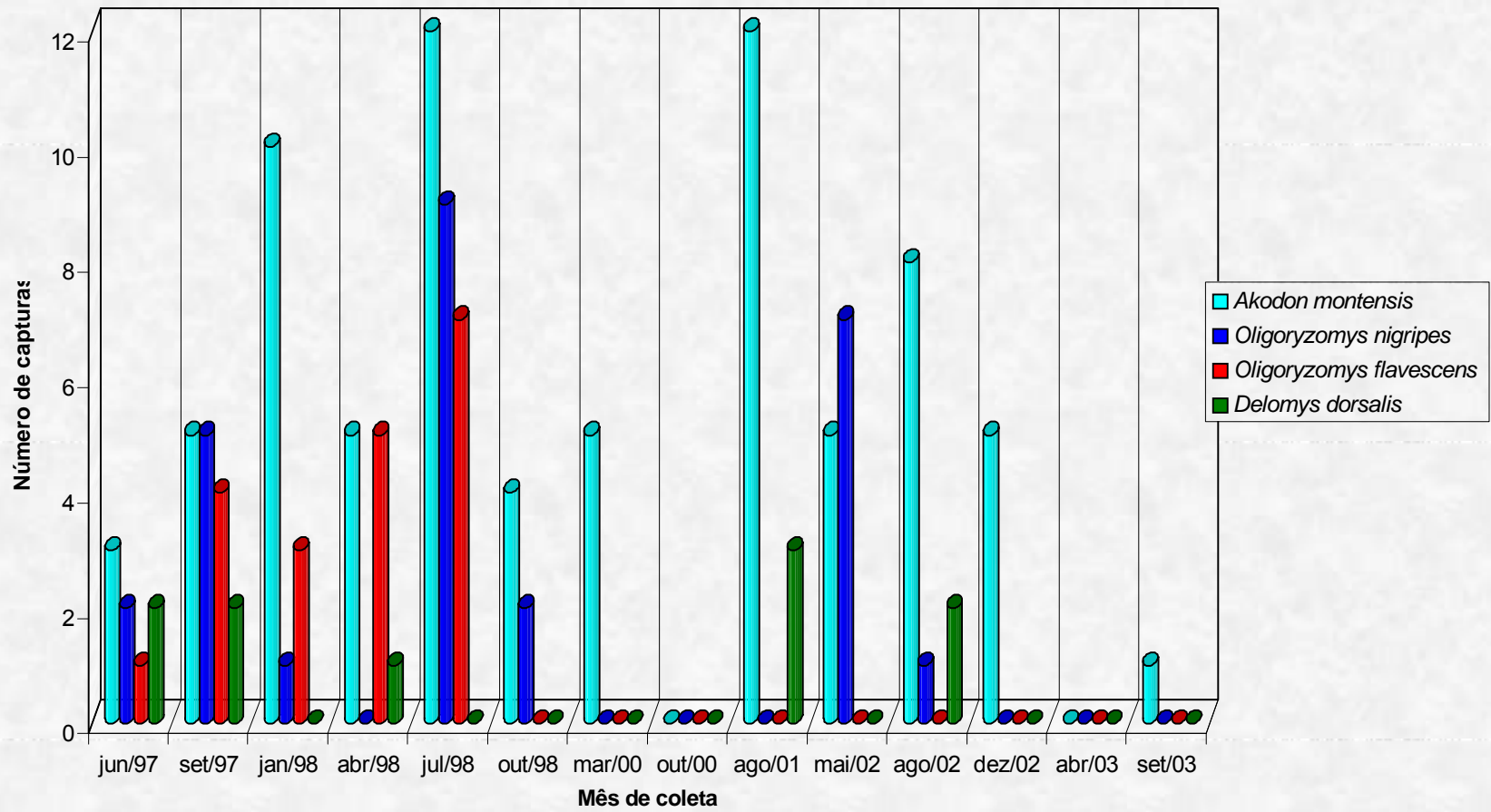
*Akodon montensis* também apresenta um padrão cíclico de abundância, porém registra um comportamento mais regular no número de capturas. Os picos de abundância, com 12 capturas, foram observados no inverno de 1998 e de 2001, no inverno de 2002 esta espécie apresentou nove capturas frente a apenas uma de *Oligoryzomys nigripes* e *Oryzomys russatus*. No verão de 1998 foram registradas 10 capturas, momento a partir do qual, com exceção das duas primeiras expedições, onde *Oryzomys russatus* foi a espécie mais freqüente, e da campanha de outono de 2002, *Akodon montensis* foi a espécie de ocorrência mais abundante na Mata Paludosa. Com base nos dados de captura obtidos, pode-se inferir que *Akodon montensis* apresenta um padrão de maior abundância associado aos períodos de inverno neste local de amostragem.

Por outro lado, *Oligoryzomys nigripes* parece não apresentar associação entre o número de capturas e a sazonalidade. Foram registradas cinco capturas na primavera de 1997, nove capturas no inverno de 1998 e sete capturas no outono de 2002, onde foi a espécie mais abundante da amostragem. Como não foi possível determinar um padrão sazonal de ocorrência para esta espécie, é possível que a flutuação populacional seja determinada em outro nível de regulação, onde são verificados picos anuais de abundância. A comparação dos números de captura obtidos de *Oligoryzomys nigripes* em relação às outras espécies permite descartar a possibilidade de competição interespecífica, de modo que a flutuação populacional pode estar associada aos aspectos reprodutivos da espécie, a variações ambientais ou ainda às relações consumidor-recurso.

A distribuição sazonal da abundância de captura de *Oligoryzomys flavescens* na Mata Paludosa caracteriza um fenômeno interessante — entre o inverno de 1997 e o inverno de 1998 esta espécie apresentou uma tendência de crescimento amostral com o número de capturas variando entre uma, na primeira campanha e sete capturas na quinta campanha. A partir da quinta campanha de amostragem, inverno de 1998, não foram mais registradas capturas de *O. flavescens*. Pouco é sabido sobre as características da flutuação populacional desta espécie, porém já foi registrado sazonalmente o seu completo desaparecimento do quadro de amostragens (MARINHO *et al.*,1992.). Este trabalho, no entanto, registrou a ausência da espécie dentro de períodos de amostragem inferiores a dois anos, no presente estudo a espécie não é registrada na Mata Paludosa desde a campanha de outubro de 1998, ou seja, por um período de cinco anos. Por se tratar de uma espécie caracteristicamente generalista, aproveitando os recursos do habitat a medida em que estes são oferecidos, é possível que o seu desaparecimento

deva-se ao fato de que a comunidade de roedores locais esteja experimentando um período de estabilização, no qual estão sendo selecionadas positivamente as espécies com características habitat-especialistas.

Gráfico 8. Capturas por estação das espécies mais representativas na Mata Paludosa





A análise da tendência de captura — função polinomial — para as quatro espécies de ocorrências mais representativas na Mata Paludosa indica um declínio destes índices para todas as espécies. Esta tendência pode ser explicada basicamente pelos altos valores de captura obtidos nas primeiras cinco expedições e pelos valores inexpressivos registrados no último ano de amostragem (GRÁFICO 9).

A influência antrópica, sublimada nas obras de execução deste trecho da Rota-do-Sol, responde pelo declínio das capturas verificadas neste período. A depleção da formação florestal, na área contígua do ponto de amostragem, para implantação do leito da rodovia parece ter afetado sensivelmente a comunidade de pequenos roedores local. Aliado ao distúrbio ocasionado pela própria retirada da vegetação, a fragmentação e formação de bordas induzidas, pode-se salientar a movimentação intensa de maquinário pesado e a conseqüente alteração sistêmica gerada no local da amostragem (FIGURA 8).



Figura 8. Efeito das obras de terraplenagem na Mata Paludosa.

A linha de tendência de capturas para *Oryzomys russatus* indica um declínio ao longo do período de amostragem. A análise deste padrão pode indicar a existência de um ciclo populacional mais longo, suportado principalmente por um retardo na resposta frente às alterações ambientais.

Para *Oligoryzomys flavescens* foi constatada a ocorrência de apenas um ciclo populacional no decorrer das expedições de amostragem, entre junho de 1997 e junho de 1999. Neste período, a análise da curva indica uma tendência de captura superior à verificada para *Oligoryzomys nigripes*, porém em setembro de 1998 ocorreu uma intersecção das curvas com tendência de captura, a partir deste momento, superior para *O. nigripes*. O registro de um longo período sem capturas de *O. flavescens* não permite inferir sobre a retomada de um novo ciclo, nem sobre os fatores que atuam sobre os padrões de abundância desta espécie na Mata Paludosa.

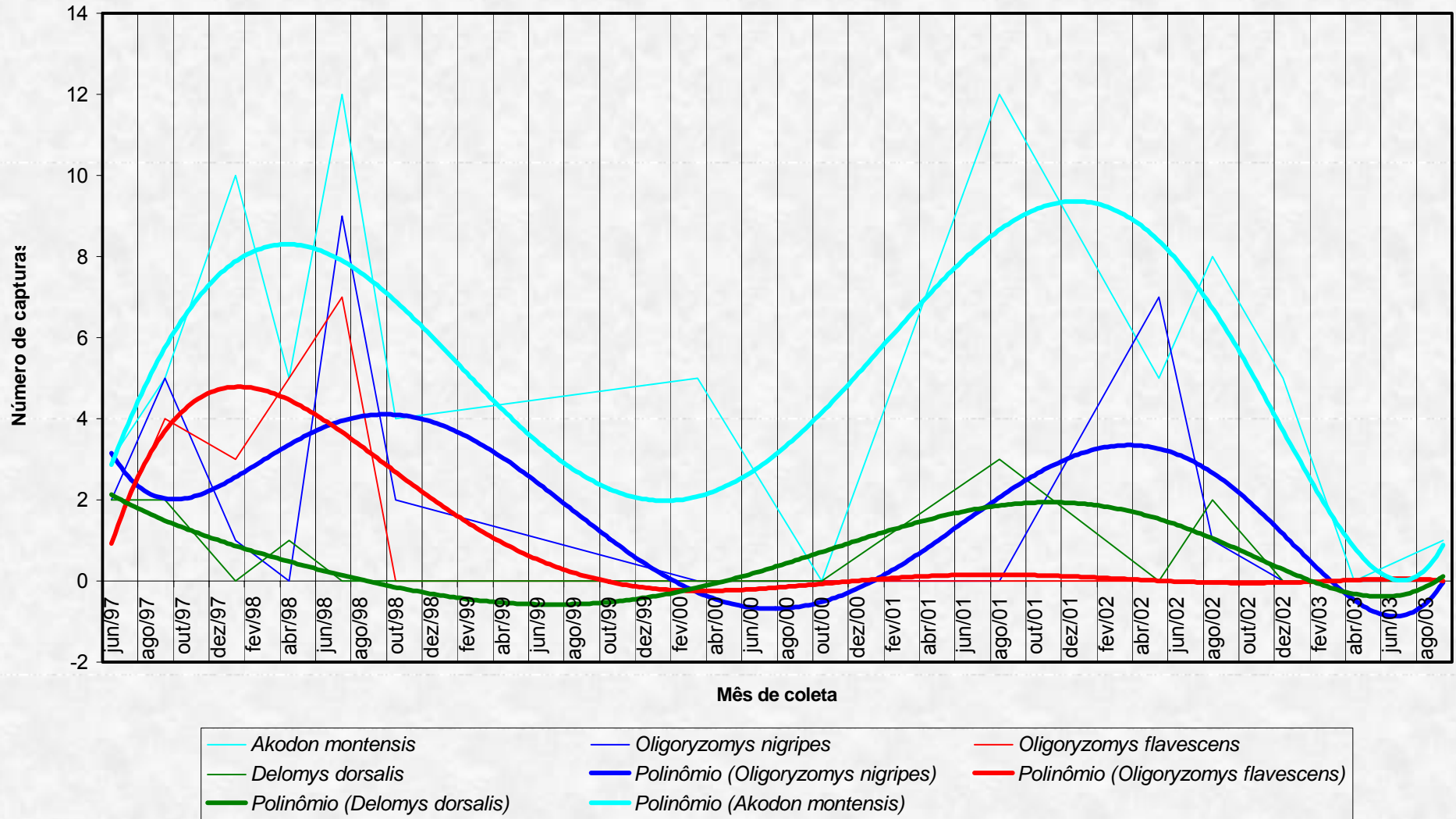
As curvas obtidas para *Akodon montensis* e *Oligoryzomys nigripes* determinam a existência de dois ciclos populacionais distintos entre junho de 1997 e junho de 2000 e entre setembro de 2000 e abril de 2003. As curvas verificadas para estas duas espécies estão distribuídas paralelamente, indicando um padrão de oscilação populacional similar, com uma tendência de capturas de *A. montensis* superior a *O. nigripes*. Mesmo que a tendência de capturas tenha regredido ao máximo em abril de 2003, a análise das curvas fornece indícios para a retomada de um novo ciclo populacional a partir de setembro de 2003. O período de aproximadamente quatro anos para cada ciclo corrobora os modelos de dinâmica populacional, onde o período de um ciclo populacional deve ser de quatro a cinco vezes o tempo de resposta da espécie (RICKLEFS. 2001).

A intersecção das curvas de *Oryzomys russatus*, *Oligoryzomys nigripes* e *Oligoryzomys flavescens* em setembro de 1998 indicam uma tendência de aproximadamente quatro capturas para cada espécie neste período.

O declínio na frequência de captura destas espécies pode estar diretamente relacionado à alteração antrópica ocorrida na área de amostragem. Avaliações futuras poderão informar quais as espécies estão mais adaptadas a recolonização do local uma vez que cessem os distúrbios, entretanto, a análise dos dados obtidos na Mata Paludosa, bem como nos demais locais de coleta no Vale do Três Forquilhas, permite inferir sobre uma abundância maior, de caráter imediato, das populações de *Akodon montensis*.

Os valores negativos obtidos nas tendências de captura expressam apenas uma deformação do modelo matemático polinomial, pois considera a incidência de zeros na função quadrada.

Gráfico 9. Tendência de captura das espécies mais representativas na Mata Paludosa



## FLORESTA OMBRÓFILA DENSA

A variação sazonal das três espécies mais representativas, *Akodon montensis*, *Oryzomys russatus*, *Oligoryzomys nigripes*, na Floresta Ombrófila densa é apresentada no gráfico 10.

A análise da tendência de captura — função polinomial — para as três espécies de ocorrências mais representativas na Floresta Ombrófila Densa é apresentada no gráfico 11.

A análise da linha de tendência de capturas para *Oryzomys russatus* revela a existência de um ciclo populacional entre junho de 1997 e agosto de 2001, com valores superiores aos apresentados por *Akodon montensis* e *Oligoryzomys nigripes* até março de 2000. Este padrão de ciclo populacional longo é similar ao verificado na distribuição desta espécie na Mata paludosa. Em junho de 2000 a curva de tendência para *O. russatus*, em declínio, é interseccionada pelas curvas de *A. montensis* e *O. nigripes*, desta forma pode se definir que a diminuição na frequência de *O. russatus* precede o incremento nas capturas de *A. montensis* e *O. nigripes*.

As linhas de tendência verificadas para *Akodon montensis* e *Oligoryzomys nigripes* apresentam quatro intersecções: em dezembro de 1997, março de 1999, dezembro de 2000 e abril de 2002, indicando uma flutuação populacional com alternância nas tendências de captura entre estes períodos. Um ciclo populacional para estas espécies pode ser observado entre junho de 2000 e março de 2003, onde as curvas apresentam o mesmo padrão de distribuição, onde o ciclo de *O. nigripes* se apresenta um pouco mais longo e suavizado do que *A. montensis*. A congruência entre as linhas de tendência destas espécies é similar ao observado

na Mata paludosa, entretanto a partir de junho de 2002 a tendência de captura de *O. nigripes* é maior do que para *A. montensis*.

Esta função, com apenas um ciclo bem definido é suportada pela ausência de coletas nas duas primeiras expedições, pelos picos de capturas registrados em agosto de 2001 e agosto de 2002, pela ausência de *O. nigripes* nas expedições subseqüentes e pela captura de apenas um exemplar de *A. montensis* na última campanha, em setembro de 2003. A captura deste exemplar de *A. montensis*, após duas expedições sem capturas, parece suportar a hipótese de que esta espécie seja a mais apta para recolonizar ambientes precedidos por períodos de perturbação.

Gráfico 10. Capturas por estação das espécies mais representativas na Floresta Ombrófila Densa

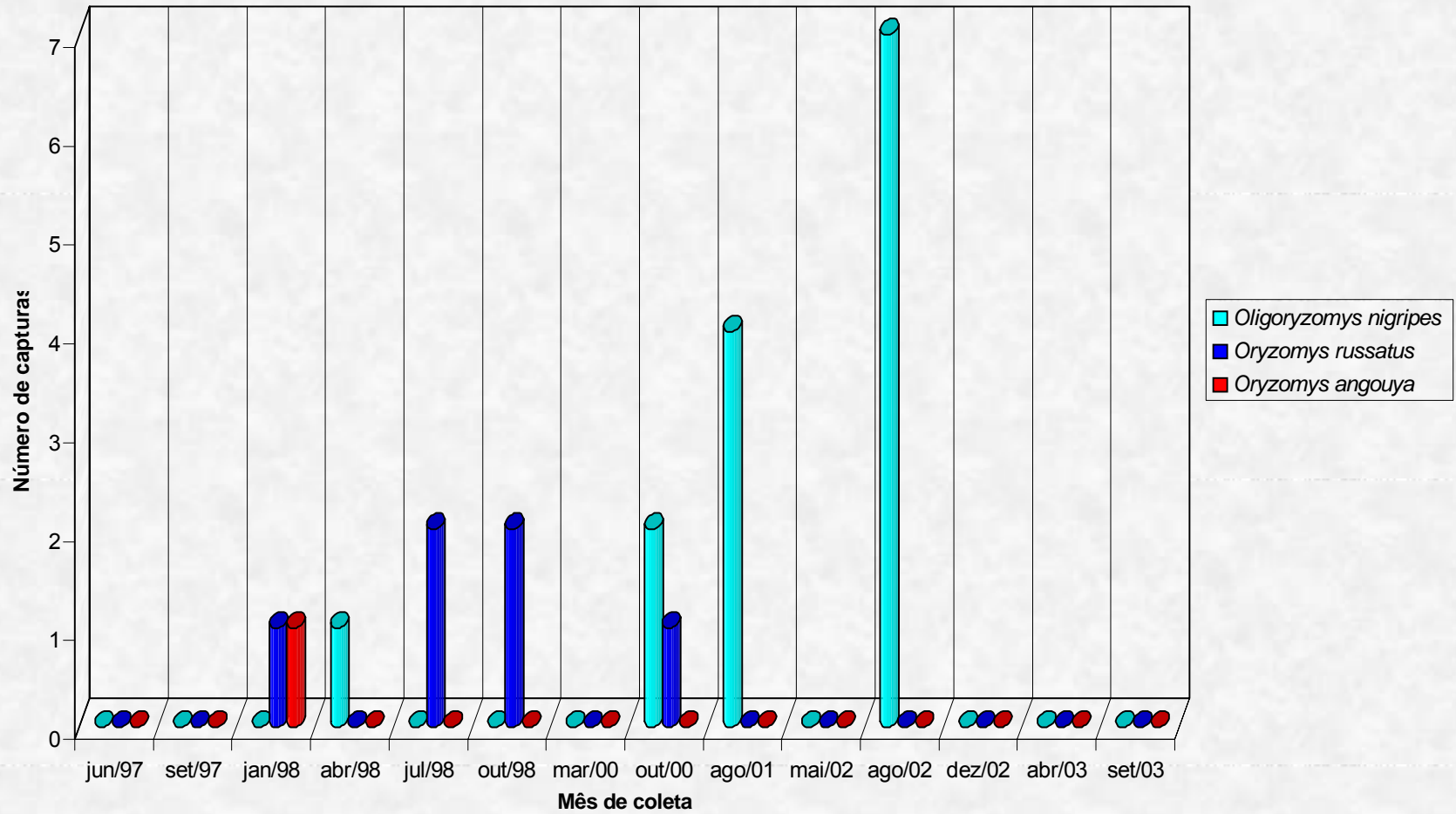
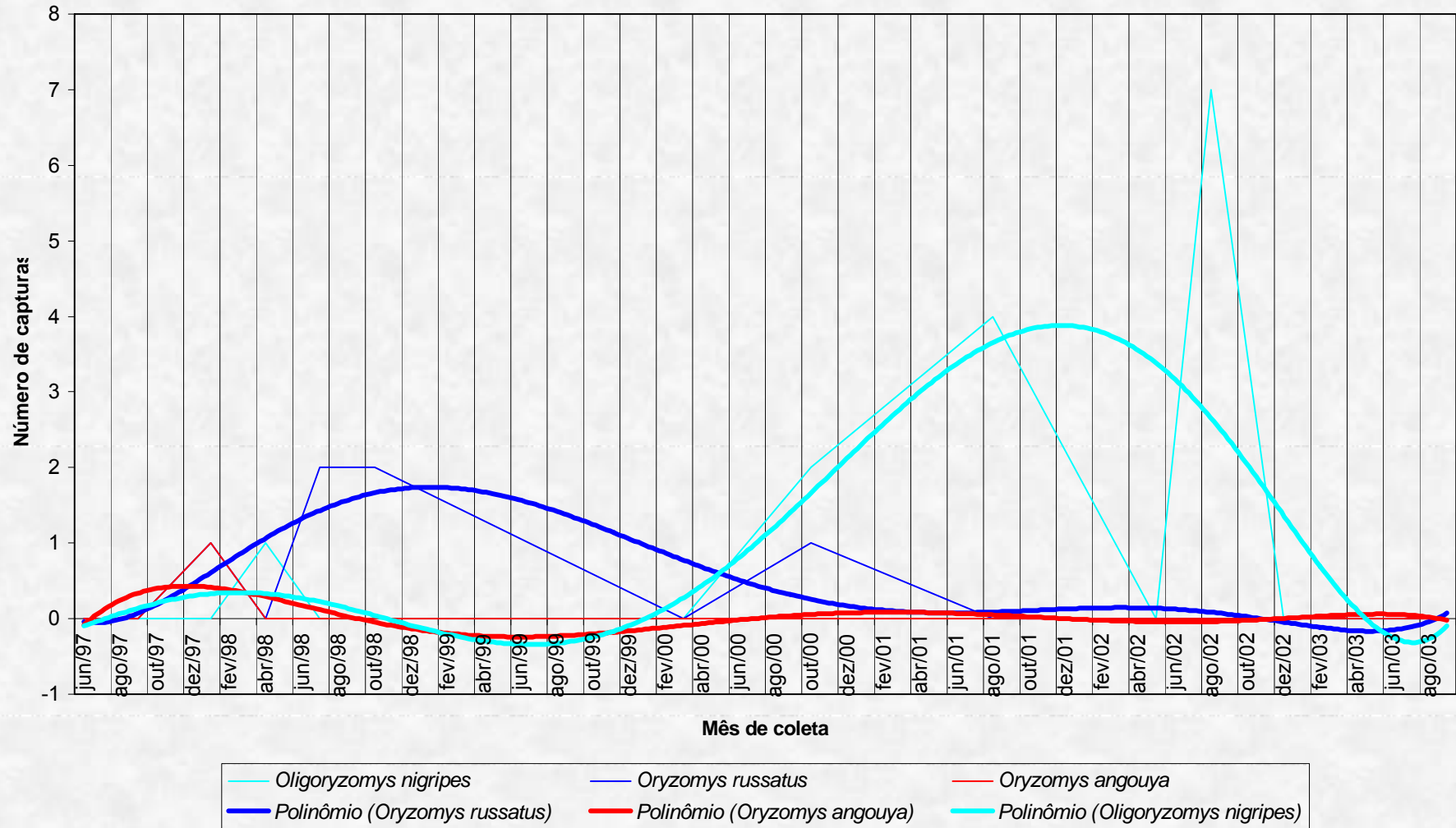


Gráfico 11. Tendência de captura das espécies mais representativas na Floresta Ombrófila Densa





## FLORESTA OMBRÓFILA MISTA

A variação sazonal das quatro espécies mais representativas, *Akodon montensis*, *Delomys Dorsalis*, *Oligoryzomys nigripes* e *Oligoryzomys flavescens*, na Floresta Ombrófila Mista é apresentada no gráfico 12.

A análise da tendência de captura — função polinomial — para as três espécies de ocorrências mais representativas na Floresta Ombrófila Mista indica um padrão mais regular e cíclico de ocorrência das espécies no decorrer das expedições. Esta tendência pode ser explicada basicamente pelos valores regulares de captura obtidos para cada espécie ao longo da amostragem (GRÁFICO 13).

Dois ciclos populacionais distintos são verificados para *Oligoryzomys nigripes*, entre dezembro de 1997 e junho de 2000 e entre dezembro de 2000 e maio de 2003. A frequência de captura mais elevada em 1997 e 1998 indica a tendência de um final de ciclo até março de 1998. A distorção apresentada pelo modelo matemático em função da não realização de coletas em 1999 gera duas intersecções nas linhas de tendência de *O. nigripes* e *A. montensis*, porém a análise das linhas de captura revela que, do mesmo modo que observado na mata Paludosa e na Floresta Ombrófila Densa, estes ciclos parecem ocorrer paralelamente.

A linha de tendência de capturas de *Delomys dorsalis* revela a existência de um ciclo populacional longo entre janeiro de 1998 e março de 2003 com uma flutuação entre março de 2000 e março de 2001. A ocorrência de um ciclo populacional mais longo do que os verificados para as outras espécies pode estar relacionado à especificidade de *D. dorsalis* com a formação Floresta Ombrófila Mista.

A análise da relação das linhas de tendência de *Delomys dorsalis* e *Akodon montensis* apresenta duas intersecções — em março de 1998 e em abril de 2002 — indicando que *D. dorsalis* e *A. montensis* apresentaram padrões distintos na tendência de ocorrência, com curvaturas opostas, indicando uma alternância na frequência destas espécies neste período de amostragem. Entretanto, em outubro de 2000 o padrão de tendência cresce de forma similar até a intersecção, indicando uma substituição de frequências relacionada ao primeiro ciclo populacional. Inicialmente, em junho e setembro de 1997 a tendência de captura para *A. montensis* foi maior do que para *D. dorsalis*, entre os pontos de intersecção *D. dorsalis* sobrepõem a tendência de captura de *A. montensis*. A partir de maio de 2002 *A. montensis* volta a registrar maior tendência de captura com os padrões de curvatura similares aos verificados nas duas primeiras expedições.

Este padrão substitutivo nas tendências de captura destas espécies parece estar relacionado ao padrão de distribuição populacional cíclico, desta forma as populações de *Delomys dorsalis* e *Akodon montensis* alternam a frequência de ocorrência em períodos de aproximadamente quatro anos. Por apresentarem histórias de vida diferentes, os ciclos populacionais apresentados por estas espécies podem estar sujeitos a oscilações relacionadas à sincronização das relações predador-presa e ao retardo nas respostas das taxas de natalidade e mortalidade frente às mudanças no ambiente. De acordo com os modelos de dinâmica populacional, retardos de um ano nestes ciclos são admitidos, uma vez que o período de um ciclo populacional deve ser de quatro a cinco vezes o tempo de resposta.

Gráfico 12. Capturas por estação das espécies mais representativas na Floresta Ombrófila Mista

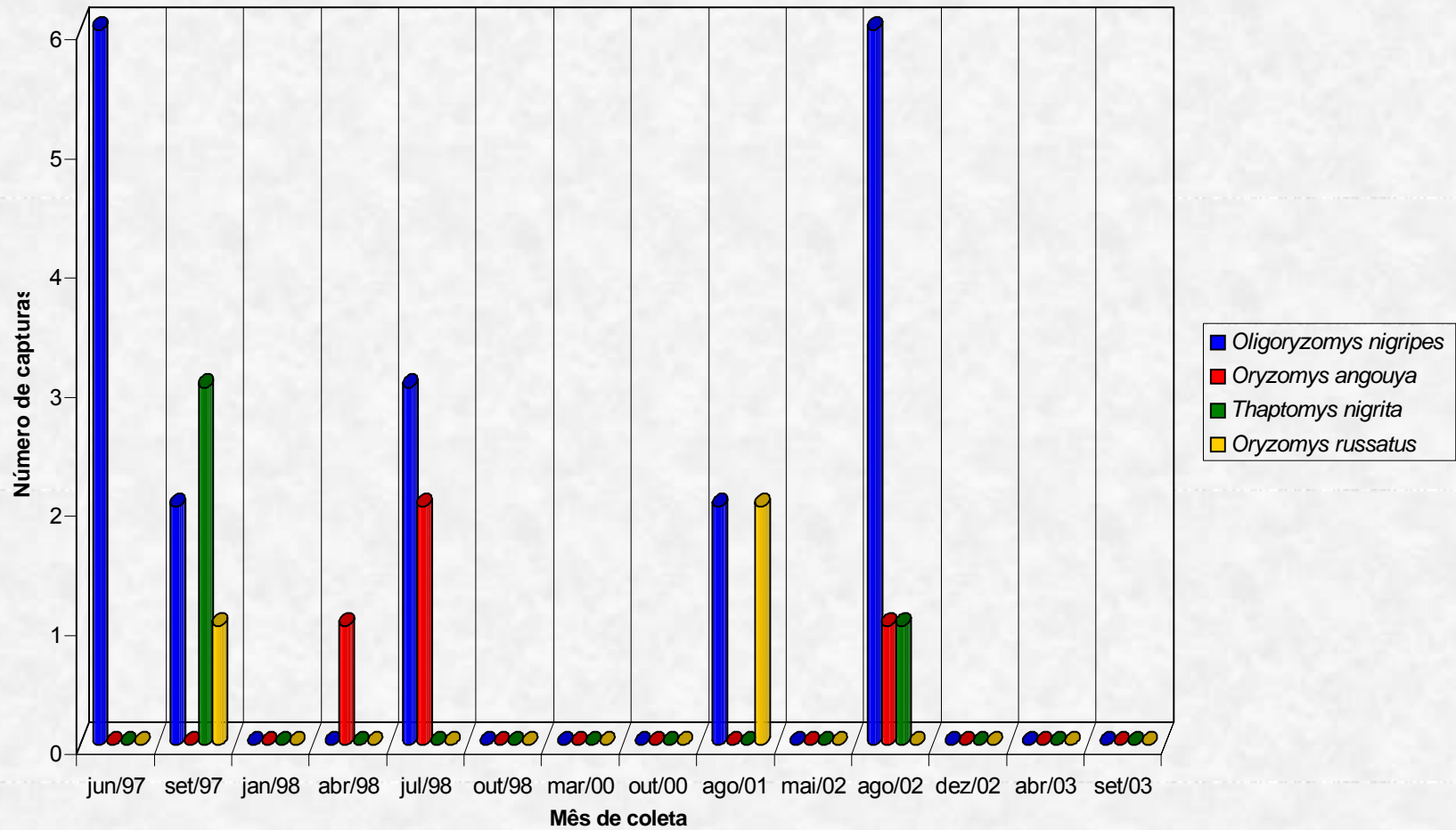
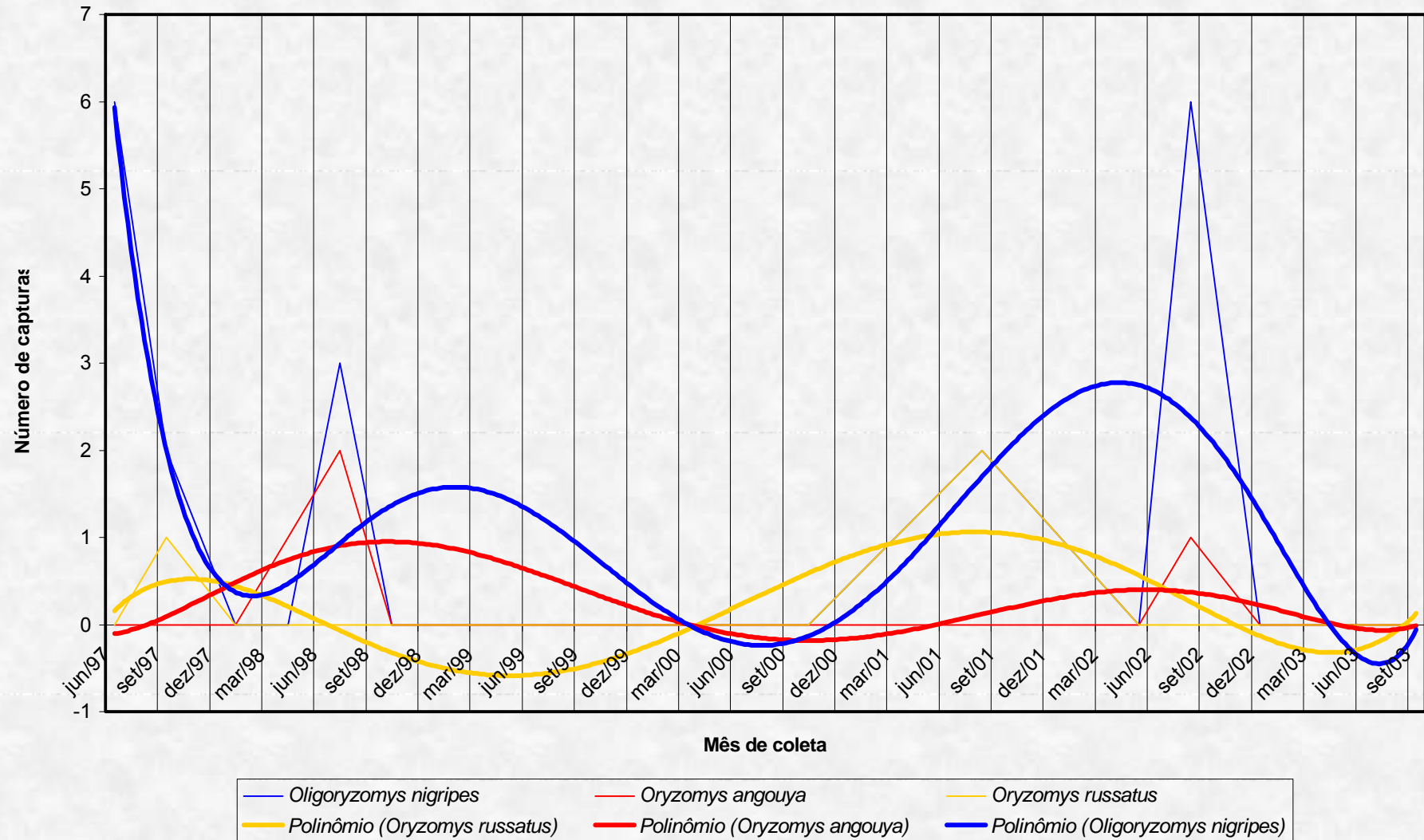


Gráfico 13. Tendência de captura das espécies mais representativas na Floresta Ombrófila Mista



## CORRELAÇÃO ENTRE AS ÁREAS

A análise de grupamento hierárquico foi realizada a partir de uma matriz considerando as capturas das 16 espécies em cada um dos três locais de amostragem. Na matriz, as variáveis utilizadas foram os dados absolutos de captura, as linhas apresentaram o objeto (local) e as colunas o valor (capturas). A distância utilizada para medir a dissimilaridade foi euclidiana pelo método de grupamento médio, onde a distância entre dois grupos é definida como a média da distância entre cada um de seus componentes. O tipo de escala utilizada foi desvio padrão.

### Análise detalhada de grupamento

linha	grupo	local
1		Mata Paludosa
2		Floresta Ombrófila Densa
3		Floresta Ombrófila Mista

### Análise de ligação

Ligação	Número grupos	Valor distância	Gráfico distância	Linhas unidas
2	1	1,501110		1,2,3
1	2	1,219095		2,3

Correlação Cofenética	0,938736
Delta (0.5)	0,028321
Delta (1.0)	0,034532

Com relação ao número de capturas obtido, a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Ombrófila densa apresentaram menor valor de dissimilaridade (1,219095) formando o primeiro grupo. A Mata Paludosa se liga a este grupo com valor de dissimilaridade um pouco superior (1,501110) formando o grupamento

final. A análise do gráfico de distância permite inferir quanto à proximidade dos valores de dissimilaridade, indicando que as três áreas apresentam valores de distância relativamente próximos. A correlação entre as áreas revela forte dissimilaridade, considerando-se que o valor de corte padrão é usualmente 1.0 e que não foi formado nenhum grupamento com valor de distância inferior ao padrão. Os valores dos coeficientes Delta, atestam a consistência dos resultados obtidos.

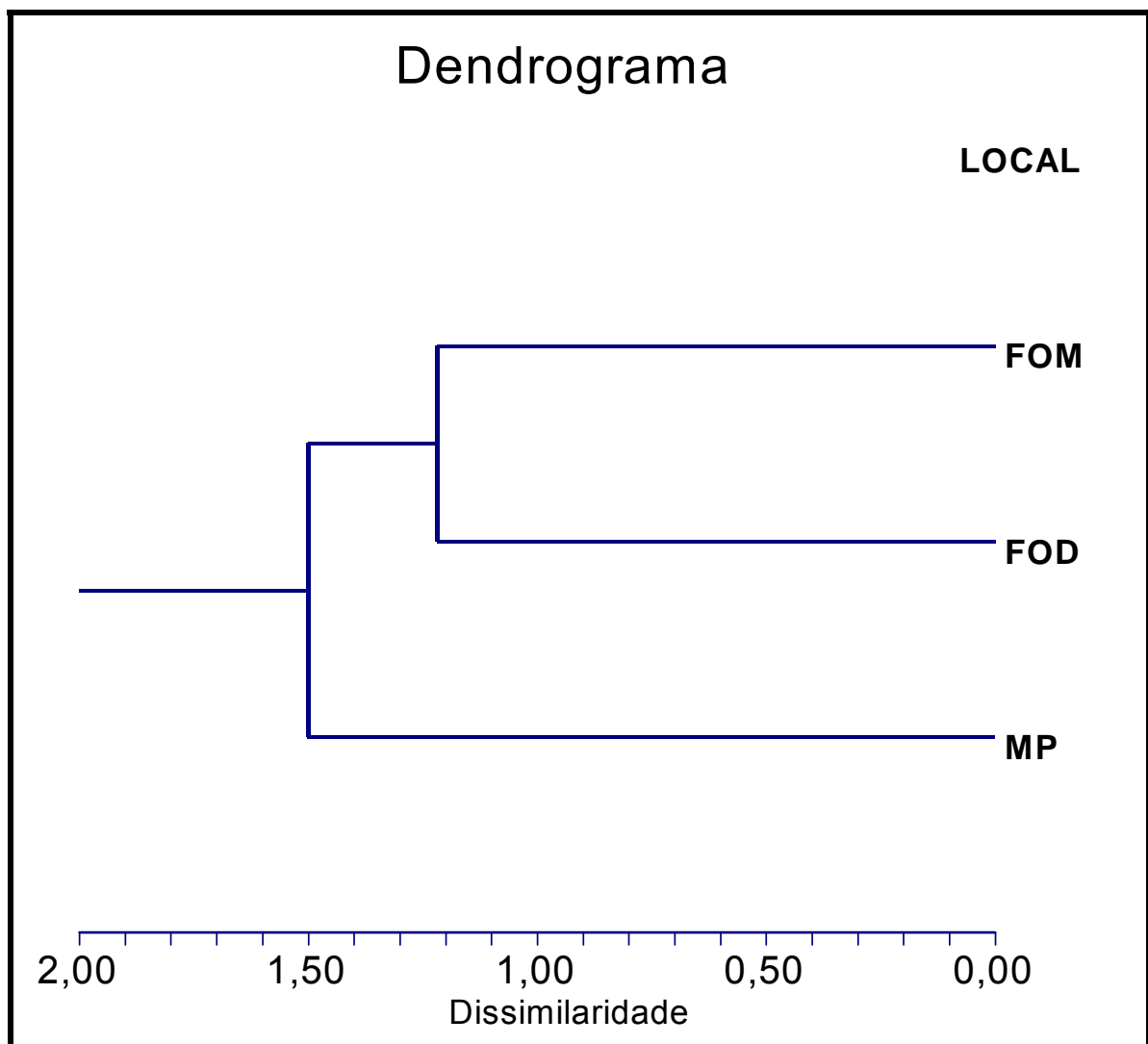


Figura 9. Análise de grupamento dos três locais de coleta. Onde FOM – Floresta Ombrófila Mista, FOD – Floresta Ombrófila Densa, MP – Mata Paludosa.

#### ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA

Como pode ser verificado no resumo estatístico da Análise de Correspondência, 64,81% da estatística de Qui-Quadrado e Inércia são explicadas pelo primeiro eixo vetorial, enquanto 35,19% são explicadas pelo segundo eixo vetorial. No trabalho em estudo verifica-se que os pontos serão representados em dois eixos, indicando que a associação entre linhas e colunas é bidimensional, com 100% da inércia explicada, desta forma não há perda de informação quando somente duas dimensões são consideradas.

Para a interpretação dos eixos, verifica-se como a inércia dos pontos se decompõe em cada eixo. São os componentes da inércia que formam os coeficientes que indicam o quanto cada ponto contribuiu para a determinação da direção dos eixos e o quanto cada ponto está representado em cada eixo, indicados pelos coeficientes “fator” na seção coordenadas principais do resumo estatístico da Análise de Correspondência.

Os resultados do resumo estatístico da Análise de Correspondência possibilitam a geração e a interpretação do gráfico bidimensional – Distribuição da freqüência das espécies, conforme pode ser visto no gráfico 14, definido pelas coordenadas dos dois primeiros eixos vetoriais. Cada ponto representa o perfil de freqüência de captura de cada uma das espécies ao longo das 14 amostras. Como a Análise de Correspondência aloca os pontos em um espaço euclidiano, as projeções dos mesmos sobre os eixos permitem tirar conclusões sobre suas similaridades ou dissimilaridades.

Pelo gráfico 14 e resumo estatístico da Análise de Correspondência, verifica-se que *Delomys dorsalis* foi a variável que mais contribuiu para o primeiro eixo vetorial (linha) com 31,8% da inércia explicada, seguida pelas variáveis *Oligoryzomys nigripes* (18,6%) e *Oryzomys russatus* (11,3%). Como a distância

gráfica entre os pontos indica dissimilaridade, verifica-se a ocorrência de dois grupos de espécie distribuídos em quadrantes opostos; um formado pelas espécies ocorrentes apenas na Mata Paludosa (*Holochilus brasiliensis*, *Euryzgomatomys spinosus*, *Nectomys rattus*, *Oxymycterus rufus* e *Oxymycterus nasutus*) e outro pelas espécies ocorrentes apenas na Floresta Ombrófila Mista (*Akodon reigi*, *Thaptomys nigrita* e *Wilfredomys oenax*).

Interpretando o gráfico 15 com a ajuda do resumo estatístico da Análise de Correspondência, verifica-se que a distância das projeções das classes MP e FOD no primeiro eixo são bastante próximas, indicando que as mesmas podem ser consideradas similares. Entretanto, os dois grupos são bastante dissimilares, pois suas projeções encontram-se em quadrantes opostos em relação ao eixo. Em relação ao segundo eixo, as classes MP, FOD e FOM, apresentam grande distância quando de sua projeção sobre o eixo, podendo ser consideradas dissimilares, estando a maior proximidade verificada para FOD e FOM. Ou seja, para cada eixo, existem grupos compostos por variáveis que são similares dentro dos grupos e dissimilares entre grupos.

A sobreposição da distribuição gráfica das duas análises — espécies e locais de coleta — é fornecida no gráfico 16. A análise deste gráfico revela a associação dos parâmetros de abundância das espécies com o local de captura, desta forma pode se verificar que *Akodon montensis*, que apresentou praticamente a mesma frequência de captura nos três pontos, está posicionado de forma quase que equidistante entre os pontos de coleta. Da mesma forma, os grupos “exclusivos”, descritos anteriormente, apresentam total associação com as respectivas áreas de ocorrência. Outras associações que podem ser verificadas através da análise do gráfico são: *Delomys dorsalis* com a Floresta Ombrófila Mista, *Oligoryzomys*



*nigripes* com a Floresta Ombrófila Densa e *Oryzomys russatus* com a Mata paludosa.

Quando as variáveis “local” foram comparadas através de Análise de Correspondência Simples, à distância de suas projeções sobre os eixos mostrou-se bastante dissimilar, indicando que a caracterização destes locais, relacionada a composição da fauna de roedores silvestres, sofre influência das variações nas frequências e padrões de ocorrência das espécies.

## RESUMO ESTATÍSTICO DA ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA

### SEÇÃO PERFIL LINHAS

ESPÉCIE / LOCAL	MP	FOD	FOM	TOTAL
<i>Oryzomys russatus</i>	51,28	43,59	5,13	100,00
<i>Oryzomys angouya</i>	16,67	50,00	33,33	100,00
<i>Akodon montensis</i>	34,55	32,73	32,73	100,00
<i>Oligoryzomys nigripes</i>	22,22	61,90	15,87	100,00
<i>Oligoryzomys flavescens</i>	55,56	0,00	44,44	100,00
<i>Delomys dorsalis</i>	12,50	7,50	80,00	100,00
<i>Brucepatersonius iheringi</i>	60,00	0,00	40,00	100,00
<i>Holochilus brasiliensis</i>	100,00	0,00	0,00	100,00
<i>Euryzgomatomys spinosus</i>	100,00	0,00	0,00	100,00
<i>Nectomys rattus</i>	100,00	0,00	0,00	100,00
<i>Oxymycterus rufus</i>	100,00	0,00	0,00	100,00
<i>Oxymycterus nasutus</i>	100,00	0,00	0,00	100,00
<i>Bolomys lasiurus</i>	0,00	60,00	40,00	100,00
<i>Akodon reigi</i>	0,00	0,00	100,00	100,00
<i>Thaptomys nigrita</i>	0,00	0,00	100,00	100,00
<i>Wilfredomys oenax</i>	0,00	0,00	100,00	100,00
Total	33,44	33,44	33,11	100,00

Mostra o perfil das linhas (percentagens). São os valores a serem plotados no eixo linha do gráfico. A análise de correspondência investiga as diferenças entre cada perfil individualmente e o perfil médio da linha (rótulo linha total).

### SEÇÃO PERFIL COLUNAS

ESPÉCIE / LOCAL	MP	FOD	FOM	TOTAL
<i>Oryzomys russatus</i>	19,80	16,83	2,00	12,91
<i>Oryzomys angouya</i>	0,99	2,97	2,00	1,99
<i>Akodon montensis</i>	37,62	35,64	36,00	36,42
<i>Oligoryzomys nigripes</i>	13,86	38,61	10,00	20,86
<i>Oligoryzomys flavescens</i>	9,90	0,00	8,00	5,96
<i>Delomys dorsalis</i>	4,95	2,97	32,00	13,25
<i>Brucepatersonius iheringi</i>	2,97	0,00	2,00	1,66
<i>Holochilus brasiliensis</i>	1,98	0,00	0,00	0,66
<i>Euryzgomatomys spinosus</i>	0,99	0,00	0,00	0,33
<i>Nectomys rattus</i>	4,95	0,00	0,00	1,66
<i>Oxymycterus rufus</i>	0,99	0,00	0,00	0,33
<i>Oxymycterus nasutus</i>	0,99	0,00	0,00	0,33
<i>Bolomys lasiurus</i>	0,00	2,97	2,00	1,66
<i>Akodon reigi</i>	0,00	0,00	3,00	0,99
<i>Thaptomys nigrita</i>	0,00	0,00	2,00	0,66
<i>Wilfredomys oenax</i>	0,00	0,00	1,00	0,33
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Mostra o perfil das colunas (percentagens). São os valores a serem plotados no eixo coluna do gráfico. A análise de correspondência investiga as diferenças entre cada perfil individualmente e o perfil médio da coluna (rótulo coluna total).

### SEÇÃO AUTOVALORES

Fator No.	Autovalores	Individual Percento	Cumulativo Percento	Gráfico Barras
1	0,268878	64,81	64,81	
2	0,146021	35,19	100,00	
Total	0,414899			

Uma vez que a Análise de Correspondência projeta os perfis das linhas (ou colunas) em um subespaço bi-dimensional, a questão é determinar o quanto esta projeção é representativa. Os autovalores fornecem a informação relacionada a esta projeção, o percentual cumulativo mostra o total de informação reproduzida por cada número de dimensões.

Fator No. Número da coordenada ou dimensão

Autovalores. Valor associado à dimensão correspondente. Fornece a importância relativa da dimensão.

Percentagem individual e cumulativa. Na primeira coluna a percentagem de cada dimensão, na segunda coluna o total acumulado da percentagem. Em situações ideais, as duas primeiras dimensões devem contabilizar mais de 90% da variação. Valores inferiores a 50% indicam que a Análise de Correspondência é inadequada.

Gráfico de Barras. Visualização rápida do valor relativo de cada autovalor.

### Seção de Coordenadas Principais para Colunas - Eixo 1

Espécie	Massa	Inércia	Distância	Fator	COR	CTR	Ângulo	Autovalor
1 <i>Oryzomys russatus</i>	0,129	0,113	0,362	0,572	0,904	0,157	18,0	0,042317
2 <i>Oryzomys angouya</i>	0,020	0,008	0,166	0,059	0,021	0,000	81,6	0,000070
3 <i>Akodon montensis</i>	0,364	0,000	0,001	0,005	0,038	0,000	78,8	0,000008
4 <i>Oligoryzomys nigripes</i>	0,209	0,186	0,370	0,438	0,519	0,149	43,9	0,040032
5 <i>Oligoryzomys flavescens</i>	0,060	0,075	0,519	-0,345	0,229	0,026	61,4	0,007079
6 <i>Delomys dorsalis</i>	0,132	0,318	0,996	-0,994	0,991	0,486	5,5	0,130737
7 <i>Brucepatersonius iheringi</i>	0,017	0,022	0,560	-0,260	0,121	0,004	69,7	0,001118
8 <i>Holochilus brasiliensis</i>	0,007	0,032	1,990	0,503	0,127	0,006	69,1	0,001673
9 <i>Euryzgomatomys spinosus</i>	0,003	0,016	1,990	0,503	0,127	0,003	69,1	0,000836
10 <i>Nectomys rattus</i>	0,017	0,079	1,990	0,503	0,127	0,016	69,1	0,004181
11 <i>Oxymycterus rufus</i>	0,003	0,016	1,990	0,503	0,127	0,003	69,1	0,000836
12 <i>Oxymycterus nasutus</i>	0,003	0,016	1,990	0,503	0,127	0,003	69,1	0,000836
13 <i>Bolomys lasiurus</i>	0,017	0,022	0,560	-0,029	0,002	0,000	87,8	0,000014
14 <i>Akodon reigi</i>	0,010	0,048	2,020	-1,404	0,975	0,073	9,0	0,019570
15 <i>Thaptomys nigrita</i>	0,007	0,032	2,020	-1,404	0,975	0,049	9,0	0,013047
16 <i>Wilfredomys oenax</i>	0,003	0,016	2,020	-1,404	0,975	0,024	9,0	0,006523

#### Seção de Coordenadas Principais para Colunas - Eixo 2

Espécie	Massa	Inércia	Distância	Fator	COR	CTR	Ângulo	Autovalor
1 <i>Oryzomys russatus</i>	0,129	0,113	0,362	0,186	0,096	0,031	72,0	0,004487
2 <i>Oryzomys angouya</i>	0,020	0,008	0,166	-0,403	0,979	0,022	8,4	0,003231
3 <i>Akodon montensis</i>	0,364	0,000	0,001	0,023	0,962	0,001	11,2	0,000197
4 <i>Oligoryzomys nigripes</i>	0,209	0,186	0,370	-0,422	0,481	0,254	46,1	0,037073
5 <i>Oligoryzomys flavescens</i>	0,060	0,075	0,519	0,633	0,771	0,164	28,6	0,023880
6 <i>Delomys dorsalis</i>	0,132	0,318	0,996	-0,096	0,009	0,008	84,5	0,001228
7 <i>Brucepatersonius iheringi</i>	0,017	0,022	0,560	0,701	0,879	0,056	20,3	0,008147
8 <i>Holochilus brasiliensis</i>	0,007	0,032	1,990	1,318	0,873	0,079	20,9	0,011507
9 <i>Euryzgomatomys spinosus</i>	0,003	0,016	1,990	1,318	0,873	0,039	20,9	0,005753
10 <i>Nectomys rattus</i>	0,017	0,079	1,990	1,318	0,873	0,197	20,9	0,028767
11 <i>Oxymycterus rufus</i>	0,003	0,016	1,990	1,318	0,873	0,039	20,9	0,005753
12 <i>Oxymycterus nasutus</i>	0,003	0,016	1,990	1,318	0,873	0,039	20,9	0,005753
13 <i>Bolomys lasiurus</i>	0,017	0,022	0,560	-0,748	0,998	0,063	2,2	0,009251
14 <i>Akodon reigi</i>	0,010	0,048	2,020	-0,224	0,025	0,003	81,0	0,000496
15 <i>Thaptomys nigrita</i>	0,007	0,032	2,020	-0,224	0,025	0,002	81,0	0,000331
16 <i>Wilfredomys oenax</i>	0,003	0,016	2,020	-0,224	0,025	0,001	81,0	0,000165

#### Seção de Coordenadas Principais para Linhas - Eixo 1

Local	Massa	Inércia	Distância	Fator	COR	CTR	Ângulo	Autovalor
1 Mata Paludosa	0,334	0,259	0,322	0,261	0,211	0,084	62,6	0,022711
2 Floresta Ombrófila Densa	0,334	0,312	0,387	0,460	0,546	0,263	42,3	0,070770
3 Floresta Ombrófila Mista	0,331	0,429	0,537	-0,728	0,986	0,652	6,7	0,175398

#### Seção de Coordenadas Principais para Linhas - Eixo 2

Local	Massa	Inércia	Distância	Fator	COR	CTR	Ângulo	Autovalor
1 Mata Paludosa	0,334	0,259	0,322	0,504	0,789	0,581	27,4	0,084852
2 Floresta Ombrófila Densa	0,334	0,312	0,387	-0,419	0,454	0,402	47,7	0,058753
3 Floresta Ombrófila Mista	0,331	0,429	0,537	-0,085	0,014	0,017	83,3	0,002416

Onde MP – Mata Paludosa, FOD – Floresta Ombrófila Densa, FOM – Floresta Ombrófila Mista

A qualidade verificada para cada perfil de linha nas seções de coordenadas principais foi 1,000 (100%). É a soma dos dois valores de correlação (COR). Os valores obtidos indicam que os pontos mostrados no gráfico não foram distorcidos no processo de projeção.

Massa. Proporção de cada ponto sobre o total da tabela. Dado em porcentagem na última coluna (total) da seção perfis de colunas.

Inércia. A inércia de toda tabela é uma função da estatística qui-quadrado ( $X^2$ ). O valor tabelado da inércia é a proporção da inércia total que é definida para cada perfil.

Fator. A coordenada do perfil ao longo deste eixo. O valor do perfil de cada linha projetado sobre a linha definida por este eixo que será plotado no gráfico.

Distância. Distância ponderada de um ponto à média.

COR. Correlação entre o perfil e o eixo. É a proporção da variância em um perfil explicada por este eixo. Identifica qual eixo representa melhor o perfil.

CTR. Contribuição deste perfil para a inércia deste eixo. Proporção da variância no eixo para este perfil.

Ângulo. Ângulo entre o eixo e o perfil.

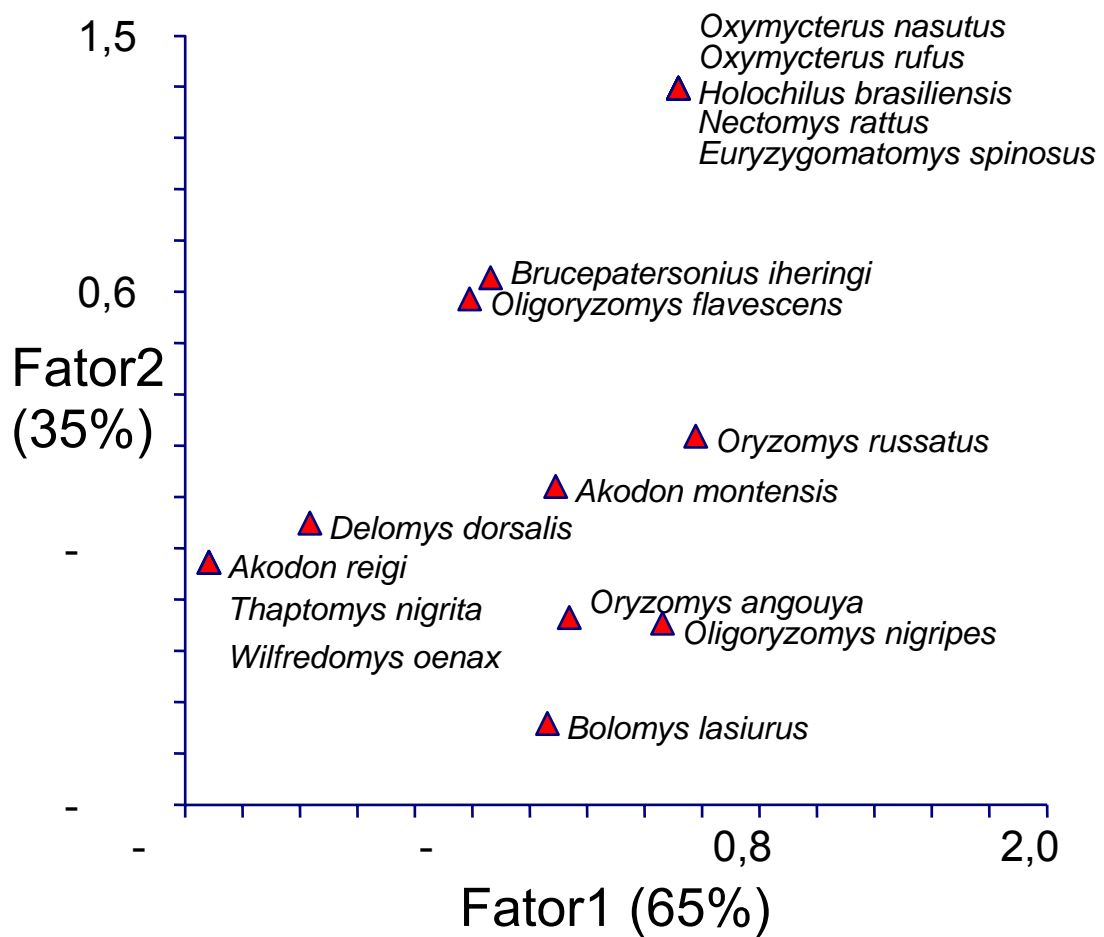


Gráfico 14. Distribuição das freqüências das espécies.

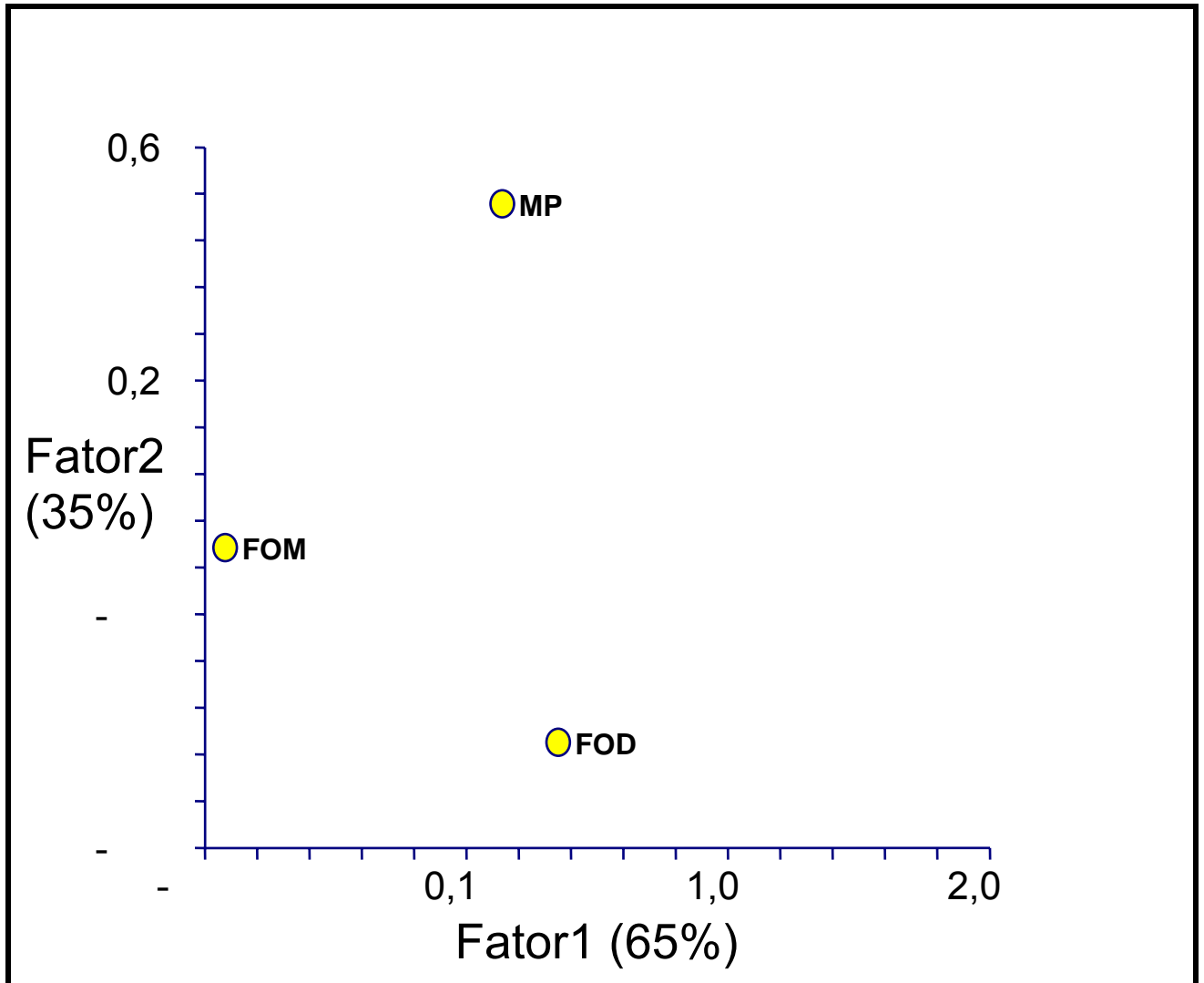


Gráfico 15. Distribuição dos pontos de amostragem. Onde MP – Mata Paludosa, FOD – Floresta Ombrófila Densa, FOM – Floresta Ombrófila Mista.

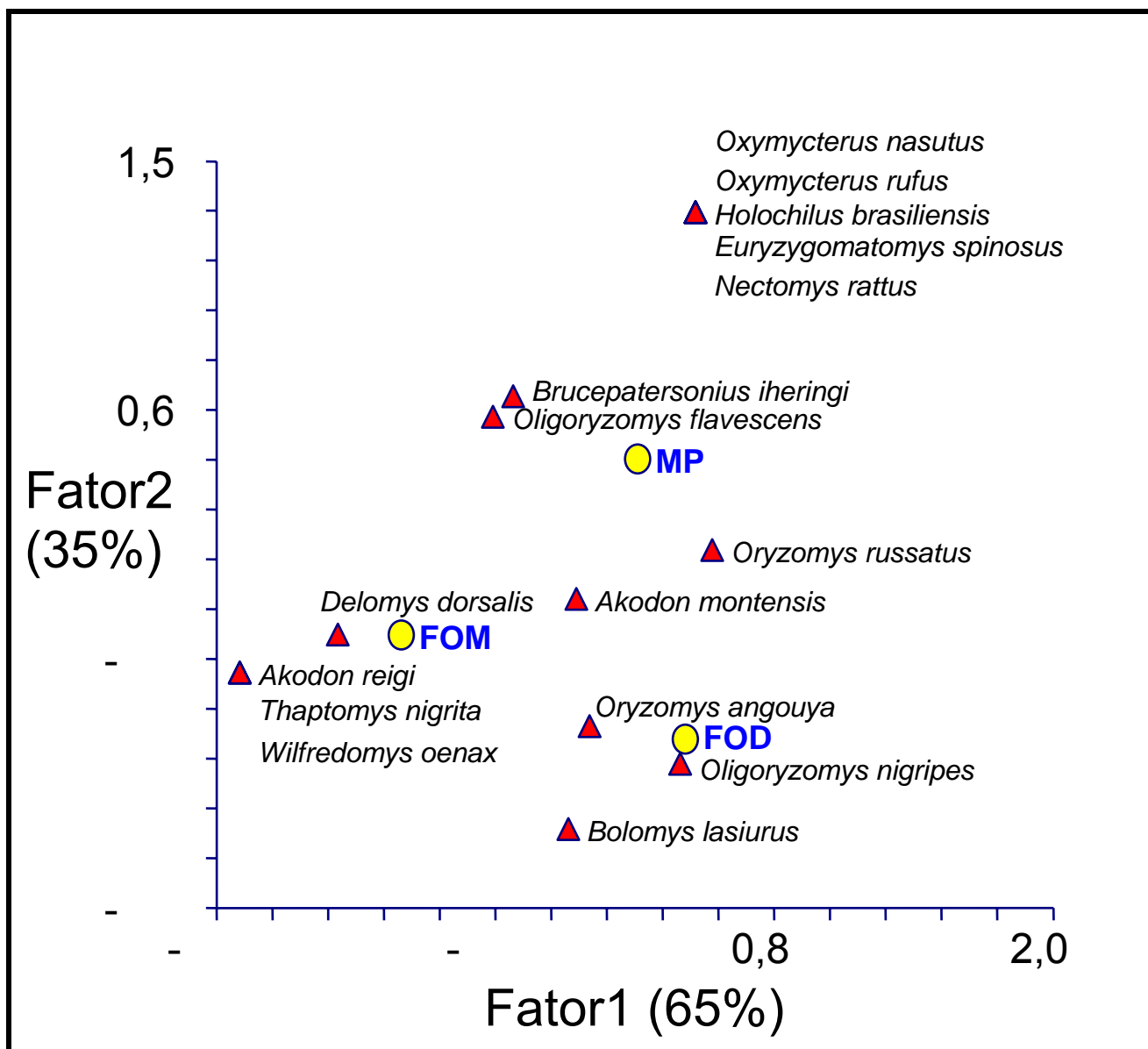


Gráfico 16. Correlação entre as espécies e os locais de amostragem. Onde MP – Mata Paludosa, FOD – Floresta Ombrófila Densa, FOM – Floresta Ombrófila Mista.

## FLUXO GÊNICO

O quadro 8 sintetiza as amostras estudadas em relação às duas espécies quanto à frequência das seqüências de mtDNA.

Quadro 8: Caracterização das amostras examinadas quanto à frequência das seqüências de mtDNA em *Oligoryzomys nigripes* e *Oryzomys russatus*.  $N_i$  = número de indivíduos analisados e  $N_h$  = número de haplótipos encontrados.

Espécies/região	$N_i$	$N_h$
<i>Oligoryzomys nigripes</i>		
Floresta Ombrófila Mista	6	4
Floresta Ombrófila Densa	7	4
Mata Paludosa	15	10
<i>Oryzomys russatus</i>		
Floresta Ombrófila Mista	0	0
Floresta Ombrófila Densa	3	3
Mata Paludosa	12	6

*Oligoryzomys nigripes* apresentou 13 haplótipos diferentes dentre 28 indivíduos amostrados. Foram encontrados quatro haplótipos na Floresta ombrófila mista, quatro na Floresta Ombrófila Densa e 10 na Mata Paludosa. Na Floresta Ombrófila Mista foram identificados os haplótipos 1, 2, 3 e 9 — na Floresta Ombrófila Densa foram identificados os haplótipos 2, 5, 9, e 11 — na Mata Paludosa foram encontrados os haplótipos 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12 e 13 (FIGURA 10). Os haplótipos 2 e 9 estão presentes em todas as formações amostradas, sendo o haplótipo 2 o de ocorrência mais freqüente.

*Oryzomys russatus*, apresentou 8 haplótipos entre 15 indivíduos analisados. Foram encontrados três haplótipos na Floresta Ombrófila Densa e seis na Mata Paludosa. Na Floresta Ombrófila Densa foram identificados os haplótipos 1, 2, e 7 — na Mata paludosa foram encontrados os haplótipos 1, 2, 3, 4, 5, e 8, (FIGURA 11). O haplótipo 2 está presente nas duas formações consideradas, sendo o de ocorrência mais freqüente entre os haplótipos obtidos.

O índice utilizado para testar o grau de diferenciação entre as populações foi  $G_{st}$  (NEI, 1973), que possui uma variação entre 0 e 1, sendo 1 o valor máximo de diferenciação populacional. Os valores observados de diferenciação genética não foram significantes ( $\chi^2 = 24.08$ ,  $p = 0.45$  para *Oligoryzomys nigripes* —  $\chi^2 = 7.21$ ,  $p = 0.40$  para *Oryzomys russatus*), corroborando com os baixos valores observados de fluxo gênico entre as populações.

Em ambas as espécies os valores observados do índice de fluxo gênico foram consideravelmente baixos —  $G_{st} = 0.002$  para *Oligoryzomys nigripes* e  $G_{st} = 0.007$  para *Oryzomys russatus*. Em contraposição ao baixo valor de diferenciação genética, o número esperado de migrantes por geração é alto, indicando que se não há diferenciação entre as populações há um alto fluxo de migrantes de uma população para outra. Os valores observados de migrantes por geração para as duas espécies foram:  $N_m = 92.8$ , para *Oligoryzomys nigripes* e  $N_m = 35.4$  para *Oryzomys russatus*, o que confirma a hipótese. Estes valores são consideravelmente altos, garantindo a não diferenciação populacional através do fluxo gênico, onde alguns indivíduos mantêm a dinâmica dos genes entre as populações. Estudos indicam que um migrante por geração é suficiente para prevenir a diferenciação subpopulacional apenas por deriva genética, se considerados alelos neutros.



Para testar a hipótese de estruturação geográfica das populações através de isolamento por distância foram construídas redes de haplótipos para cada espécie. Os haplótipos não demonstraram estruturação, ficando bem distribuídos nas redes obtidas (FIGURAS 10 E 11).

Os resultados obtidos através da utilização do marcador de uma região hipervariável do mtDNA indicam que não há estruturação geográfica das populações nem um mecanismo de isolamento por distância, levantando a hipótese de que o gradiente altitudinal não tem influência na estruturação genética das populações de *Oligoryzomys nigripes* e *Oryzomys russatus*.

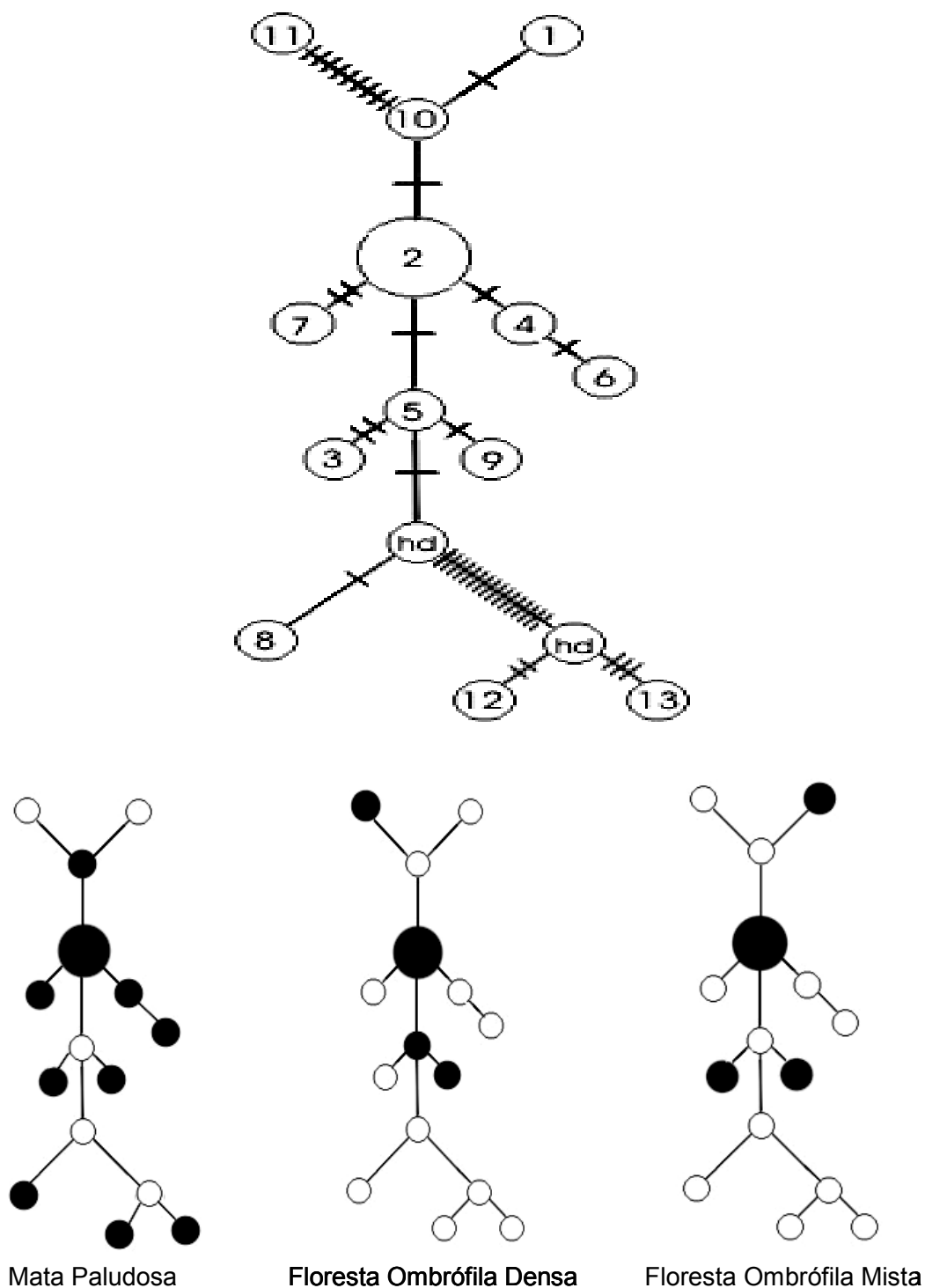
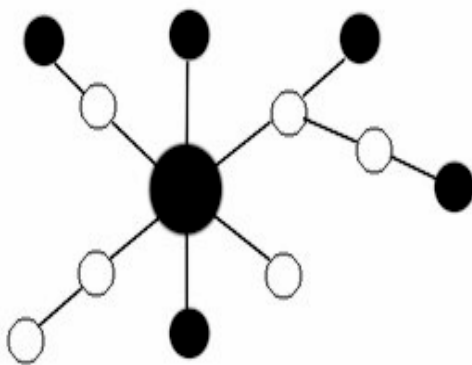
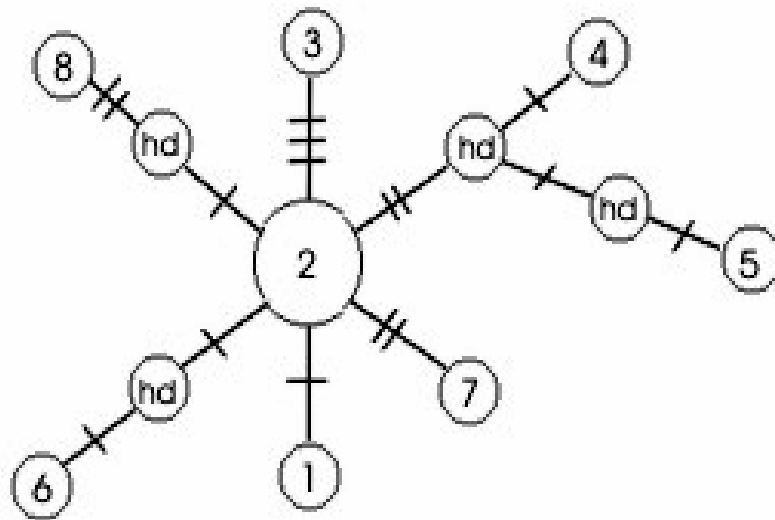
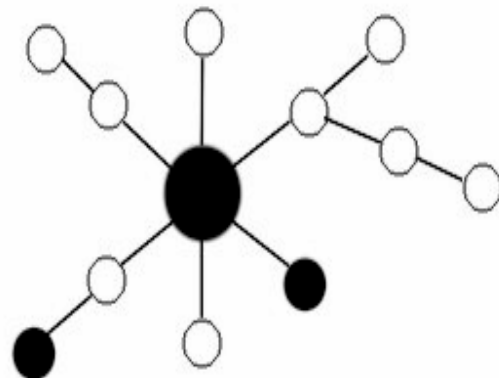


Figura 10. Rede de haplótipos encontrados entre os indivíduos de *Oligoryzomys nigripes*, cada barra transversal nas conexões entre os haplótipos representa um evento de mutação. Os círculos representam os haplótipos encontrados, o tamanho representa a frequência de ocorrência. Nas redes de localidade estão representados os haplótipos encontrados em cada uma das formações.



Mata Paludosa



Floresta Ombrófila Densa

Figura 11. Rede de haplótipos encontrados entre os indivíduos de *Oryzomys russatus*, cada barra transversal nas conexões entre os haplótipos representa um evento de mutação. Os círculos representam os haplótipos encontrados e o tamanho representa a frequência de ocorrência. Nas redes de localidade estão representados os haplótipos encontrados em cada uma das formações.

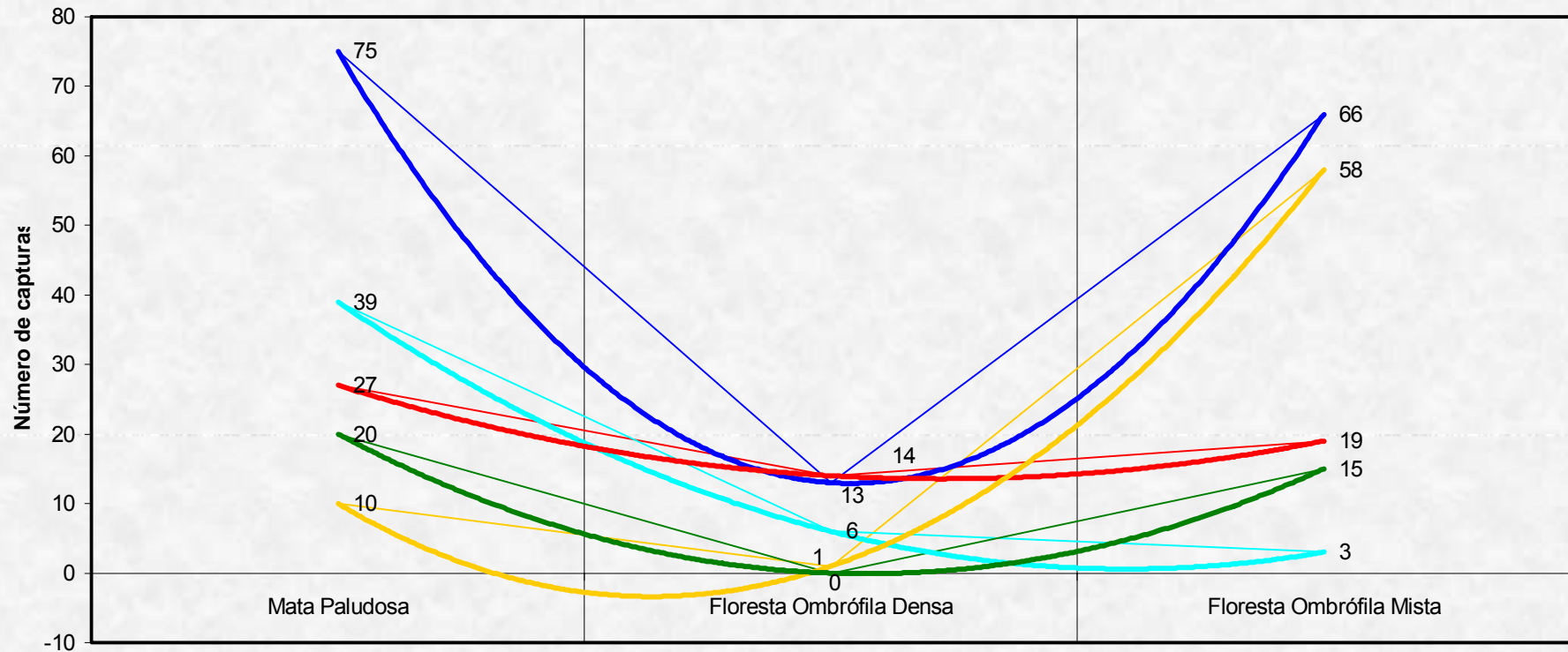
## DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES ATRAVÉS DE UM GRADIENTE AMBIENTAL

O Vale do Três Forquilhas apresenta um gradiente ambiental de altitude, onde a distribuição do número de capturas das cinco espécies de ocorrência mais freqüente, nos três pontos de captura, pode ser avaliado através da análise da tendência polinomial desta distribuição.

Os números de captura obtidos para *Akodon montensis*, *Oligoryzomys nigripes* e *Oligoryzomys flavescens* seguem o mesmo padrão, onde as curvas de tendências se apresentam na forma de “U” ao longo do gradiente. O maior número de capturas é verificado na Mata Paludosa, com declínio acentuado na Floresta Ombrófila Densa e retomada do aumento das capturas na Floresta Ombrófila Mista. Não foi registrada nenhuma captura de *O. flavescens* na Floresta Ombrófila Densa, fato que pode estar relacionado à interação com as demais espécies ocorrentes e com as características ambientais desta área, visto que *O. flavescens* apresenta características habitat generalistas.

Por outro lado, considerando-se tanto o número de capturas quanto a freqüência relativa, *Delomys dorsalis* seleciona preferencialmente a Floresta Ombrófila Mista, declina na Floresta Ombrófila Densa e apresenta um aumento na Mata Paludosa para aproximadamente 17% do número de capturas registrados na Floresta ombrófila mista. De forma inversa, *Oryzomys russatus* seleciona preferencialmente a Mata Paludosa com as capturas declinando ao longo do gradiente. A tendência na diminuição das capturas pode estar associada ao fato destas espécies apresentarem forte associação com as formações em que ocorrem com maior abundância (GRÁFICO 17).

Gráfico 17. Tendência de captura absoluta das espécies mais representativas nos três pontos de coleta



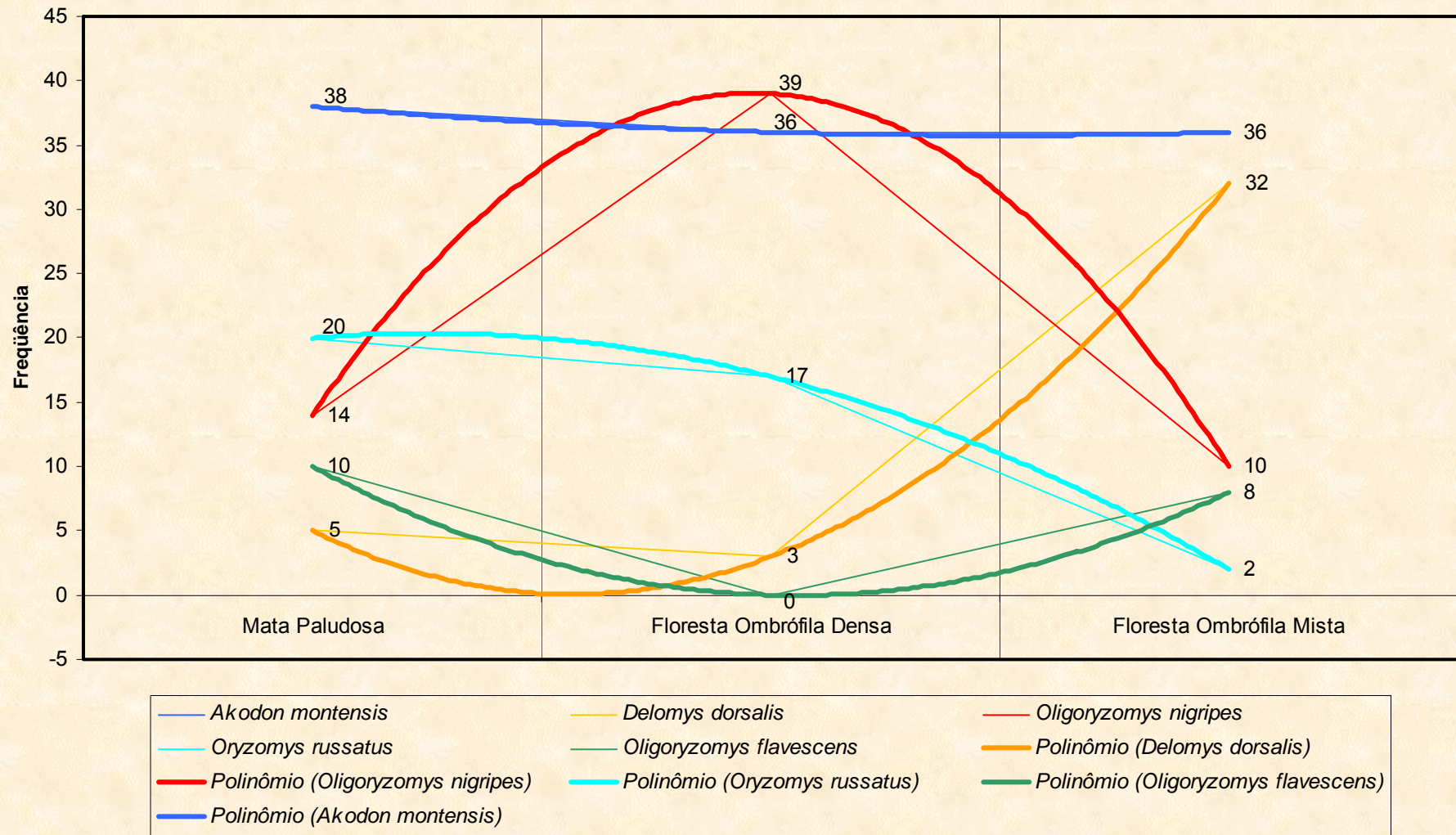
- *Akodon montensis*
- *Oryzomys russatus*
- *Polinômio (Oryzomys russatus)*
- *Polinômio (Oligoryzomys flavescens)*
- *Delomys dorsalis*
- *Oligoryzomys flavescens*
- *Oligoryzomys nigripes*
- *Polinômio (Oligoryzomys nigripes)*
- *Polinômio (Delomys dorsalis)*

A análise da frequência de captura das espécies mais representativas nos três pontos de coleta fornece uma interpretação distinta para *Akodon montensis* e *Oligoryzomys nigripes* nos padrões de tendência do que quando considerado apenas o número de capturas.

Enquanto *Delomys dorsalis*, *Oligoryzomys flavescens* e *Oryzomys russatus* apresentaram tendências similares entre o número e a frequência de captura, a expectativa na frequência de captura de *Akodon montensis* foi praticamente a mesma nos três pontos de coleta, diferindo do padrão observado quando considerado o número absoluto de capturas. Deste modo, mesmo apresentando os maiores números de capturas na Mata Paludosa e na Floresta Ombrófila Mista, é esperada uma frequência de captura de *A. montensis* regular em todo gradiente.

Um padrão distinto foi verificado para *Oligoryzomys nigripes*, que apresentou uma inversão nas curvas de tendência de captura e frequência, na Floresta Ombrófila Densa foi registrado o menor número de capturas desta espécie, no entanto *O. nigripes* é a espécie que ocorre com maior frequência neste local (GRÁFICO 18).

Gráfico 18. Frequência de captura das espécies mais representativas nos três pontos de coleta



A distribuição preferencial das espécies de roedores silvestres em um gradiente altitudinal parece clara, por outro lado, a distribuição destas espécies nas formações vegetais distintas apresenta parâmetros controversos — as análises de correspondência entre as áreas apresentaram forte dissimilaridade quando relacionadas à ocorrência e abundância das espécies de roedores amostradas. Porém, algumas espécies como *Delomys dorsalis*, *Oligoryzomys nigripes* e *Oryzomys russatus*, aparentemente, selecionam de forma positiva um determinado tipo de formação vegetal, com a frequência de capturas declinando ao longo do gradiente.

Os resultados obtidos para *Oligoryzomys nigripes* e *Oryzomys russatus* através da utilização do marcador molecular de uma região hipervariável do mtDNA, indicam uma distribuição que, se em gradiente, não apresenta relação com a altitude ou formação vegetal. A análise destes resultados indica que não há estruturação geográfica das populações destas espécies, nem um mecanismo de isolamento por distância, confirmando a hipótese de que, para as espécies que ocorrem ao longo do gradiente, a diferenciação altitudinal ou de formação vegetal não tem influência na estruturação genética das populações.

Os padrões de abundância para as diferentes espécies, em cada local de captura, devem estar associados a fatores ecológicos independentes do isolamento por distância, formação vegetal e variação altitudinal.



## VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos corroboram o padrão descrito para comunidades abertas onde poucas espécies são abundantes, espécies dominantes, e muitas são raras.

A Mata Paludosa com 113 ha. apresenta diversos microambientes tendo apresentado a maior diversidade e abundância de roedores.

Cinco espécies apresentaram ocorrência restrita a Mata Paludosa (*Nectomys rattus*, *Holochilus brasiliensis*, *Oxymycterus nasutus*, *Euryzygomatomys spinosus* e *O. rufus*) e três espécies foram encontradas apenas na Floresta Ombrófila Mista (*Wilfredomys oenax*, *Akodon reigi* e *Thaptomys nigrita*).

Foi verificado um padrão de sazonalidade discreto para duas espécies: *Akodon montensis* nos períodos de inverno nos três pontos de amostragem e *Oligoryzomys nigripes* também nos períodos de inverno, porém apenas na Floresta Ombrófila Densa.

Os ciclos populacionais das espécies mais representativas em cada ponto foram de aproximadamente quatro anos. Os ciclos populacionais de *Oligoryzomys nigripes* acompanham os ciclos de *Akodon montensis*, via de regra com valores de captura inferiores. *Delomys dorsalis*, na Floresta Ombrófila Mista apresentou ciclo populacional mais longo com um período que indica flutuação e *Oryzomys russatus* e *Oligoryzomys flavescens* apresentaram ciclos populacionais com períodos de inatividade maiores.

As capturas de *Delomys dorsalis* e *Euryzygomatomys spinosus* na Mata Paludosa e *Brucepatersonius iheringi* na Floresta Ombrófila Mista caracterizam ampliação dos registros de ocorrência.

A Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Ombrófila Mista apresentam maior correlação, tanto através de análise de Grupamento Hierárquico (capturas) como através de Análise de Correspondência Simples (frequência).

A frequência de captura de *Akodon montensis* foi regular em todo gradiente, enquanto *Delomys dorsalis*, *Oligoryzomys nigripes* e *Oryzomys russatus*, aparentemente, selecionam de forma positiva um determinado tipo de formação vegetal. Sendo importante ressaltar que *D. dorsalis* e *O. russatus* apresentam um padrão de distribuição em gradiente.

A utilização do marcador de uma região hipervariável do DNA mitocondrial (mtDNA) indica que não há estruturação geográfica das populações nem um mecanismo de isolamento por distância, levantando a hipótese de que o gradiente altitudinal e a variação fisionômica da vegetação não tem influência na estruturação genética das populações de *Oligoryzomys nigripes* e *Oryzomys russatus*.

Os resultados obtidos para *Oligoryzomys nigripes* e *Oryzomys russatus* através da análise do DNA mitocondrial — mtDNA — indicam uma distribuição que, se em gradiente, não apresenta relação com a altitude ou formação vegetal.

Os padrões de abundância para as diferentes espécies, em cada local de captura, devem estar associados a fatores ecológicos independentes do isolamento por distância, formação vegetal e variação altitudinal.

## VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARIONI JÚNIOR, W. 1995. *Análise de correspondência na identificação dos fatores de risco associados à diarreia e à performance de leitões na fase de lactação*. 97 f. Tese (Mestrado em Estatística e Experimentação Agrônômica) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- BENZÉCRI, J.-P. 1992. *Correspondence analysis handbook*. New York: Marcel Decker, 665 p. (Statistics: Textbooks and Monographs, 125).
- BIRKY, C.W. JR, MATUYAMA, T., FUERST, P. 1983. An approach to population and evolutionary genetic theory for genes in mitochondria and chloroplast, and some results. *Genetics*, 103, 513-527.
- BROWN, S.; LUGO, A. E. 1990. Tropical secondary forests. *Journal of Tropical Ecology*. v. 6, p. 1-32.
- BURGMAN M. A, FERSON, F, AKÇAKAYA, H. R. 1993. *Risk Assessment in Conservation Biology*. Chapman & Hall, New York.
- BURKEY, T. V. 1989. Extinction in nature reserves: the effect of fragmentation and the importance of migration between reserves fragments. *Oikos* v. 55, p. 75-81.
- CARLETON, M. D. 1984. *Introduction to rodents*. In Anderson and Jones (1984), p. 255-265.
- CARVALHO, J. P., VIEIRA, S. R., MORAN, R. P. 2001. Como avaliar similaridade entre mapas de produtividade. *Relatório Técnico 10 – EMBRAPA*, Campinas, SP.
- CHRISTENSEN, N. L. 1989. Landscape history and ecological change. *Journal of Forests History* v. 33, n. 3, p. 116-124.
- Complementação ao EIA/RIMA da Rota-do-Sol - Diagnóstico da biota da área de influência da estrada RS 486 - Rota-do-Sol, no trecho Tainhas - Terra de Areia. 1996. *Prognóstico, Mitigação e Monitoramento*. Har Engenharia e Meio Ambiente Ltda/BIOLAW Consultoria Ambiental Ltda.
- DALLAS, J. F.; BACON, P. J.; CARSS, D. N.; CONROY, J. W. H.; GREEN, R.; JEFFERIES, D. J.; KRUUK, H.; MARSHALL, F.; PIERTNEY, S. B.; RACEY P. A. 1999. Genetic diversity in the Eurasian otter, *Lutra lutra*, in Scotland. Evidence from microsatellite polymorphism. *Biological Journal of the Linnean Society*. 68: (1-2) 73-86.
- DELANY, M. J. 1974. *The Ecology of Small Mammals*. The Camelot Press Ltd, Southampton. p. 61.
- DIAMOND, J. M. 1976. Island Biogeography and Conservation: Strategy and Limitations. *Science*, vol. 193. 1027-1029.

- EXCOFFIER, L., SMOUSE, P. E., QUATTRO, J. M. 1992. Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: application to human mitochondrial DNA restriction data. *Genetics*, 131, 479-491.
- FIBGE. 1986. *Folhas SH 22 Porto Alegre e parte das folhas SH 21 e SI 22 Lagoa Mirim: Levantamento de Recursos Naturais. Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra*. Rio de Janeiro, V. 33. 776 pg.
- FONSECA, G. A. B., G. HERMMANN, Y. L. R. LEITE, R. A. MITTERMEIER, A. B. RYLANDS., J. L. PATTON, 1996. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil. *Occasional Papers in Conservation Biology*, 4: 01-38.
- GREENACRE, M. J. 1984. *Theory and applications of correspondence analysis*. London: Academic Press, 364 p.
- GREENACRE, M. J.; HASTIE, T. 1987. The geometric interpretation of correspondence analysis. *Journal of the American Statistical Association*, v. 82, n. 398, p. 437-447.
- GREENWOOD, P. J. 1980. Mating systems, philopatry, and dispersal in birds and mammals. *Animal Behaviour*, 28, 1140-1162.
- HANSKI, I. E GILPIN, M. 1991. Metapopulations dynamics: brief history and conceptual domain. *Biological Journal of the Linnean Society*, 42, 3-16.
- HARTENBERGER, J.L. 1985. The order Rodentia: major questions in their evolutionary origin, relationships and suprafamilial systematics. In: Luckett, W.P. & Hartenberger, J.L (eds.). *Evolutionary relationships among rodents: a multidisciplinary analysis*. Plenum Press: New York, p.1-33.
- HUDSON, R. R., SLATKIN, M., MADDISON, W. P. 1992. Estimation of levels of gene flow from DNA sequence data. *Genetics*, 132, 583-589.
- KRUESS, W.; TSCHARNTKE, S. 1994. Habitat Fragmentation, Species Loss and Biological Control. *Science*, v. 264, p. 1581-1584.
- LAURANCE, W. F. 1991. Edge effects in tropical forest fragments: applications of a model for the design of nature reserves. *Biological Conservation* v. 57, p. 205-219.
- LAURANCE, W. F. 1998. A crisis in the making: responses of Amazonian forests to land use and climate change. *Trends in Ecology and Evolution* 13, 411-415.
- LAURANCE, W. F. 1999a. Gaia's lungs: are the rainforests inhaling earth's excess carbon dioxide? *Natural History* 108, 96.
- LAURANCE, W. F. 1999b. Reflections on the tropical deforestation crisis. *Biological Conservation* 91, 109-117.
- LAURANCE, W. F. 1999c. Introduction and synthesis. *Biological Conservation* 91, 101-107.

- LAURANCE, W. F., YENSEN, E. 1991. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. *Biological Conservation* v. 55, p. 77-92.
- MACARTHUR, R. H. E; WILSON, E. O. 1967. *The theory of Island Biogeography*. Princeton: Princeton Univ. Press.
- MARINHO, J. R., CORDEIRO, J. L. P., OLIVEIRA, L. F. B. 1993. Relação da fauna de pequenos roedores com as zonas de vegetação da Reserva Biológica do Lami, Porto Alegre, RS. *Anais da 45<sup>o</sup> Reunião Anual da SBPC*, Recife, PE.
- MATLACK, G. R. 1994. Vegetation dynamics of forest edge - trends in space and successional time. *Journal of Ecology* v. 82, p. 113-123.
- McCARTHY. 1998. <http://www.seqwright.com/chromas/Page.html>
- MYERS, N. 1984. *The Primary Source: Tropical Forest and Our Future*. W.W. Norton, New York.
- NEPSTAD, D. C., MOREIRA, A., VERISSIMO, A., LEFEBVRE, P., SCHLESINGER, P., POTTER, C., NOBRE, C., SETZER, A., KRUG, T., BARROS, A., ALENCAR, A., PEREIRA, J. 1998. Forest fire prediction and prevention in the Brazilian Amazon. *Conservation Biology* 12, 951-955.
- NICHOLAS K.B., NICHOLAS, H.B.J. 1997. GeneDoc: a tool for editing and annotating multiples sequences alignment. Distributed by author ([www.psc.edu/biomed/genedoc](http://www.psc.edu/biomed/genedoc)).
- NOWAK, R.M. *Walkers Mammals of the World*. 5th ed. Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press, 1991. 1629p.
- PATTON J. L., SMITH MF. 1993. Molecular evidence for mating asymmetry and female choice in a pocket gopher (*thomomys*) hybrid zone. *MOL ECOL* 2 (1): 3-8 FEB 1993
- PATTON, J. L., DA SILVA, M. N. F., MALCOM, J. R. 1996. Hierarchical genetic structure and gene flow in three sympatric species of Amazonian rodents. *Molecular Ecology*, 5, 229-238.
- RICKLEFS, R. E. 2001. *A economia da natureza*. W.H. FREEMAN AND COMPANY, New York, 503pp.
- RIDLEY, M. 1996. *Evolution*. Blackwell Science, 719pp.
- ROHLF F. J. 1994. *NTSYS-pc, Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System, version 1.80*. Exeter Software, Setauket, NY.
- ROZAS, ROZAS 1999, <http://www.ub.es/dnasp/>
- SACCHERI, I.; KUUSSAARI, M.; KANKARE, M.; VIKMAN, P.; FORTELIUS, W.; HANSKI, I. 1998. Inbreeding and extinction in a butterfly metapopulation. *NATURE* 392: (6675) 491-494.

- SAZIMA, I. 1992. Natural history of the jararaca pitviper, *Bothrops jararaca*, in southeastern Brazil. In: CAMPBELL, J.A. & BRODIE, E.D. (eds.). *Biology of Pitvipers*. Selva, Tyler, pp. 199-216.
- SIMBERLOFF, D. S.; ABELE, L. G. 1976. Island biogeography and conservation: strategy and limitations. *Science*, v. 193, p. 1027-1032.
- SLATKIN, M. 1985. Gene flow in natural population. *Annual Reviews of Ecological System*. 16, 393-430.
- \_\_\_\_\_. 1987. Gene flow and geographic structure of natural populations. *Science*, 236, 787-792.
- \_\_\_\_\_. 1993. Isolation by distance in equilibrium and non-equilibrium populations. *Evolution*, 47, 264-279.
- \_\_\_\_\_. 1994a. Gene flow and population structure. In: *Ecological Genetics* (ed. Real LA). Princeton University Press, Princeton, NJ.
- \_\_\_\_\_. 1994b. Cladistic analysis of DNA sequence data from subdivided populations. In: *Ecological Genetics* (ed. Real LA). Princeton University Press, Princeton, NJ.
- SLATKIN, M., MADDISON, W. P. 1990. Detecting isolation by distance using phylogenies of genes. *Genetics*, 126, 249-260.
- TERBORGH, J. 1976. Island Biogeography and Conservation: Strategy and Limitations. *Science*, vol. 193. 1029-1030.
- TERBORGH, J. 1992. Maintenance of diversity in tropical forests. *Biotropica* v. 24, n. 2b, p. 283-292.
- THOMPSON, J.D.; HIGGINS, D.G., GIBSON, T.J. 1994. ClustaW: Improving the sensivity of progressive multiple sequence weighting, positions-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nuclear Acids Ressearch*, 22: 4673-4680.
- THOMPSON, J.D.; HIGGINS, D.G., GIBSON, T.J., 2001. **ClustalX**. [ftp:// ftp-igbmc.u-strasbg.fr/ pub/ clustalx](ftp://ftp-igbmc.u-strasbg.fr/pub/clustalx).
- TURNER, M. G., GARDNER, R. H., DALE, V. H.; O'NEILL, R. V. 1989. Predicting the spread of disturbance across heterogeneous landscapes. *Oikos* v. 55, n. 1, p. 121-129.
- VAUGHAN, T.A. 1978. *Mamiferos*. Interamericana. 587 p.
- WHITCOMB, R. F.; LYNCH, J. F.; OPLER, P. A.; ROBBINS, C. S. 1976. Island Biogeography and Conservation: Strategy and Limitations. *Science*, vol. 193. 1030-1032.
- WIENS, J. A., CRAWFORD, C. S., GOSZ, J. R. 1985. Boundary dynamics: a conceptual framework for studying landscape ecosystems. *Oikos* v. 45, n. 3, p. 421-427.

- WILCOVE, D. S., MCLELLAN, C. H., DOBSON, A. P. 1986. *Habitat fragmentation in the temperate zone*. In: Conservation Biology: The science of scarcity and diversity, ed. by M. E. Soulé, 237-56, Sinauer Associates: Sunderland, MA.
- WILCOX, B. A.; MURPHY, D. D. 1985. Conservation strategy: the effects of fragmentation on extinction. *The American Naturalist* v. 125, p. 879-887.
- WILSON, D. E., D. A. REEDER. 1993. Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference. 2<sup>a</sup> Edição. *Smithsonian Institution Press*. Washington, D.C.
- WILSON, E. O. (Ed.). 1988. *Biodiversity. National Academy of Sciences*. Washington, DC.
- WOOD, A. E. 1985 The relationships, origin and dispersal of the Histicognathous rodents. In: Lockett, W.P. & Hartenberger, J.L (eds.). *Evolutionary relationships among rodents: a multidisciplinary analysis*. Plenum Press: New York, p.1-33.
- Workshop sobre áreas prioritárias para a conservação da Mata Atlântica e Campos Sulinos, 2001.