

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE ANIMAL**

**RELAÇÕES BIOGEOGRÁFICAS DE MAMÍFEROS NA
REGIÃO CENTRAL DA AMÉRICA DO SUL**

DISSERTAÇÃO

Cassiano Roman

Santa Maria, RS, Brasil

2009

**RELAÇÕES BIOGEOGRÁFICAS DE MAMÍFEROS NA
REGIÃO CENTRAL DA AMÉRICA DO SUL**

por

Cassiano Roman

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, da Universidade Federal de Santa
Maria, como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciências Biológicas.
Área: Biodiversidade Animal.

Orientador: Nilton Carlos Cáceres

**Santa Maria, RS, Brasil
2009**

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal**

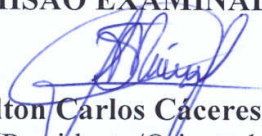
A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**RELAÇÕES BIOGEOGRÁFICAS DE MAMÍFEROS NA REGIÃO
CENTRAL DA AMÉRICA DO SUL**

elaborada por
Cassiano Roman

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Biodiversidade Animal

COMISSÃO EXAMINADORA:


Nilton Carlos Cáceres, Dr.
(Presidente/Orientador)


Maurício Eduardo Graipel, Dr. (UFSC)


Silvio Shigueo Nihei, Dr. (USP)

Santa Maria, 27 de fevereiro de 2009.

AGRADECIMENTOS

Várias pessoas contribuíram para que eu chegasse à conclusão da Dissertação, cada uma com sua importância e que eu não poderia deixar de dizer o meu Muito Obrigado.

Agradeço aos meus pais, Aldir e Lúcia, que sempre se preocuparam com a minha formação e educação, me acompanhando de perto e incentivando sempre para que eu alcançasse meus objetivos, independentes de quais fossem. Agradeço pela confiança que depositaram em mim e pela liberdade que me ofertaram, assim pude crescer e descobrir o mundo sem medo, porém com responsabilidade. Obrigado meus pais.

Ao meu irmão Claiton e minha irmã Cassiela. Claiton, você me ensinou a crescer, a vencer barreiras e não ter medo de arriscar e nem de ser feliz. Cassiela, você me ajudou em momentos difíceis, sem sua ajuda teria sido ainda mais complicada essa fase. Obrigado meus irmãos.

Ao Alexandre Diniz Filho e Alexandre Percequillo, revisores do projeto pelas modificações e sugestões de análises que eu deveria proceder no decorrer da pesquisa.

Ao Gustavo Gracioli pela atenção dedicada e dicas.

Aos membros da Banca Examinadora que se dispuseram a ler, corrigir, viajar e discutir teorias no dia da Defesa, Maurício Graipel e Silvio Nihei. Vocês me ajudaram a valorizar mais o meu estudo, com valiosas idéias. Muito obrigado.

Aos parceiros do mestrado. Marcelo, sem você teria sido impossível, isso mesmo, impossível entender certos manuais, programas e artigos, sem falar no apoio nos longos dias de conversas e discussões que tivemos a respeito das análises e teorias envolvidas nas nossas dissertações. Obrigado, também, por escutar minhas lamentações.

Jeferson, obrigado pelos convites de “caçar e pescar lagartos” seja no Alegrete ou em Santo Antônio, todos aqueles dias que passamos no campo me ajudaram a esquecer um pouco da rotina do laboratório e descontraír a mente. Franchesco, pelas gagueiras que me fizeram rir muitas e muitas vezes. Damaris, pelas dúvidas que você esclareceu pelo MSN e boas risadas.

Ao “Seu Paulinho”, o cara que não é gremista, é do outro time (mais fraco) aqui do Rio Grande (claro que não vou escrever o nome do time aqui, na minha própria dissertação!), esse sim tenho que agradecer muitas vezes. Sempre dava um jeito em tudo, evitou que eu fosse desligado do Programa quando eu estava fazendo coletas a campo lá no meio do Mato Grosso do Sul e o período de matrículas tinha passado; atestados, certificados, telefonemas, e-mails, dúvidas, tudo sempre respondido e enviado por este secretário que faz o PPG

Biodiversidade Animal funcionar de uma forma exemplar. Tenho que falar ainda do futsal de toda a semana, onde a descontração sempre tomava conta, as vezes com umas trombadas mais fortes, mas a amizade sempre ficou em primeiro lugar. Não posso esquecer os incontáveis chimarrões que tomamos juntos e das conversas de apoio e de experiência de vida que você me passou. Muito obrigado Paulinho.

A turma do futsal semanal: Franchesco, Gabriel Wallau, Felipe , Opilião (vulgo Rodrigo), Jeferson, Diego (esse me levava junto pros lagartos também), Bruno, Galgo (vulgo Fabiano), Beto.

A Dona Nininha que me acolheu em sua casa nas minhas passagens pelo Mato Grosso do Sul, lá em Amambaí. Assim como a Jana lá em Campo Grande, a ela também agradeço pela amizade, risadas, conversas, trocas de experiências nesse tempo que nos conhecemos.

Obrigado Professoras Ana Beatriz e Sônia (Teresinha) Zanini Cechin pelas conversas que sempre tivemos desde a graduação e pelos eventos que organizamos juntos (Semana Acadêmica e Simpósio).

Ao Nilton, desde que chegou aqui em Santa Maria me acolheu no laboratório. Devo a você aquilo que aprendi em campo, pegadas, armadilhas, identificação de mamíferos. Obrigado pelas conversas que me fizeram entender um pouco mais como funciona a pesquisa na nossa área.

Agradeço a Fabrine que me acompanhou em todos os momentos dessa minha formação, contribuindo muito para que eu chegasse até o término do mestrado. Meu muito obrigado especial a você.

Muito obrigado a todos que fizeram parte dessa caminhada até a finalização dessa etapa da minha vida. Espero que continuem participando das novas etapas que ainda estão por vir, todos vocês são muito importantes para meu crescimento e felicidade.

RESUMO

Dissertação

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal
Universidade Federal de Santa Maria

RELAÇÕES BIOGEOGRÁFICAS DE MAMÍFEROS NA REGIÃO CENTRAL DA AMÉRICA DO SUL

AUTOR: CASSIANO ROMAN

ORIENTADOR: NILTON CARLOS CÁCERES

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 27 de fevereiro de 2009.

Com o objetivo de esclarecer lacunas existentes nos estudos de distribuição geográfica de mamíferos da América do Sul, variáveis climáticas e fisiográficas foram utilizadas para verificar se possuem relação com a riqueza de mamíferos não voadores da região; analisou-se “*a priori*” o relacionamento entre a fauna de mamíferos não voadores através do estabelecimento de ecorregiões e analisou-se “*a posteriori*” o relacionamento entre a fauna de mamíferos através do estabelecimento de quadrículas (110x110 km), visando confirmar, ou não, as ecorregiões anteriormente estabelecidas. A coleta de dados foi realizada de três maneiras: dados de museus, revisão bibliográfica e coletas a campo, nas quais apenas os mamíferos não voadores foram catalogados. Com base nos registros originais, os pontos de ocorrência de cada espécie foram mapeados com resolução espacial de uma célula de 1° de latitude por 1° de longitude ($\approx 110 \text{ km} \times 110 \text{ km}$), usando como base uma grade com 90 quadrículas. Análises de agrupamento e de parcimônia de endemismos (PAE) foram utilizadas para verificar o relacionamento entre ecorregiões e quadrículas. No total, foram catalogados mais de 1500 registros válidos da mastofauna na região estudada, divididos em nove ordens, 26 famílias, 86 gêneros e 139 espécies de mamíferos. Sete ecorregiões foram estabelecidas previamente resultando na formação de quatro grupos. Para a classificação agrupando ecorregiões, houve a formação de dois grandes grupos, o grupo Leste e o grupo Oeste, mas para a classificação agrupando quadrículas houve a formação de outros dois grandes grupos, o grupo Norte e o grupo Sul. A distribuição da riqueza de mamíferos na região central da América do Sul está sob a influência de diversas variáveis e a distribuição geográfica das espécies está correlacionada mais fortemente com algumas variáveis do que outras. As variáveis ambientais que mais mostraram influência no padrão de distribuição das espécies de mamíferos foram aquelas relacionadas à temperatura e à topografia.

Palavras-chave: América do Sul, Ecorregiões, Mamíferos, PAE.

ABSTRACT

Master Dissertation
Post-Graduation in Animal Biodiversity
Universidade Federal de Santa Maria

BIOGEOGRAPHICAL RELATIONSHIPS OF MAMMALS IN THE CENTRAL REGION OF SOUTH AMERICA

AUTHOR: CASSIANO ROMAN
ADVISER: NILTON CARLOS CÁCERES

The objective of this study was to analyze the influence of climatic and physiographic variables in the geographic distribution of non-flying mammals in a central region of South America. To examine the relationships among areas and endemism of mammals, a priori analysis considering ecoregions and a posteriori analysis based on relationships of 110x110-km squares were performed. Data from non-flying mammals were collected from museums, literature and field observations were considered. Based on that, the occurrence of each species was determined in a grid containing 90 cells, where each square had 1° of latitude and 1° of longitude (110 km x 110 km). Cluster analysis and parsimony analysis of endemism (PAE) were used to examine the relationships between ecoregions and squares. More than 1500 records were considered and classified in nine orders, 26 families, 86 genus and 139 species of non-flying mammals. Cluster analysis demonstrated four distinguished groups. Classifications based on ecoregions resulted in two main groups of ecoregions, the Eastern and the Western group. Classifications based on cells resulted in the formation of two main groups of ecoregions, the Northern and Southern groups. The richness of mammal species in a central region of South America is under influence of several variables and the geographical distribution of these species was related more with some variables than others. Temperature and topography were the environmental variables that most influenced the mammal species distribution patterns.

Key - Words: South America, Ecoregions, Mammals, PAE.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	08
2 METODOLOGIA	11
2.1 Área de estudo	11
2.2 Registro de dados.....	13
2.3 Estimativas de distribuição geográfica.....	15
2.4 Análises estatísticas	17
2.5 Classificações “ <i>a priori</i> ”	17
2.6 Classificações “ <i>a posteriori</i> ”	18
2.7 Variáveis ambientais.....	19
3 RESULTADOS	21
3.1 Classificações “ <i>a priori</i> ”.....	28
3.2 Classificação “ <i>a posteriori</i> ”.....	30
3.3 Análise espacial da riqueza de espécies.....	33
3.4 Riqueza de espécies por ecorregião.....	36
4 DISCUSSÃO	41
4.1 Relações Faunísticas.....	41
4.2 Relações entre riqueza e ambiente.....	46
5 CONCLUSÃO	49
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1 INTRODUÇÃO

A busca por padrões de riqueza de espécies tem procurado compreender os aspectos ecológico-evolutivos da biodiversidade. Muitas hipóteses foram elaboradas nos últimos 200 anos (ROHDE, 1992), porém, mesmo com os dados de diversidade conhecidos atualmente, seus resultados podem ser falhos, devido à falta de conhecimento acurado da biodiversidade em algumas regiões, tanto em relação à sua ecologia quanto à falta de descrição das espécies (WHITTAKER et al., 2005). Uma maneira de entender melhor a distribuição de espécies em grandes extensões territoriais é através da biogeografia (CRISCI et al., 2003).

Biogeografia é a disciplina que estuda as distribuições dos organismos (FOSBERG, 1976; MORRONE e CRISCI, 1995; CRISCI, 2001). Ela pode ser subdividida em 2 campos principais: biogeografia ecológica e biogeografia histórica. A primeira está focada em processos ecológicos, operando-se em escalas pequenas de tempo e espaço, enquanto a última lida com processos evolutivos, ocorrendo ao longo de milhões de anos, com um enfoque investigativo de padrões distribucionais e em larga escala espacial (NELSEN e PLATNICK, 1981; MORRONE e CRISCI, 1995; BROWN e LOMOLINO, 1998; CRISCI et al., 2003). Apesar do reconhecimento de que ambos os campos são importantes para o entendimento das distribuições de organismos, e de que, na verdade, não existe uma delimitação clara entre as duas abordagens, é ainda incomum a integração entre os dois campos em análises biogeográficas (SMITH, 1989; MORRONE e CRISCI, 1995). Na tentativa de se compreender melhor os processos biogeográficos esses dois enfoques devem se interagir (WIENS e DONOGHUE, 2004).

O estudo de padrões espaciais globais de diversidade é complexo. Um dos pontos principais é que não há possibilidade de qualquer inferência através de técnicas experimentais ou por controle de variáveis, já que (i) a extensão espacial não comporta tais procedimentos e (ii) o número de variáveis ambientais a serem controladas é praticamente infinito (RANGEL, 2006).

Na década de 90, devido aos avanços tecnológicos que possibilitaram a manipulação de dados biológicos distribuídos no espaço, deu-se início a pesquisas em que a extensão da área e a resolução espacial empregada se tornaram detalhes de menor importância, ou até mesmo o próprio foco do estudo (RAHBK e GRAVES, 2001).

A diversidade biológica não está distribuída uniformemente sobre o planeta e esta distribuição não é ao acaso. Existem áreas que possuem diversidade de espécies maior do que outras. Este padrão de distribuição de espécies é fortemente influenciado por caracteres históricos e ecológicos e deve ser visualizado dentro do processo evolutivo de toda a biota. Os diferentes processos que podem dar origem a esses padrões devem também ser avaliados, para que se compreenda a formação desses padrões de endemismos (CROIZAT, 1976)

Um dos continentes do mundo que apresenta grande biodiversidade e vangloria-se de possuir a maior floresta úmida do planeta e do maior rio é a América do Sul, que conta com aproximadamente 12% da superfície do planeta. Grandes rios como o Amazonas e Orinoco influenciam a distribuição de mamíferos ao norte, mas não exercem a mesma influência ao sul. A maior exceção é o Rio Paraguai, o qual demarca duas distintas regiões zoogeográficas no Paraguai (MYERS, 1982).

Nessa mesma região, nas planícies chaquenas, é onde se encontram duas diagonais fundamentais para a compreensão de diversos fatos da biogeografia sul-americana, a diagonal arreica e a diagonal de áreas abertas. A primeira se estende de modo irregular desde a Patagônica até o deserto costeiro do Chile e do Peru, passando pelos Andes, entre os paralelos 3° e 30° de latitude sul. Já a diagonal de áreas abertas se estende do Nordeste brasileiro ao Brasil central, prolongando-se no Paraguai e Argentina, pelo chaco adentro. Essa diagonal destaca-se pelo trânsito e área de expansão para determinadas espécies animais. É no chaco onde terminam as paisagens mais ou menos contínuas do braço oriental da diagonal arreica sul-americana. Portanto o chaco é uma área de entroncamento das formações abertas que partem do nordeste com aquelas ainda mais secas e frias provindas da Patagônica (AB'SABER, 1977).

Uma porção da região central da América do Sul chama atenção biogeograficamente por conter áreas do Pantanal, Cerrado e Floresta Estacional Decidual e Semi-decidual (VELOSO et al., 1991). Os estudos nessa região têm focado principalmente o bioma Pantanal e seus arredores, tratando especificamente de inventários de fauna (e.g. VIEIRA, 1955; SCHALLER, 1983; RODRIGUES et al., 2002; CACERES et al., 2007a), embora muitas destas regiões permaneçam desconhecidas quanto à mastofauna. Este bioma, conforme AB'SABER (1977) representa uma área de barreira biogeográfica para a fauna, pois a presença de vastas áreas alagáveis pode interromper a continuidade dos espaços ecológicos. Porém áreas de Cerrado e mesmo a Floresta Atlântica, dessa região central da América do Sul, têm sido pouco estudados ou negligenciados em estudos de levantamento e distribuição da mastofauna. O estudo da distribuição geográfica e das relações das espécies de mamíferos

com a paisagem atual é o primeiro passo para desvendar a história evolutiva dos mamíferos sul-americanos (CERQUEIRA, 1982, 1995; GRELE, 2000).

Outro ponto importante que chama a atenção é o desconhecimento das relações existentes entre as ecorregiões dessa porção do continente. Alguns estudos realizados no continente sul-americano, que englobam total ou parcialmente essa região do estudo, tentam elucidar os relacionamentos entre áreas de endemismos (COSTA et al., 2000), ou verificam se barreiras geográficas são limitantes para a dispersão de certas espécies (CACERES, 2007b; CACERES et al., 2008) ou, ainda, a ampliação da distribuição geográfica de algumas espécies (PALMA, 1995). Nenhum destes, porém, realiza análises utilizando um grande número de espécies distribuídas em escala regional.

Os mamíferos neotropicais compreendem um vasto número de espécies distribuídas por ordens como a dos roedores, marsupiais, morcegos, carnívoros e ungulados (EMMONS e FEER, 1997). Apenas os três primeiros grupos compreendem mais de 50% das espécies de mamíferos da Região Neotropical e pouco se conhece sobre a distribuição geográfica e a biologia dessa fauna em muitos lugares (EISENBERG e REDFORD, 1999).

Na tentativa de esclarecer essas lacunas existentes nos estudos de distribuição geográfica de mamíferos da América do Sul, os objetivos deste estudo são:

- *Analisar “*a priori*” o relacionamento entre a fauna de mamíferos não voadores da região central da América do Sul através do estabelecimento de ecorregiões;

- *Analisar “*a posteriori*” o relacionamento entre a fauna de mamíferos não voadores da região central da América do Sul por meio de quadrículas de 110 x 110 km de extensão, visando confirmar, ou não, as ecorregiões anteriormente estabelecidas;

- *Apurar se as variáveis climáticas e fisiográficas possuem relação com a riqueza de espécies de mamíferos não voadores em escala regional no centro da América do Sul.

2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A área de estudo se localiza na porção central da América do Sul, está delimitada pelas seguintes coordenadas: 17° S 60° W e 17° S 50° W até 26° S 60° W e 26° S 50° W que englobam na sua totalidade o Estado do Mato Grosso do Sul, além do sul do Estado de Mato Grosso, sudoeste de Goiás, oeste de São Paulo, noroeste do Paraná, nordeste e leste do Paraguai e leste da Bolívia (Figura 1). Esta região se caracteriza por apresentar diferentes formações vegetais, como Floresta Amazônica, Floresta Atlântica (IBGE, 1992), Pantanal, Cerrado e Chaco e também duas importantes bacias hidrográficas sul americanas, a do rio Paraná e a do rio Paraguai. A escolha desta região se deu pelo fato desta apresentar um mosaico de diferentes ambientes, além do desconhecimento genérico da composição de espécies e dos relacionamentos faunísticos existentes entre elas. Cabe salientar também que dois dos 25 *hotspots* mundiais (Cerrado e Mata Atlântica) (MITTERMEIER et al., 1988; MYERS et al., 2000) estão inseridos na área.

A Floresta Estacional Semi-decidual de vertente Amazônica é encontrada a noroeste do Brasil central (COSTA, 2003), aproximando-se do Pantanal sul mato-grossense e da Floresta de Chiquitania, ao norte da Bolívia, que faz a transição entre as florestas úmidas fechadas perenes da bacia amazônica e as mais abertas florestas secas decíduais do Chaco (EVA et al., 2002).

De acordo com IBGE (2004), a Floresta Ombrófila Densa do Noroeste do Paraná, as Florestas Estacionais Decíduais e Semi-decíduais de Paraná e São Paulo, as Florestas Estacionais Semi-decíduais de Mato Grosso do Sul (vales dos rios da margem direita do rio Paraná) estão inseridos no bioma Mata Atlântica. A Mata Atlântica abriga, ainda, uma parcela significativa da diversidade biológica do Brasil, com expressivos níveis de endemismo. Estimativas apontam para 261 espécies de mamíferos, das quais 73 são endêmicos, entre os primatas 2/3 das espécies presentes são endêmicas (MYERS et al., 2000).

A planície mais importante em áreas úmidas da América do Sul, o Pantanal, é definida como “a maior planície de inundação contínua do planeta”. Sua localização geográfica é de particular relevância, uma vez que representa a ligação entre o Cerrado, no Brasil Central, o Chaco, na Bolívia, a região Amazônica, ao norte, e a Floresta Atlântica a sudeste, identificando-se, aproximadamente, com a bacia do alto Paraguai (TUCCI, 2004).

O Cerrado é um ecossistema de múltiplas fisionomias com características gerais de uma savana tropical, com extremos desde um campo limpo até florestas fechadas (cerradão) (OLIVEIRA e MARQUIS, 2002). É o domínio aberto mais representativo da América do Sul, tanto em termos de área, abrangendo 1,86 milhões de km², quanto em termos de diversidade, apresentando 10.000 espécies de plantas, 150 de anfíbios, 120 de répteis, 837 de aves e 161 espécies de mamíferos. Apresenta alto endemismo, sendo considerado um dos *hotspots* mundiais para a conservação da biodiversidade (MYERS et al., 2000). É uma formação caracterizada por um mosaico de densas florestas e xerófitas (de oito a 20m de altura) e campos. A topografia é suavemente ondulada, com as terras mais altas abrigando florestas sub-úmidas de 20 a 50 m de altura, e áreas a oeste contendo fragmentos de floresta xerófita, úmida e remanescentes de campos com palmeiras (WILLIG et al., 2000). A área nuclear do Cerrado está distribuída, principalmente, pelo planalto central brasileiro, nos Estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, parte de Minas Gerais, Bahia e Distrito Federal.

O Chaco é uma vasta planície semi-árida que ocupa cerca de 1,2 milhões de km². É considerada como a segunda ecorregião da América do Sul (HUECK, 1978). Predominam bosques espinhosos tropicais e savanas úmidas e semi-áridas. Apesar das condições semi-áridas algumas áreas são úmidas. Usualmente se divide em três regiões: oriental, central e ocidental (CABRERA e WILLINK, 1973; BUCHER, 1980). A oriental foi também denominada "Chaco de esteros, cañadas, e selvas de ribera", destacando-se pela abundância de áreas úmidas.

Segundo o Plano Nacional de Recursos Hídricos (FGV, 1998) o território brasileiro foi subdividido em nove bacias, sendo que as bacias do rio Paraná e Paraguai, compõem 2/3 da parcela brasileira da bacia do rio da Prata. A bacia do rio da Prata envolve cinco países da América do Sul: Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Uruguai. O principal rio é o Paraná, que contribui com 76% da vazão total da bacia (TUCCI, 2001).

A bacia hidrográfica do rio Paraguai abrange áreas no Brasil, Paraguai, Bolívia e na Argentina. A bacia do Paraguai pode ser dividida em duas áreas: Planalto, terras acima de 200 m de altitude, e Pantanal, terras abaixo de 200m de altitude. O rio Paraguai nasce no estado do Mato Grosso, na região do Planalto dos Parecis, que é o grande divisor de águas entre a bacia Amazônica e a Platina e desloca-se para o sul, recebendo vários tributários. Possui grandes planícies de inundação e um regime de escoamento muito lento quando ocorrem inundações das suas margens, uma vez que o Pantanal possui grande capacidade de armazenamento. A

partir do ponto onde recebe as águas do rio Apa, atravessa a fronteira, desenvolve-se no Paraguai e alcança a Argentina, onde deságua no rio da Prata (DAB, 2003; TUCCI, 2004).



Figura 1- Mapa da América do Sul com destaque a região central do continente, limite entre Bolívia (BO), Brasil (BR) e Paraguai (PY), com as ecorregiões que compõe a área (Floresta Estacional Amazônica, Chaco Seco, Chaco Úmido, Floresta Atlântica Ocidental, Floresta Atlântica Oriental, Cerrado e Pantanal).

2.2 Registro de dados

Todos os métodos de inventariamento são parciais na medida em que cada um é adequado para coleta e/ou observação de apenas uma fração da fauna de mamíferos, que exibe uma grande diversidade na Região Neotropical. Consequentemente diferentes métodos devem

ser combinados para o censo adequado da comunidade como um todo. Ainda que nenhuma combinação de métodos possa garantir um inventário completo, a omissão e/ou aplicação não intensiva de métodos essenciais provavelmente resultaria em um inventário incompleto (VOSS, 1996).

A coleta de dados foi realizada de três maneiras: dados de museus, revisão bibliográfica e coletas a campo, nas quais apenas os mamíferos não voadores foram catalogados, já que as espécies terrestres do grupo (como os pequenos mamíferos) podem ser mais influenciadas por barreiras geográficas, podendo revelar padrões de distribuição diferenciados no espaço geográfico (CACERES, 2008; NIHEI, 2006).

Foram averiguados pela equipe de mastozoologia da Universidade Federal de Santa Maria, além de colaboradores, os registros depositados nas seguintes instituições:

- Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG);
- Museu Nacional, Rio de Janeiro (MN);
- Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP);
- Museu de História Natural Capão da Imbuia, Curitiba (MHNC);
- Museu do Centro Universitário de Corumbá (CEUC – UFMS)
- Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Posteriormente, foi realizado um levantamento bibliográfico com o objetivo de abranger as informações publicadas até o momento a respeito da distribuição geográfica das espécies. Para o mapeamento das espécies de mamíferos na região de estudo foram feitas buscas em artigos científicos e livros específicos, além de revisões e atualizações da nomenclatura das espécies seguindo principalmente a lista de Wilson e Reeder (2005) e outros artigos de revisão de nomenclatura (BONVICINO e WEKSLER, 1998; SILVA JUNIOR, 2001; BONVICINO, 2003; VOSS et al., 2005; WEKSLER e BONVICINO, 2005; WEKSLER et al., 2006). Foram considerados válidos apenas aqueles registros que continham o ponto de coleta onde fosse possível obter as coordenadas do registro. Localidades como fazendas, distritos e vilarejos, quando não encontrados, tiveram suas coordenadas aproximadas para o respectivo município.

As coletas a campo foram concentradas principalmente no Estado do Mato Grosso do Sul entre os anos de 2001 e 2007 (N.C. CACERES, dados não publicados). Para amostragem foram utilizadas armadilhas de arame, armadilhas Sherman e armadilhas de interceptação e queda (*pitfalls*), além de evidências diretas dos animais, obtidas por meio de observações diurnas e noturnas. Evidências indiretas foram obtidas por meio de pegadas, vocalizações, carcaças e fezes (apenas para espécies cujas fezes são características, como as da capivara).

As espécies ou vestígios, sempre que possível, foram registrados através de fotografias, quando a coleta não foi efetuada. Espécimes testemunhos foram coletados quando necessário e depositados no Departamento de Zoologia da UFSM.

2.3 Estimativas de distribuição geográfica

Para certos estudos em biogeografia é necessário o conhecimento da riqueza das áreas que se pretende estudar. Muitas vezes esses dados não existem, pois nunca foram realizadas coletas nos locais ou por simplesmente não se ter certeza dos limites de distribuição das espécies. Dentro deste contexto são feitos estudos de distribuição potencial, com a finalidade de detectar aquelas áreas onde é possível encontrar uma espécie que não tenha sido coletada (MORRONE e CRISCI, 1995).

As análises desse tipo oferecem informações a respeito da diversidade de fauna, seja por região, quadrículas ou estados, e contribuem para a delimitação de regiões biogeográficas (KOHLMANN e SÁNCHEZ, 1984). Adicionalmente permitem inferir padrões de distribuição dentro da área total que envolve o estudo, como centros de diversidade e endemismo (LINDER, 2001).

Com base nos registros originais provenientes de museus, bibliografia e coleta a campo, os pontos de ocorrência (coordenadas geográficas) de cada espécie foram mapeados com uma resolução espacial de uma célula de 1° de latitude por 1° de longitude (≈ 110 km x 110 km), usando como base uma grade com 90 quadrículas (numeradas horizontalmente de oeste a leste) abrangendo toda a área de estudo (Figura 2). Foi construída uma matriz binária, registrando-se a presença (1) ou ausência (0) de cada espécie em cada uma das 90 quadrículas de acordo com a área de distribuição.

Espécies com menos de três registros foram desconsideradas quando não ofereciam suporte mínimo necessário para delimitar a área de distribuição. Para todas as demais foi realizada uma estimativa de distribuição geográfica a partir dos pontos (três ou mais) de ocorrência original de cada uma delas. Para esta estimativa seguiu-se a seguinte seqüência de prioridade:

1°- tipo de habitat: foi avaliada a distribuição das espécies nas diferentes ecorregiões, levando em consideração a presença da espécie nas quadrículas de determinada formação vegetal. Para quadrículas que continham mais de uma formação, a presença da espécie nessa região foi estimada somente se a formação de ocorrência original da espécie cobria mais de 50% da área da quadrícula. Uma espécie era considerada presente naquela ecorregião se

estivesse distribuída em mais de 50% das quadrículas; no entanto, barreiras geográficas e limites latitudinais e longitudinais também foram consideradas (ver abaixo) podendo limitar a distribuição das espécies, mesmo dentro de uma ecorregião.

2° - barreiras geográficas: diferenças de altitude, assim como grandes rios foram levados em consideração, uma vez que podem limitar a distribuição de muitas espécies;

3° - limites latitudinal e longitudinal. - Devido à forte e generalizada influência da latitude nos padrões de distribuição das espécies, o limite latitudinal de cada espécie foi considerado como o registro mais ao sul conhecido. A longitude também foi considerada, pois há espécies que se limitam em distribuição ao longo de gradientes longitudinais em uma macrorregião.

4° - distribuição marginal das espécies: como a área em análise está no centro da América do Sul, foi levada em consideração a distribuição das espécies fora da área de estudo, isto é, foi analisado se a espécie ocorria marginalmente na região de estudo e, quando viável, a distribuição foi direcionada para aquela direção.

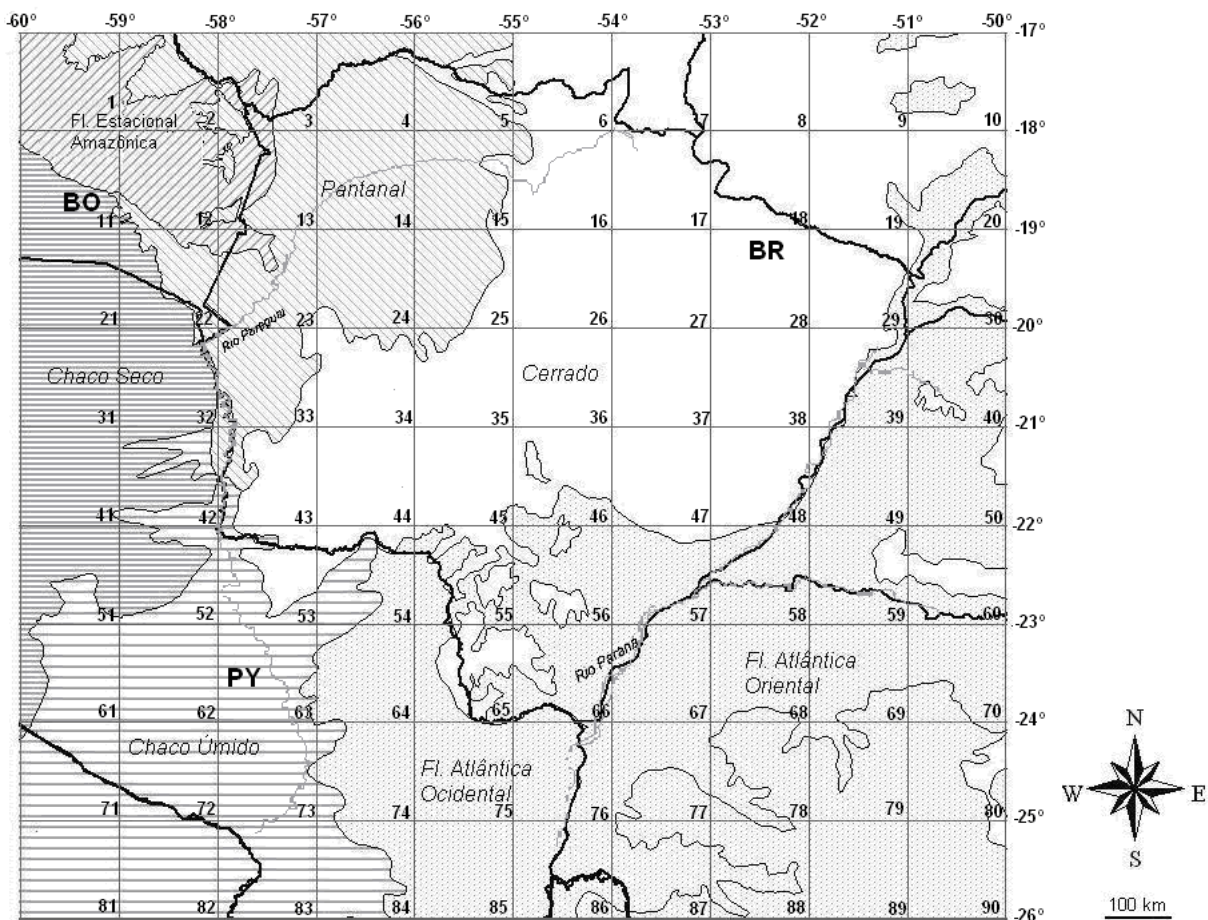


Figura 2 – Região central da América do Sul, limite entre Brasil (BR), Bolívia (BO) e Paraguai (PY), dividida em 90 quadrículas de 1° de latitude x 1° de longitude (≈ 110 km) numeradas horizontalmente de oeste para leste. Sete ecorregiões estão representadas: Floresta Estacional Amazônica, Chaco Seco, Chaco Úmido, Pantanal, Cerrado, Floresta Atlântica Ocidental e Floresta Atlântica Oriental.

2.4 Análises Estatísticas

Programas computacionais foram utilizados para as análises deste estudo, como o PAST - *Palaeontological Statistics* versão 1.83 (HAMMER et al., 2001), MULTIV - *Multivariate Exploratory Analysis, Randomization Testing and Bootstrap Resampling*, versão 2.3 (PILLAR, 2005), SAM – *Spatial Analysis in Macroecology* versão 3.0 (RANGEL et al., 2006) e também WinClada versão 1.00.08 (NIXON, 1999-2002).

2.5 Classificações “*a priori*”

Para as análises “*a priori*” foram previamente estabelecidas ecorregiões, usando como base mapas de vegetação do IBGE (2004). Observou-se, no caso, a divisão entre os biomas e formações fito-ecológicas, levando em consideração barreiras geográficas significativas como, por exemplo, os rios Paraná e Paraguai (MYERS, 1982; CACERES, 2008).

Foram incluídas 105 espécies de mamíferos não voadores da região central da América do Sul nas análises, distribuídas por sete ecorregiões aqui definidas: Floresta Estacional Amazônica (FEAm), Chaco Seco (ChS), Chaco Úmido (Chu), Pantanal (Pan), Cerrado (Cer), Floresta Atlântica Ocidental (FAOc) e Floresta Atlântica Oriental (FAOr). A Floresta Atlântica foi dividida em duas porções, margem direita do Rio Paraná como sendo a parte Ocidental e a margem esquerda como sendo a parte Oriental, com o intuito de testar o relacionamento entre as duas formações, sendo uma do interior/continental e outra mais litorânea. A espécie foi considerada presente em uma ecorregião se estivesse distribuída em pelo menos 50% das quadrículas pertencentes àquela ecorregião, mais uma quadrícula.

Foi construída uma matriz de presença/ausência com ecorregiões e 105 espécies válidas. Na seqüência essa matriz foi inserida no programa PAST e executada uma Análise de Agrupamentos, selecionando o método de Ward (método de agrupamento de dados que busca o mínimo desvio padrão entre os dados de cada grupo) resultando em um dendrograma. A Análise de Agrupamentos é uma técnica multivariada que engloba diferentes algoritmos de classificação para organizar informações sobre variáveis e formar grupos homogêneos. O agrupamento é feito com base nas similaridades ou nas "distâncias". Essa etapa foi executada para verificar o relacionamento biogeográfico existente entre as sete ecorregiões.

Após a Análise de Agrupamentos foi realizada, a Análise Parcimoniosa de Endemicidade (PAE). Este método proposto por Rosen (1988) é utilizado na delimitação de

áreas de endemismo baseando-se no compartilhamento de taxa, de acordo com a solução mais parcimoniosa.

Para a *PAE* foi considerada a mesma divisão da área em ecorregiões, construída uma matriz (ecorregiões x táxons) baseado na presença “1” ou ausência “0” de cada táxon. Espécies presentes em todas ou apenas em uma quadrícula foram descartadas, pois não teriam efeito, respectivamente, de diferenciação ou de agrupamento entre as quadrículas (MORRONE, 1994). Em seguida foi necessário inserir uma área hipotética, sem ocorrência de nenhuma espécie, que tinha como função enraizar o cladograma.

A *PAE* foi aplicada na tentativa de corroborar ou refutar os agrupamentos formados pela análise anterior. A construção dos cladogramas foi executada no pacote Winclada e Nona, através da opção “busca heurística” buscava-se um cladograma de consenso estrito. Valores de “*p*” foram obtidos no programa MULTIV. Altos valores de “*p*” (acima de 0,10) são considerados significativos (PILLAR, 1999).

2.6 Classificações “*a posteriori*”

Para as classificações “*a posteriori*” foi adotada a mesma Análise de Agrupamentos citada anteriormente, porém de uma forma diferente. Desta vez as 90 quadrículas não foram agrupadas em ecorregiões. Cada quadrícula representava uma unidade amostral. Também foi utilizada a *PAE*, metodologia que tem sido utilizada em estudos biogeográficos para o reconhecimento de padrões, mais especificamente reconhecer endemismos nas áreas divididas por quadrículas (MORRONE, 1994; LÖWENBERG-NETO e CARVALHO, 2004), que é um dos fatores para escolha de áreas a se conservar (PULLIN, 2002).

A ocorrência exclusiva de uma espécie ou táxon em uma localidade ou área em particular possui um forte significado biogeográfico (CARVALHO et al., 2003). Na *PAE* a análise de parcimônia é aplicada para quadrículas ou áreas que compartilham espécies ou táxons, com o objetivo de postular o relacionamento biótico (similaridade de biomas) por meio da produção de cladogramas de áreas. A *PAE* utiliza a presença de espécies para agrupar áreas onde essas espécies ocorrem.

O primeiro passo para execução da *PAE* é a divisão da área estudada em quadrículas de 1° de latitude por 1° de longitude, por exemplo. Após, foi construída uma matriz quadrículas x espécies. Dados de todas as espécies foram inseridos nessa matriz de presença/ausência. Em seguida, inserida uma área hipotética, sem ocorrência de nenhuma

espécie, para enraizar a matriz. As espécies foram utilizadas como características das quadrículas confrontadas, e as quadrículas agrupadas por espécies compartilhadas.

A análise da matriz (quadrículas x táxons) e a construção do cladograma foram executadas com o auxílio do programa Winclada. Pelo método de “busca heurística”, procurou-se obter o cladograma mais parcimonioso. Caso fosse encontrado mais de um cladograma parcimonioso, buscou-se, então, um cladograma de consenso estrito.

2.7 Variáveis Ambientais

A distribuição da riqueza de mamíferos na região central da América do Sul está sob a influência de diversas variáveis. As distribuições geográficas das espécies estão correlacionadas mais fortemente com algumas variáveis que outras, de modo que variações espaciais influenciam a riqueza (que é a sobreposição da distribuição das espécies) (SILVA, 2008).

Análises de regressão foram utilizadas para avaliar a magnitude das variáveis ambientais como preditoras do padrão espacial de riqueza de mamíferos na região central da América do Sul. Foram utilizadas sete variáveis:

1. AET (*actual evapotranspiration*): evapotranspiração real é uma medida do balanço entre a disponibilidade água e energia no ambiente (balanço água-energia). A hipótese do balanço hidro-energético está baseada na necessidade dos animais de acesso à água e a temperaturas toleráveis (HAWKINS et al., 2003a; 2003b; DINIZ-FILHO et al., 2004; RODRÍGUEZ et al., 2005).

2. PET (*potential evapotranspiration*): evapotranspiração potencial é uma variável muito utilizada como indicadora do *input* de energia do ambiente (HAWKINS et al., 2003a; 2003b; DINIZ-FILHO et al., 2004; RODRÍGUEZ et al., 2005).

3. Tmed (temperatura média anual);

4. TAmp (amplitude da temperatura): diferença entre a média da temperatura do mês mais quente e a média da temperatura do mês mais frio do ano.

5. NPP (*net primary production*): Produção Primária Líquida representa o quanto de moléculas orgânicas foi sintetizado pelos organismos produtores menos aquilo que eles próprios consomem. É a porção de energia que fica de fato disponível para os demais organismos.

6. AltMed (altitude média);

7. AltAmp (amplitude da altitude): diferença entre a maior e a menor altitude.

Todas as variáveis estão disponíveis no sítio “*Atlas of the Biosphere*” (<http://www.sage.wisc.edu/atlas/>) e no banco de dados do BioClim (<http://cres.anu.edu.au/outputs/anuclim/doc/bioclim.html>).

As variáveis climáticas refletem o grau de desenvolvimento da estação do ano, a variação anual de temperaturas extremas, a energia do ambiente (evapotranspiração) ou indicadores de produtividade primária. As variáveis fisiográficas refletem a variação da extensão na topografia e a elevação dos gradientes climáticos, bem como possíveis barreiras de dispersão. Todas essas variáveis são potencialmente relevantes para presença ou ausência de uma espécie particular de mamífero em um determinado lugar (BADGLEY e FOX, 2000).

Para verificar quais variáveis respondem mais pela distribuição da mastofauna não voadora foram utilizados modelos para descrever a riqueza de espécies esperada pelas variáveis disponíveis. Serão considerados os seguintes tipos de regressão: a regressão múltipla (OLS - *Ordinary Least Squares*) (HAINING, 1990; SOKAL e ROHLF, 1995), que não avalia a autocorrelação espacial, e a autoregressão espacial simultânea (SAR - *Simultaneous Autoregression*) (HAINING, 1990; FOTHERINGHAM et al., 2002), que inclui em seus cálculos os efeitos da variação espacial nos resíduos dos modelos. Sendo este último o melhor modelo para avaliar a riqueza de mamíferos da América do Norte (TOGNELI e KELT, 2004).

Além destes modelos foi utilizada uma ferramenta que avalia o poder de cada tipo de regressão, isto é, fornece uma medida quantitativa para avaliar o poder de descrição e explicação de cada um, chamada de Critério de Akaike (AIC) (BURNHAN e ANDERSON, 2004; MAZEROLLE, 2006). Os valores de AIC para cada análise são considerados os melhores valores para explicar um determinado padrão ecológico. A abordagem da seleção de modelos por este critério possui as seguintes vantagens: (i) os diferentes modelos gerados são comparados uns aos outros, avaliando o suporte que cada um oferece aos dados observados; (ii) cada tipo de regressão oferece uma medida quantitativa de quão provável seja o melhor modelo estimado (JOHNSON e OMLAND, 2004).

As unidades espaciais das análises são quadrículas medindo 1° de lado (≈ 110 km). Esse nível de resolução espacial foi utilizado por representar uma escala padrão para os estudos de macroecologia (RODRIGUEZ et al., 2006; DINIZ-FILHO et al., 2007; HAWKINS et al., 2007).

3 RESULTADOS

No total, foram catalogados 1530 registros válidos da mastofauna na região central da América do Sul, divididos em nove ordens, 26 famílias, 86 gêneros e 139 espécies de mamíferos, sendo que as análises foram realizadas com apenas 105 espécies (Tabela 1). Para as outras 34 espécies, 13 foram excluídas por apresentarem sistemática duvidosa e/ou poucos registros confiáveis que impediram estimar qualquer distribuição para a espécie (e.g. *Sphiggurus villosus*, *Cabassous tatouay*, *Galictis vittata*, *Holochilus chacarius*) e as demais 21 espécies foram excluídas, pois estavam presentes em toda a área estudada (ex. *Blastocerus dichotomus*, *Cerdocyon thous*, *Dasybus novemcinctus*, *Tamandua tetradactyla*, *Tapirus terrestris*, *Pecari tajacu*, *Leopardus pardalis*, *Hydrochoerus hydrochaeris*). Assim, não interferiram no resultado das análises realizadas. Espécies exóticas também foram excluídas.

Tabela 1 – Lista das 105 espécies de mamíferos não voadores da região central da América do Sul, distribuídas em sete ecorregiões: Floresta Estacional Amazônica (FEAm), Chaco Seco (ChS), Chaco Úmido (Chu), Pantanal (Pan), Cerrado (Cer), Floresta Atlântica Ocidental (FAOc) e Floresta Atlântica Oriental (FAOr). A espécie era considerada presente em uma ecorregião se estivesse distribuída em pelo menos 50% das quadrículas mais uma. *Espécies excluídas das análises principais (21), pois estavam distribuídas em toda a área do estudo. ** Exceção *P. maximus* que apesar de estar presente em todas as ecorregiões não estava presente em todas as quadrículas.

Ordem	Família	Gênero	Espécie	Ecorregiões							
				FEAm	ChS	ChU	Pan	Cer	FAOr	FAOc	
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Caluromys</i>	<i>C. philander</i>	-	-	-	-	X	X	-	
			<i>C. lanatus</i>	X	-	-	X	X	X	X	
		<i>Chironectes</i>	<i>C. minimus</i>	X	-	-	X	X	X	X	
			<i>Didelphis</i>	<i>D. albiventris</i> *	X	X	X	X	X	X	X
		<i>D. aurita</i>		-	-	-	-	-	X	-	
		<i>Gracilinanus</i>	<i>G. agilis</i>	X	-	-	X	X	-	-	
			<i>G. microtarsus</i>	-	-	-	-	-	X	-	
		<i>Lutreolina</i>	<i>L. crassicaudata</i>	-	-	X	X	X	X	X	
		<i>Marmosa</i>	<i>M. murina</i>	-	-	-	X	X	-	-	
		<i>Marmosops</i>	<i>M. ocellatus</i>	X	-	-	-	-	-	-	
		<i>Metachiurus</i>	<i>M. nudicaudatus</i>	-	-	-	-	-	X	-	
		<i>Micoureus</i>	<i>M. constantiae</i>	X	-	-	X	X	-	-	
			<i>M. paraguayanus</i>	-	-	-	-	-	X	-	
			<i>Monodelphis</i>	<i>M. domestica</i>	X	X	-	X	X	-	-
				<i>M. kunki</i>	X	X	-	X	X	-	-
				<i>M. sorex</i>	-	-	-	-	-	X	-
		<i>Philander</i>	<i>M. scalops</i>	-	-	-	-	-	X	-	
			<i>P. opossum</i>	X	-	-	X	-	-	-	
			<i>P. frenatus</i>	-	-	-	-	-	X	-	
		<i>Thylamys</i>	<i>T. macrurus</i>	-	-	-	-	X	-	-	
			<i>T. pusillus</i>	X	X	-	-	-	-	-	
			<i>T. velutinus</i>	-	-	-	-	X	-	-	
		<i>Cryptonanus</i>	<i>C. chacoensis</i>	X	X	X	-	-	-	-	

Tabela 1(continuação) – Lista das 105 espécies de mamíferos não voadores da região central da América do Sul, distribuídas em sete ecorregiões: Floresta Estacional Amazônica (FEAm), Chaco Seco (ChS), Chaco Úmido (Chu), Pantanal (Pan), Cerrado (Cer), Floresta Atlântica Ocidental (FAOc) e Floresta Atlântica Oriental (FAOr). A espécie era considerada presente em uma ecorregião se estivesse distribuída em pelo menos 50% das quadrículas mais uma. *Espécies excluídas das análises principais (21), pois estavam distribuídas em toda a área do estudo.** Exceção *P. maximus* que apesar de estar presente em todas as ecorregiões não estava presente em todas as quadrículas.

Ordem	Família	Gênero	Espécie	Ecorregiões						
				FEAm	ChS	ChU	Pan	Cer	FAOr	FAOc
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus</i>	<i>D. novemcinctus</i> *	X	X	X	X	X	X	X
			<i>D. septemcinctus</i>	X	-	-	X	X	X	-
		<i>Chaetophractus</i>	<i>C. vellerosus</i>	X	X	-	-	-	-	-
			<i>C. villosus</i>	X	X	X	-	-	-	-
		<i>Euphractus</i>	<i>E. sexcinctus</i> *	X	X	X	X	X	X	X
		<i>Cabassous</i>	<i>C. unicinctus</i>	-	-	-	X	X	-	-
		<i>Priodontes</i>	<i>P. maximus</i> **	X	X	X	X	X	X	X
		<i>Tolypeutes</i>	<i>T. matacus</i>	X	X	-	X	-	-	-
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Myrmecophaga</i>	<i>M. tridactyla</i> *	X	X	X	X	X	X	X
		<i>Tamandua</i>	<i>T. tetradactyla</i> *	X	X	X	X	X	X	X
Primates	Cebidae	<i>Callithrix</i>	<i>C. melanura</i>	X	X	-	-	-	-	-
		<i>Cebus</i>	<i>C. cay</i>	X	-	-	X	X	-	-
		<i>Leontopithecus</i>	<i>L. chrysopygus</i>	-	-	-	-	-	X	-
	Atelidae	<i>Alouatta</i>	<i>A. guariba</i>	-	-	-	-	-	X	-
		<i>Brachyteles</i>	<i>B. arachnoides</i>	-	-	-	-	-	X	-
	Aotidae	<i>Aotus</i>	<i>A. azarae</i>	X	X	X	-	-	-	-
	Pitheciidae	<i>Callicebus</i>	<i>C. donacophilus</i>	X	X	-	-	-	-	-
	Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus</i>	<i>S. ignitus</i>	X	-	-	-	-	-
<i>S. spadiceus</i>				X	-	-	-	-	-	-
Cricetidae		<i>Akodon</i>	<i>A. azarae</i>	-	-	X	-	-	-	-
			<i>A. toba</i>	X	X	-	-	-	-	-
			<i>A. montensis</i>	-	X	X	X	X	-	X

Tabela 1 (continuação) – Lista das 105 espécies de mamíferos não voadores da região central da América do Sul, distribuídas em sete ecorregiões: Floresta Estacional Amazônica (FEAm), Chaco Seco (ChS), Chaco Úmido (Chu), Pantanal (Pan), Cerrado (Cer), Floresta Atlântica Ocidental (FAOc) e Floresta Atlântica Oriental (FAOr). A espécie era considerada presente em uma ecorregião se estivesse distribuída em pelo menos 50% das quadrículas mais uma. *Espécies excluídas das análises principais (21), pois estavam distribuídas em toda a área do estudo.** Exceção *P. maximus* que apesar de estar presente em todas as ecorregiões não estava presente em todas as quadrículas.

Ordem	Família	Gênero	Espécie	Ecorregiões						
				FEAm	ChS	ChU	Pan	Cer	FAOr	FAOc
		<i>Andalgalomys</i>	<i>A. pearsoni</i>	X	X	-	-	-	-	-
		<i>Calomys</i>	<i>C. tener</i>	-	-	-	-	X	-	-
			<i>C. expulsus</i>	-	-	-	-	X	-	-
			<i>C. callidus</i>	-	-	-	X	-	-	-
			<i>C. callosus</i>	X	X	X	-	-	-	-
			<i>C. laucha</i>	-	X	X	-	-	-	-
			<i>C. musculus</i>	-	-	-	-	-	-	X
		<i>Cerradomys</i>	<i>C. maracajuensis</i>	-	-	-	-	X	-	X
			<i>C. scotti</i>	-	-	-	X	X	-	-
		<i>Euryoryzomys</i>	<i>E. russatus</i>	-	-	-	-	-	X	-
			<i>E. nitidus</i>	X	-	-	-	-	-	-
		<i>Graomys</i>	<i>G. griseoflavus</i>	X	X	X	-	-	-	-
		<i>Holochilus</i>	<i>H. sciureus</i>	-	-	-	X	-	-	-
		<i>Hylaeamys</i>	<i>H. megacephalus</i>	-	-	-	X	X	-	-
		<i>Kunsia</i>	<i>K. tomentosus</i>	-	-	-	-	X	-	-
		<i>Necromys</i>	<i>N. lenguarum</i>	-	X	-	-	-	-	-
			<i>N. lasiurus*</i>	X	X	X	X	X	X	X
		<i>Nectomys</i>	<i>N. rattus</i>	-	-	-	X	-	-	-
			<i>N. squamipes</i>	-	-	-	-	X	X	X
		<i>Oecomys</i>	<i>O. bicolor</i>	X	-	-	X	X	-	-
			<i>O. mamorae</i>	X	X	-	X	-	-	-
			<i>O. catherinae</i>	-	-	-	-	-	X	-
			<i>O. paricola</i>	X	-	-	-	-	-	-
		<i>Oligoryzomys</i>	<i>O. chacoensis</i>	X	X	-	X	-	-	-
			<i>O. flavescens</i>	-	-	-	-	-	X	-
			<i>O. fornesi</i>	-	-	X	X	X	-	X

Tabela 1 (continuação) – Lista das 105 espécies de mamíferos não voadores da região central da América do Sul, distribuídas em sete ecorregiões: Floresta Estacional Amazônica (FEAm), Chaco Seco (ChS), Chaco Úmido (Chu), Pantanal (Pan), Cerrado (Cer), Floresta Atlântica Ocidental (FAOc) e Floresta Atlântica Oriental (FAOr). A espécie era considerada presente em uma ecorregião se estivesse distribuída em pelo menos 50% das quadrículas mais uma. *Espécies excluídas das análises principais (21), pois estavam distribuídas em toda a área do estudo. ** Exceção *P. maximus* que apesar de estar presente em todas as ecorregiões não estava presente em todas as quadrículas.

Ordem	Família	Gênero	Espécie	Ecorregiões						
				FEAm	ChS	ChU	Pan	Cer	FAOr	FAOc
		<i>Oryzomys</i>	<i>O. microtis</i>	X	-	-	-	-	-	-
		<i>Oxymycterus</i>	<i>O. delator</i>	X	-	-	-	-	-	-
			<i>O. misionalis</i>	-	-	-	-	-	-	X
		<i>Pseudoryzomys</i>	<i>P. simplex</i>	-	-	-	-	X	-	-
		<i>Rhipidomys</i>	<i>R. macrurus</i>	-	-	-	-	X	-	-
		<i>Sooretamys</i>	<i>S. angouya</i>	-	-	-	-	-	X	X
		<i>Scapteromys</i>	<i>S. tumidus</i>	-	X	X	-	-	-	-
		<i>Thaptomys</i>	<i>T. nigrita</i>	-	-	-	-	-	X	X
	Ctenomyidae	<i>Ctenomys</i>	<i>C. conoveri</i>	-	X	X	-	-	-	-
			<i>C. dorsalis</i>	-	-	X	-	-	-	-
	Echimyidae	<i>Clyomys</i>	<i>C. laticeps</i>	-	-	-	X	X	-	X
		<i>Euryzgomatomys</i>	<i>E. spinosus</i>	-	-	-	-	-	X	X
		<i>Kannabateomys</i>	<i>K. amblyonyx</i>	-	-	-	-	-	X	X
		<i>Proechimys</i>	<i>P. roberti</i>	-	-	-	-	X	-	-
			<i>P. longicaudatus</i>	X	X	-	X	X	-	-
		<i>Thrichomys</i>	<i>T. pachyurus</i>	X	X	-	X	X	-	-
	Erethizontidae	<i>Coendou</i>	<i>C. prehensilis</i>	X	-	-	X	X	-	X
		<i>Sphiggurus</i>	<i>S. spinosus</i>	-	-	-	-	-	X	X
	Chinchillidae	<i>Lagostomus</i>	<i>L. maximus</i>	-	-	X	-	-	-	-
	Caviidae	<i>Cavia</i>	<i>C. aperea</i>	X	-	X	X	X	X	X
			<i>C. fulgida</i>	-	-	-	-	-	X	-
		<i>Dolichotis</i>	<i>D. salinicola</i>	X	X	-	-	-	-	-
		<i>Galea</i>	<i>G. musteloides</i>	X	X	-	-	-	-	-
		<i>Hydrochoerus</i>	<i>H. hydrochaeris</i> *	X	X	X	X	X	X	X
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta</i>	<i>D. azarae</i>	-	-	-	X	X	X	X
			<i>D. puntacta</i>	X	-	-	-	-	-	-

Tabela 1 (continuação) – Lista das 105 espécies de mamíferos não voadores da região central da América do Sul, distribuídas em sete ecorregiões: Floresta Estacional Amazônica (FEAm), Chaco Seco (ChS), Chaco Úmido (Chu), Pantanal (Pan), Cerrado (Cer), Floresta Atlântica Ocidental (FAOc) e Floresta Atlântica Oriental (FAOr). A espécie era considerada presente em uma ecorregião se estivesse distribuída em pelo menos 50% das quadrículas mais uma. *Espécies excluídas das análises principais (21), pois estavam distribuídas em toda a área do estudo.** Exceção *P. maximus* que apesar de estar presente em todas as ecorregiões não estava presente em todas as quadrículas.

Ordem	Família	Gênero	Espécie	Ecorregiões							
				FEAm	ChS	ChU	Pan	Cer	FAOr	FAOc	
	Cuniculidae	<i>Cuniculus</i>	<i>C. paca</i>	X	-	X	X	X	X	X	
	Myocastoridae	<i>Myocastor</i>	<i>M. coypus</i>	-	-	X	-	-	-	X	
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus</i>	<i>S. brasiliensis</i> *	X	X	X	X	X	X	X	
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus</i>	<i>L. pardalis</i> *	X	X	X	X	X	X	X	
			<i>L. braccatus</i>	X	X	X	X	X	-	X	
			<i>L. wiedii</i>	X	-	-	X	X	X	X	
			<i>L. tigrinus</i>	X	-	-	X	X	X	X	
			<i>L. geoffroyi</i>	X	X	X	-	-	-	-	
		<i>Panthera</i>	<i>P. onça</i> *	X	X	X	X	X	X	X	
		<i>Puma</i>	<i>P. concolor</i> *	X	X	X	X	X	X	X	
		<i>P. yagouaroundi</i> *	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Canidae	<i>Cerdocyon</i>	<i>C. thous</i> *	X	X	X	X	X	X	X
			<i>Chrysocyon</i>	<i>C. brachyurus</i>	-	-	X	X	X	X	X
	<i>Lycalopex</i>		<i>L. vetulus</i>	-	-	-	X	X	-	-	
	<i>Speothos</i>		<i>S. venaticus</i>	X	-	-	X	X	X	X	
	Mustelidae	<i>Eira</i>	<i>E. Barbara</i>	X	X	-	X	X	X	X	
		<i>Galictis</i>	<i>G. cuja</i> *	X	X	X	X	X	X	X	
		<i>Lontra</i>	<i>L. longicaudis</i>	X	-	X	X	X	X	X	
		<i>Pteronura</i>	<i>P. brasiliensis</i>	X	-	X	X	X	X	X	
		<i>Mephitis</i>	<i>M. mephitis</i>	-	X	X	-	-	-	-	
	Mephitidae	<i>Conepatus</i>	<i>C. chinga</i>	-	X	X	-	-	-	-	
Procyonidae		<i>Nasua</i>	<i>N. nasua</i> *	X	X	X	X	X	X	X	
	<i>Procyon</i>	<i>P. cancrivorus</i> *	X	X	X	X	X	X	X		
Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus</i>	<i>T. terrestris</i> *	X	X	X	X	X	X	X	

Tabela 1 (continuação) – Lista das 105 espécies de mamíferos não voadores da região central da América do Sul, distribuídas em sete ecorregiões: Floresta Estacional Amazônica (FEAm), Chaco Seco (ChS), Chaco Úmido (Chu), Pantanal (Pan), Cerrado (Cer), Floresta Atlântica Ocidental (FAOc) e Floresta Atlântica Oriental (FAOr). A espécie era considerada presente em uma ecorregião se estivesse distribuída em pelo menos 50% das quadrículas mais uma. *Espécies excluídas das análises principais (21), pois estavam distribuídas em toda a área do estudo.** Exceção *P. maximus* que apesar de estar presente em todas as ecorregiões não estava presente em todas as quadrículas.

Ordem	Família	Gênero	Espécie	Ecorregiões						
				FEAm	ChS	ChU	Pan	Cer	FAOr	FAOc
Artiodactyla	Cervidae	<i>Blastocerus</i>	<i>B. dichotomus</i> *	x	x	x	x	x	x	x
		<i>Ozotoceros</i>	<i>O. bezoarticus</i> *	x	x	x	x	x	x	x
	Tayasuidae	<i>Catagonus</i>	<i>C. wagneri</i>	-	x	x	-	-	-	-
		<i>Pecari</i>	<i>P. tajacu</i> *	x	x	x	x	x	x	x
		<i>Tayassu</i>	<i>T. pecari</i> *	x	x	x	x	x	x	x

A riqueza de espécies de mamíferos foi maior nas quadrículas da região de transição entre o pantanal e a Floresta Estacional Amazônica. Observa-se um gradiente de aumento da riqueza do sudoeste em direção ao norte e noroeste na região de estudo (Figura 3).

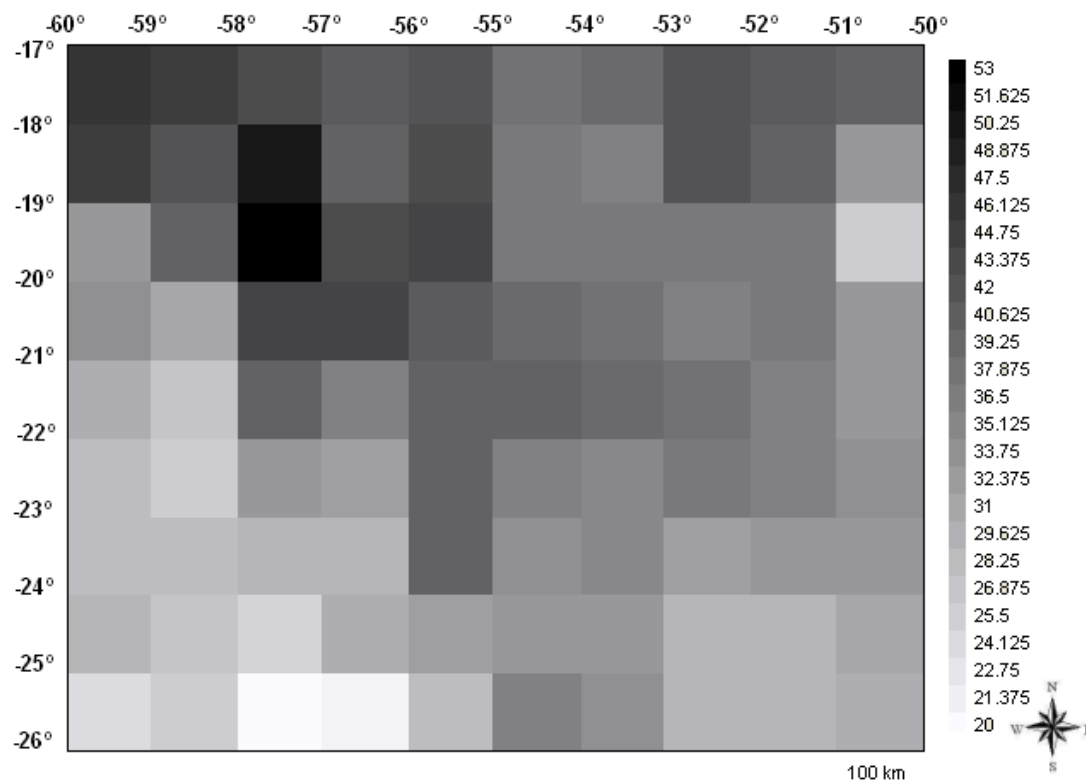


Figura 3 – Riqueza de espécies de mamíferos não voadores na região central da América do Sul.

3.1 Classificações “a priori”

A primeira análise forneceu um dendrograma com formação de quatro agrupamentos e valor de “*p*” significativo ($p=0,171$). Os agrupamentos são a 1) Floresta Estacional Amazônica, o 2) Chaco Seco/Chaco Úmido, 3) o Pantanal/Cerrado e 4) a Floresta Atlântica Oriental/Floresta Atlântica Ocidental. Mais importante, essa análise mostrou a divisão da região em dois grandes grupos, com valor de “*p*” ainda mais significativo ($p = 0,27$), 1) um clado com a Floresta Estacional Amazônica, Chaco Seco e Chaco Úmido e 2) um clado com o Pantanal, Cerrado, Floresta Atlântica Oriental e Floresta Atlântica Ocidental (Fig. 4).

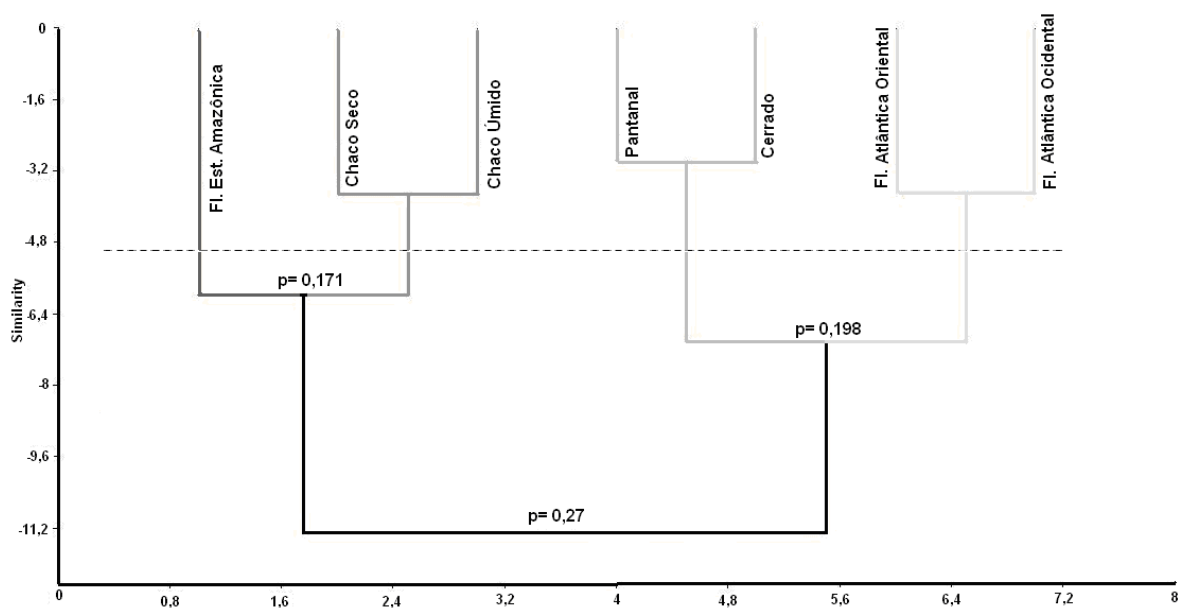


Figura 4 – Dendrograma mostrando a proximidade das ecorregiões na região central da América do Sul. Altos valores de p (Pillar, 1999) são considerados significativos para a formação de quatro grupos (Floresta Estacional Amazônica, Chaco Seco e Chaco Úmido, Pantanal e Cerrado, Floresta Atlântica Oriental e Ocidental).

A segunda análise realizada foi a *PAE*, originando um cladograma de áreas (Comprimento 148, $Ci=70$ e $Ri=57$) (Figura 5). Esses grupos não diferiram substancialmente dos agrupamentos da primeira análise. Nessa análise o Chaco Úmido formou um grupo mais basal, enquanto a Floresta Amazônica ligou-se com o Chaco Seco formando um dos clados da árvore. No outro agrupamento o Pantanal esteve mais relacionado ao Cerrado e a Floresta Atlântica Oriental relacionou-se com a Atlântica Ocidental.



Figura 5 - Cladograma de consenso estrito resultante da análise de ecorregiões da região central da América do Sul (Comprimento 148, Ci=70 e Ri=57).

3.2 Classificação “*a posteriori*”

A Análise de Agrupamentos de quadrículas resultou em um dendrograma (Figura 6) com valor significativo ($p=0,127$) para a formação de três grupos, embora dois deles sejam próximos entre si, os quais compreendem as sub-regiões chaquenhãs e atlânticas. As quadrículas do Pantanal ficaram mais próximas às quadrículas do Cerrado e este grupo sendo aproximado à Floresta Estacional Amazônica. Já as quadrículas de Floresta Atlântica formaram um agrupamento e as do Chaco outro.

É possível visualizar no dendrograma que as quadrículas do Cerrado não ficaram totalmente agrupadas em um mesmo conjunto, mas em dois subconjuntos (Figura 6). Estas quadrículas representam quase que totalmente a Serra de Maracaju, que é o divisor de águas das Bacias do Paraná e do Paraguai, e parte da planície não inundável da bacia do Rio Paraguai.

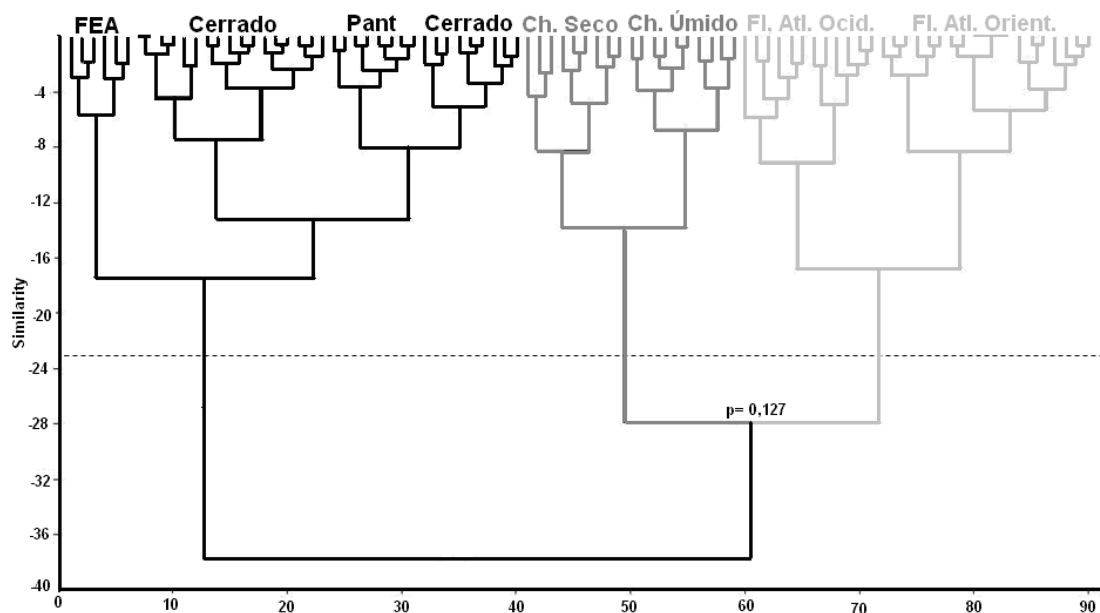
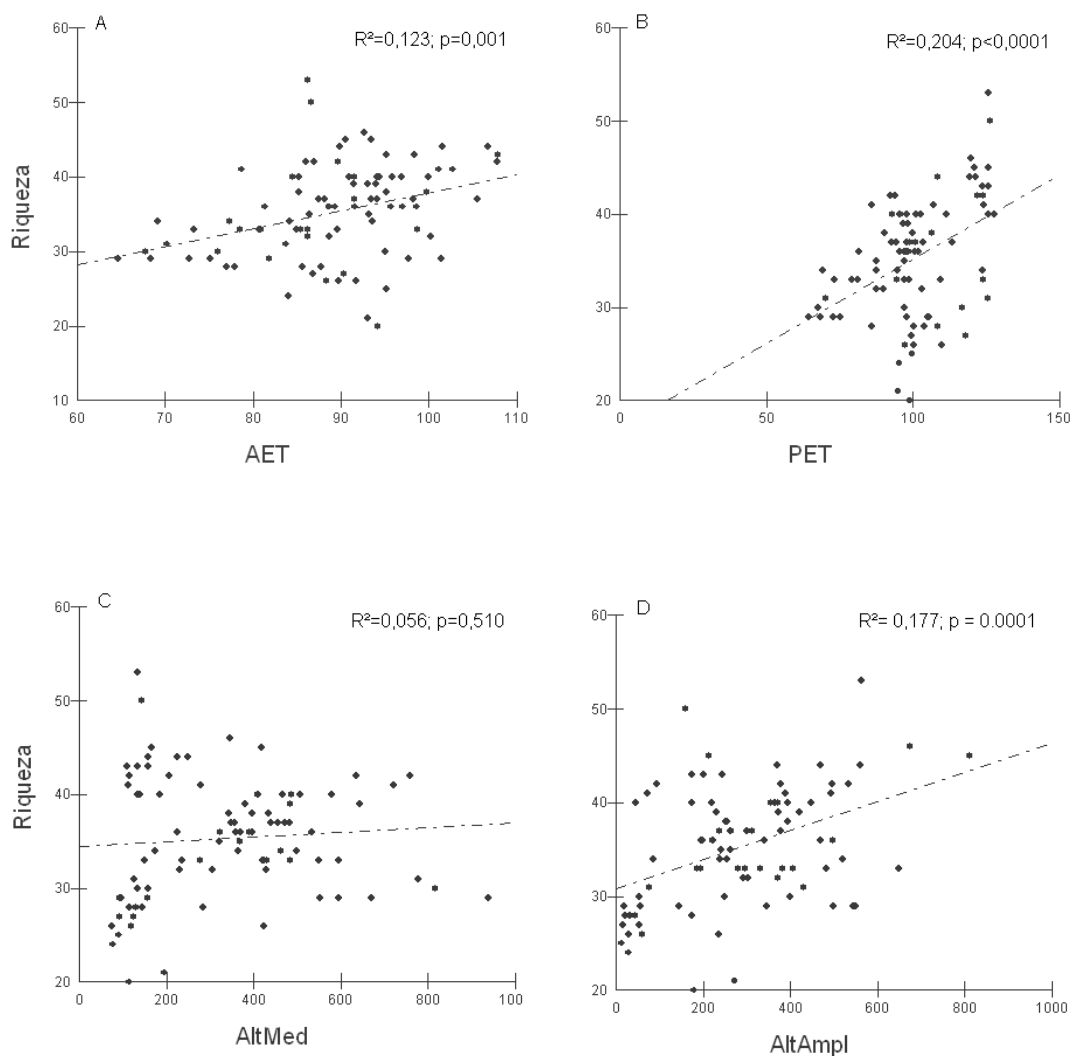


Figura 6 – Dendrograma mostrando a similaridade entre as 90 quadrículas da região central da América do Sul, já com os agrupamentos formados por elas. Valor de p significativo ($p > 0,1$, ver Pillar 1999) para divisão em três grupos (0,127). O primeiro agrupamento corresponde a FEA (Floresta Estacional Amazônica), Cerrado e Pantanal, o segundo corresponde ao Chaco e o terceiro agrupamento formado pelas quadrículas representa a Floresta Atlântica.

Na tentativa de corroborar ou refutar os resultados obtidos pela Análise de Agrupamentos foi executada a *PAE* utilizando as 90 quadrículas. O resultado foi um cladograma de consenso estrito com comprimento = 620; IC= 16; Ri= 73 (Figura 7). Pela forma dos agrupamentos, nota-se que muitas quadrículas indicam mais áreas de transição entre diferentes ecorregiões. Previamente na análise de agrupamentos usando quadrículas, os Chacos estavam próximos às quadrículas de Floresta Atlântica, mas a conexão entre Estacional Amazônica e Pantanal se manteve. O Cerrado serviu como elo entre o bloco do oeste (que inclui os Chacos, a Estacional Amazônica e mais de perto o Pantanal) com a Floresta Atlântica Ocidental e por fim a Oriental. Essa junção entre as quadrículas do Cerrado e as da Floresta Atlântica Ocidental demonstra que o Cerrado pode ser um centro de integração das espécies de mamíferos na região central da América do Sul.

3.3 Análise espacial da riqueza de espécies

A relação entre a riqueza de espécies e cada uma das variáveis é não-linear (Figura 8) e, individualmente, as variáveis que melhor explicam a variação na riqueza de mamíferos são a Temperatura Média (E) ($R^2=0,253$), a Evapotranspiração Potencial (B) ($R^2=0,204$) e a Amplitude da Altitude (D) ($R^2=0,177$).



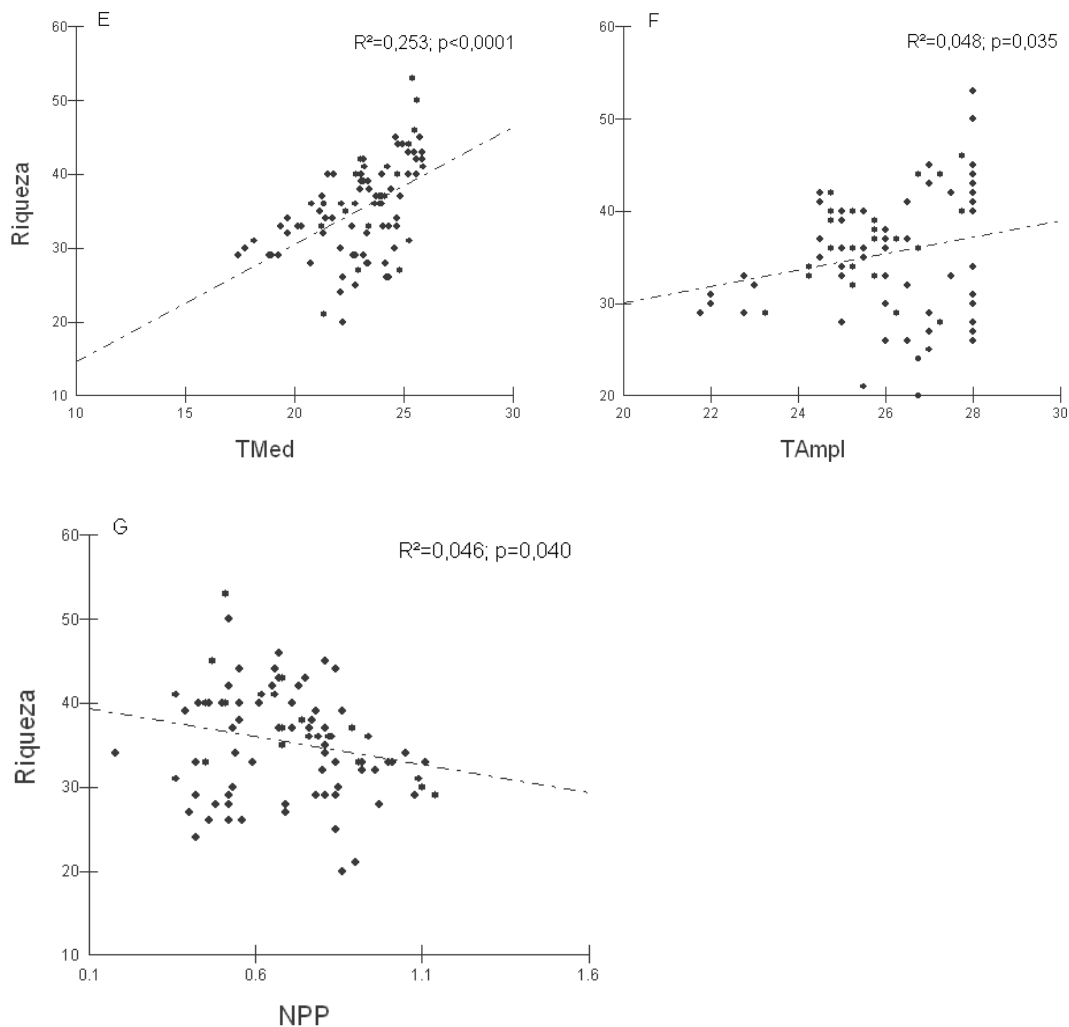


Figura 8 - Relação entre (A) AET, (B) PET, (C) Altitude Média, (D) Amplitude da Altitude, (E) Temperatura Média, (F) Amplitude da Temperatura e (G) Produtividade Primária Líquida e a riqueza de espécies de mamíferos não voadores do centro da América do Sul.

O correlograma espacial (Figura 9) mostra uma estrutura espacial na riqueza de mamíferos, com um coeficiente I de Moran positivo nas primeiras classes de distância (≈ 420 km), seguido de sucessivos decréscimos e elevações do coeficiente. Nas últimas classes de distância o coeficiente de autocorrelação negativo é mais alto. O I de Moran tendeu a diminuir a uma distância entre 350 e 700 km. Isso significa que células próximas são mais similares que o esperado por variações ao acaso na riqueza e essa similaridade diminui entre 350 e 700 km.

A autocorrelação espacial foi observada no resíduo do modelo de regressão (OLS), apresentando valores relativamente baixos (0,268) não apenas a pequenas distâncias, mas também nas classes superiores a 1000 km.

Na tentativa de diminuir os efeitos da autocorrelação espacial, esses efeitos foram incorporados ao modelo de regressão, que avalia o efeito das variáveis ambientais utilizando-se o método de regressão espacial SAR (*Simultaneous Autoregression*).

Para a análise SAR, o valor do resíduo do I de Moran a pequenas distâncias foi mais alto (0,301) que a análise anterior. Esse modelo segue o mesmo comportamento do modelo OLS, porém com valores geralmente mais elevados, não se mostrando mais eficaz que o modelo anterior OLS para diminuir os efeitos da autocorrelação espacial. Como os valores dos dois modelos eram próximos, optou-se por utilizá-los em conjunto para comparar seus resultados.

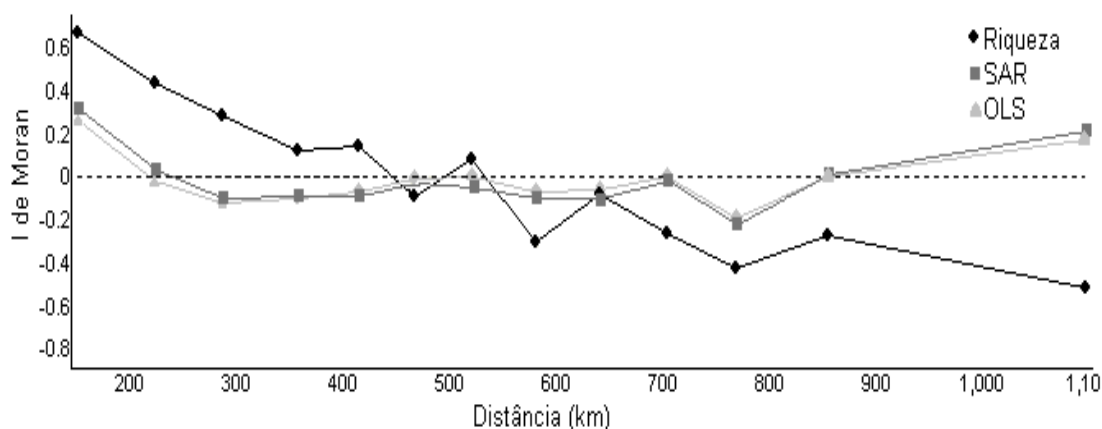


Figura 9 – Correlograma para a riqueza de mamíferos não voadores na região central da América do Sul, para a riqueza, para o resíduo da regressão múltipla (OLS) e para o resíduo do modelo de regressão espacial (SAR).

Comparando-se os dois modelos (OLS e SAR), observa-se que as variáveis ambientais que mais explicaram a riqueza de espécies de mamíferos não voadores na região central da América do Sul foram principalmente as variáveis relacionadas à temperatura (Temperatura Média e a Amplitude de Temperatura), além da amplitude de altitude. A amplitude de temperatura foi a variável ambiental que mais explicou a riqueza de espécies, porém de forma inversa. Os respectivos valores dos coeficientes OLS e SAR foram negativos, indicando que quanto menor a amplitude da temperatura maior foi a riqueza de

espécies. Já a temperatura média foi a variável que mais contribuiu com valores positivos de coeficientes, tanto por OLS quanto SAR, para a riqueza de espécies na região de estudo. Isto significa que quanto maior a temperatura média da área, maior será a riqueza de mamíferos para o centro da América do Sul. A amplitude da altitude apresentou valores de coeficiente mais baixos que os da temperatura média, mas mesmo assim influenciou significativamente na riqueza de espécies (Tabela 2).

Através do Critério de Akaike também foi possível confirmar que o modelo OLS se apresentou como modelo mais eficiente para avaliar as variáveis ambientais utilizadas neste estudo. Cada modelo construído gerou um valor de AIC, sendo que o modelo com o menor valor de AIC é considerado o melhor modelo para explicar um determinado padrão ecológico (Tabela 2).

Tabela 2 - Coeficientes de regressão para as variáveis preditoras para os modelos OLS e SAR com base em dados obtidos em “Atlas of the Biosphere” e no BioClim da Região central da América do Sul. * $p \leq 0,001$; ** $p \leq 0,05$; ^{NS}= Não significante.

Variável	Coeficiente	
	OLS	SAR
AET	-0,079 ^{NS}	-0,101 ^{NS}
PET	0,19 ^{NS}	0,168 ^{NS}
NPP	0,767 ^{NS}	0,809 ^{NS}
TMed	3,547*	3,465*
Tamp	-4,653*	-4,107**
AltMed	-0,008 ^{NS}	-0,006 ^{NS}
AltAmp	0,017*	0,015*
R ²	0,65	0,614
AICc	512,392	524,633

3.4 Riqueza de espécies por ecorregião

Nas análises que vem a seguir foram incluídas as 21 espécies de mamíferos não voadores que haviam sido excluídas das primeiras análises, pois estavam presentes em todas as quadrículas da área. Essa inclusão justifica-se para demonstrar o número real de

espécies catalogadas em cada ecorregião do centro da América do Sul. Dessa forma, o número total de espécies passa a ser 126.

A Floresta Estacional Amazônica apresentou o maior número de espécies de mamíferos não voadores, seguido pelo Cerrado e pelo Pantanal, ecorregiões essas que, em algumas análises (Agrupamento e *PAE*), ficaram muito próximas (Figura 10).

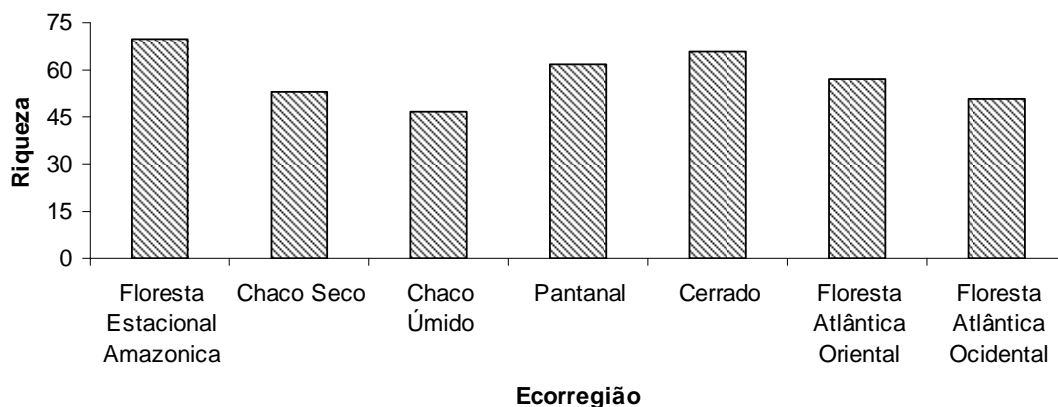


Figura 10 – Riqueza de mamíferos não voadores em cada ecorregião no centro da América do Sul.

A partir das análises “*a priori*” e “*a posteriori*” foi possível elaborar duas divisões faunísticas com base nas relações observadas, baseadas em grandes grupos formados (ou seja, com base nos primeiros dois clados formados). Considerando o dendrograma e o cladograma da primeira, a Análise de Agrupamentos, verificou-se que as espécies de mamíferos dividiram a área em porções leste e oeste (Figura 11). O grupo leste foi formado pelo Pantanal, Cerrado, Floresta Atlântica Oriental e Floresta Atlântica Ocidental e o grupo oeste foi formado pela Floresta Amazônica, Chaco Seco e Chaco Úmido.

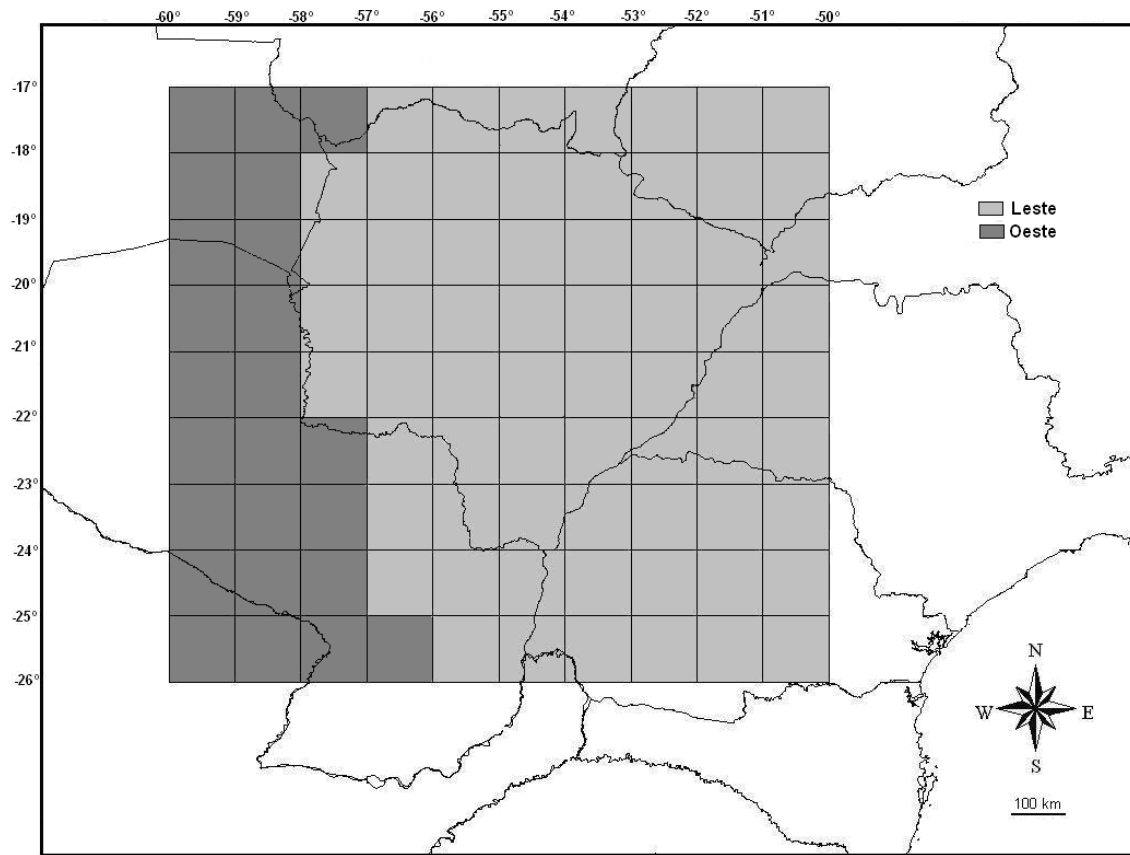


Figura 11 – Centro da América do Sul com os dois principais grupos formados nas análises “*a priori*” usando ecorregiões. O grupo Leste formado pelo Pantanal, Cerrado, Floresta Atlântica Oriental e Ocidental e o grupo Oeste formado pela Floresta Amazônica, Chaco Seco e Úmido.

A segunda divisão possível foi baseada na Análise de Agrupamentos “*a posteriori*” nas quais a Floresta Amazônica, o Pantanal e o Cerrado formaram um grupo, chamado Norte. Já o segundo grupo, o Sul, foi formado pelo Chaco Úmido e Seco e pela Floresta Atlântica Oriental e Ocidental (Figura 12).

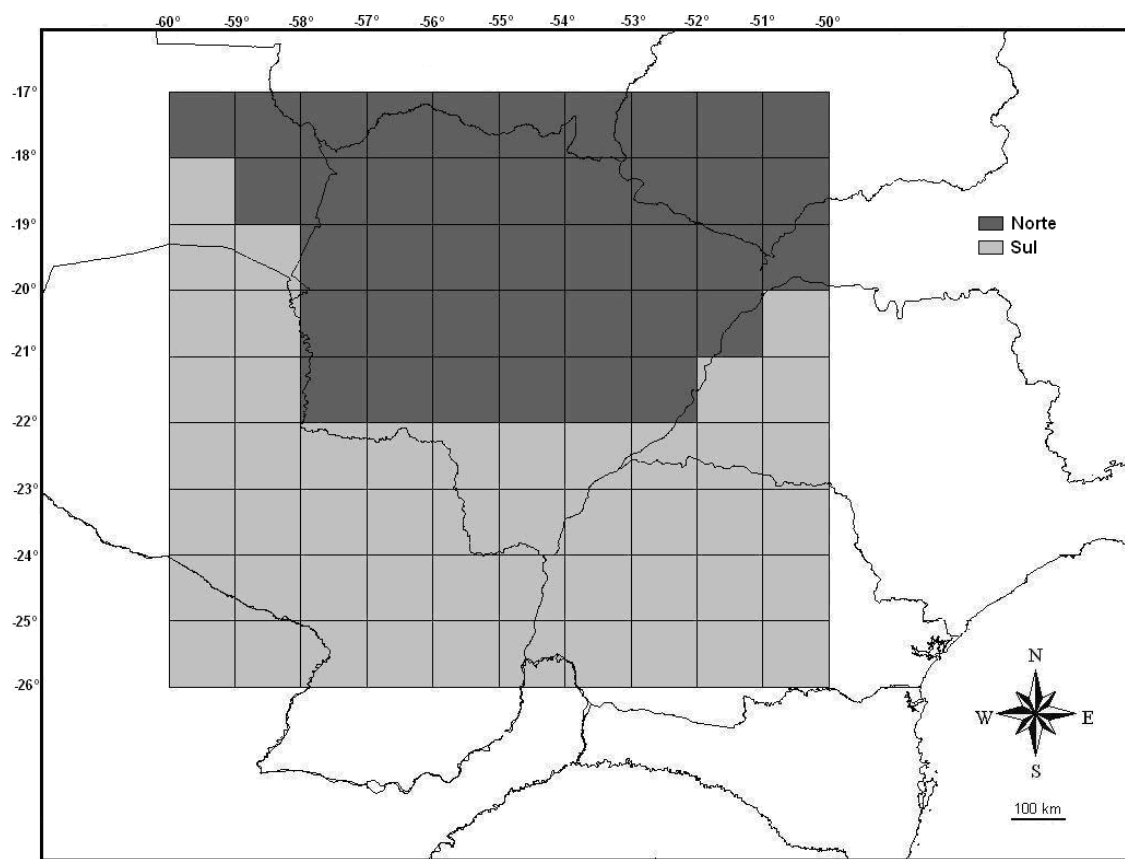


Figura 12 – Centro da América do Sul apresentando os dois principais grupos formados através da análise “a posteriori”, que incluiu a classificação de 90 quadrículas: o Grupo Norte (Floresta Amazônica, Pantanal e Cerrado) e Grupo Sul (Chaco Seco, Chaco Úmido, Floresta Atlântica Ocidental e Floresta Atlântica Oriental).

Dessa forma foi possível contabilizar o número de espécies de cada Ordem/Subordem para cada uma das ecorregiões (Norte e Sul).

As 126 espécies estavam divididas em nove ordens: Artiodactyla, Carnivora, Cingulata, Didelphimorphia, Lagomorpha, Perissodactyla, Pilosa, Primates e Rodentia. Os roedores foram divididos em subordens (Myomorpha, Sciuromorpha e Hystricomorpha). A maioria das espécies estava distribuída majoritariamente nos dois grupos, Norte e Sul, com exceção dos marsupiais e dos roedores myomorphos e sciuromorphos que foram mais ricos no grupo Norte. Já roedores hystricomorphos foram mais ricos em espécies no grupo Sul. Carnívoros se sobressaíram em riqueza em ambos os grupos havendo poucas espécies restritas a uma ou outra região (Figura 13).

De maneira geral, cada um dos grupos possuía 30 espécies exclusivas e 66 espécies compartilhadas.

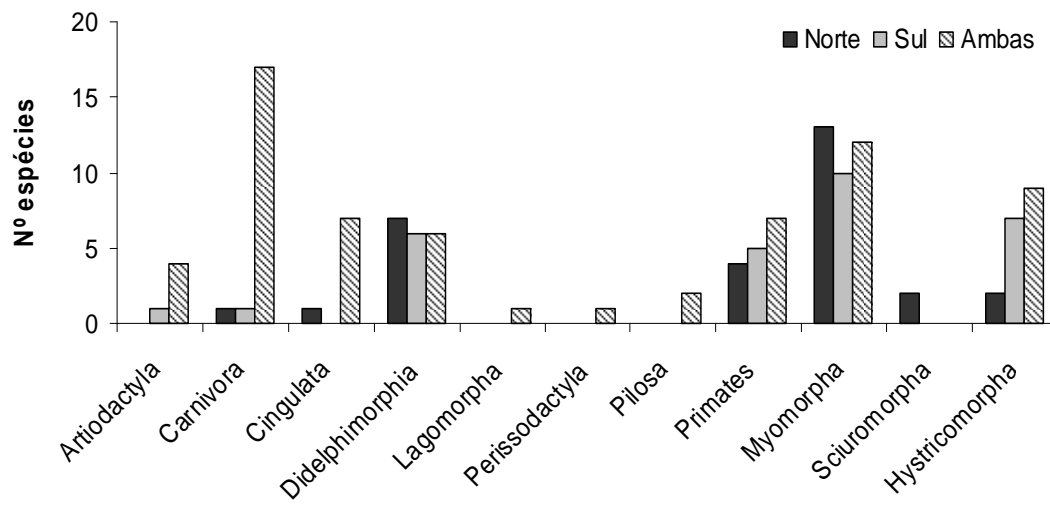


Figura 13 – Relação entre o número de espécies exclusivas de cada ordem/subordem divididas em três grupos: Norte (Floresta Amazônia, Pantanal e Cerrado), Sul (Chaco e Floresta Atlântica) e aquelas espécies que ocorrem nos dois grupos.

4 DISCUSSÃO

4.1 Relações faunísticas

Muitos dos padrões de distribuição da fauna observados hoje na região do estudo são conseqüências de eventos históricos, como a retração e expansão das florestas, que aconteceram durante o Plioceno e Pleistoceno (VIVO e CARMIGNOTTO, 2004). No Pleistoceno ocorreram as glaciações mais recentes e a formação do istmo do Panamá, com conseqüente troca de fauna e flora entre a América do Norte e a América do Sul. Naquele período, durante o período de aquecimento e umedecimento global, o Cerrado sofreu retrações em direção ao centro do Brasil, simultaneamente com a expansão da floresta úmida, sendo um dos principais corredores de dispersão da fauna durante aquele tempo (VIVO, 1997; COSTA, 2003). Nem todas as espécies continuaram suas dispersões devido a diversos fatores como barreiras topográficas e fluviais (PATTON, 1987; COSTA, 2003; CACERES, 2007; CACERES et al., 2008), mas muito pouco ainda é compreendido, resultando nas distribuições das espécies atuais. Algumas ocuparam as florestas de galeria como os roedores dos gêneros *Proechimys* e *Nectomys* (MARES et al., 1986; BONVICINO et al., 1996) sendo este tipo de habitat um facilitador para a ocorrência de espécies florestais em meio ao bioma Cerrado. Outras se fixaram em áreas abertas do Cerrado, como o *Thylamys* e *Calomys* (e.g. CACERES et al., 2007d; CACERES, 2008), sendo originárias provavelmente de regiões andinas ou sub-andinas, como por exemplo o marsupial *Marmosops ocellatus* (CACERES et al., 2007c).

Nas classificações “*a priori*” e “*a posteriori*” puderam-se observar algumas diferenças nos dendrogramas e cladogramas formados. Na primeira análise, para ambos os métodos utilizados (Agrupamento e PAE), com o estabelecimento de ecorregiões, houve a formação de dois grupos distintos com valores significativos, o grupo Leste e o Oeste. Este arranjo reflete uma das principais subdivisões da América do Sul em termos faunísticos e florísticos, onde a região Leste incorpora elementos tropicais e a porção Oeste incorpora elementos andinos e sub-andinos (AB’SABER, 1977). Ainda significativamente, houve a formação de quatro sub-grupos, atrelados aos dois grandes agrupamentos prévios. A Floresta Estacional Amazônica formou um destes grupos, aproximando-se do grupo formado pelo Chaco Seco e Chaco Úmido. O outro grupo foi formado pelo Pantanal e

Cerrado aproximando-se do quarto grupo formado pelas duas porções da Floresta Atlântica, a Ocidental e Oriental. Este arranjo congruente via dois métodos de análise, mas se embasando em ecorregiões, resultou em um relacionamento de fauna diferente do que foi encontrado para a análise de quadrículas, como será discutido adiante. O modo como as espécies foram incluídas ou não em uma dada ecorregião, que foi bem diferente da análise de distribuição em quadrículas, deve ter originado tais relacionamentos distintos entre as ecorregiões. Nas análises por ecorregiões espécies de ocorrência marginal em uma dada ecorregião (com menos de 50 % de ocorrência) foram excluídas da mesma, o que proporcionou poder mais conservativo de relacionamento, fazendo com que apenas espécies bem distribuídas em diferentes ecorregiões fossem levadas em consideração.

Já nas análises “*a posteriori*”, analisando-se o relacionamento e a proximidade entre as quadrículas apenas três agrupamentos foram formados. O maior agrupamento formado (em número de ecorregiões) foi composto pela Floresta Estacional Amazônica, Pantanal e Cerrado. O Cerrado ficou dividido em duas porções, a primeira é composta basicamente pelas quadrículas que formam a Serra de Maracaju que é o divisor de águas das Bacias do Paraguai e do Paraná e a segunda e maior porção, composta pelas demais quadrículas (limite sul do Cerrado contínuo brasileiro). Os outros dois agrupamentos foram o do Chaco e da Floresta Atlântica.

Outra diferença entre as duas análises apareceu no relacionamento da Floresta Estacional Amazônica com as demais ecorregiões. Na primeira análise a Floresta Amazônica formou um grupo em separado, aproximando-se do grupo Chaco Seco - Chaco Úmido enquanto na análise “*a posteriori*” formou um grupo com o Cerrado e o Pantanal. Essa mudança de relacionamento frente a diferentes métodos implica então em como cada espécie foi incluída ou não em uma dada unidade de área. Para quadrículas, muitas espécies com ocorrência marginal e em áreas de transição entre ecorregiões foram consideradas nas análises, levando a uma maior aproximação entre ecorregiões adjacentes, como no caso da Estacional Amazônica e do Pantanal. De fato, embora já seja conhecido em termos gerais que o Pantanal sofre influência de vários outros biomas (RODRIGUES et al., 2002), a exemplo da ocorrência congruente de algumas espécies como o marsupial *Philander opossum* (CARMIGNOTTO, 2005), o estreito relacionamento entre a Floresta Estacional Amazônica e o Pantanal talvez esteja superestimado aqui, como é colocado a seguir.

Nas quadrículas que fazem a transição Pantanal – Floresta Estacional Amazônica ocorre um fenômeno que é no mínimo intrigante à luz da atual interpretação dos resultados. Há três quadrículas (de números 3, 13 e 23; ver Figura 2) que estão situadas justamente em uma zona de transição entre essas duas ecorregiões, mas que abarcam mais áreas de Pantanal do que de Estacional Amazônica. O fato é que nessa região, particularmente em áreas de Floresta Estacional Amazônica (como no Urucum e Amolar), ocorreram diversas expedições científicas de levantamento de mamíferos no passado (SCHALLER, 1983; MAURO E CAMPOS, 2000), o que levou a um estreitamento na aproximação entre as quadrículas das vizinhanças que incluíam tanto o Pantanal quanto a Floresta Estacional Amazônica. A escala utilizada (110 x 110 km) pode ter sido um fator importante que levou a isto, pois escalas menores poderiam de fato diminuir o número de áreas de transição.

Assim, nestas quadrículas de transição a formação que predominava em mais de 50% de cada quadrícula era da ecorregião Pantanal, porém a estreita faixa mencionada foi alvo intensivo de coletas, tratando-se de locais bem amostrados e que apresentaram várias espécies da ecorregião Floresta Amazônica, como *Sciurus spadiceus* e *Callithrix melanura* (EMMONS e FEER, 1997). Devido a isso, muitos registros foram contabilizados ora sendo da Floresta Amazônica, devido a um dos métodos usados implicar em designar a presença de espécies com base na distribuição original mesmo que em áreas limites de ecorregião, e ora sendo da ecorregião Pantanal, devido ao maior percentual de área dentro da quadrícula. Mesmo adotando a metodologia de verificar a distribuição potencial de cada espécie pelo tipo de habitat, barreiras geográficas, limites de latitude e distribuição marginal das espécies, essa incongruência permaneceu. Então, em parte, isso se deve às diferenças de amostragem entre as diversas sub-regiões da área do estudo. Algumas quadrículas foram muito amostradas e outras sequer fizeram parte de inventários de fauna ou registros esporádicos, não apresentando muitos dados em museus nem na literatura. Foi justamente devido a essa carência de coletas em muitas sub-regiões que se optou por usar a estimativa de distribuição das espécies, para minimizar essa coleta desigual de conhecimento entre as ecorregiões. O atual estudo traz uma contribuição substancial sobre a distribuição e mesmo os limites de espécies de mamíferos para a região central da América do Sul em vista do desconhecimento do passado (e.g. EISENBERG e REDFORD, 1999), embora nem todas as regiões tenham sido contempladas e permanecem ainda desconhecidas.

Algumas semelhanças também foram observadas. A primeira diz respeito ao Pantanal e Cerrado que nas duas análises permaneceram conectados, formando um único grupo, indicando que o compartilhamento de espécies de mamíferos não voadores entre essas duas ecorregiões foi grande. Outra semelhança foi observada para as ecorregiões inseridas na Floresta Atlântica e no Chaco. Na análise “*a priori*” a Floresta Atlântica foi dividida em Oriental e Ocidental e o Chaco em Seco e Úmido, e na análise “*a posteriori*” esses grupos foram confirmados, com a formação do grupo “Floresta Atlântica” e do grupo “Chaco”. Assim, a Floresta Atlântica costeira se une a Floresta Atlântica de interior, ressaltando o Rio Paraná como uma barreira fraca para o intercâmbio de fauna (CACERES, 2007).

Já para a *PAE*, observaram-se algumas semelhanças entre os cladogramas formados “*a priori*” e “*a posteriori*”. Nos dois cladogramas o Chaco Úmido é o mais basal e relaciona-se com o Chaco Seco e a Floresta Amazônica, ao passo que a Floresta Atlântica Oriental é a mais derivada.

Confrontando-se a Análise de Agrupamentos com a *PAE* nas duas classificações, “*a priori*” e “*a posteriori*”, verifica-se que “*a priori*” a *PAE* corrobora alguns grupos formados pela Análise de Agrupamentos, como a maior aproximação entre as duas ecorregiões de Floresta Atlântica e também entre o Pantanal e o Cerrado. Porém, o relacionamento entre a Floresta Amazônica e o Chaco não fica bem esclarecido, pois ora é aproximada ao Chaco Seco e Chaco Úmido (e.g. Análise de Agrupamentos e *PAE* utilizando ecorregiões), ora com o Cerrado-Pantanal (e.g. Análise de Agrupamentos utilizando quadrículas).

Assim, para a classificação “*a posteriori*”, baseada em quadrículas, foi observada certa indefinição no relacionamento entre a Floresta Amazônica e as demais ecorregiões. A Análise de Agrupamentos mostra a Floresta Amazônica se aproximando com o Pantanal e o Cerrado e pela *PAE* a aproximação mais direta ocorre com as ecorregiões do Chaco. De outro modo, isto mostra também a complexidade dos relacionamentos faunísticos no centro da América do Sul, onde as Florestas Estacionais do sul da Amazônia, além de possuírem espécies exclusivas, também contêm espécies dos diferentes biomas adjacentes. Por outro lado, a conexão entre o Chaco e o Cerrado aparenta ser menos efetiva do que a conexão entre a Estacional Amazônica e o Pantanal, visto que em nenhuma das análises houve o agrupamento direto do Cerrado com as ecorregiões de Chaco. Neste caso, parece que o Rio

Paraguai se constitui em uma barreira mais efetiva para a dispersão facilitada de espécies, pois primordialmente este rio faz o limite entre estes dois biomas, embora tenha se sugerido que outros fatores ambientais também determinem este padrão (MYERS, 1982). Um fator interessante é que este mesmo rio também faz o principal limite entre o Pantanal e a Floresta Estacional Amazônica. O Pantanal parece ser um centro integrador de diferentes biomas que os circundam, pois, para o oeste, ele recebe espécies tanto tipicamente “amazônicas” (como os roedores *Oecomys mamorae* e *Holochilus sciureus* e o marsupial *P. opossum*) quanto espécies tipicamente “chaquenhãs” (como o roedor *Oligoryzomys chacoensis* e *Calomys callidus*), fato que não ocorre para o Cerrado em sua porção sul, que de modo geral não compartilha espécies com o Chaco nem com a Floresta Estacional Amazônica, salvo espécies de ocorrência ampla, como muitas espécies de carnívoros. Considerando-se a diagonal de áreas abertas que engloba os biomas Chaco, Cerrado e Caatinga (AB’SABER, 1977), seria esperado um maior compartilhamento de espécies entre os dois primeiros biomas citados; no entanto, aparentemente este relacionamento está mais ao nível de gênero ou supragenérico mais do que ao nível de espécie, já que existem poucas espécies de áreas abertas que ocorrem parapatricamente nos dois biomas, tendo o Rio Paraguai como divisor de suas distribuições, como é o caso do gênero *Thylamys* (PALMA, 1995). Este baixo nível de compartilhamento de espécies de áreas abertas entre o Cerrado e o Chaco reflete padrões históricos diferenciados, que levaram à separação da fauna em dois grandes blocos na América do Sul, sendo sua região central seu ponto de encontro, tornando-a biogeograficamente bem complexa, como ressaltado por Vivo (1997).

Além dessa aparente divisão proporcionada pelo Rio Paraguai existe a Serra de Maracaju, que na Análise de Agrupamentos “*a posteriori*” ficou relativamente bem demarcada pelas quadrículas (6, 7, 8, 16, 17, 26, 35, 44, 43) que não ficaram próximas às demais quadrículas que representavam o Cerrado. Essa Serra se apresenta como o divisor de águas entre a bacia do Rio Paraná a leste e a bacia do Rio Paraguai a oeste e provavelmente serve como barreira geográfica para algumas espécies de mamíferos de pequeno porte, tal como ocorre para o roedor *Thrichomys pachyurus*. Assim como ocorre para esta espécie citada, espécies que ocorrem e adentram o Pantanal pelo oeste têm suas distribuições sendo limitadas pela Serra de Bodoquena à leste, mas mesmo assim adentram marginalmente o Cerrado da bacia do Rio Paraguai. Outras três espécies que perfazem tal

distribuição são os roedores *Oecomys mamorae*, *Oligoryzomys chacoensis* e *Nectomys rattus* a oeste da Serra de Maracaju (CARMIGNOTTO, 2005).

Com a divisão da região do estudo em Norte e Sul, através da análise por quadrículas, foi possível verificar os padrões de riqueza de espécies, divididos por Ordens e Sub-ordens em cada um dos grupos e quais são compartilhadas por ambas as sub-regiões. Os roedores miomorfos e sciuromorfos foram mais abundantes no grupo Norte formado pela Floresta Estacional Amazônica, Pantanal e Cerrado. Enquanto o grupo Sul, formado pelo Chaco (Seco e Úmido) e pela Floresta Atlântica (Oriental e Ocidental) apresentou maior riqueza de roedores da sub-ordem Hystricomorpha em comparação ao grupo Norte; porém elas compartilham mais espécies em comum do que espécies exclusivas. Este relacionamento reflete, diferentemente da abordagem por ecorregiões, por um lado a congruência entre os biomas do norte que em parte compartilham espécies mais tropicais e por outro lado a congruência dos biomas do sul, que compartilham mais espécies subtropicais e temperadas. A própria Floresta Atlântica em sua vertente sul (que está inserida na região estudada) apresenta fortes elementos de áreas abertas, como espécies campestres do Pampa, revelando-se como um misto de “espécies tropicais” e “temperadas” (CACERES et al., 2007b). Isto de certo modo explica o relacionamento observado entre as ecorregiões chaquenhãs e as ecorregiões atlânticas. Outro componente é o fator histórico, onde espécies autóctones da América do Sul encontram-se distribuídas majoritariamente no grupo Sul, a exemplo dos roedores histricomorfos, e as espécies alóctones, provenientes do norte quando do “Grande Intercâmbio Americano”, estão majoritariamente distribuídas no grupo Norte, a exemplo dos roedores miomorfos (ver WEBB, 1991).

4.2 Relações entre riqueza e ambiente

Observou-se um gradiente de aumento da riqueza de espécies de mamíferos não voadores do sudoeste para o norte e nordeste na região estudada, ou seja, do Chaco Úmido em direção à transição do Pantanal com a Floresta Estacional Amazônica ao norte e também para o Cerrado a nordeste. Esta relação de gradiente latitudinal já é bem conhecida em estudos de macro-escala (PIANKA, 1966) e agora é reportado aqui em um estudo de

meso-escala, que envolve diversas ecorregiões em uma região reconhecidamente complexa em suas relações faunísticas (VIVO, 1997).

Uma das questões centrais da comunidade científica é a de tentar compreender quais os fatores que determinam os diferentes números de espécies em diferentes regiões do planeta (LUBCHENCO et al., 1991). Recentemente, os avanços na compreensão dos sistemas ecológicos têm sido atingidos pela consciência de que os padrões e processos são fortemente dependentes da escala (RICKLEFS, 1987; URBAN et al., 1987; O'NEILL, 1989; LEVIN, 1992).

Estudos recentes demonstram que variáveis climáticas como AET, PET e temperatura são importantes preditores da diversidade de vários grupos de organismos vertebrados e invertebrados e também da diversidade de plantas em grandes escalas espaciais (HAWKINS e PORTER, 2003; HAWKINS et al., 2003a; 2003b, DINIZ-FILHO et al., 2004; RODRÍGUEZ et al., 2005).

Dados de biodiversidade usualmente apresentam fortes padrões espaciais, ou seja, observações a uma dada distância no tempo e no espaço não são independentes. Conseqüentemente, esses dados geralmente são autocorrelacionados espacialmente, ou seja, células próximas não representam unidades de amostragem independentes e essa autocorrelação pode criar resultados falsos positivos na análise de regressão (DINIZ-FILHO et al., 2003).

A análise de autocorrelação espacial tem se tornado uma ferramenta importante nos estudos de padrões de riqueza (HAWKINS et al. 2003a) e, por isso, a análise de autocorrelação foi utilizada aqui como uma técnica exploratória para descrever a estrutura espacial das variáveis preditoras e da riqueza de espécies. Porém, o mesmo autor (HAWKINS et al., 2007), utilizando o mesmo tamanho de quadrículas deste estudo, afirma que nem sempre a autocorrelação espacial é um grande problema quando se produz e interpreta modelos de regressão geográfica em ecologia. O autor ainda cita que é bem conhecido na literatura estatística que estimativas OLS são precisas, especialmente com grandes amostras, e os coeficientes não são tendenciosos em um sentido estatístico (CRESSIE, 1993; SCHABENBERG e GOTWAY, 2005; TIEFELSDORF e GRIFFITH, 2007).

Após as análises de regressão múltipla (OLS) foram observados valores significativos para as variáveis preditoras temperatura média, amplitude da temperatura e amplitude da altitude, foi observado também, os valores do resíduo do Índice (I) de Moran.

O I de Moran varia de -1.0 (autocorrelação máxima negativa) a 1.0 (autocorrelação máxima positiva). Valores diferentes de zero indicam que valores de riqueza em células conectadas a uma dada distância geográfica são mais similares (autocorrelação positiva) ou menos similares (autocorrelação negativa) que o esperado para pares de células associadas ao acaso (DINIZ-FILHO et al., 2006).

As análises OLS apresentaram valores relativamente baixos no resíduo do modelo para a autocorrelação espacial, mesmo assim foi usado outro modelo (SAR) na tentativa de diminuir esse efeito, o que não foi possível. O modelo SAR mostrou-se incapaz, utilizando os dados das sete variáveis aqui estudadas, de minimizar esse efeito. Portanto, o modelo OLS é o mais adequado para explicar o padrão de distribuição dos mamíferos não voadores da região central da América do Sul e as variáveis que mais contribuem para esse padrão de distribuição estão ligadas principalmente à temperatura e secundariamente à topografia da região.

Esses resultados corroboram outros estudos que também mostram a temperatura como a variável principal no padrão de distribuição de mamíferos. Badgley e Fox (2000), por exemplo, avaliando a relação entre o clima e a diversidade de mamíferos da América do Norte, concluem que a temperatura é a principal variável e a topografia está entre as quatro variáveis que mais contribuem para a diversidade de mamíferos do continente norte-americano. Na África do Sul Andrewns e O'Brien (2000) indicam a variabilidade na temperatura como a variável principal para a riqueza de espécies de mamíferos. Para aves, em um estudo intitulado "Variação geográfica da diversidade de aves Passeriformes na Argentina" (HAWKINS et al., 2003b) também citam a temperatura como a variável que mais influencia no padrão de distribuição dos passeriformes argentinos.

A freqüente correlação registrada entre clima e riqueza de espécies ocorre principalmente em grande escala, provavelmente devido ao efeito dos gradientes climáticos sobre a distribuição das espécies.

5 CONCLUSÃO

*Através das análises “*a priori*” confirmadas pelas “*a posteriori*” foi possível verificar o estreito relacionamento entre pares de ecorregiões, como a ecorregião costeira e de interior da Floresta Atlântica e também entre o Pantanal e o Cerrado. Porém, o relacionamento entre a Floresta Estacional Amazônica e o Chaco não fica bem esclarecido, pois ora é aproximada ao Chaco Seco e Úmido, ora ao Pantanal. Coletas intensivas em determinadas regiões e a escala utilizada podem ter sido responsáveis por esses padrões observados.

* Tanto as análises de classificações “*a priori*” quanto “*a posteriori*” revelaram a importância de possíveis barreiras naturais como os rios e serras (divisores de águas). O Rio Paraguai assume importante papel na estruturação das faunas de mamíferos dividindo-as principalmente em dois grandes grupos, o grupo Leste que inclui o Cerrado e Floresta Atlântica mais o Pantanal e o grupo Oeste, que inclui o Chaco e também a Floresta Estacional Amazônica. O Rio Paraná parece ser uma barreira menos eficaz, que por sua vez permite o estreito agrupamento entre a Floresta Atlântica costeira e de interior. A análise de agrupamentos entre quadrículas revelou que a Serra de Maracaju é mais do que apenas um divisor de águas entre as bacias dos rios Paraguai e Paraná, pois serve como limite de distribuição de algumas espécies de pequenos mamíferos.

* As análises “*a posteriori*” também sugeriram a divisão de faunas em um outro sentido possível, norte e sul, onde haveria um maior relacionamento entre faunas de ecorregiões do norte, que incluem a Floresta Estacional Amazônica, o Pantanal e o Cerrado, e as ecorregiões do sul, que incluem as ecorregiões do Chaco e da Floresta Atlântica. Este último agrupamento é suportado pela presença de espécies campestres na Floresta Atlântica subtropical, provenientes do sul da América do Sul.

*As variáveis climáticas que mais contribuíram para o padrão de distribuição de mamíferos não voadores na região central da América do Sul foram aquelas relacionadas à temperatura e à topografia. A Temperatura média da região foi a variável mais importante diretamente,

isto é, quanto maior a temperatura média maior será a riqueza dos mamíferos, e de forma inversa (negativa), foi amplitude da temperatura, indicando que quanto menor a amplitude da temperatura maior será, também, a riqueza de mamíferos. Outra variável que se mostrou importante de uma forma secundária foi a topografia (amplitude da altitude). Essas variáveis, entre as sete analisadas, foram as que mais contribuíram para entender o padrão de distribuição dos mamíferos não voadores do centro da América do Sul.

* Um ponto que chamou atenção nesse estudo foi o modelo de regressão *OLS* que se mostrou mais eficaz que o modelo *SAR* para responder pela riqueza de mamíferos da região central da América do Sul.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. Os domínios morfoclimáticos da América do Sul. **Geomorfologia**, Universidade de São Paulo, 52: 1-22, 1977.
- ANDREWS, P.; E. M. O'BRIEN. Climate, vegetation, and predictable gradients in mammal species richness in Southern Africa. **Journal of Zoology**, 251: 205–231, 2000.
- BADGLEY, C.; FOX, D. L. Ecological biogeography of North American mammals: species density and ecological structure in relation to environmental gradients. **Journal of Biogeography**, 27: 1437-1467, 2000.
- BONVICINO, C. R. A new species of *Oryzomys* (Rodentia, Sigmodontinae) of the subflavus group from the Cerrado of central Brazil. **Mammalian Biology**, 68: 78-90, 2003.
- BONVICINO, C. R.; D'ANDREA, P. S.; CERQUEIRA, R.; SEUÁNEZ, H. N. The chromosomes of *Nectomys* (Rodentia, Cricetidae) with $2n=52$, $2n=56$, and interspecific hybrids ($2n=54$). **Cytogenetic and Cell Genetics** 73:190-193. 1996.
- BONVICINO, C. R.; WEKSLER, M. A new species of *Oligoryzomys* (Rodentia, Sigmodontinae) from northeastern and central Brazil. **Mammalian Biology**, 63: 90-103, 1998.
- BROWN, J. H.; LOMOLINO, M. V. Sinauer. **Biogeography**, 2. ed. 1998.
- BUCHER, E. H. Ecología de la fauna chaqueña: una revisión. Ecosur 7. Argentina. 1980.
- BURNHAN, K. P.; ANDERSON, D. R. Multimodel inference: understanding AIC and BIC in model selection. **Sociological Methods and Research**, 33(2): 261-304, 2004.
- CABRERA, A. L.; WILLINK, Y. A. Biogeografía de América Latina. Monografía 13. Serie de Biología, OEA. Washington, DC. 1973.
- CACERES, N. C. Semideciduous Atlantic Forest mammals and the role of the Paraná River as a riverine barrier. **Neotropical Biology and Conservation**, 2(2): 84-89, 2007.

- CACERES, N. C.; BORNSCHEIN, M. R.; LOPES, W. H.; PERCEQUILLO, A. R. Mammals of the Bodoquena Mountains, southwestern Brazil: an ecological and conservation analysis. **Revista Brasileira de Zoologia**, 24: 426-435, 2007a.
- CACERES, N. C.; CHEREM, J.; GRAIPEL, M. E.. Distribuição geográfica de mamíferos terrestres na Região Sul do Brasil. *Ciência & Ambiente*, v. 35, p. 167-180, 2007b.
- CACERES, N. C.; FERREIRA, V. L.; CARMIGNOTTO, A. P. Occurrence of the mouse opossum *Marmosops ocellatus* (Marsupialia, Didelphidae) in western Brazil. **Mammalian Biology**, 72: 45-48, 2007c.
- CACERES, N. C.; NAPOLI, R. P.; LOPES, W. H.; CASELLA, J.; GAZETA, G. S. Natural history of the marsupial *Thylamys macrurus* (Mammalia, Didelphidae) in fragments of savannah in southwestern Brazil. **Journal of Natural History**, 41: 29-32, 1979-1988. 2007d.
- CACERES, N. C.; CASELLA, J.; VARGAS, C. F.; PRATES, L. Z.; TOMBINI, A. A. de Mattos.; GOULART, C. S.; LOPES, W. H. Distribuição geográfica de pequenos mamíferos não voadores nas bacias dos rios Araguaia e Paraná, região centro-sul do Brasil. **Iheringia**, Sér. Zool., Porto Alegre, 98(2):173-180, 2008.
- CARMIGNOTTO, A. P. Pequenos mamíferos terrestres do bioma Cerrado: padrões faunísticos locais e regionais. Tese de Doutorado, São Paulo, Universidade São Paulo. P.404, 2005.
- CARVALHO, C. J. B. de.; BORTOLANZA, M.; SILVA, M. C. C. da.; SOARES, E. D. G. **Distributional patterns of the Neotropical Muscidae (Diptera)**. In: Uma perspectiva Latinoamericana de la Biogeografía (Morrone, J. J.; Llorente, J. Eds.) Las Prensas de Ciência, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de México, p. 263-274, 2003.
- CERQUEIRA, R. **South American landscapes and their mammals**. p. 53-75. In: Mammalian biology in south America (Mares, M. A.; Genoways, H. H. Eds.) Special publications series, Pymatuning Laboratory of Ecology. University of Pittsburgh, 6: 1-359, 1982.
- CERQUEIRA, R. **Determinação de distribuições potenciais de espécies**. p. 141-161. In: Oecologia Brasiliensis (Peres-Neto, P.; Valentin, J. L.; Fernandes, F. A. S. Eds.) Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, v. 2, p. 161, 1995.

COSTA, L. P. The historical bridge between the Amazon and the Atlantic forest of Brazil: a study of molecular phylogeography with small mammals. **Journal of Biogeography**, 30: 71-86, 2003.

COSTA, L. P.; LEITE, Y. L. R.; FONSECA, G. A. B. D.; FONSECA, M. T. D. Biogeography of south America forest mammals: endemism and diversity in the Atlantic Forest. **Biotropica**, 32: 872-881, 2000.

CRESSIE, N. A. C. Statistics for spatial data analysis. **Wiley**, 1993.

CRISCI, J. V. The voice of historical biogeography. **Journal of Biogeography**, 28: 157-168, 2001.

CRISCI, J. V.; KATINAS, L.; POSADAS, P. **Historical biogeography: an introduction**. Harvard University Prese, p. 250, 2003.

CROIZAT, L. Biogeografía analítica y sintética (“Panbiogeografía”) de las Américas. **Bol. De la Acad. De Cien. Fis. Mat. y Nat.**, p. 890, 1976.

DAB – Diagnóstico Analítico do Pantanal e Bacia do Alto Paraguai. Implementação de práticas de gerenciamento integrado de bacia hidrográfica para o Pantanal e Bacia do Alto Paraguai. ANA, GEF, PNUMA, OEA. Relatório Final. 2003.

DINIZ-FILHO, J. A. F.; BINI, L. M.; HAWKINS, B. A. Spatial autocorrelation and red herrings in geographical ecology. **Global Ecology and Biogeography**, v. 12, n. 1, p. 53-64, 2003.

DINIZ-FILHO, J. A. F.; RANGEL, T. F. V. B.; HAWKINS, B. A. A test of multiple hypotheses for the species richness gradient of south America owls. **Oecologia**, 140: 633-638, 2004.

DINIZ-FILHO, J. A. F.; BINI, L. M.; PINTO, M. P.; RANGEL, T. F. L. V. B.; CARVALHO, P.; BASTOS, R. P. Anuran species richness, complementarity and conservation conflicts in Brazilian Cerrado. **Acta Oecologica**, 29: 9-15, 2006.

DINIZ-FILHO, J. A. F.; BINI, L. M.; PINTO, M. P.; RANGEL, T. F. L. V. B.; VIEIRA, S. L.; BASTOS, R. P.. Conservation biogeography of anurans in Brazilian Cerrado. **Biodiversity and Conservation**, v. 16, n. 4, p. 997-1008, 2007.

EISENBERG, J. F.; REDFORD, K. H. **Mammals of the neotropics** - the central neotropics: Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil. Chicago: University of Chicago Press, p. 609, 1999.

EMMONS, L. H.; FEER, F. **Neotropical rainforest mammals: a field guide**. Chicago: University of Chicago Press, p. 307, 1997.

EVA, H. D.; MIRANDA, E. E. de.; BELLA, C. M. Di.; GOND, V. et al. **A Vegetation map of South America**. European Commission. Luxembourg, 2002.

FOSBERG, F. R. Geography, ecology and biogeography. *Annals of the Association of American Geographers*, 66: 117-28, 1976.

FOTHERINGHAM, A. S.; BRUNSDON, C. E.; CHARLTON, M.. Geographically weighted regression: the analysis of spatially varying relationships. Wiley. 2002.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Plano nacional de recursos hídricos. Secretaria de recursos hídricos, MMA, 1998.

GRELLE, C. E. V. de. Areografia dos primatas endêmicos da Mata Atlântica. Tese de doutoramento. Pós-Graduação em Zoologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2000.

HAINING, R. P. *Spatial data analysis in the social and environmental sciences*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

HAMMER, Ø; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, 4(1): 9, 2001.

HAWKINS, B.A.; PORTER, E.E. Relative influences of current and historical factors on mammal and bird diversity patterns in deglaciated North America. *Global Ecology and Biogeography*, 12, 475–481. 2003.

HAWKINS, B. A.; PORTER, E. E.; DINIZ-FILHO, J. A. F. Productivity and history as predictors of the latitudinal diversity gradient of terrestrial birds. **Ecology**, 84: 1608-1623, 2003a.

HAWKINS, B.A.; FIELD, R.; CORNELL, H.V.; CURRIE, D.J.; GUEGAN, J.F.; KAUFMAN, D.M.; KERR, J.T.; MITTELBACH, G.G.; OBERDORFF, T.; O'BRIEN, E.M.; PORTER, E.E. e TURNER, J.R.G.. Energy, water, and broad-scale geographic patterns of species richness. **Ecology**, 84(12): 3105-3117, 2003b.

HAWKINS, B. A.; DINIZ-FILHO, J.A.F.; BINI, L. M.; MARCO; P. DE. e BLACKBURN; T. M. Red herrings revisited: spatial autocorrelation and parameter estimation in geographical ecology. **Ecography**, v. 30, n. 3, p. 375-384, 2007.

HUECK, K. **Los bosques de Sudamérica**. Sociedade Alemana de Cooperação Técnica (GTZ). Eschborn, Alemanha, 1978.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Diretoria de Geociências. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, p. 92, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de biomas do Brasil**. 2004.

JOHNSON, J. B.; OMLAND, K. S. Model selection in ecology and evolution. *Trends in Ecology and Evolution*, 19(2): 101-108, 2004.

KOHLMANN, B.; SÁNCHEZ, S. Estudio areográfico del género *Bursera* Jacq. ex L. (*Burseraceae*) en México: una síntesis de métodos. En *Métodos cuantitativos en la biogeografía*. Instituto de Ecología A. C. México. p. 45-120, 1984.

LEVIN, S. A. The problem of pattern and scale in ecology. **Ecology**, 73: 1943-1967, 1992.

LINDER, H. P. On areas of endemism, with an example from the African *Restionaceae*. **Systematic Biology**, 50: 892-912, 2001.

LÖWENBERG-NETO, P.; CARVALHO, C. J. B. Análise Parcimoniosa de Endemicidade (PAE) na delimitação de áreas de endemismos: inferências para conservação de biodiversidade da região sul do Brasil. Curitiba, PR. **Natureza e Conservação**, v. 2, n. 2, p. 58-65, 2004.

LUBCHENCO, J.; OLSON, A. M.; BRUBAKER, L. B.; CARPENTER, S.R.; HOLLAND, M.M.; HUBBELL, S.P.; LEVIN, S.A.; MACMAHON, J.A.; MATSON, P.A.; MELILLO, J.M.; MOONEY, H.A.; PETERSON, C.H.; PULLIAM, H.R.; REAL, L.A.; REGAL, P.J.; RISSER, P.G.; The sustainable biosphere initiative: an ecological research agenda. **Ecology**, n. 371-412, 1991.

MARES, M. A.; ERNEST, H. A.; GETTINGER, D. D. Small mammal community structure and composition in the Cerrado Province of central Brasil. **Journal of Tropical Ecology** 2(4):289-300. 1986.

MAURO, R. A.; CAMPOS, Z. **Fauna**. In: Zoneamento ambiental da borda oeste do Pantanal: maciço de Urucum e adjacências (Silva, J. S. V. da. Eds.) Embrapa, Brasília, p. 133-151, 2000.

MAZEROLLE, M. J. Improving data analysis in herpetology: using Akaike's Information Criterion (AIC) to assess the strength of biological hypotheses. **Amphibia – Reptilia**, 27: 169-180, 2006.

MITTERMEIER, R. A.; RYLANDS, A. B.; COIMBRA-FILHO, A. F. **Systematics: species and subspecies – an update**. In: Ecology and Behavior of Neotropical Primates, v. 2 (Mittermeier, R. A.; Rylands, A. B.; Coimbra- Filho, A. F.; Fonseca, G. A. B. da. Eds.) Washington, D. C. World Wildlife Found, p. 13-75, 1988.

MORRONE, J. J. On the identification of areas of endemism. **Systematic Biology**, 43(3): 438-441, 1994.

MORRONE, J. J.; CRISCI, J. V. Historical biogeography: introduction to methods. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, 26: 373-401, 1995.

MYERS, P. **Origins and affinities of the mammal fauna of Paraguay**. In: Mammalian biology in south America, (Mares, M. A.; Genoways, H. H.) p. 85-94. Pymatuning Symposia in Ecology 6. Special publication series. Pittsburgh: Pymatuning Laboratory of Ecology, University of Pittsburgh. 1982.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. da.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403: 853-858, 2000.

NELSEN, G.; PLATNICK, N. I. Systematics and biogeography: cladistics and vicariance. New York, NY: Columbia University Press, 1981.

NIHEI, S. S. Misconceptions about Parsimony Analysis of Endemicity (PAE). **Journal of Biogeography**, v. 33, p. 2099-2106, 2006.

NIXON, K. C. Winclada, versão 1.00.08. Publicado pelo autor. Ithaca, Nova York. 1999-2002.

OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. Eds. The Cerrados of Brazil. Ecology and natural history of a neotropical savanna. New York: Columbia University Press, 2002.

O'NEILL, R. V. **Perspectives in hierarchy and scale**. Perspectives in ecological theory (Roughgarden, J.; May, R. M.; Levin, S. A.) Princeton, NJ: Princeton University Press, p. 140-156, 1989.

PALMA, R. E. Range expansion of two South American mouse opossum (*Thylamys*, Didelphidae) and their biogeographic implications. **Revista Chilena de História Natural**, 68: 515-522, 1995.

PATTON, J. L. Species group of spiny rats, genus *Proechimys* (Rodentia: Echimyidae). **Fieldiana Zoology** 39:305-345, 1987

PIANKA, E. R. Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. *American Naturalist*, v. 100, p. 33-46, 1966.

PILLAR, V. D. On the identification of optimal plant functional types. **Journal of Vegetation Science**, 10: 631-640, 1999.

PILLAR, V.D. MULTIV: multivariate exploratory analysis, randomization testing and bootstrap resampling. Porto Alegre: UFRGS, 2005.

PULLIN, A. S. **Conservation Biology**. 1^a. ed. Cambridge University Press, p. 346, 2002.

RAHBEEK, C.; GRAVES, G. R. Multiple scale assessment of patterns of avian species richness. **Proc. Nat. Acad. Sci. USA**, 98: 4534-4539, 2001.

RANGEL, T. F. L. V. B.; DINIZ- FILHO, J. A. F.; BINI, L. M. Towards an integrated computational tool for spatial analysis in macroecology and biogeography. **Global Ecology and Biogeography**, v. 15, n. 4, p. 321-327, 2006.

RANGEL, T. F. L. V. B. Simulação Orientada por Padrões e Análise Espacial dos Gradientes de Diversidade sob um Processo de Conservação de Nicho. 87f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução). Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2006.

RICKLEFS, R. E. Community diversity: relative roles of local and regional processes. **Science**, 235: 167-171, 1987.

RODRIGUES, F. H. G.; MEDRI, I. M.; TOMAS, W. M.; MOURÃO, G. M. Revisão do conhecimento sobre ocorrência e distribuição de mamíferos do Pantanal. Embrapa Pantanal, Corumbá, p. 41, 2002.

RODRÍGUEZ, M. A.; BELMONTES, J. A.; HAWKINS, B. A. Energy, water and large-scale patterns of reptile and amphibian species richness in Europe. **Acta Oecologica**, 28: 65-70, 2005.

RODRIGUEZ, M. A.; LOPEZ-SAÑUDO, I. L.; HAWKINS, B. A. The geographic distribution of mammal body size in Europe. **Global Ecology and Biogeography**, v. 15, n. 2, p. 173-181, 2006.

ROHDE, K. Latitudinal gradients in species diversity: the search for the primary cause. **Oikos**, 65: 514-527, 1992.

ROSEN, B. R. **From fossils to earth history: applied historical biogeography**. In: Analytical biogeography: an integrated approach to the study of animal and plant distributions (Myers, A. A.; Giller, P. S. Eds.) Chapman and Hall, New York, p. 437-481, 1988.

SCHABENBERG, O.; GOTWAY, C. A. Statistical methods for spatial data analysis. **Chapman and Hall**, 2005.

SCHALLER, G. B. Mammals and their biomass on a Brazilian ranch. **Arq. De Zool.**, São Paulo, 31: 1-36, 1983.

SILVA, M. M. F. P. Padrões espaciais da riqueza de espécies no cerrado através da seleção de modelos utilizando o Critério de Akaike (AIC). 111f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução). Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2008.

SILVA JUNIOR, J. S. Especiação nos macacos-prego e caiararas, gênero *Cebus erxleben*, 1777 (Primates, Cebidae). PhD Thesis. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, p. 377, 2001.

SMITH, C. H. Historical biogeography: geography as evolution, evolution as geography. **New Zealand Journal of Zoology**, 16: 773-785, 1989.

SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. W.H. **Freeman and Company**, 1995.

TIEFELSDORF, M.; GRIFFITH, D. A. Semi-parametric filtering of spatial autocorrelation: the eigenvector approach. **Environ. Plann. A**, in press, 2007.

TOGNELI, M. F.; KELT, D. A. Analysis of determinants of mammalian species richness in south America using spatial autoregressive models. **Ecography**, 27: 427-436, 2004.

TUCCI, C. E. M. Bacias brasileiras do rio da Prata. Avaliações e propostas. ANA – Agência Nacional de Águas. p. 102, 2001.

TUCCI, C. E. M. Bases conceituais para a visão dos recursos hídricos na bacia do rio da Prata: termo de referência versão 2.0. Documento para orientação do desenvolvimento da visão a nível nacional como base na integração regional. 2004.

URBAN, D. L.; O'NEILL, R. V.; SHUGART, H. H. Landscape ecology. **BioScience**, 37: 119-127, 1987.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. IBGE, Rio de Janeiro, p. 123, 1991.

VIEIRA, C. C. Lista remissiva dos mamíferos do Brasil. **Arq. de Zool.**, São Paulo, 8: 341-465, 1955.

VIVO, M. Mammalian evidence of historical ecological change in the Caatinga semiarid vegetation of northeastern Brazil. **Journal of Comparative Biology** 2(1):65-73, 1997.

VIVO, M. e CARMIGNOTTO, A. P. Holocene vegetation change and the mammal faunas of South America and Africa. **Journal of Biogeography** 31:943-957. 2004.

VOSS, R. S.; EMMONS, L. H. Mammalian diversity in neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. **Bul. Am. Mus. Nat. Hist.**, 230: 1-115, 1996.

VOSS, R. S.; LUNDE, D. P.; JANSA, S. A. On the contents of *Gracilinanus* Gardner and Creighton, 1989, with the description of a previously unrecognized clade of small Didelphid Marsupials. **American Museum Novitates**, 3482: 1-34, 2005.

WEBB, S. D. Ecogeography and the Great American Interchange. **Paleobiology** 17 (3): 266-280, 1991.

WEKSLER, M.; BONVICINO, C. R. Taxonomy of pigmy rice rats genus *Oligoryzomys* (Rodentia, Sigmodontinae) of the Brazilian Cerrado, with the description of two new species. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, 63(1): 113-130, 2005.

WEKSLER, M.; PERCEQUILLO, A. R.; VOSS, R. S. Ten new genera of oryzomyine rodents (Cricetidae, Sigmodontinae). **American Museum Novitates**, 3537: 1-29, 2006.

WHITTAKER, R.J.; ARAÚJO, M.B.; PAUL, J.; LADLE, R.J.; WATSON, J.E.M.; WILLIS, K.J. Conservation biogeography: assessment and prospect. **Diversity and Distributions**, 11: 3-23. 2005.

WIENS, J. J.; DONOGHUE, M. J.. Historical biogeography, ecology and species richness. **Trends Ecol. Evol.** 19(12): 639-644. 2004.

WILLIG, M. R.; PRESLEY, S. J. OWEN, R. D.; LÓPEZ-GONZÁLES, C. Composition and structure of bat assemblages in Paraguay: a subtropical-temperate interface. **Journal of Mammalogy**, 81: 386-401, 2000.

WILSON, D. E.; REEDER, D. M. Mammal species of the world. A taxonomic and Geographic reference. 3^a. ed. Smithsonian Institution Press. Washington, DC, USA. p. 2142, 2005.