



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

Natália Carneiro Ardente

**A comunidade de pequenos mamíferos em áreas de savana
metalófila e floresta ombrófila densa na Floresta Nacional de
Carajás, PA: Estrutura, estratificação e impacto da mineração**

Rio de Janeiro

2012

Natália Carneiro Ardente

A comunidade de pequenos mamíferos em áreas de savana metalófila e floresta ombrófila densa na Floresta Nacional de Carajás, PA: Estrutura, estratificação e impacto da mineração

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientadora: Dra. Helena de Godoy Bergallo

Coorientadora: Dra. Fernanda Martins-Hatano

Rio de Janeiro

2012

CATALOGAÇÃO NA FONTE

UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC-A

A676 Ardente, Natália Carneiro.

A comunidade de pequenos mamíferos em áreas de savana metalófila e floresta ombrófila densa na Floresta Nacional de Carajás, PA: estrutura, estratificação e impacto da mineração / Natália Carneiro Ardente. – 2012.

86f : il.

Orientadora: Helena de Godoy Bergallo.

Coorientadora: Fernanda Martins-Hatano.

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes.

1. Mamífero – Floresta Nacional de Carajás (PA) - Teses. 2. Floresta Nacional de Carajás (PA) – Aspectos ambientais - Teses. I. Bergallo, Helena de Godoy. II. Martins-Hatano, Fernanda. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. IV. Título.

CDU599(811.5)

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação.

Assinatura

Data

Natália Carneiro Ardente

A comunidade de pequenos mamíferos em áreas de savana metalófila e floresta ombrófila densa na Floresta Nacional de Carajás, PA: Estrutura, estratificação e impacto da mineração

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovado em 09 de Fevereiro de 2012.

Banca examinadora:

Prof^a. Dr^a. Helena de Godoy Bergallo (Orientadora)
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes - UERJ

Prof. Dr. Marcus Vinícius Vieira
Instituto de Ciências Biológicas - UFRJ

Prof^a. Dr^a. Flavia Souza Rocha
Instituto de Florestas - UFRuralRJ

Rio de Janeiro

2012

DEDICATÓRIA

A minha mãe, Marta, por ser a melhor mãe do mundo, sempre dedicada, atenciosa, carinhosa e nunca me deixou faltar nada: desde amor até coisas materiais.

AGRADECIMENTOS

Ao convênio Vale-UFRA que me possibilitou uma bolsa de trabalho bem como o financiamento desta pesquisa. E ao ICMBio, nos apoiando e pelas licenças de coleta e transporte de material.

Ao CaduGrelle pela revisão desta dissertação.

A minha orientadora, Nena Bergallo, por tudo que consegui e minha experiência profissional. Obrigada por ter me aberto tantas portas, por ter me ensinado tantas coisas e por sempre me ouvir com paciência e humildade! Serei eternamente grata a você por tudo. Você estará sempre no meu coração como minha amiga da vida e minha “mãezona acadêmica”!

A minha coorientadora Fernanda Martins Hatano, por sempre me apoiar e confiar em meu trabalho e na minha capacidade. Muito obrigada!

Ao meu grande amigo e professor Don Gettinger, por ter me apresentado e me ensinado o mundo da sistemática! O contagiante mundo da sistemática e taxonomia, sempre me empolgando com suas ideias novas e discussões. Obrigada pela grande confiança no meu trabalho e por todo conhecimento que você me passou. Serei eternamente grata!

Ao meu grande amor Alexandre, por todo apoio, amor e carinho durante este trabalho em todos os momentos ao meu lado (exceto quando tínhamos campo!). **Eu te amo e nada** na minha vida tem graça ou é completo sem você! Obrigada por fazer parte da minha vida! (e pela formatação da dissertação também).

Aos meus pais, Domingos e Marta, por todo o amor, carinho, cuidado, pelas oportunidades de estudos, por me apoiarem nas minhas escolhas e pela vontade de me ver crescer.

Ao meu grande amigo da vida Junior, meu amigo guerreiro Jumbão, o mais teimoso do mundo, a minha tia Dri e vó Neyde ausentes atualmente, mas que sempre estarão vivos dentro do meu coração. Amo vocês para sempre. Nunca me esquecerei de vocês!

A toda a minha família, minha vizinha Maria Valdir – a MAIS LINDA desse mundo, aos meus irmãos Mariana e Miguel por estarem sempre ao meu lado em TODOS os momentos da minha vida (mesmo com as brigas), aos meus primos Clarice, Matheus, Gustavo, Adriano e Ana Cristina, aos meus tios, Divos e Roberto e

minha madrinha Dina (a melhor madrinha do mundo) e às minhas primas Laisa, Laíse (madrinha mais dedicada não existe) e Lilica que me apoiaram sempre durante este trabalho, compreendendo minha ausência. Minha família iluminada, abençoada e amada. E claro a nova geração: Carolzinha, Bia, David (bairanos mais amados!) e Nina (coisa mais gostosa da minha vida!). Em especial a minha “tia” Regina, a mais doidinha, sempre disposta a transportar materiais vindos de Carajás e a mim para todos os lados, sendo INCANSÁVEL! Vc é melhor tia do mundo!!! A MINHA TIAZONA!!! **Obrigado, família, vocês são a razão do meu viver.**

Ao meu cunhadinho que eu amo, Serginho, realmente você bateu o recorde de todos os malas! Principalmente comigo, mas saiba que pode contar sempre comigo e que você está no meu coração e que brigas são coisas de família mesmo... Até porque segundo ele, “se cunhado fosse bom não começava com...” Obrigada por estar ao meu lado neste momento também.

Aos meus grandes pais Marcão e tio Nelson, aos meus irmãozinhos Thiago (sou mesmo puxa-saco sua, não me importo) e Thati, e a minha grande e querida “ídola” Valéria que sempre estiveram presentes na minha vida e me apoiando durante minhas conquistas: AMO MUITO vocês. E também aos meus irmãos do centro TUPAFEC!

Às minhas AMIGAS Jaque (minha azeitona calabresa), Paulinha (o feto mais lindo e que tanto amo), Sukita (por me cativar a cada dia), Carol gatona (por simplesmente existir na minha vida), Bananão (a sem-noção mais amada), Lala (por sempre me acalmar e me dar conselhos que eu nunca sigo) e Grazi (por ser uma das pessoas mais lindas que eu conheço), por estarem sempre ao meu lado, vivendo comigo toda essa trajetória, mesmo ausente, saibam que não seria nada sem vocês! Amo vocês demais!

Aos meus grandes amigos, João Paulo (por estar sempre me fazendo sorrir), Sidinho (sempre ao meu lado), Fernando (Ferdinando, o imperador) e Suellen (minha querida amiga Suh). Obrigada por estarem ao meu lado, compreendendo minha ausência. Vocês fazem parte de mais esta etapa.

Aos meus amigos do laboratório: Daniel, Hermano, Thiago, Flavia, Júlia, Nina, Isa e Paulão, Luciana (LÚ), Zé, Aline Gaglia, Carolzinha Lacerda, Carol da Preguiça e NathyDetogne. Obrigada pelo carinho, pela atenção e “forcinhas” durante o trabalho. Obrigada também por me ouvirem e me aturarem no campo, sempre

dizendo que eu sou uma figura, mas na verdade nunca entendo, porque grandes e queridas figuras são vocês!

A minha fiel escudeira do campo em Carajás, Pricila Leal, minha grande amiga da vida Pri! Obrigada por ter começado e terminado toda esta trajetória comigo, você sabe que sem você eu não teria conseguido concluir este trabalho, sem clichê! Você começou ali, mas tenho certeza que vai longe. Eu te adoro e conte comigo sempre!

Aos administradores do projeto UFRA-VALE: Fabio Jesus (sempre querendo que eu desse um “jeitinho” nas demandas), Revone (pelas piadas nas horas certas) e Hatano (sempre tentando nos colocar em desespero). Obrigada pela paciência e sabedoria na hora de resolver os problemas apresentados.

Aos meu grandes amigos da vida Andrea e Fred, que eu conheci neste projeto, mas tenho certeza que teremos uma grande jornada. Obrigada pelo apoio e carinho.

A todos os participantes do projeto: os motoristas, auxiliares de campo, estagiários e outros apoios técnicos, em especial a minha grande e querida amiga Fernanda Pimenta (por me aturar muito e por todo o carinho, serei eternamente grata) e ao Levi e Cabelo, por terem me ajudado a colocar todas as cordas a mais de 8 metros de altura em cada ponto. Muito obrigada! Sem vocês, não teria conseguido estes lindos resultados.

RESUMO

ARDENTE, Natália Carneiro. **A comunidade de pequenos mamíferos em áreas de savana metalófila e floresta ombrófila densa na Floresta Nacional de Carajás, PA: Estrutura, estratificação e impacto da mineração.** 2012. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

Os pequenos mamíferos apresentam maior diversidade para a região Neotropical e são bons indicadores de alterações de habitats. Nós amostramos dois tipos de fitofisionomias. Os objetivos deste estudo foram avaliar a estrutura, a estratificação vertical e o impacto da mineração na comunidade de pequenos mamíferos nas áreas de Canga e Floresta. Foram amostradas seis linhas paralelas a partir da borda, em cada área. Foram instaladas 60 armadilhas intercaladas nos três estratos: solo, sub-bosque e dossel, durante seis noites consecutivas. E armadilhas de queda e interceptação, com 15 baldes em cada trilha, apenas nas áreas de Floresta. Foram amostradas uma área de cada fitofisionomia mais próxima e mais afastada do impacto, durante dois períodos chuvosos e dois secos, de 2009 a 2011. Nós encontramos diferenças muito evidentes quanto à composição e estrutura nos dois tipos de fitofisionomias amostradas: a riqueza foi maior na Floresta e a abundância total foi maior na Canga. Das 24 espécies amostradas, 15 foram registradas exclusivamente no solo, oito no solo e sub-bosque e uma (*Glironia venusta*) exclusivamente no dossel. Apenas *Micoureus demerarae* foi registrado nos três estratos e *Caluromys philander* apenas no sub-bosque e dossel. O efeito do impacto é muito evidente nas Florestas e menos nas Cangas. Nas Florestas, quanto mais distante do impacto, maior a riqueza e abundância de espécies. É importante a continuidade e o aprofundamento de estudos com comunidades de pequenos mamíferos na Floresta Nacional de Carajás, ampliando o conhecimento científico para propor medidas que minimizem o impacto causado pela atividade mineradora na região.

Palavras-chave: Didelphimorphia. Riqueza. Rodentia. Abundância. Canga. Floresta.

ABSTRACT

The species of small mammals (orders Rodentia and Didelphimorphia) show greater diversity in the Neotropical region and are good indicators of changes in habitats. We sampled two types of vegetation: Forest and Canga. The objectives of this study were to evaluate its structure, vertical stratification and the impact of mining in the community of small mammals in the areas of Canga and Forest. We sampled six distantly separated parallel lines 50, 100, 300, 600, 900 and 1200 m from the edge, in each area. 60 traps were installed 20 m apart from each other interspersed in three layers: ground, understory and canopy, for a period of six consecutive nights. And pitfall traps and fall, with 15 buckets on each track, distant 10 m from each other only in forest areas. We sampled an area of each vegetation type closer and farther away from impact during two rainy and two dry periods, from 2009 to 2011. For the analysis, the MDS was applied to show the similarity or not among the areas, ANOVA and simple regression to evaluate the effect of the impact. We found very clear differences regarding the composition and structure in both types of vegetation sampled: the richness was higher in the Forest and the total abundance was higher in Canga. Of the 24 species sampled, 15 were recorded exclusively on the ground, eight in the soil and understory and a (*Glironia venusta*) exclusively in the canopy. Only *Micoureus demerarae* was recorded in the three strata and *Caluromys philander* only in the understory and canopy. The impact effect is much less evident in the Forest and in Canga. The wealth and abundance drifted in relation to the distance from the impact, so the farther the richer and abundant the species. It is important to the continuity and deepening of studies of small mammals in the Carajás National Forest, expanding the scientific knowledge to propose measures to minimize the impact caused by the mining activity in Carajás region.

Keywords: Didelphimorphia. Richness. Rodentia. Abundance. Canga. Forest.

LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – As áreas protegidas que compõem a Serra de Carajás, sendo uma delas a área deste estudo: Floresta Nacional de Carajás, Pará (destacada em amarelo)..... 16
- Figura 2 – Cava ativa da mina de extração de minério de ferro próxima a borda da área de floresta amostrada na Floresta Nacional de Carajás, Pará. 18
- Figura 3 – Mapa da composição vegetal da Floresta Nacional de Carajás extraído do Plano de Manejo (2003). 19
- Figura 4 – Mapa da Floresta Nacional de Carajás, localizando a fitofisionomia Savana Metalófila ou Canga (em vermelho), no meio de áreas de Floresta..... 20
- Figura 5 – Floresta Ombrófila Densa Montana na Floresta Nacional de Carajás, Pará. 21
- Figura 6 – Vegetação de Canga presente como enclave no meio de áreas de Floresta Ombrófila Densa na Floresta Nacional de Carajás, Pará. 23
- Figura 7 – Capão de mata que forma-se dentro das áreas de Canga na Floresta Nacional de Carajás, Pará..... 23
- Figura 8 – Mapa mostrando a localização da área de estudo no Brasil, no Pará e no detalhe, a localização da Floresta Nacional de Carajás no mosaico de Unidades de Conservação. 25
- Figura 9 – As quatro áreas amostradas: duas de cada fitofisionomia (Floresta e Canga), sendo que uma encontrava-se mais próxima (2) a cava da mina de ferro e outra mais afastada (1) na Floresta Nacional de Carajás, Pará..... 26
- Figura 10 – Representação esquemática da disposição e distância entre as trilhas utilizadas para a amostragem de espécies de pequenos mamíferos não-voadores na Floresta Nacional de Carajás..... 27
- Figura 11 – Área de Floresta Ombrófila Densa mais afastada da região de supressão vegetal (Floresta Controle) na Floresta Nacional de Carajás, Pará 28

| | |
|--|----|
| Figura 12 – Área de Floresta Ombrófila Densa mais próxima a região de supressão vegetal (Floresta Impactada) na Floresta Nacional de Carajás, Pará. | 29 |
| Figura 13 – Área de Canga mais afastada da região de supressão vegetal (Canga Controle) na Floresta Nacional de Carajás, Pará. | 30 |
| Figura 14 – Área de Canga mais próxima a região de supressão vegetal (Canga Impactada) na Floresta Nacional de Carajás, Pará. | 31 |
| Figura 15 – Armadilhas de contenção viva instaladas no três estratos estudados na Floresta Nacional de Carajás, Pará. | 32 |
| Figura 16 – Sistema de <i>pitfall</i> utilizado para a amostragem de espécies de pequenos mamíferos não-voadores na Floresta Controle e Impactada, na Floresta Nacional de Carajás, Pará. | 34 |
| Figura 17 – <i>Proechimys roberti</i> marcado com brincos metálicos de números iguais nas duas orelhas. | 36 |
| Figura 18 – Curva de rarefação das espécies de pequenos mamíferos na FLONA de Carajás. | 45 |
| Figura 19 – Comparação da riqueza de espécies de pequenos mamíferos não-voadores entre as fitofisionomias Floresta Ombrófila Densa (F) e Savana Metalófila ou Canga (C) na Floresta Nacional de Carajás (cada campanha foi considerada como uma amostra independente). | 46 |
| Figura 20 – MDS da composição e abundância das espécies de pequenos mamíferos não-voadores registradas nas duas fitofisionomias amostradas. | 46 |
| Figura 21 – Abundâncias das espécies de pequenos mamíferos não-voadores registrados nas áreas de Floresta Ombrófila Densa (F - azul) e de Savana Metalófila (C - vermelho) na Floresta Nacional de Carajás. | 47 |
| Figura 22 – Distribuição das abundâncias de cada espécie de pequenos mamíferos não-voadores em relação às duas áreas de Canga e as duas áreas de Floresta amostradas na Floresta Nacional de Carajás. | 48 |
| Figura 23 – Curva de rarefação e acumulação de espécies durante as quatro campanhas amostradas apenas para metodologia de armadilhas de <i>pitfall</i> . Legenda: a) nas áreas Controle e b) nas áreas Impactadas de Floresta Ombrófila Densa, na Floresta Nacional de Carajás. | 59 |

- Figura 24 – Curva de rarefação e acumulação de espécies durante as quatro campanhas amostradas apenas para metodologia de armadilhas de contenção viva (Sherman e Tomahawk). Legenda: a) nas áreas Controle e b) nas áreas Impactadas de Floresta Ombrófila Densa e de Savana Metalófila (Canga) na Floresta Nacional de Carajás..... 61
- Figura 25 – Escalonamento Multidimensional (MDS) da composição e abundância das espécies de pequenos mamíferos na FLONA de Carajás..... 61
- Figura 26 – Comparação do segundo eixo do MDS com relação a distância ao impacto na Floresta Nacional de Carajás (Considerando cada trilha como uma amostra independente).. 62
- Figura 27 – Escalonamento Multidimensional (MDS) da composição e abundância das espécies de pequenos mamíferos nas áreas de Floresta Controle e Impactada, na FLONA de Carajás..... 63
- Figura 28 – Escalonamento Multidimensional (MDS) da composição e abundância das espécies de pequenos mamíferos nas áreas de Canga Controle e Impactada, na FLONA de Carajás. 64
- Figura 29 – Comparação da abundância de espécies de pequenos mamíferos não-voadores quanto a distância ao impacto na Floresta Nacional de Carajás (Considerando cada trilha como uma amostra independente) 65
- Figura 30 – Distribuição das abundâncias de cada espécie de pequenos mamíferos não-voadores em relação à distância ao impacto, nos dois tipos de fitofisionomias amostrados (Canga e Floresta) na Floresta Nacional de Carajás..... 66

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Pequenos Mamíferos não-voadores da Floresta Nacional de Carajás com seus respectivos tipos de metodologias de registro de espécies em áreas de Canga e Floresta. Os códigos utilizados foram FA para Fauna Atropelada, P para Pitfall, S para Sherman e T para Tomahawk. 41
- Tabela 2 – Comparação entre os três estratos verticais amostrados (solo, sub-bosque e dossel) quanto as suas utilizações por espécies de pequenos mamíferos não-voadores registrados na Floresta Nacional de Carajás, Pará. Legenda: * = Sem incluir os indivíduos capturados com pitfall, considerando apenas indivíduos capturados com armadilhas de contenção viva (tomahawk e sherman)..... 43
- Tabela 3 – Comparação entre os três tipos de armadilhas utilizadas para a captura de espécies de pequenos mamíferos terrestres registrados na Floresta Nacional de Carajás, Pará. 44
- Tabela 4 – Espécies de Pequenos Mamíferos não-voadores registrados na Floresta Nacional de Carajás em áreas Impactadas e Controle das fitofisionomias de Savana Metalófila (Canga) e Floresta Ombrófila Densa (Floresta). 60

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| INTRODUÇÃO | 14 |
| Os pequenos mamíferos não-voadores | 14 |
| A Floresta Nacional de Carajás | 16 |
| A influência da ação antrópica na Floresta Nacional de Carajás | 17 |
| Fitofisionomias amostradas | 19 |
| 1 METODOLOGIA GERAL | 25 |
| 1.1 Área de estudo | 25 |
| 1.2 Armadilhas de contenção viva | 32 |
| 1.3 Armadilhas de interceptação e queda | 33 |
| 1.4 Fauna atropelada | 34 |
| 1.5 Identificação dos indivíduos | 35 |
| 2 A COMUNIDADE DE PEQUENOS MAMÍFEROS (DIDELPHIMORPHIA E RODENTIA) NA FLORESTA NACIONAL DE CARAJÁS, PA: ESTRUTURA E ESTRATIFICAÇÃO | 37 |
| 2.1 Introdução | 37 |
| 2.2 Metodologia | 39 |
| 2.3 Resultados | 40 |
| 2.4 Discussão | 49 |
| 3 ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE PEQUENOS MAMÍFEROS (ORDENS DIDELPHIMORPHIA E RODENTIA) EM RELAÇÃO AO IMPACTO DA MINERAÇÃO NA FLORESTA NACIONAL DE CARAJÁS, PA | 56 |
| 3.1 Introdução | 56 |
| 3.2 Metodologia | 57 |
| 3.3 Resultados | 58 |
| 3.4 Discussão | 67 |
| CONCLUSÕES | 70 |
| REFERÊNCIAS | 72 |

INTRODUÇÃO

Os pequenos mamíferos não-voadores

Os pequenos mamíferos não-voadores são definidos como espécies de mamíferos com menos de 2 kg (Eisenberg, J. F. e Redford, K. H., 1999) que possuem hábitos terrestres, semiaquáticos, escansoriais ou arborícolas (Fonseca, Herrmann *et al.*, 1996) representados por marsupiais e roedores. Nas florestas neotropicais, estes são o grupo ecológico mais diversificado de mamíferos, com 244 espécies registradas no Brasil, das quais 73 são endêmicas do bioma amazônico (Oliveira, Bonvicino *et al.*, 2006; Rossi, Bianconi *et al.*, 2006). A alta diversidade de espécies, aliada à inadequada amostragem em coleções zoológicas (Vivo, Bicudo *et al.*, 1996), faz com que marsupiais e pequenos roedores sejam os grupos de mamíferos com mais problemas taxonômicos.

A Ordem Didelphimorphia restringe-se às regiões Neotropical e Australiana (Stoddart, 1979; Eisenberg, J. F. e Redford, K. H., 1999). Segundo Gardner *et al.* (1993), a família Didelphidae é a única de marsupiais viventes desta ordem, com cerca de 70 espécies e todas de pequeno porte (Stoddart, 1979; Emmons e Feer, 1990). A maior parte dos membros desta família é noturna e escansorial (Reis, Peracchi *et al.*, 2006). A alimentação varia entre as espécies, existindo hábitos alimentares onívoros, frugívoros, carnívoros e insetívoros (Reis, Peracchi *et al.*, 2006). A Ordem Rodentia é a mais numerosa dentre as demais da Classe Mammalia, com uma longa história evolutiva, uma grande diversidade e com hábitos e estratégias tróficas variadas, estando presente em todos os continentes, exceto na Antártida (Eisenberg, 1981; Eisenberg, J. F. e Redford, K. H., 1999).

O bioma Floresta Amazônica é a maior e uma das mais diversas florestas tropicais do mundo, ocupando a maior parte de sua extensão no território brasileiro (Voss, R. S. e Emmons, L. H., 1996; Peres, 1999). Apesar de sua importância para a biodiversidade do planeta, o conhecimento sobre diversos componentes de sua flora e fauna é ainda incipiente, sendo comum a descoberta de espécies novas e a ampliação de áreas de distribuição de espécies já conhecidas (Voss, R. S. e Emmons, L. H., 1996; Peres, 1999; Gascon, Malcolm *et al.*, 2000). Estes fatos aplicam-se aos mamíferos, em especial aos de pequeno porte, incluindo os morcegos (Voss, R. S. e Emmons, L. H., 1996; Peres, 1999). A região Amazônica

possui o maior número de espécies de pequenos mamíferos dentre os biomas brasileiros (Reis, Peracchi *et al.*, 2006).

Além da importância numérica, estudos recentes sobre a ecologia das espécies e das comunidades de pequenos mamíferos não-voadores mostram que este grupo exerce influência na dinâmica das florestas neotropicais através de predação de sementes e plântulas e da dispersão de sementes e fungos micorrízicos (Janos, Sahley *et al.*, 1995; Sanchez-Cordero e Martinez-Gallardo, 1998; Mangan e Adler, 2000). Ademais, são bons indicadores das alterações locais do hábitat, (Janos, Sahley *et al.*, 1995; Sanchez-Cordero e Martinez-Gallardo, 1998; Mangan e Adler, 2000), uma vez que algumas espécies de pequenos mamíferos apresentam especificidade no uso de microhabitats (Vieira e Monteiro-Filho, 2003; Lambert, Malcolm *et al.*, 2006; Leite, 2006; Pardini e Umetsu, 2006).

Muitas espécies de mamíferos foram descritas recentemente para a Amazônia brasileira (Patterson, 2000). É importante salientar que no caso de algumas destas espécies não se trata apenas de reclassificação taxonômica, mas sim do resultado de estudos de campo (Patterson, 2000). Devido a grande dimensão, da riqueza de espécies e da diversidade de habitats a Amazônia ainda apresenta enormes lacunas no conhecimento científico sobre a fauna de mamíferos (Voss, R. S. e Emmons, L. H., 1996). Para os cinco milhões de km² da Amazônia brasileira, apenas dois sítios, um no Estado do Amazonas e outro no rio Xingu, Pará, haviam sido objeto de levantamentos relativamente completos da mastofauna (Voss, R. S. e Emmons, L. H., 1996). A controvérsia em relação à taxonomia dos pequenos mamíferos brasileiros e a consequente dificuldade da correta identificação das espécies têm sido comentada como sendo um empecilho em estudos de conservação (Marinho-Filho, Reis *et al.*, 1994).

Comparando as comunidades de pequenos mamíferos pode-se notar que algumas espécies são abundantes em determinados habitats e ausentes em outros, fato que possivelmente está relacionado com as características estruturais do ambiente, o que pode influenciar na distribuição e abundância das espécies (Kelt, 2000). Assim, é de extrema importância para a conservação, trabalhos que compreendam a estrutura e a organização da mastofauna neotropical (Toledo, Moraes-Santos *et al.*, 1999).

A Floresta Nacional de Carajás

A Floresta Nacional de Carajás está localizada dentro da Serra dos Carajás que localiza-se a 130 quilômetros a oeste de Marabá, no sul do Estado do Pará. A Serra dos Carajás é banhada pelas bacias dos rios Itacaiúnas e Parauapebas e caracteriza-se por apresentar “serras descontínuas”, onde suas principais elevações são chamadas de Serra Norte, Serra Sul e Serra Leste (Silva, Secco *et al.*, 1996).

A grande Serra dos Carajás está inserida em um mosaico composto por cinco Unidades de Conservação e uma Reserva Indígena: Área de Proteção Ambiental do Igarapé Gelado (21.600 ha), Reserva Biológica do Tapirapé (103.000 ha), Reserva Indígena Xikrin do Cateté (439.000 ha) e três Florestas Nacionais (FLONA), a FLONA Itacaiúnas (141.400 ha), a FLONA Tapirapé-Aquiri (190.000 ha) e a FLONA de Carajás (411.949 ha). Juntas constituem um contínuo de cerca de 1.307.000 hectares de área que possuem uso regulamentado por órgãos ambientais do poder público (Figura 1).



Figura 1 – As áreas protegidas que compõem a Serra de Carajás, sendo uma delas a área deste estudo: Floresta Nacional de Carajás, Pará (destacada em amarelo).
Fonte: Instituto Chico Mendes da Conservação da Biodiversidade (ICMBio), 2010.

As áreas aqui amostradas, da Floresta Nacional de Carajás, pertencem à Serra Norte, que apresenta várias regiões com minérios de ferro, conhecidas como

N1, N2, N3, N4, N5 (Silva, Secco *et al.*, 1996), com altitudes variando de 600 a 800 metros (Cunha, Nascimento *et al.*, 1985).

A FLONA de Carajás, com seus 411.948,87 hectares, representa 6,5% da área total de Florestas Nacionais do Estado do Pará, onde estão demarcadas 14 delas (Sema, 2010).

A Floresta Nacional de Carajás é considerada, pelo Projeto de Conservação e Utilização Sustentável de Diversidade Biológica Brasileira-PROBIO (Legendre e Legendre, 1998) e pelo Projeto “Espécies Ameaçadas e Áreas Críticas para a Biodiversidade no Estado do Pará” (Grelle, *comunicação pessoal*), uma região com prioridade extremamente alta para a conservação da biodiversidade brasileira. Esta classificação se deve principalmente às pressões antrópicas oriundas da atividade mineradora, uma vez que a área possui uma grande quantidade de minérios, principalmente ferro, mas também cobre (com zinco subordinado), manganês e ouro (Gaines, Diffendorfer *et al.*, 1997). As jazidas de ferro de Carajás, estimadas em 18 bilhões de toneladas, correspondem à maior concentração de alto teor já localizada no planeta (Gaines, Diffendorfer *et al.*, 1997).

A influência da ação antrópica na Floresta Nacional de Carajás

De 1966 a 1967, foram feitas prospecções a procura de jazidas minerais, quando foram descobertas várias jazidas na grande Serra dos Carajás. Antes disso, nesta área havia ocupação indígena e uma pequena população próxima aos vales dos rios que viviam do extrativismo de caucho e castanha. Após a descoberta das jazidas minerais, houve a expulsão e extinção dos indígenas (restando apenas a tribo dos Xikrins), para a mineração da região de Carajás, que passou a representar a “principal província mineral do mundo” (Silva, Secco *et al.*, 1996).

A partir de 1980, de fato, a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) começou a controlar o Projeto Minério de Ferro Carajás em que foram implementadas “minas a céu aberto” (Figura 2) que visavam a extração de 35 milhões de toneladas de minérios de ferro por ano (Reis, 2001).



Figura 2 – Cava ativa da mina de extração de minério de ferro próxima a borda da área de floresta amostrada na Floresta Nacional de Carajás, Pará.

Foto: Thiago Modesto.

Estas cinco Unidades de Conservação (FLONA de Carajás, FLONA de Tapirapé-Aquiri, FLONA do Itacaiúnas, Rebio do Tapirapé, APA do Gelado) e a Reserva Indígena Xikrin, nos anos 80, eram consideradas como áreas estratégicas para a empresa mineradora, uma vez que defendiam as regiões de mineração de “invasões” por “sem-terra”, garimpeiros e invasões locais de outros tipos (Enríquez, 2009). Sendo assim, a Floresta Nacional de Carajás (Decreto n.º. 2.486, de 2 de fevereiro de 1998), foi criada nesse contexto, onde tanto a empresa mineradora quanto o IBAMA tinham interesses mútuos, porém divergentes. A partir da criação da unidade toda e qualquer atividade passou a ser motivo de licenciamento ambiental feito no âmbito federal, por intermédio do IBAMA e todo o procedimento deve estar de acordo com as normas expressas no Plano de Manejo da Unidade (2003). Assim, nos últimos anos, este “cinturão verde”, que antes protegia a atividade mineradora, tornou-se uma “amarra ecológica” para a expansão da mineração dentro da região de Carajás (Enríquez, 2009).

A atividade mineradora, por um lado, causa impactos diretos ao equilíbrio do ecossistema, visando a aumentar sua produção econômica, e por outro, tem uma responsabilidade ambiental e social na gestão de recursos (Vieira, 2011). Portanto,

por causa dos contratos firmados com países importadores, há fatores positivos na atual situação das minerações, como a tentativa de reduzir os impactos ambientais e minerar ao mesmo tempo (Penna, 2008).

Fitofisionomias amostradas

A Floresta Nacional (FLONA) de Carajás abriga vários tipos de formações vegetais (Figura 3). Segundo Ab'Saber (1986) existem dois ambientes fitogeográficos distintos: Florestas Ombrófilase Savana Metalófila, também chamada de “vegetação de canga” (Cleef e Silva, 1994) ou simplesmente de “Canga” (Figura 4).

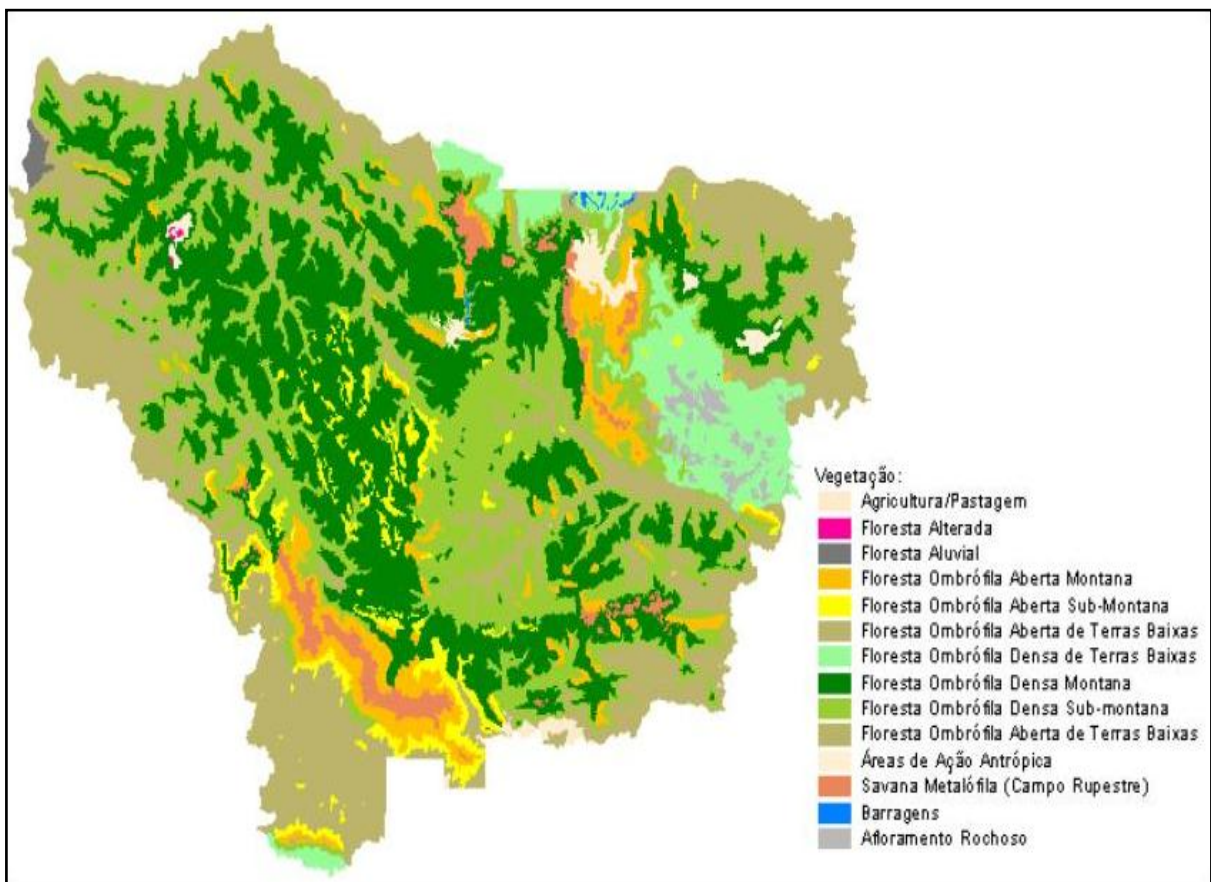


Figura 3 – Mapa da composição vegetal da Floresta Nacional de Carajás extraído do Plano de Manejo (2003).

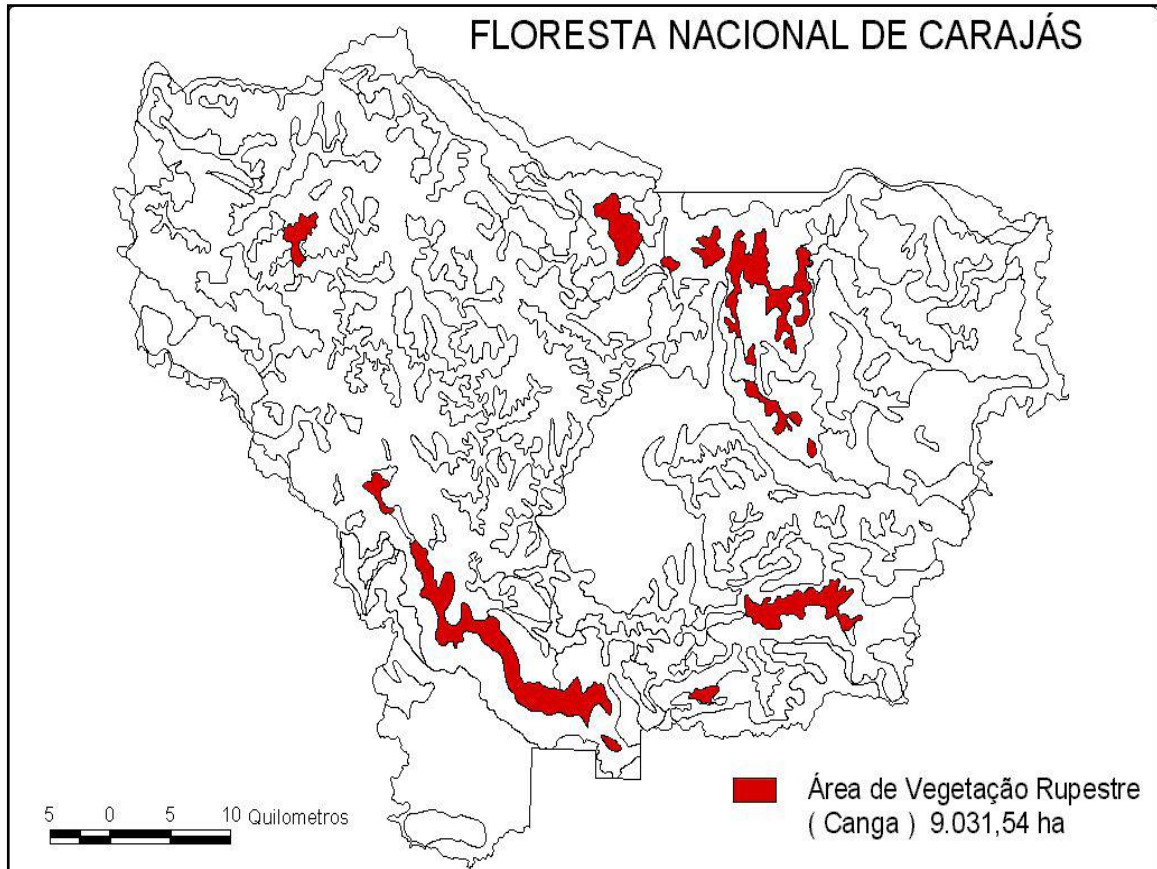


Figura 4– Mapa da Floresta Nacional de Carajás, localizando a fitofisionomia Savana Metalófila ou Canga (em vermelho), no meio de áreas de Floresta.

Fonte: Plano de Manejo (2003).

Os três tipos de áreas de floresta que ocorrem dentro da FLONA de Carajás, são classificadas quanto à altitude, como de Terras Baixas (até 100 m de altitude), Sub-montana (de 100 a 600 m de altitude) e Montana (de 600 a 2.000 m de altitude) (Veloso, Rangel Filho *et al.*, 1991). As áreas de floresta aqui amostradas foram de Floresta Ombrófila Densa Montana, multiestratificada, com uma grande diversidade vegetal, formando estruturas complexas dos estratos sub-bosque e dossel, com árvores de alturas entre 20 e 50 metros (Figura 5).

Na Amazônia, a Floresta Ombrófila Densa Montana está presente nos altos dos planaltos e das serras com altitude de 600 a 2000 metros de altitude. Assim como no sul do Brasil, o tamanho e o diâmetro das árvores é influenciado pelos solos que são delgados ou litólicos, com dosséis apresentando alturas uniformes (20 metros de altura), cascas grossas, rugosas e folhas miúdas (Veloso, Rangel Filho *et al.*, 1991).



Figura 5 – Floresta Ombrófila Densa Montana na Floresta Nacional de Carajás, Pará.

Foto: Natália Ardente.

A espécie *Bertholletia excelsa*, comumente conhecida como “castanheira-do-Pará”, presente na Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção (Machado, Drummond *et al.*, 2008) encontra-se nas áreas de floresta aqui amostradas, mas apresentam densidades populacionais baixas (Plano de Manejo da FLONA de Carajás, 2003). Além disso, há a presença de frutos comercializáveis e com grande importância ecológica para a fauna (Plano de Manejo, 2003). Outras espécies vegetais características das áreas de florestas é a *Pilocarpus microphyllus*, conhecida como “jaborandi”, utilizada pela indústria farmacêutica, os gêneros *Hymenaea*, vulgarmente chamado de “Jatobá”, a *Tabebuia*, conhecida como "Pau-d'arco" e o *Astronium*, como "Muiracatiara", importantes no mercado madeireiro (Plano de manejo, 2003).

As “Savanas Metalófilas” ocorrem principalmente no Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais, e na Serra dos Carajás, sudeste do Estado do Pará, que ao todo representam 97% de reservas de minério de ferro do Brasil (Porto & Silva, 1989; Vicent *et al.*, 2002).

Na FLONA de Carajás, aproximadamente 95% da área é composta pela Floresta Ombrófila e de 2 a 3% por clareiras formadas naturalmente, com vegetação

rupestre ou Canga, que crescem em substratos com formações geológicas complexas e conhecidos por “canga hematítica” (Ab'saber, 1986; Silva, Secco *et al.*, 1996). Sendo assim, esta vegetação apresenta diversas características geológicas diferentes, influenciadas por fatores ambientais como a natureza dos solos, a quantidade de água disponível, a comunicação desta vegetação com áreas vizinhas de florestas e sua distribuição na paisagem (Nunes, 2009). Sobre a Canga de Carajás cresce uma pequena quantidade de vegetais com porte arbóreo, o que destaca esta fitofisionomia no meio das áreas de floresta, devido à sua semelhança com uma savana. Neste tipo “especial” de fitofisionomia encontram-se, predominantemente, vegetações herbáceas e gramíneas (Nunes, 2009). A influência das altas concentrações de minérios presentes nos solos pode representar fatores críticos como a baixa disponibilidade de recursos e pouca retenção de água (Nunes, 2009), além de algumas plantas apresentarem nanismos e/ou gigantismos (Porto e Silva, 1989). Portanto, todos estes fatores fazem a seleção natural atuar mais fortemente nesta fitofisionomia (Nunes, 2009).

Estas áreas com vegetação de Canga constituem áreas de enclave (Ávila-Pires, Hoogmoed *et al.*, 2007; Mourão e Stehmann, 2007) no meio do ecossistema de Floresta Ombrófila Densa (Figura 6). Este tipo de fitofisionomia representa áreas com formações arbustivas, arbóreas, rasteiras e xerófitas, que crescem nos solos ricos em minerais de ferro e rochosos (Silva, Secco *et al.*, 1996). Além disso, formam-se também, nas áreas de Canga, pequenos capões como ilhas de mata transicional, aparentando a formação conhecida como cerradão, característico do bioma Cerrado, com árvores emergentes variando de 10 a 20 m de altura (Figura 7) (Silva, 1991).



Figura 6 – Vegetação de Canga presente como enclave no meio de áreas de Floresta Ombrófila Densa na Floresta Nacional de Carajás, Pará.

Foto: Natália Ardente.



Figura 7 – Capão de mata que forma-se dentro das áreas de Canga na Floresta Nacional de Carajás, Pará.

Foto: Natália Ardente.

Nas áreas de Canga, há condições ecológicas, como a alta concentração de metais no solo, a pobreza de recursos e a baixa disponibilidade de água, que intensificam os processos de especiação das plantas, aumentando o número de espécies endêmicas (por exemplo, *Ipomoea carajasensis*, *Ipomoea cavalcantei* e *Ipomoea marabaensis*, pertencentes a uma única família, a Convolvulaceae) (Silva, Secco *et al.*, 1996; Rayol, 2006). Na Lista de Espécies da Flora Ameaçada do Estado do Pará, há espécies presentes nas áreas de Canga, que constam como vulneráveis: as “mimosas” (*Mimosa acutistipula* Bth var. *ferrea* e *Mimosa skinneri* Benth. var. *carajorum*) e o jaborandi (*Pilocarpus microphyllus*), e espécies que constam como “em perigo”, como as ipoméias (*Ipomoea carajasensis* e *Ipomoea cavalcantei*).

Apesar da Floresta Nacional de Carajás estar notificada como uma área prioritária para a conservação da biodiversidade (Nunes, 2009), os estudos para esta FLONA são escassos e mais relacionados às vegetações de canga (Secco e Mesquita, 1983; Porto e Silva, 1989; Silva e Rosa, 1989; Morellato e Rosa, 1991; Silva, 1991; 1992; Cleef e Silva, 1994; Silva, Secco *et al.*, 1996; Rayol, 2006; Nunes, 2009). Em relação à mastofauna foi realizado um levantamento de espécies de mamíferos na Serra dos Carajás por Toledo *et al.* (1999) e estudos sobre a comunidade de espécies de mamíferos de médio e grande porte por Carvalho (2010).

Neste sentido, este estudo visa a avaliar a estrutura, a estratificação vertical e o impacto da atividade mineradora na comunidade de pequenos mamíferos, pertencentes às Ordens Didelphimorphia e Rodentia, nas duas principais fitofisionomias (Canga e Floresta Ombrófila Densa) da Floresta Nacional de Carajás.

Para melhor compreensão e análise dos objetivos propostos, este trabalho foi dividido em dois capítulos:

1. Analisar a influência dos três estratos vegetais verticais (solo, sub-bosque e dossel) na comunidade de pequenos mamíferos (Ordens Didelphimorphia e Rodentia), bem como avaliar a estrutura e composição desta comunidade nas duas fitofisionomias amostradas na Floresta Nacional de Carajás.
2. Comparar a composição da comunidade de pequenos mamíferos (Ordens Didelphimorphia e Rodentia) nas áreas mais próximas e mais afastadas do

impacto pela atividade mineradora, de ambas as fitofisionomias amostradas, na Floresta Nacional de Carajás.

1. METODOLOGIA GERAL

1.1 Área de estudo

A FLONA de Carajás está localizada no estado do Pará entre as coordenadas geográficas de 05°52' e 06°33'S e 49°53 e 50°45'W, suas áreas abrangem os municípios de Parauapebas, Canaã dos Carajás e Água Azul do Norte (Figura 8).

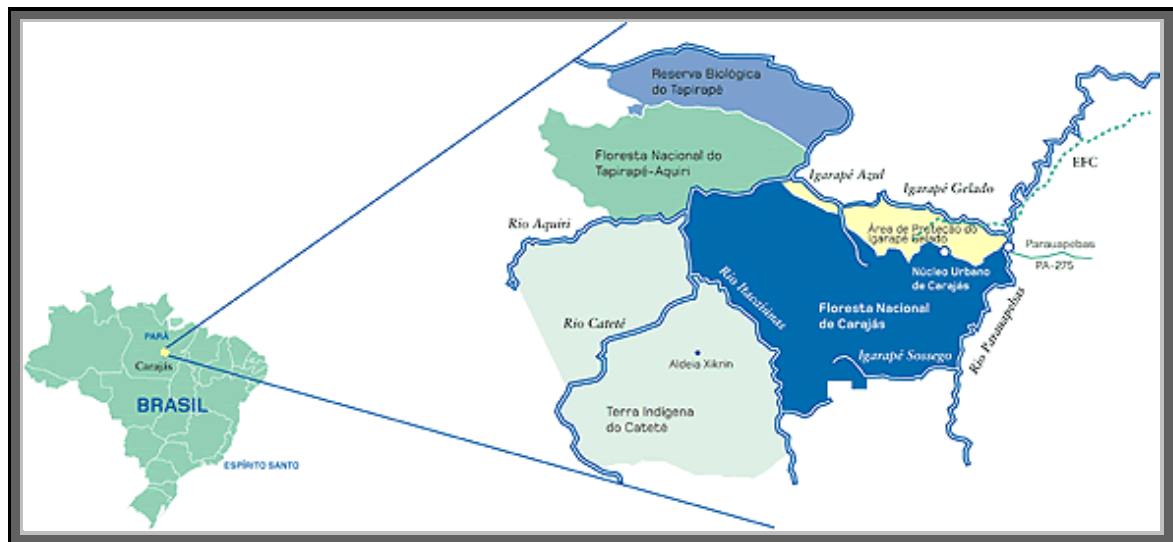


Figura 8 – Mapa mostrando a localização da área de estudo no Brasil, no Pará e no detalhe, a localização da Floresta Nacional de Carajás no mosaico de Unidades de Conservação.

Fonte: Projeto de Levantamento e Monitoramento de Fauna da Floresta Nacional de Carajás – Convênio UFRA-VALE.

A distribuição vegetal da FLONA de Carajás é influenciada pela altitude local, de 700 metros (Gama, Souza *et al.*, 2005) e pelo clima, que apresenta temperaturas entre 22 e 28°C, pluviosidade de 2.300 mm ao ano e períodos secos não muito intensos (Manejo, 2003). A FLONA de Carajás é caracterizada por uma estação chuvosa que inicia-se geralmente em novembro e estende-se até abril e por uma estação seca que começa geralmente em junho e estende-se até setembro (IBAMA, 2004). De acordo com os dados obtidos na Estação Meteorológica de Carajás e da Estação Pluviométrica do Igarapé Bahia, há uma estação chuvosa de novembro a

abril, com precipitação média de 229 mm, que significa 79% da total anual, e um período consideravelmente seco, com precipitação média de 34 mm, que representa 14,5% da precipitação anual (Manejo, 2003).

As áreas amostradas compreendem quatro pontos distintos localizados no platô da Serra dos Carajás. Estas áreas incluem duas fitofisionomias diferentes do Bioma Amazônico, a Floresta Ombrófila Densa e a Canga. Para o efeito de análises comparativas em vista da atividade mineradora, as quatro localidades foram divididas em duas áreas controle (uma de Floresta e uma de Canga) e duas áreas mais próximas à atividade antrópica (uma de Floresta e uma de Canga). Estas áreas são aqui denominadas Floresta 1, Canga 1 (áreas Controle), Floresta 2 e Canga 2 (áreas Impactadas). As áreas Controle distanciam-se das áreas Impactadas em aproximadamente 7.000 metros (Figura 9).

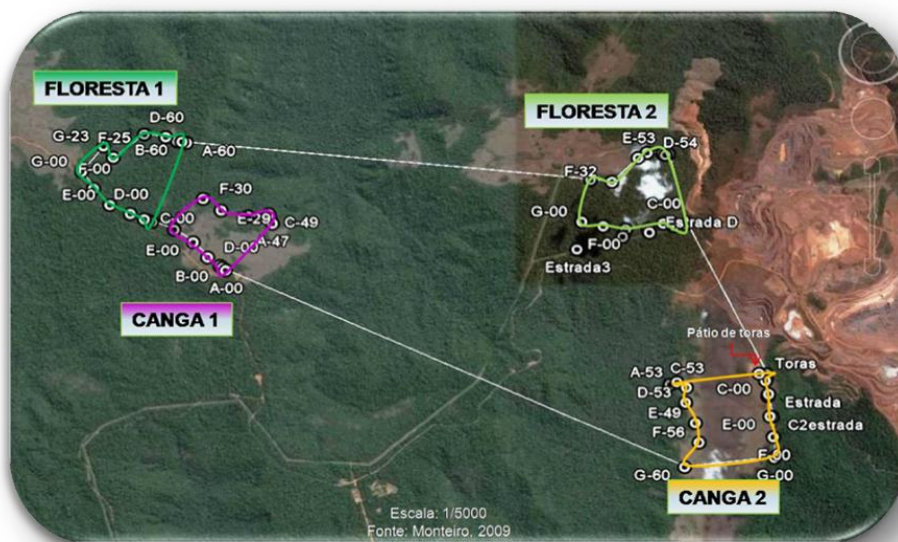


Figura 9 – As quatro áreas amostradas: duas de cada fitofisionomia (Floresta e Canga), sendo que uma encontrava-se mais próxima (2) a cava da mina de ferro e outra mais afastada (1) na Floresta Nacional de Carajás, Pará.

Fonte: Projeto de Levantamento e Monitoramento da Fauna da FLONA de Carajás (Convênio UFRA-VALE).

Todas as áreas possuem uma grade com sistema de trilhas semelhantes, sendo uma trilha principal (LT) paralela a estrada que serve de acesso às áreas. A partir desta, sete trilhas perpendicular e seguem para o interior da grade variando em distância uma da outra (Figura 10).

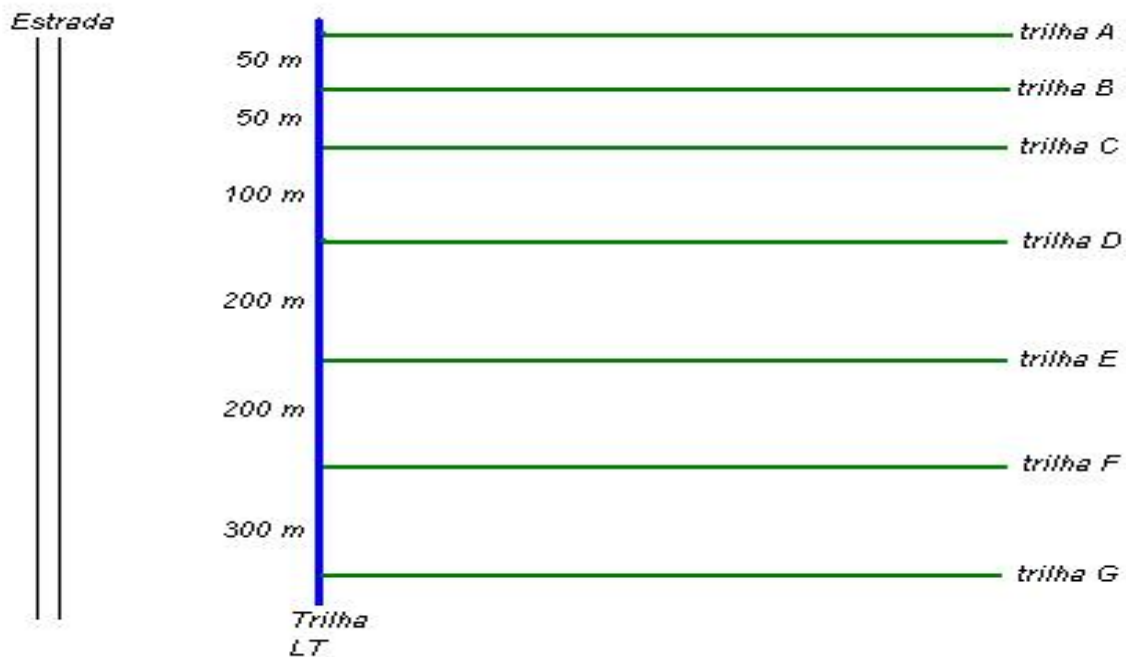


Figura 10 – Representação esquemática da disposição e distância entre as trilhas utilizadas para a amostragem de espécies de pequenos mamíferos não-voadores na Floresta Nacional de Carajás.

Fonte: Projeto de Levantamento e Monitoramento da Fauna da FLONA de Carajás (Convênio UFRA-VALE).

Cada trilha perpendicular varia na sua extensão de 500 a 1000m devido à topografia do terreno e os sítios de coleta foram marcados a cada 20m de distância. Abaixo, segue o detalhamento de cada área amostrada:

1) Floresta Controle (Floresta 1) (Figura 11) – área de floresta de terra firme primária entre as áreas de Canga próximas a regiões mineradoras inativas. Possui uma altitude média de 700m acima do nível do mar. A floresta apresenta-se alta e bastante densa, com o estrato dossel bastante desenvolvido, de 40 a 50 m de altura, e com grande quantidade de lianas ou cipós nos estratos médio e inferior. O sub-bosque também é bem desenvolvido, porém sem presença de aglomerados de taquaras ou bambus. Uma das trilhas possui uma clareira com um banhado natural associado a palmeiras buritirana *Mauritiella* sp. A trilha mais próxima ao impacto distancia-se 7.080 metros da cava da mina de ferro ativa;



Figura 11 – Área de Floresta Ombrófila Densa mais afastada da região de supressão vegetal (Floresta Controle) na Floresta Nacional de Carajás, Pará. Legenda: (a) e (b) os estratos sub-bosque e dossel bastante densos, com árvores chegando a 50 metros de altura.

Fotos: Natália Ardente.

2) Floresta Impactada (Floresta 2) (Figura 12) – Agrade situa-se numa área de floresta de terra firme primária, mas que sofre com o efeito de borda devido ao seu limite com a mina de extração de ferro ativa e uma estrada por onde cruza uma linha de transmissão de energia. O impacto sonoro de maquinários e de explosões das minas são outros fatores importantes no local. Possui uma altitude média de 720 m acima do nível do mar. A borda caracteriza-se por uma capoeira com um bom número de espécies vegetais pioneiras e invasoras, especialmente *Pteridium* sp. Algumas trilhas têm seu fim em uma canga, atravessando pequenas parcelas de mata de transição.



Figura 12 – Área de Floresta Ombrófila Densa mais próxima a região de supressão vegetal (Floresta Impactada) na Floresta Nacional de Carajás, Pará.

Foto: Natália Ardente.

3) Canga controle (Canga 1) (Figura 13) – Compreende quase toda a área de Canga próxima a uma região mineradora atualmente inativa, trata-se de uma canga menor se comparada com outras da FLONA (Silva, Secco *et al.*, 1996). A área próxima a esta Canga, antes minerada, possui ao todo aproximadamente 5 km² e uma altitude média de 680 m acima do nível do mar. A trilha mais próxima ao impacto se localiza à uma distância de 7.189 metros da cava ativa da mina de ferro;



Figura 13 – Área de Canga mais afastada da região de supressão vegetal (Canga Controle) na Floresta Nacional de Carajás, Pará.

Foto: Natália Ardente.

4) Canga impactada (Canga 2) (Figura 14) – Faz parte de uma porção da vegetação original que ainda resta na grande cava ativa da mina de ferro. Esta canga ainda apresenta uma estrutura preservada, porém ela sofre com o recorte feito por diversas estradas de sondagem, faz borda com um pedaço da mina e também sofre grande impacto sonoro da atividade mineradora. Possui uma altitude média de 700 m acima do nível do mar e caracteriza-se por apresentar em sua maior parte uma formação arbustivo-arbórea bastante árida. Situada num pequeno planalto, a formação arbustiva do topo tende à arbórea e em seguida para uma floresta de transição conforme desce o vale em direção à floresta densa das áreas mais baixas.



Figura 14 – Área de Canga mais próxima a região de supressão vegetal (Canga Impactada) na Floresta Nacional de Carajás, Pará.

Foto: Natália Ardente.

1.2 Armadilhas de contenção viva

Em cada fitofisionomia (Floresta e Canga), os pequenos mamíferos não-voadores foram amostrados em seis linhas paralelas distantes 50, 100, 300, 600, 900 e 1200 m a partir da borda nas áreas Impactadas e corriam em paralelo à região de supressão vegetal. As armadilhas foram colocadas em 60 pontos nas linhas e estavam distantes entre si 20 m. Foram colocadas de forma intercalada armadilhas nos três estratos: solo (Figura 15a), sub-bosque (de 0,5 a 2 m de altura) (Figura 15b) e dossel (a partir de 5 metros de altura) (Figura 15c), totalizando 20 armadilhas em cada estrato. As armadilhas de contenção viva, dos tipos *Sherman* e *Tomahawk*, ficaram abertas durante seis noites consecutivas, perfazendo um esforço total de 2.160 armadilhas por área.



Figura 15 – Armadilhas de contenção viva instaladas nos três estratos estudados na Floresta Nacional de Carajás, Pará. Legenda: (A) Armadilha do tipo *sherman* no solo; (B) Armadilha de tipo *tomahawk* no dossel e (C) Armadilha do tipo *tomahawk* no sub-bosque.

Fotos: Natália Ardente.

Foram utilizados três tipos de isca: pasta de amendoim com sardinha, bacon e banana. Em cada armadilha foi colocado apenas um tipo de isca, que foram alternadas ao longo dos pontos.

Ao longo deste estudo foram efetuadas quatro amostragens duas no período chuvoso e duas no período seco. A primeira estação chuvosa foi de janeiro a março de 2010 e a segunda de janeiro a março de 2011. As duas estações secas foram realizadas de junho a agosto dos anos de 2010 e 2011.

1.3 Armadilhas de interceptação e queda

Os sistemas de *pitfall* ou de armadilhas de interceptação e queda são eficientes para amostrar espécies de pequenos mamíferos não-voadores (McClearn, Kohler *et al.*, 1994), mas foram utilizados apenas nas áreas de Florestas pois nas áreas de Canga o solo apresenta características que não permitem a instalação desta metodologia.

Foram instalados 180 baldes de 60 litros, enterrados no solo nas duas áreas de Floresta (Controle e Impactada), 90 para cada local. Os baldes distavam entre si 10 m, interligados por uma cerca de lona plástica com um metro de altura (Figura 16). Todos os baldes foram furados na base e possuíam placas de isopor no fundo a fim de evitar a morte dos animais por afogamento durante os períodos chuvosos. Durante dez noites consecutivas, os baldes deste sistema ficaram abertos.



Figura 16 – Sistema de *pitfall* utilizado para a amostragem de espécies de pequenos mamíferos não-voadores na Floresta Controle e Impactada, na Floresta Nacional de Carajás, Pará.

Foto: Natália Ardente.

O esforço amostral foi de 900 baldes/área/campanha e o esforço total foi de 1800 baldes/20 noites/campanha.

1.4 Fauna atropelada

A fim de identificar o maior número possível de espécies de pequenos mamíferos não-voadores, foram analisados os dados do projeto “Estudo de Atropelamento de Animais Silvestres e Aproveitamento Científico da Fauna Atropelada na Floresta Nacional de Carajás”.

A coleta de animais atropelados nas estradas foi realizada desde dezembro de 2008 a abril de 2010. Esta metodologia consiste em recolher os animais encontrados atropelados, por um veículo percorrendo o total de 286 km por dia, duas vezes ao dia (alvorada e crepúsculo), incluindo finais de semana e feriados, na Estrada Raymundo Mascarenhas, principal via no interior da Floresta Nacional de

Carajás. Os dados da fauna atropelada não foram incluídos nas análises estatísticas.

1.5 Identificação dos indivíduos

Os indivíduos capturados foram marcados com brincos metálicos numerados para evitar a pseudorreplacação (recaptura e contagem do mesmo indivíduo) (Figura 17) e foram medidos os comprimentos do corpo, da cabeça, da cauda, da orelha e da pata com unha, pesados e soltos no local de captura. Eventualmente, alguns animais foram sacrificados para confirmação da identificação (Licença: IBAMA 009-B/2009 MAB/FAUNA, processo 02018.001735/2006-91). Os indivíduos eram anestesiados com ketamina e logo após sacrificados com a injeção intracardíaca de cloreto de potássio (KCl). Assim, cinco indivíduos de cada espécie foram sacrificados por campanha para uma identificação molecular, genética e morfológica mais precisa.



Figura 17 – *Proechimys roberti* marcado com brincos metálicos de números iguais nas duas orelhas.

Foto: Natália Ardente.

A identificação das espécies foi realizada com a ajuda das descrições encontradas na literatura e também por medidas morfométricas dos crânios e posterior comparação com material de coleções científicas de mamíferos mantidas no Museu de Zoologia da USP - MZUSP, Museu Nacional do Rio de Janeiro – MNRJ e no Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG. Adicionalmente foram feitas análise para alguns espécimes do cariótipo obtido das células da medula óssea dos animais sacrificados.

Todo o material coletado (pele e esqueleto) foi depositado no Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ). As análises de cariótipo foram realizadas pelo Laboratório de Mastozoologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), coordenado pela Profa. Dra. Lena Geise.

2. A COMUNIDADE DE PEQUENOS MAMÍFEROS (DIDELPHIMORPHIA E RODENTIA) NA FLORESTA NACIONAL DE CARAJÁS, PA: ESTRUTURA E ESTRATIFICAÇÃO.

2.1 Introdução

A partir das décadas de 60 e 70, as pesquisas sobre ecologia de comunidades se intensificaram ao redor do mundo com o intuito de avaliar se estas diferiam quanto a sua estrutura e diversidade (Cody e Mooney, 1978) sobre as comunidades. O entendimento da estrutura de uma comunidade baseia-se em sua composição, abundância, riqueza e conhecimento das forças evolutivas que atuam sobre estes padrões (Ribeiro e Marinho-Filho, 2005). Assim, os pesquisadores iniciaram estudos mais aprofundados, como as investigações a respeito do aumento da diversidade com a variação da latitude (Cook, 1969) e da altitude (Sousa, Langguth *et al.*, 2004), e em ambientes com estruturas mais complexas (Simpson, 1964). Adicionalmente, intensificaram-se os estudos sobre competição interespecífica por recursos dentro da comunidade (Begon, Townsend *et al.*, 2007). Mais recentemente, os estudos têm avaliado os efeitos antrópicos sobre as comunidades, especialmente aqueles referentes à fragmentação do habitat (Malcolm, 1997; Feliciano, Fernandez *et al.*, 2002; Laurance, Lovejoy *et al.*, 2002; Castro e Fernandez, 2004; Pardini, 2004; Pardini e Umetsu, 2006).

Em estudos com pequenos mamíferos terrestres na Amazônia, Voss e Emmons (1996) e Peres (1999) perceberam que, para este grupo animal, a diversidade era muito alta, com a presença de espécies novas para a comunidade científica e de espécies com suas distribuições ampliadas, ou seja, presentes em localidades do bioma Amazônico, porém não registrados na literatura ainda. Além disso, a Amazônia, por ser um bioma com grande complexidade e variedade de habitats, apresenta muitas lacunas quanto ao conhecimento das comunidades de pequenos mamíferos (Voss, R. S. e Emmons, L. H., 1996).

Lambert *et al.* (2005) e Patton *et al.* (2000) também encontraram padrão muito alto de riqueza de espécies, nas áreas do sudeste e do rio Juruá na Amazônia brasileira, corroborando os dados apresentados por Eisenberg e Redford (1999)

para a região neotropical de que a maior diversidade de espécies de pequenos mamíferos encontra-se na Amazônia.

Apesar de ser uma questão complexa, uma das causas desta alta diversidade parece ser a estratificação da floresta, que resulta em uma alta diferenciação de nichos ecológicos (August, 1983; Hunter Jr, 1990). Essa diferenciação vegetal ocorre em resposta a disponibilidade de luz que decresce ao longo do espaço vertical (Souza e Souza, 2004). Conseqüentemente, esta estrutura com grande complexidade suporta maior diversidade de animais e plantas em diferentes estratos verticais, dentro da mesma comunidade (Souza e Souza, 2004).

Na Amazônia, há um elevado nível de desmatamento nas planícies tropicais úmidas, ameaçando os ecossistemas que apresentam alta diversidade biológica de pequenos mamíferos. Assim, é de importância para a conservação, trabalhos que compreendam a estrutura e a organização da mastofauna neotropical (Toledo, Moraes-Santos *et al.*, 1999).

Aproximadamente 95% da área da Floresta Nacional de Carajás é composta pela Floresta Ombrófila, e de 2 a 3% por clareiras formadas naturalmente, com vegetação rupestre ou savana metalófila, também chamadas de Canga (Ab'saber, 1986; Silva, Secco *et al.*, 1996). Devido a essa complexidade de habitats da FLONA de Carajás, incluindo a Canga, onde a seleção natural atua mais fortemente (Nunes, 2009), estudos relacionados à comunidade são de grande importância, principalmente com pequenos mamíferos. Uma vez que os pequenos marsupiais e roedores tem ciclos de vida curtos e muito sensíveis a mudanças estruturais de microhabitats.

Os pequenos mamíferos não-voadores representados pelas ordens Didelphimorphia e Rodentia (Fonseca, Herrmann *et al.*, 1996) são os alvos do presente trabalho. Os objetivos gerais são compreender como a comunidade desses pequenos mamíferos se organiza no espaço vertical (solo, sub-bosque, dossel), e quais e quantas espécies de pequenos mamíferos ocorrem em cada fitofisionomia (Floresta Ombrófila e Canga).

Os objetivos específicos a serem testados neste trabalho são:

1. A riqueza e a abundância das espécies de pequenos mamíferos não-voadores difere para cada estrato amostrado: solo, sub-bosque e dossel?
2. A composição da comunidade de pequenos mamíferos não-voadores difere entre as duas fitofisionomias (Floresta e Canga)?

3. A riqueza e a abundância das espécies de pequenos mamíferos não-voadores difere entre as áreas de Floresta e de Canga?

2.2 Metodologia

O esforço empregado para armadilhas de contenção viva, incluindo as duas estações secas e duas úmidas, foi de 34.560 armadilhas.noites (1440 armadilhas nas quatro áreas amostradas x 6 noites x 4 estações) e para o *pitfall*, 7.200 baldes.noites (180 baldes nas duas áreas de floresta amostradas x 10 noites x 4 estações).

O sucesso de captura para os dois tipos de armadilhas empregados neste estudo foi calculado da seguinte forma: (Nº. de indivíduos capturados/ Nº de armadilhas.noite ou baldes.noite) x 100.

Para a comparação entre os três estratos verticais amostrados (solo, sub-bosque e dossel), as abundâncias das espécies foram comparadas através do Teste do Qui-Quadrado para cada espécie amostrada, pela suíte de aplicativos estatísticos Systat® 11. Sendo assim, realizamos dois testes do Qui-Quadrado: no primeiro incluímos todos os tipos de armadilhas e no segundo foi realizado apenas com as abundâncias registradas para armadilhas de contenção viva (*sherman* e *tomahawk*).

A curva de acumulação de espécies foi feita para cada tipo de armadilha a fim de avaliar se o esforço foi suficiente para amostrar as espécies presentes nestas áreas estudadas da Floresta Nacional de Carajás. A curva de rarefação foi utilizada para analisar a riqueza de espécies capturadas e esperadas por meio de estimadores Chao, Jackknife e SobsMeans obtidos com 1000 aleatorizações dos dados, pelo programa EstimateSWin8.20®.

A riqueza e a abundância das espécies de pequenos mamíferos foram comparadas entre as fitofisionomias estudadas através de uma Análise de Variância (ANOVA).

A composição e a abundância das espécies de pequenos mamíferos não-voadores foram comparadas entre as duas fitofisionomias pela técnica de ordenação usando o Escalonamento Multidimensional Não-métrico (MDS). Este método é capaz de reduzir os espaços aproximando as comunidades mais similares entre si e distanciando as menos similares. Portanto, o MDS promove a ordenação das

comunidades analisadas (Legendre e Legendre, 1998). As análises foram realizadas usando a matriz de distância Bray-Curtis, com os dados de abundância das espécies registradas nas áreas.

As distâncias de cada observação independente nos dois primeiros eixos do MDS foram comparadas por ANOVA para avaliar se a fitofisionomia era a variável que afetava a proximidade das mesmas. Para as análises descritas acima, foram considerados os dados de cada amostragem como amostras independentes e foram realizadas através do Programa Systat 11®.

Foi usado o programa COMUNIDATA 1.5 para fazer o gráfico de ordenação da abundância de espécies segundo a fitofisionomia.

2.3 Resultados

O sucesso de captura das armadilhas de contenção (2,63%) foi menor que dos *pitfalls* (5,2%) e variou entre os estratos, sendo consideravelmente maior no solo (6,74%), do que o obtido nos estratos sub-bosque (1,1%) e dossel (0,004%). Considerando as quatro estações amostradas, duas secas e duas chuvosas, observamos um maior sucesso de captura nas armadilhas de contenção viva (*sherman* e *tomahawk*) durante as estações secas (1,24%), quando comparadas às chuvosas (1,09%). Já no *pitfall*, o sucesso foi maior nas estações chuvosas (6,09%) do que nas secas (0,73%).

No total foram registradas 29 espécies de pequenos mamíferos, 12 pertencentes à Ordem Didelphimorphia e 17 à Ordem Rodentia (Tabela 1). As armadilhas capturaram 19 espécies, 16 com *sherman* e 16 com *tomahawk*, e o *pitfall*, 23 espécies (Tabela 1). Apenas nove espécies foram registradas através de atropelamento, entretanto duas delas só foram registradas dessa forma: *Chironectes minimus* e *Dactylomys dactylinus* (Tabela 1). *Glironia venusta* foi capturada apenas em armadilha *sherman* e *Monodelphis aff. kungsi*, *Neacomys* sp. nova, *Neusticomys ferreirai*, *Makalata obscura* e *Mesomys stimulax*, em *pitfall* (Tabela 1). *Nectomys rattus* foi registrada unicamente com *tomahawk* (Tabela 1).

A espécie *Nectomys rattus* foi registrada apenas nas áreas de Canga e cinco espécies, *Glironia venusta*, *Metachirus* sp. nova, *Monodelphis* sp. D, *Philander opossum* e *Hylaeamys megacephalus* foram registradas apenas nas áreas de Floresta. As duas fitofisionomias compartilharam 68,42% das espécies encontradas (Tabela 1).

Tabela 1 – Pequenos Mamíferos não-voadores da Floresta Nacional de Carajás com seus respectivos tipos de metodologias de registro de espécies em áreas de Canga e Floresta. Os códigos utilizados foram FA para Fauna Atropelada, P para Pitfall, S para Sherman e T para Tomahawk.

| Ordem Didelphimorphia | | |
|---|-----------------|--------------|
| Família Didelphidae | Floresta | Canga |
| <i>Caluromys philander</i> (Linnaeus, 1758) | FA, P, S e | S |
| <i>Glironia venusta</i> Thomas, 1912 | S | - |
| <i>Chironectes minimus</i> (Zimmermann, 1780) | FA | - |
| <i>Didelphis marsupialis</i> Linnaeus, 1758 | FA, P e T | S |
| <i>Marmosa murina</i> (Linnaeus, 1758) | P, S e T | S e T |
| <i>Marmosops pinheiroi</i> Pine, 1981 | P e S | T |
| <i>Metachirus</i> sp. nova | P e T | - |
| <i>Micoureus demerarae</i> (Thomas, 1905) | FA, P, S e | S e T |
| <i>Monodelphis glirina</i> Wagner, 1842 | FA, P, S e | S e T |
| <i>Monodelphis</i> "sp. D" (ver Pine & Handley, 2008) | P, S e T | S |
| <i>Monodelphis</i> aff. <i>Kunsi</i> Pine, 1975 | P | - |
| <i>Philander opossum</i> (Linnaeus, 1758) | S e T | T |
| Ordem Rodentia | | |
| Família Cricetidae | Floresta | Canga |
| <i>Akodon</i> aff. <i>cursor</i> (Winge, 1887) | P e S | S e T |
| <i>Euryoryzomys</i> sp. | P, S e T | T |
| <i>Hylaeamys megacephalus</i> (Fischer, 1814) | P e S | - |
| <i>Neacomys</i> sp. nova | P | - |
| <i>Necomys lasiurus</i> (Lund, 1841) | P, S e T | S e T |
| <i>Nectomys rattus</i> Pelzeln, 1883 | - | T |
| <i>Neusticomys ferreirai</i> Percequillo, Carmignotto e Silva, 2005 | P | - |
| <i>Oecomys</i> sp. | P, S e T | T |
| <i>Oligoryzomys microtis</i> J.A. Allen, 1916 | P, S e T | S e T |
| <i>Oxymycterus amazonicus</i> Hershkovitz, 1994 | P, S e T | S e T |
| <i>Rhipidomys emiliae</i> J.A. Allen, 1916 | P, S e T | S |
| Família Echimyidae | Floresta | Canga |
| <i>Dactylomys dactylinus</i> (Desmarest, 1817) | FA | - |
| <i>Echimys chrysurus</i> (Zimmermann, 1780) | FA e P | - |
| <i>Makalata obscura</i> (Wagner, 1840) | P | - |
| <i>Mesomys stimulax</i> Thomas, 1911 | P | - |
| <i>Proechimys roberti</i> Thomas, 1903 | FA, P, S e | S e T |
| Família Muridae | Floresta | Canga |
| <i>Rattus rattus</i> (Linnaeus, 1758) * | FA | T |

* Espécie Exótica Invasora.

Das 26 espécies capturadas, 24 foram capturadas no solo, 10 no sub-bosque e 3 no dossel (Tabela 2). Dentre os três estratos amostrados, o maior número de

indivíduos foi capturado no solo (considerando os dois tipos de armadilhas), seguido do sub-bosque e por fim, o dossel. As espécies *Didelphis marsupialis*, *Metachirus* sp. nova, *Monodelphis* “sp. D”, *Monodelphis aff. kunsi*, *Akodon aff. cursor*, *Euryoryzomys* sp., *Hylaeamys megacephalus*, *Neacomys* sp. Nova e *Nectomys rattus*, foram capturadas exclusivamente no solo, nenhuma espécie foi exclusiva do sub-bosque e o único indivíduo de *Glironia venusta* foi coletado no dossel.

A espécie mais abundante foi *Monodelphis glirina*, com 400 indivíduos capturados no solo e 32 capturados no sub-bosque (Tabela 2). A segunda espécie mais abundante foi *Oxymycterus amazonicus*, com 91 indivíduos capturados no solo e cinco no sub-bosque (Tabela 2). *Necomys lasiurus* foi a terceira espécie mais comum, com 81 indivíduos capturados, sendo que esta espécie foi registrada exclusivamente no solo.

Para muitas espécies, não foi possível comparar a utilização dos estratos, contudo para aquelas em que foi possível, seis espécies usaram os estratos de forma distinta (Tabela 2). *Marmosops pinheiroi*, *Monodelphis glirina*, *Oecomys* sp., *Oxymycterus amazonicus* e *Proechimys roberti* usaram principalmente o solo e *Micoureus demerarae*, o sub-bosque (Tabela 2).

A armadilha do tipo *sherman* foi a que apresentou o maior sucesso de captura com 540 indivíduos capturados, seguida do *pitfall* (383 indivíduos) e *tomahawk* (269 indivíduos). Com exceção de *Proechimys roberti* todas as espécies, para as quais foi possível fazer a análise, foram capturadas preferencialmente numa dada armadilha (*sherman*, *tomahawk* ou *pitfall*) (Tabela 3). As espécies *Marmosops pinheiroi*, *Monodelphis* “sp. D”, *Monodelphis aff. kunsi*, *Euryoryzomys* sp., *Hylaeamys megacephalus*, *Neacomys* sp. nova, *Neusticomys ferreirai*, *Oecomys* sp., *Oligoryzomys microtis* e *Makalata obscura* foram capturadas principalmente no *pitfall*, *Glironia venusta*, *Marmosa murina*, *Micoureus demerarae*, *Monodelphis glirina*, *Akodon aff. cursor*, *Necomys lasiurus*, *Oxymycterus amazonicus*, *Rhipidomys emiliae* e *Proechimys roberti* principalmente nas armadilhas do tipo *sherman* e *Nectomys rattus*, *Philander opossum*, *Metachirus* sp. nova, *Didelphis marsupialis* e *Caluromys philander* nas armadilhas do tipo *tomahawk* (Tabela 3).

Tabela 2 – Comparação entre os três estratos verticais amostrados (solo, sub-bosque e dossel) quanto as suas utilizações por espécies de pequenos mamíferos não-voadores registrados na Floresta Nacional de Carajás, Pará. Legenda: * = Sem incluir os indivíduos capturados com pitfall, considerando apenas indivíduos capturados com armadilhas de contenção viva (tomahawk e sherman).

| Espécie | Solo | Sub-bosque | Dossel | X2 | p |
|--------------------------------------|------------|------------|--------|-------------------|------------------|
| <i>Didelphis marsupialis</i> | 7 / 5* | 0 | 0 | - | - |
| <i>Metachirus</i> sp. nova | 5 / 4* | 0 | 0 | - | - |
| <i>Monodelphis</i> "sp. D" | 71 / 35* | 0 | 0 | - | - |
| <i>Monodelphis</i> aff. <i>kunsi</i> | 2 | 0 | 0 | - | - |
| <i>Akodon</i> aff. <i>cursor</i> | 50 / 42* | 0 | 0 | - | - |
| <i>Euryoryzomys</i> sp. | 76 / 27* | 0 | 0 | - | - |
| <i>Hylaeamys megacephalus</i> | 6 / 1* | 0 | 0 | - | - |
| <i>Neacomys</i> sp. nova | 37 | 0 | 0 | - | - |
| <i>Necomys lasiurus</i> | 81* | 0 | 0 | - | - |
| <i>Nectomys rattus</i> | 2* | 0 | 0 | - | - |
| <i>Neusticomys ferreirai</i> | 1 | 0 | 0 | - | - |
| <i>Oligoryzomys microtis</i> | 1 | 0 | 0 | - | - |
| <i>Makalata obscura</i> | 1 | 0 | 0 | - | - |
| <i>Mesomys stimulax</i> | 1 | 0 | 0 | - | - |
| <i>Echimys chrysurus</i> | 1 | 0 | 0 | - | - |
| <i>Marmosa murina</i> | 51 / 49* | 55 | 0 | 0,151 / 0,346* | 0,698 / 0,556* |
| <i>Marmosops pinheiroi</i> | 53 / 15* | 3 | 0 | 44,643 / 8,00* | <0,001 / 0,005* |
| <i>Monodelphis glirina</i> | 400 / 388* | 32 | 0 | 313481 / 301,752* | <0,001 / <0,001 |
| <i>Philander opossum</i> | 2 / 2* | 1 | 0 | 0,333 / 0,333* | 0,564 / 0,564* |
| <i>Oecomys</i> sp. | 166 / 4* | 6 | 0 | 148837 / 0,400* | <0,001 / 0,527* |
| <i>Oxymycterus amazonicus</i> | 104 / 91* | 5 | 0 | 89917 / 77,042* | <0,001 / <0,001* |
| <i>Rhipidomys emiliae</i> | 6 / 3* | 7 | 0 | 0,077 / 1,600* | 0,782 / 0,206* |
| <i>Proechimys roberti</i> | 26 / 19* | 2 | 0 | 20,571 / 13,762* | <0,001 / <0,001 |
| <i>Caluromys philander</i> | 0 / 0* | 2 | 1 | 0,333 / 0,333* | 0,564 / 0,564* |
| <i>Glironia venusta</i> | 0 | 0 | 1 | - | - |
| <i>Micoureus demerarae</i> | 9 / 8* | 14 | 3 | 7,000 / 7,280* | 0,030 / 0,026* |

Tabela 3 – Comparação entre os três tipos de armadilhas utilizadas para a captura de espécies de pequenos mamíferos terrestres registrados na Floresta Nacional de Carajás, Pará.

| <i>Espécie</i> | <i>Pitfall</i> | <i>Sherman</i> | <i>Tomahawk</i> | <i>X2</i> | <i>P</i> |
|-------------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------|----------|
| <i>Caluromys philander</i> | 0 | 1 | 2 | - | - |
| <i>Glironia venusta</i> | 0 | 1 | 0 | - | - |
| <i>Didelphis marsupialis</i> | 2 | 2 | 3 | - | - |
| <i>Marmosa murina</i> | 2 | 61 | 34 | 53,959 | <0,001 |
| <i>Marmosops pinheiroi</i> | 38 | 4 | 0 | 27,524 | <0,001 |
| <i>Metachirus sp. nova</i> | 1 | 0 | 3 | - | - |
| <i>Micoureus demerarae</i> | 1 | 14 | 10 | 10,640 | 0,005 |
| <i>Monodelphis glirina</i> | 12 | 276 | 109 | 269,506 | <0,001 |
| <i>Monodelphis "sp. D"</i> | 36 | 18 | 3 | 28,737 | <0,001 |
| <i>Monodelphis aff. kunsi</i> | 2 | 0 | 0 | - | - |
| <i>Philander opossum</i> | 0 | 1 | 2 | - | - |
| <i>Akodon aff. cursor</i> | 8 | 25 | 15 | 9,125 | 0,010 |
| <i>Euryoryzomys sp.</i> | 49 | 3 | 4 | 73,964 | <0,001 |
| <i>Hylaeamys megacephalus</i> | 5 | 0 | 0 | - | - |
| <i>Neacomys sp. nova</i> | 37 | 0 | 0 | - | - |
| <i>Necomys lasiurus</i> | 0 | 55 | 25 | 11,250 | 0,001 |
| <i>Oecomys sp.</i> | 162 | 5 | 5 | 286,616 | <0,001 |
| <i>Nectomys rattus</i> | 0 | 0 | 2 | - | - |
| <i>Neusticomys ferreirai</i> | 1 | 0 | 0 | - | - |
| <i>Oligoryzomys microtis</i> | 1 | 0 | 0 | - | - |
| <i>Oxymycterus amazonicus</i> | 13 | 54 | 41 | 24,389 | <0,001 |
| <i>Rhipidomys emiliae</i> | 3 | 9 | 1 | 8,000 | 0,018 |
| <i>Makalata obscura</i> | 1 | 0 | 0 | - | - |
| <i>Mesomys stimulax</i> | 2 | 0 | 0 | - | - |
| <i>Echimys chrysurus</i> | 1 | 0 | 0 | - | - |
| <i>Proechimys roberti</i> | 7 | 11 | 10 | 0,929 | 0,629 |

A espécie mais capturada com *pitfall* foi *Oecomys* sp., com 162 indivíduos. Três espécies de marsupiais, *Caluromys philander*, *Glironia venusta* e *Philander opossum*, e duas espécies de roedores, *Necomys lasiurus* e *Nectomys rattus*, não foram capturadas com a utilização do *pitfall*. O marsupial *Monodelphis aff. kunsii* e as espécies de roedores *Hylaeamys megacephalus*, *Neacomys* sp. nova, *Neusticomys ferreirai*, *Oligoryzomys microtis* e *Makalata obscura*, não foram capturadas com os dois tipos de armadilhas de contenção viva (Tabela 3). Para muitas espécies, não foi possível comparar a captura com os tipos de armadilhas.

Foram capturados 809 indivíduos apenas nas armadilhas do tipo *sherman* e *tomahawk* (Figura 18a). E no *pitfall* capturamos 380 indivíduos (Figura 18b). Foi registrada uma riqueza maior com a utilização do *pitfall* (19 espécies) do que com as armadilhas de contenção viva (18 espécies). O estimador que representou melhor a riqueza estimada foi o Jackknife 1 (Figura 18), com 18,38 espécies ($16,86 \pm 2,74$) na curva de rarefação com armadilhas de contenção viva. E 19,38 espécies esperadas ($17,26 \pm 2,97$) na curva de rarefação com a metodologia de *pitfall*.

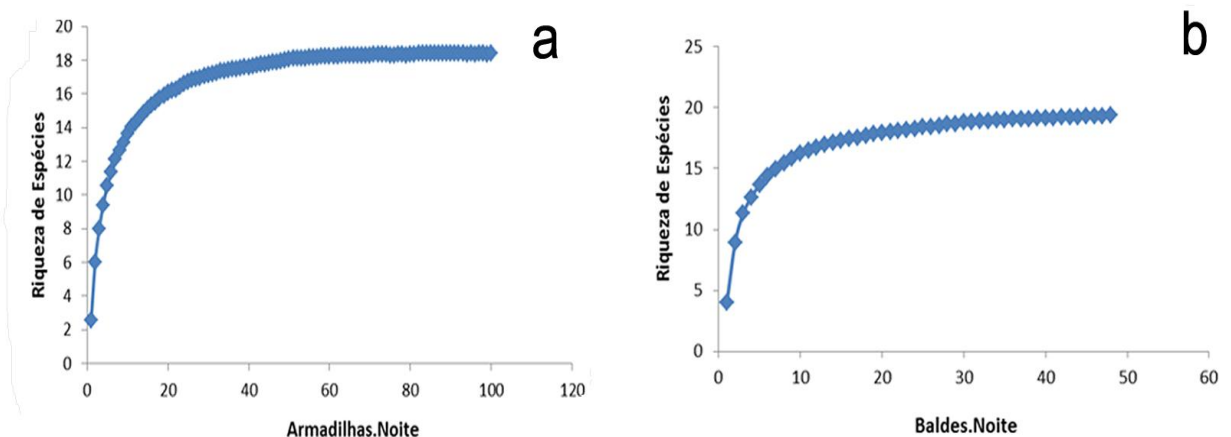


Figura 18 – Curva de rarefação das espécies de pequenos mamíferos na FLONA de Carajás, Legenda: (a) apenas capturas de indivíduos com a utilização das armadilhas de contenção viva; (b) capturas de indivíduos com a utilização das armadilhas de queda e interceptação.

A média da riqueza de espécies de marsupiais e roedores de pequeno porte registrada na fitofisionomia Canga foi menor (média \pm desvio padrão; $8,75 \pm 2,06$ espécies) do que a encontrada na Floresta ($13,50 \pm 3,10$ espécies) (ANOVA, $F=6,485$; $p= 0,044$) (Figura 19).

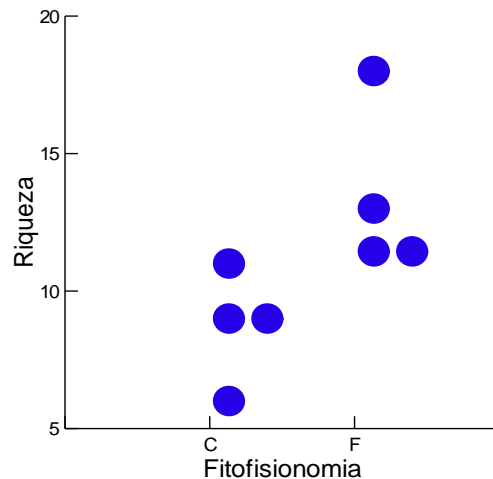


Figura 19 – Comparação da riqueza de espécies de pequenos mamíferos não-voadores entre as fitofisionomias Floresta Ombrófila Densa (F) e Savana Metalófila ou Canga (C) na Floresta Nacional de Carajás (cada campanha foi considerada como uma amostra independente).

Com a utilização do método de Escalonamento Multidimensional Não-métrico (MDS) foi possível notar uma dissimilaridade entre as duas fitofisionomias amostradas. Os dados de composição e abundância das espécies mostram uma separação das áreas de fitofisionomias distintas quanto ao primeiro eixo (Figura 20), que foi comprovada quando se comparou a ordenação do primeiro eixo do MDS com a fitofisionomia (ANOVA, $F= 723,979$; $p<0,001$).

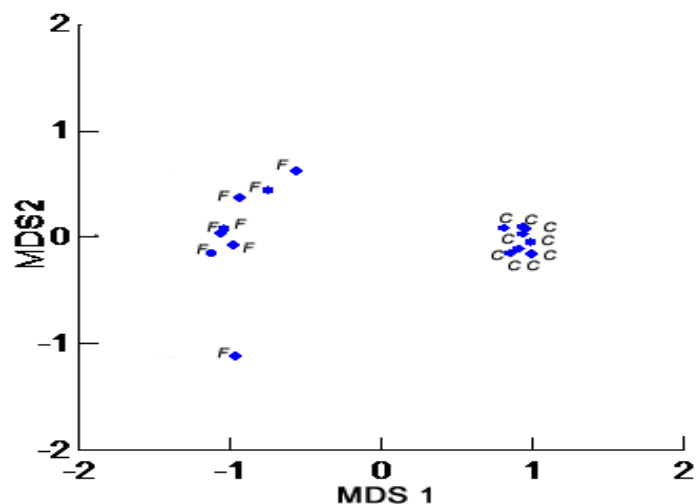


Figura 20 – MDS da composição e abundância das espécies de pequenos mamíferos não-voadores registradas nas duas fitofisionomias amostradas. Legenda= F=Floresta e C=Canga.

.As abundâncias das espécies foram diferentes em cada uma das fitofisionomias amostradas (Figura 21).

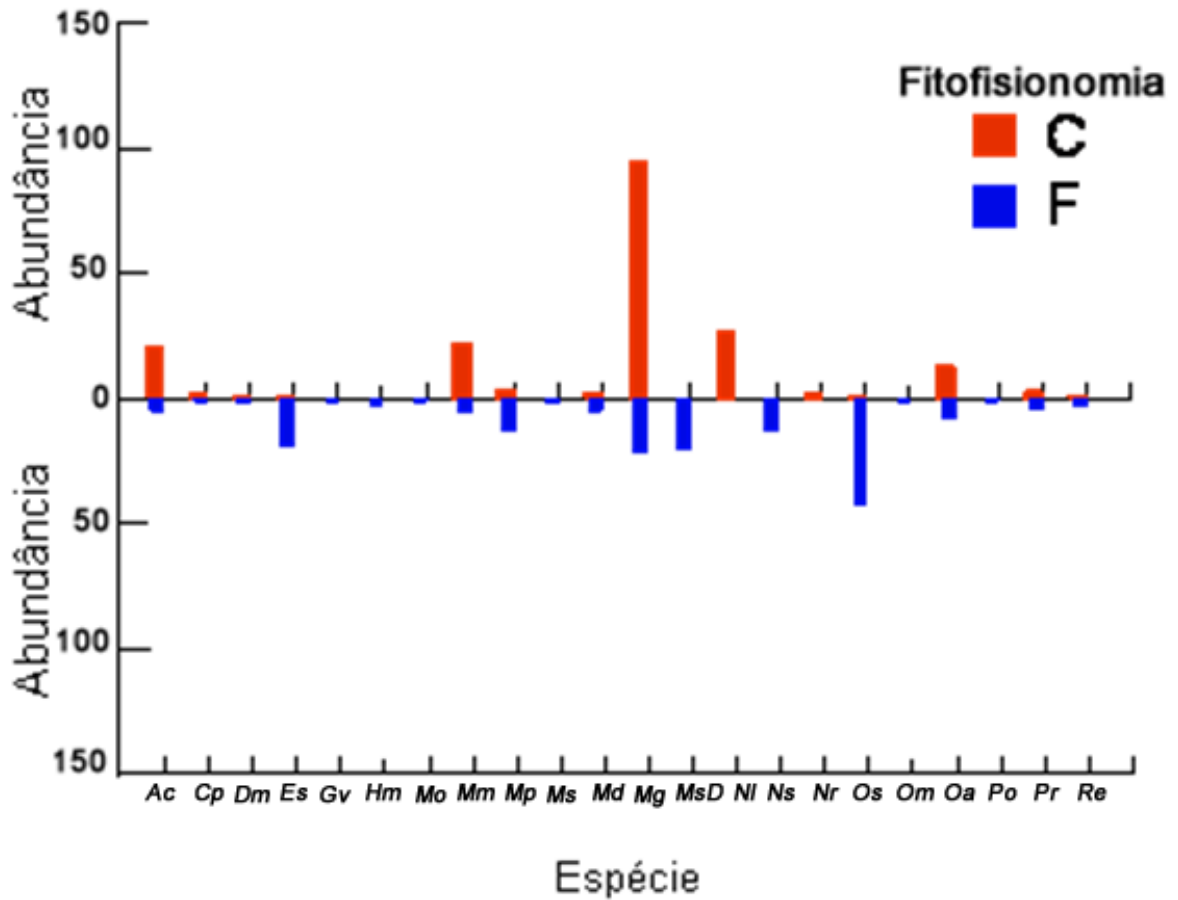


Figura 21 – Abundâncias das espécies de pequenos mamíferos não-voadores registrados nas áreas de Floresta Ombrófila Densa (F - azul) e de Savana Metalófito (C - vermelho) na Floresta Nacional de Carajás. Legenda: as espécies estão representadas pelas duas primeiras letras do gênero e da espécie, sendo Ac=*Akodon aff. cursor*, Cp=*Caluromys philander*, Dm=*Didelphis marsupialis*, Es=*Euryoryzomys* sp., Gv=*Glironia venusta*, Hm=*Hylaeamys megacephalus*, Mo=*Makalata obscura*, Mm=*Marmosa murina*, Md=*Micoureus demerarae*, Mg=*Monodelphis glirina*, MsD=*Monodelphis* “sp. D”, Nl=*Necomys lasiurus*, Ns=*Neacomys* sp. nova, Nr=*Nectomys rattus*, Os=*Oecomys* sp., Om=*Oligoryzomys microtis*, Ao=*Oxymycterus amazonicus*, Po=*Philander opossum*, Pr=*Proechimys roberti*, Re=*Rhipidomys emiliae*.

A figura 22 mostra como a comunidade está estruturada quanto à composição e abundância das espécies em relação às fitofisionomias. A ordem das fitofisionomias foi obtida de acordo com os valores das abundâncias das espécies.

As espécies do canto inferior esquerdo da segunda coluna são mais abundantes na canga, as do canto superior direito da primeira coluna, na floresta, enquanto que as que estão na parte mais central do eixo Y, ocorrem igualmente em ambas as fitofisionomias (Figura 22). Para cada espécie, as quatro campanhas foram mostradas separadamente nos gráficos.

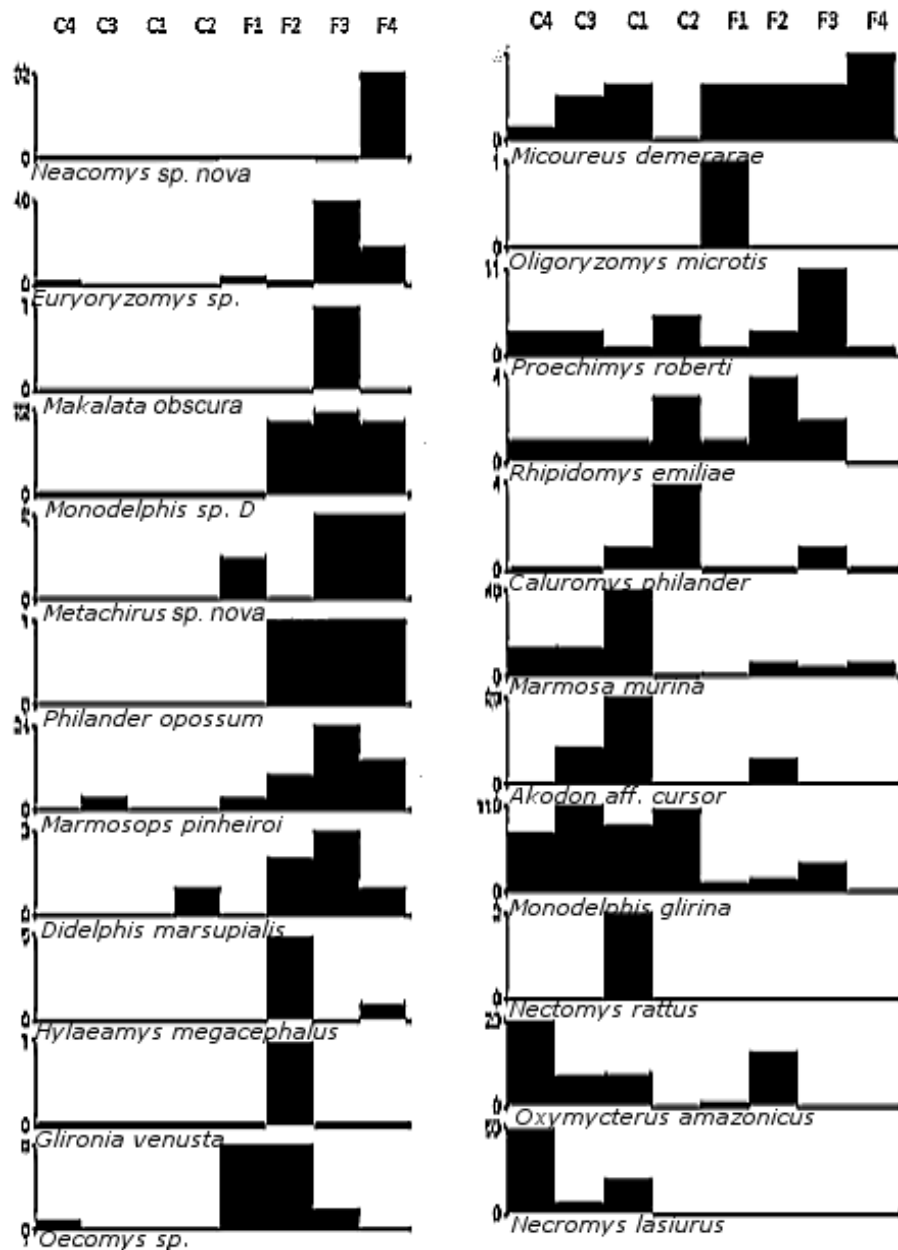


Figura 22 – Distribuição das abundâncias de cada espécie de pequenos mamíferos não-voadores em relação às duas áreas de Canga e as duas áreas de Floresta amostradas na Floresta Nacional de Carajás. Legenda: C representa áreas de Savana Metalófila (Canga) e F áreas de Floresta Ombrófila Densa e os números representam cada uma das quatro campanhas realizadas.

2.4 Discussão

O sucesso de captura deste estudo para espécies de pequenos mamíferos não-voadores, nas áreas de Canga e Floresta da Floresta Nacional de Carajás, ocorreu conforme o esperado para as Florestas Neotropicais, onde segundo Voss e Emmons (1996), varia de 1% a 10%. A riqueza total de 29 espécies foi maior do que aquela encontrada por Lambert et al.(2005), de 25 espécies registradas, durante um estudo sobre a variação da riqueza de pequenos mamíferos em diferentes estratos verticais próximo ao Rio Xingu, no sudeste da Amazônia, no estado do Pará. Além disso, a riqueza aqui encontrada, foi superior àquelas geralmente registradas para as florestas neotropicais, que segundo Voss e Emmons (1996) e Patton et al.(2000), são de 14 a 28 espécies de pequenos mamíferos.

As 29 espécies de marsupiais e roedores de pequeno porte registradas representam 93,54% do total de 31 espécies já registradas das ordens Didelphimorphia e Rodentia para o leste da Amazônia, com base em Lambert et al. (2006), Oliveira et al. (2006), Rossi et al. (2006) e Voss e Emmons (1996). As curvas de rarefação e acumulação mostram que grande parte das espécies atualmente conhecidas de pequenos mamíferos não-voadores para esta região amazônica foi amostrada neste estudo na Floresta Nacional de Carajás. O estimador de riqueza Jackknife1 foi o escolhido, por apresentar desvio padrão mais baixo para ambos tipos de metodologias empregados (*pitfall* e armadilhas de contenção viva) que os demais estimadores Jackknife 2 e Chao 1 e 2. Os valores esperados para a riqueza tanto com o *pitfall* (19,38 espécies) como com as armadilhas de contenção viva (18,38 espécies) foram muito próximos aos das riquezas observadas (19 espécies para *pitfall* e 18 para as armadilhas *sherman* e *tomahawk*). Sugerimos que ainda há poucas espécies a serem amostradas para esta área, devido aos sentidos quase constantes das curvas de rarefação. Segundo Emmons e Feer (1990), Eisenberg e Redford (1999) e Bonvicino et al. (2008) há espécies registradas para a região Amazônica que ainda não conseguimos capturar na FLONA de Carajás, tais como: *Holochilus sciureus*, *Gracilinanus agilis*, espécies do gênero *Thylamys* e espécies arborícolas da família Echimyidae, como as pertencentes aos gêneros *Isothrix*, *Lonchothrix* e *Toromys* (Bonvicino, Oliveira et al., 2008).

O sucesso de captura com armadilhas de contenção viva foi maior nos períodos secos e tal fato pode ser explicado pela maior disponibilidade de recursos

no período chuvoso (Bergallo e Magnusson, 1999; Bergallo e Magnusson, 2002), sendo capaz de diminuir a eficiência das iscas e a consequente captura de pequenos mamíferos nas armadilhas (McClearn, Kohler *et al.*, 1994; Santos-Filho, Da Silva *et al.*, 2008). Entretanto, para o pitfall, o sucesso de captura foi maior nos períodos chuvosos do que nos secos. Segundo Hice e Schmidly (2002), Santos-Filho *et al.* (2006) e Umetsu *et al.* (2006), dentre os tipos de metodologias aplicadas para a captura de pequenos mamíferos não-voadores, o pitfall não utiliza isca e é a mais eficiente nos períodos chuvosos. Isso porque, durante a seca, devido à menor disponibilidade de recursos há menor abundância ou menor atividade das espécies neste período (Santos-Filho, Da Silva *et al.*, 2006). Além disso, Voss *et al.* (2001) afirmaram que o armazenamento de 15 centímetros de águas no fundos dos baldes do pitfall, durante o período chuvoso, aumentou a taxa de captura. Portanto nos períodos chuvosos, o pitfall pode ser mais eficiente também pelo acúmulo de água que dificulta a fuga dos indivíduos dos baldes (Santos-Filho, Da Silva *et al.*, 2006). Outra hipótese seria a de que nos períodos secos há menos recursos disponíveis, logo, os predadores circulam mais em busca de presas, proporcionando mais encontros dentro dos baldes nestes períodos secos (Santos-Filho, Da Silva *et al.*, 2006). Entretanto, não encontramos evidências de predação no interior dos baldes, como sangue e pelos.

Com base nos resultados, observamos que há diferenças significativas quanto à composição em relação ao tipo de fitofisionomia, devido à dissimilaridade observada com a aplicação do MDS. Nas áreas de Savana Metalófila (Canga), tivemos uma menor riqueza do que nas áreas de Floresta Ombrófila Densa Montana (Floresta). Isso pode ser explicado devido a maior diversidade vegetal da Floresta Ombrófila Densa, com estruturas complexas (Veloso, Rangel Filho *et al.*, 1991) de micro-habitat e, portanto, com mais recursos disponíveis do que a Canga, que se caracteriza pela baixa disponibilidade de recursos e de águas no solo (Nunes, 2009). Assim, por ser mais complexa a Floresta Ombrófila suporta maior diversidade de espécies (Begon, Townsend *et al.*, 2007).

As abundâncias também diferiram significativamente, porém sendo muito maiores nas áreas de Canga do que nas áreas de Floresta. Tal fato está relacionado à riqueza de espécies, ou seja, em geral, nas áreas com maior riqueza, observamos menor abundância e onde temos menor riqueza, maior abundância, pois quando há maior número de espécies, a competição intraespecífica é maior, portanto

encontramos menor número de indivíduos e o contrário ocorre quando há poucas espécies presentes na comunidade (Begon, Townsend *et al.*, 2007).

Quanto à composição da comunidade, apenas a espécie *Nectomys rattus* ocorreu exclusivamente na Canga, durante o período chuvoso, onde se formam cursos de águas temporários, devido à maior quantidade de água que escoar e se acumula, formando alagados nestas áreas. Essa espécie apresenta hábito de vida semi-aquático, portanto é registrada geralmente próxima a ocorrência de cursos de água permanentes (Bonvicino, Lemos *et al.*, 2005) ou temporários (Ernest e Mares, 1986).

Outras espécies, como *Necromys lasiurus*, *Oxymycterus amazonicus*, *Monodelphis glirina*, *Akodon aff. cursor*, *Marmosa murina* e *Caluromys philander*, foram mais abundantes na canga do que na floresta. Sugerimos que a presença de espécies características de áreas mais abertas, ocorrendo nas áreas de Canga e Floresta seja devido à presença de áreas de transição, onde observamos a mistura dos dois tipos de fitofisionomias (Silva, Secco *et al.*, 1996). Este provavelmente é o caso da espécie *C. philander*, que foi capturada também na Canga, no cerrado (Alho, 2005) e na restinga (Bergallo, Martins-Hatano *et al.*, 2004), em outros estudos, mas apresenta hábito arborícola que exige uma complexidade maior do habitat. Outra explicação é o fato de os marsupiais didelfídeos apresentarem uma grande plasticidade tanto no uso do nicho espacial quanto no alimentar (Vieira, 2006).

As espécies mais generalistas, quanto à utilização do habitat, apresentam densidades mais elevadas que as espécies especialistas (Tomblin e Adler, 1998). Segundo Alho (1982), *N. lasiurus* é considerada uma espécie generalista no uso do habitat, o que pode explicar suas altas abundâncias na Canga e no Cerrado (Silva, 1991). Becker *et al.* (2007) registraram que esta espécie foi a mais frequente e mais abundante (86,7% apenas de *N. lasiurus* do total de indivíduos capturados) na maioria dos habitats amostrados no Cerrado. Layme (2008) também registrou altas abundâncias de *N. lasiurus* em áreas de savana Amazônica, corroborando nossos resultados.

Oxymycterus amazonicus foi abundante na Canga, o que corrobora os dados de Eisenberg e Redford (1999) de que as espécies deste gênero são especialistas de habitats úmidos do Cerrado ou de outros habitats úmidos de áreas abertas (Becker, Paise *et al.*, 2007).

A espécie *Akodon aff. cursor* é uma espécie generalista, assim como as demais espécies do gênero *Akodon*, e além disso, são características de habitats abertos ou alterados, explicando nossos resultados de grandes abundâncias na Canga e também na Floresta. Alho (2005), Sponchiado (2011), González et al. (1998), González (2000), Suárez e Bonaventura (2001), Bergallo et al. (2004) e Bergallo e Magnusson (1999) também encontraram espécies de *Akodon* em áreas florestais e campestres em outras regiões do Brasil.

Encontramos preferências de habitat distintos para as duas espécies mais comuns do gênero *Monodelphis*, com características semelhantes quanto ao tamanho do corpo e aparentemente simpátricas: a espécie *Monodelphis glirina* mostrou uma forte preferência por Canga, e *Monodelphis* "sp. D" (Pine e Handley Jr, 2007) por Floresta, confirmando os resultados de Gettinger et al. (2011) para a Floresta Nacional de Carajás. As espécies deste gênero são menos adaptadas à vida arbórea do que as demais espécies da família Didelphidae (Nowak e Paradiso, 1983). Nossos resultados corroboram a ampla gama de habitats utilizados por espécies deste gênero como as áreas de floresta úmidas, cerrados, campos e regiões semi-áridas (Costa e Patton, 2006).

A espécie *Marmosa murina* é semi-arborícola, portanto é seletiva quanto ao uso do habitat e oportunista quanto à escolha de micro-habitat (Palma, 1996). Isso explica porque capturamos em grande quantidade esta espécie na Canga, mas também encontramos muitos indivíduos na Floresta. Esta seleção de diferentes habitats por espécies de marmosídeos semi-arborícolas, segundo Palma (1996), é uma estratégia de coexistência das espécies. Além disso, a espécie *M. murina* também é bastante frequente em habitats no Cerrado (Alho, 2005).

Outras espécies de marsupiais (*Glironia venusta*, *Metachirus* sp. nova, *Monodelphis* sp. D e *Philander opossum*) foram registradas exclusivamente na Floresta, o que confirma os dados apresentados por Gardner (2007), mostrando que estas espécies da família Didelphidae são características de áreas de Florestas da região Tropical. Entretanto, a maioria das espécies registradas foi amostrada em ambas as fitofisionomias, mas com proporções diferentes. A presença de espécies tanto de marsupiais como de roedores com hábitos arborícolas na Canga, pode ser explicado pela presença do Capões de mata dentro desta fitofisionomia (Silva, 1991).

As espécies de roedores exclusivas das áreas de Floresta foram *Hylaeamys megacephalus* e *Neusticomys ferreirai*. *H. megacephalus* apresenta uma ampla distribuição pela Região Neotropical, sendo característica de florestas úmidas, e, quando capturado no Cerrado e no Chaco, geralmente é em florestas de galeria ou em florestas úmidas relictuais (Weksler, Percequillo *et al.*, 2006). Os roedores *Neusticomys ferreirai* são semi-aquáticos, portanto são morfologicamente adaptados para sobreviver em áreas de florestas próximas a rios ou cursos d'água, alimentando-se de pequenos vertebrados e invertebrados aquáticos (Voss, 1988; Percequillo, Carmignotto *et al.*, 2005).

Três espécies de marsupiais (*Marmosops pinheiroi*, *Micoureus demerarae* e *Monodelphis glirina*) e de roedores (*Oxymycterus amazonicus*, *Oecomys* sp. e *Proechimys roberti*) usaram os estratos verticais de forma significativamente diferente do esperado. Excetuando-se *M. demerarae*, que utilizou principalmente o sub-bosque, as outras foram capturadas em maior frequência no solo. Em geral, nossos resultados mostraram muita similaridade quanto ao uso do espaço vertical, mas com algumas sobreposições. Stallings (1989), Malcolm (1991), Passamani (1995), Graipel (2003), Vieira e Monteiro-Filho (2003) e Cademartori *et al.* (2008) estudaram o uso do espaço nas áreas de Floresta Amazônica, Mata Atlântica do sudeste e sul do Brasil e perceberam que haviam espécies de pequenos mamíferos que utilizavam os estratos de sub-bosque e de dossel das florestas, assim como nós registramos este comportamento para dois marsupiais: *Micoureus demerarae* e *Caluromys philander*. Nós registramos nove espécies de marsupiais e roedores escansoriais que utilizaram tanto o solo quanto o sub-bosque, conforme Vieira e Monteiro-Filho (2003) e Cademartori *et al.* (2008) também identificaram. Ainda, assim como Vieira & Monteiro-Filho (2003), encontramos espécies tipicamente arbóreas, como *Glironia venusta* e *Oecomys* sp., mas que foram capturadas com pitfall.

Cinco das espécies aqui registradas apresentaram variações significativas quanto ao uso do espaço vertical. Para a espécie *Marmosops pinheiroi*, não há muitas informações sobre seus hábitos alimentares e sua época reprodutiva na literatura. Segundo Voss *et al.* (2001), os indivíduos desta espécie encontram-se ativos durante a noite, no solo ou no sub-bosque (próximo a 1,5m de altura), em áreas de florestas primárias, secundárias, ripárias e/ou inundáveis, o que corrobora

nossos resultados, uma vez que capturamos *M. pinheiroi* apenas nos estratos inferiores da mata, próximo ao solo.

Micoureus demerarae, única espécie capturada nos três estratos verticais, mostrou claramente uma preferência pelo uso do espaço em estratos mais altos. Segundo um estudo em Paracou, Guiana Francesa, por Voss et al. (2001), esta espécie foi encontrada de 1 a 17 metros acima do solo. Nossos dados de preferência de habitat por *M. demerarae* também são confirmados pelo trabalho de Malcolm (1991) na Amazônia, no qual esta espécie foi mais significativamente capturada no dossel do que nos demais estratos.

A espécie mais abundante foi *Monodelphis glirina*, tipicamente terrícola, de acordo com Voss et al. (2001). Entretanto, esta espécie foi registrada tanto no solo quanto no sub-bosque nas vegetações de canga. Sugerimos que tal fato ocorreu devido à pouca disponibilidade de recursos nesta fitofisionomia, assim os indivíduos desta espécie poderiam ter subido até uma altura de, no máximo, um metro atraídos pelos cheiros das iscas das armadilhas. Estes marsupiais são diurnos, terrestres e solitários. Alimentam-se principalmente de insetos e podem ser encontrados em florestas primárias e secundárias.

Oxymycterus amazonicus teve o maior número de indivíduos capturados no solo. Espécies deste gênero são reconhecidamente como tendo hábito terrestre e serem semi-fossoriais e possuem uma dieta composta de aproximadamente 70% de insetos, podendo ser 25% de cupins (Reis, Peracchi et al., 2006). Espécies do gênero *Proechimys* também têm hábito terrestre, corroborando os resultados aqui encontrados para a espécie *P. roberti*.

Algumas espécies foram apenas registradas atropeladas nas estradas ao redor das áreas amostradas, tais como as duas espécies arborícolas da família Echimyidae. *Dactylomys dactylinus* é uma espécie com hábito arborícola, vulgarmente chamada de rato-amazônico-do-bambu, e dificilmente capturada, que habita áreas de várzea e mata de terra firme da Floresta Amazônica e matas de galeria do Cerrado (Bezerra, Silva Júnior et al., 2007). Sua distribuição abrange os Estados de Roraima, Amazonas, Pará, no alto do rio Amazonas, nos rios Juruá Jaú, Solimões e na bacia do Rio Tocantins, o Estado de Goiás e o Estado de Tocantins (Bezerra, Silva Júnior et al., 2007). Outra espécie arborícola da família Echimyidae, *Echimyus chrysurus*, atropelada nas estradas, representa um espécime testemunho de grande importância para a ciência, pois também habita dossel de florestas, sendo

difícilmente capturada e as espécies deste gênero estão constantemente sendo revisadas taxonomicamente, devido às suas complexidades (Emmons, 2005). Atualmente, segundo Lack-Ximenes et al. (2005), há duas espécies deste gênero para o Brasil: *Echimys chrysurus* e *Echimys vieirai*, ambos habitando a região Amazônica (Bonvicino, Oliveira et al., 2008). A outra espécie atropelada foi o marsupial aquático *Chironectes minimus*, vulgarmente conhecido por cuíca-d'água. Segundo Brown (2004), esta espécie só é conhecida em áreas marginais da Amazônia, o que significa que nosso registro representa a ampliação de sua distribuição geográfica conhecida na literatura.

As espécies *Makalata obscura* e *Mesomys stimulax*, pertencentes à família Echimyidae, raramente capturadas. Estas espécies são conhecidas na literatura como arborícolas, portanto dependem de estruturas complexas do dossel das florestas. Ambas foram capturadas no *pitfall*. Assim como *Echimys chrysurus* e *Dactylopsilus dactylinus*, aqui registradas apenas nas estradas, as espécies arborícolas desta família são caracterizadas por forragearem no dossel, com hábito alimentar folívoro e, de fato, são geralmente coletadas com espingardas (Emmons, 2005).

É importante ressaltar que a espécie *Rattus rattus*, representada por um único exemplar capturado nas armadilhas de contenção viva, é uma espécie exótica capaz de invadir o habitat de espécies nativas, ocupando seus nichos ecológicos (Bonvicino, C. R., Lindbergh, S. M. et al., 2002; Santos, Lóss et al., 2004). Além disso, pode transmitir doenças humanas, por isso é importante também em estudos epidemiológicos (Ellis, Regnery et al., 1999).

Nosso estudo mostrou que as espécies distribuem-se e ocupam de forma diferente o espaço vertical e horizontal nas florestas, o que permite a coexistência de espécies, diminuindo a competição interespecífica (MacArthur e Levins, 1967; Pianka, 1974; 1975; 1994; Passamani, 1995; Vieira e Monteiro-Filho, 2003).

3. ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE PEQUENOS MAMÍFEROS (ORDENS DIDELPHIMORPHIA E RODENTIA) EM RELAÇÃO AO IMPACTO DA MINERAÇÃO NA FLORESTA NACIONAL DE CARAJÁS, PA

3.1 Introdução

A Amazônia é um bioma com grande relevância, não apenas devido à sua biodiversidade, mas também por ser a maior floresta tropical do mundo ainda de pé, apesar dos altos níveis de desmatamento em algumas regiões (Rocha, 2010). O processo de desmatamento deste bioma intensificou-se nas décadas de 70 e 80 do século passado, devido à implementação do plano desenvolvimentista e concomitante descoberta de jazidas. Iniciaram-se então as atividades mineradoras na região, e neste contexto houve a implementação do Projeto Carajás (Alencar, Nepstad *et al.*, 2004).

A indústria mineradora ocupa um grande espaço físico para a instalação, utilização de equipamentos e produção, causando uma influência direta no ambiente por romper o equilíbrio dos ecossistemas e do bioma (Vieira, 2011). No entanto, existem cobranças por parte do governo para que as empresas que fazem a atividade mineradora tenham responsabilidades ambiental e social na gestão dos recursos (Vieira, 2011). Por causa dos contratos firmados com países importadores, há fatores positivos na atual situação das minerações, como a tentativa de reduzir os impactos ambientais e minerar ao mesmo tempo (Penna, 2008).

Segundo Enríquez (2009), se não existisse a atividade mineradora em Carajás, a agropecuária seria responsável pelo processo de desmatamento na região, o que tornaria as áreas preservadas menores do já que são atualmente. Este fenômeno pode ser observado em outras áreas da Amazônia, onde a floresta foi transformada, predominantemente, em pastagens (Margulis, 2003).

Uma vez existente, a atividade mineradora na região pode gerar impactos irreversíveis desde a sua construção até sua desativação (Vieira, 2011), principalmente o desmatamento e a degradação das florestas (Reis, 2001). Diante disso, precisa-se de medidas que minimizem os impactos ambientais negativos e que visem a buscar a conservação de recursos naturais, sendo importante a

realização de diagnósticos e monitoramentos para um bom planejamento das atividades antrópicas (Rocha, 2010).

Os pequenos mamíferos das ordens Didelphimorphia e Rodentia são considerados bons indicadores da qualidade ambiental, apresentam grande importância nas cadeias tróficas, além disso, são mais fáceis de detectar impactos nos seus ciclos de vida, pois têm gerações curtas (Oliveira, 2008).

Sendo assim, este trabalho visou a comparar a composição da comunidade de pequenos mamíferos, em termos de riqueza, composição e abundância, em áreas próximas e afastadas da área de impacto causado pela mineração na Floresta Nacional de Carajás.

Os objetivos deste trabalho foram responder as seguintes questões:

1. A riqueza e a abundância das espécies de pequenos mamíferos não-voadores difere em relação às mais próximas e mais afastadas ao impacto?
2. A composição da comunidade de pequenos mamíferos não-voadores difere quanto à proximidade ao impacto?
3. A riqueza e a abundância das espécies de pequenos mamíferos não-voadores diferem quanto ao gradiente de distância ao impacto para cada área amostrada?

3.2 Metodologia

As curvas de rarefação e acumulação de espécies foram utilizadas para verificar a riqueza nas áreas controle e impactada, através do programa EstimateSWin 8.20®.

Para avaliar se a riqueza e a abundância das espécies variaram significativamente em relação à proximidade ou não ao impacto foi aplicado um teste t.

Através da técnica de ordenação utilizando o Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (MDS), a composição e a abundância das espécies de pequenos mamíferos não-voadores foram verificadas quanto à similaridade entre as áreas impactadas e controle dos dois tipos de fitofisionomia. Com o MDS, é possível avaliar quais áreas são mais similares, uma vez que esta técnica é capaz de

aproximar áreas mais similares e afastar os menos similares no espaço da ordenação (Legendre e Legendre, 1998). As análises foram realizadas usando a matriz de correlação com a distância Bray-Curtis, através dos dados de abundância das espécies registradas nas áreas amostradas. Assim, a partir dos dados obtidos com os eixos do MDS foi aplicado uma regressão simples para avaliar se a proximidade ao impacto influenciou significativamente. A mesma análise foi feita para avaliar se a riqueza das espécies variou significativamente a cada uma das distâncias da borda amostradas. Assim, a variável independente foi a distância de cada transecção em relação ao impacto e a dependente foi a riqueza ou o eixo do MDS.

Para todas as análises estatísticas, cada trilha foi considerada como uma amostra independente. As análises foram realizadas através do programa Systat 11.

3.3 Resultados

Foram registradas 24 espécies, pertencentes às ordens Didelphimorphia (11 espécies) e Rodentia (13 espécies). A riqueza de espécies foi igual nas Florestas Impactada e Controle (19). Já as áreas de Canga Controle e Impactada diferiram na riqueza, sendo capturadas, respectivamente, 10 e 13 espécies (Tabela 4).

As áreas Controle compartilham 37,50% das espécies (9) e as áreas Impactadas, 45,83% das espécies (11) registradas.

Das 24 espécies registradas, apenas oito (*Marmosa murina*, *Marmosops pinheiroi*, *Micoureus demerarae*, *Monodelphis glirina*, *Akodon aff. cursor*, *Oxymycterus amazonicus*, *Rhipidomys emiliae* e *Proechimys roberti*) foram encontradas nas quatro áreas amostradas (Floresta Controle e Impactada; e Canga Controle e Impactada). Quatro espécies, sendo duas de marsupiais (*Caluromys philander* e *Glironia venusta*) e duas de roedores (*Neusticomys ferreirai* e *Nectomys rattus*) ocorreram apenas nas áreas Impactadas. E apenas três foram exclusivas das áreas Controle, uma espécie de marsupial (*Monodelphis aff. kunsii*) e duas de roedores (*Oligoryzomys microtis* e *Makalata obscura*).

As curvas de rarefação e acumulação foram obtidas a partir dos dados de abundância das espécies capturadas. Para cada metodologia foram produzidas

duas curvas (armadilhas de contenção viva e *pitfall*, pois houve diferença no esforço amostral empregado).

Com o *pitfall*, foi obtida uma riqueza nas áreas de Canga e Floresta Controle (16 espécies) um pouco maior do que nas áreas Impactadas (15 espécies). O estimador Jackknife1 foi o que representou melhor as riquezas esperadas, com 16,09 espécies (média $13,69 \pm 1,79$) para as áreas Controle (Figura 23a) e 15,46 espécies (média $13,47 \pm 1,70$) para as áreas Impactadas (Figura 23b).

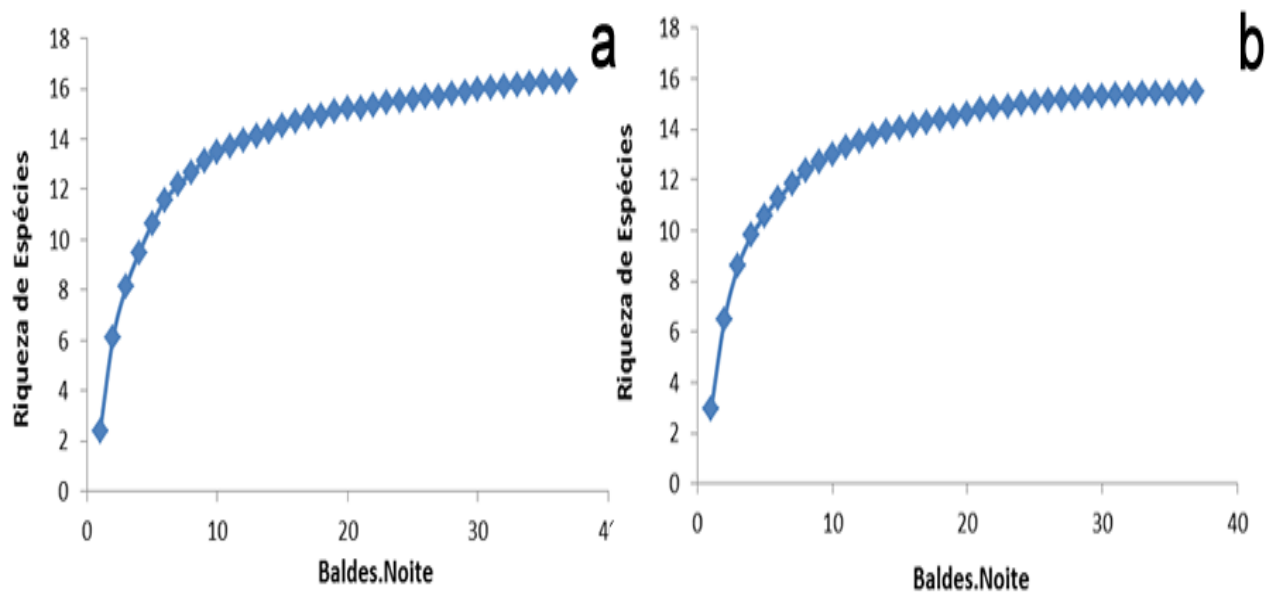


Figura 23 – Curva de rarefação e acumulação de espécies durante as quatro campanhas amostradas apenas para metodologia de armadilhas de *pitfall*. Legenda: a) nas áreas Controle e b) nas áreas Impactadas de Floresta Ombrófila Densa, na Floresta Nacional de Carajás.

Tabela 4 – Espécies de Pequenos Mamíferos não-voadores registrados na Floresta Nacional de Carajás em áreas Impactadas e Controle das fitofisionomias de Savana Metalófila (Canga) e Floresta Ombrófila Densa (Floresta).

| Espécie | Floresta | | Canga | |
|-------------------------------|----------|-----------|----------|-----------|
| | Controle | Impactada | Controle | Impactada |
| <i>Caluromys philander</i> | - | X | - | X |
| <i>Glironia venusta</i> | - | X | - | - |
| <i>Didelphis marsupialis</i> | X | X | X | - |
| <i>Marmosa murina</i> | X | X | X | X |
| <i>Marmosops pinheiroi</i> | X | X | X | X |
| <i>Metachirus sp. nova</i> | X | X | - | - |
| <i>Micoureus demerarae</i> | X | X | X | X |
| <i>Monodelphis glirina</i> | X | X | X | X |
| <i>Monodelphis sp. D</i> | X | X | - | - |
| <i>Monodelphis aff. kunsi</i> | X | - | - | - |
| <i>Philander opossum</i> | X | X | - | - |
| <i>Akodon aff. cursor</i> | X | X | X | X |
| <i>Euryoryzomys sp.</i> | X | X | - | X |
| <i>Hylaeamys megacephalus</i> | X | X | - | - |
| <i>Neacomys sp. nova</i> | X | X | - | - |
| <i>Necomys lasiurus</i> | - | - | X | X |
| <i>Nectomys rattus</i> | - | - | - | X |
| <i>Neusticomys ferreirai</i> | - | X | - | - |
| <i>Oecomys sp.</i> | X | X | - | X |
| <i>Oligoryzomys microtis</i> | X | - | - | - |
| <i>Oxymycterus amazonicus</i> | X | X | X | X |
| <i>Rhipidomys emiliae</i> | X | X | X | X |
| <i>Makalata obscura</i> | X | - | - | - |
| <i>Proechimys roberti</i> | X | X | X | X |

Entretanto, com as armadilhas de contenção viva, a riqueza foi mais alta (18 espécies) nas áreas Impactadas do que nas áreas Controle (15 espécies). O estimador Jackknife 1 também foi o escolhido para amostrar as riquezas esperadas, com 15,22 espécies (média $12,85 \pm 1,45$) nas áreas Controle (Figura 24a) e 18,52 espécies (média $16,57 \pm 1,63$) para as áreas Impactadas (Figura 24b).

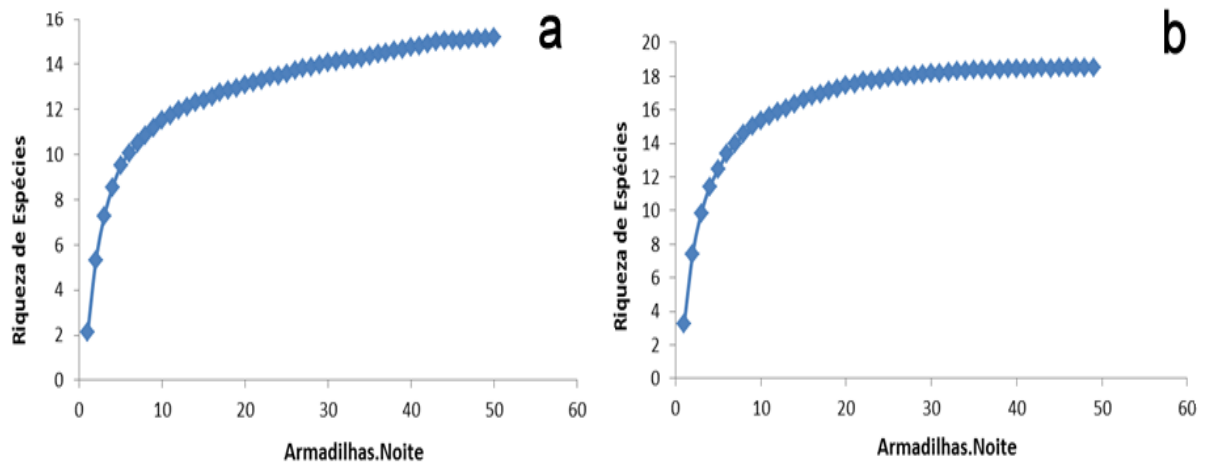


Figura 24 – Curva de rarefação e acumulação de espécies durante as quatro campanhas amostradas apenas para metodologia de armadilhas de contenção viva (sherman e tomahawk). Legenda: a) nas áreas Controle e b) nas áreas Impactadas de Floresta Ombrófila Densa e de Savana Metalófila (Canga) na Floresta Nacional de Carajás.

Através da ordenação dos dados de abundância, pela técnica do MDS, nota-se que houve uma separação clara entre as áreas de Canga e Floresta (Figura 25a). Além disso, pelo MDS percebemos que, para cada fitofisionomia, o efeito do impacto foi dissimilar (Figura 25b).

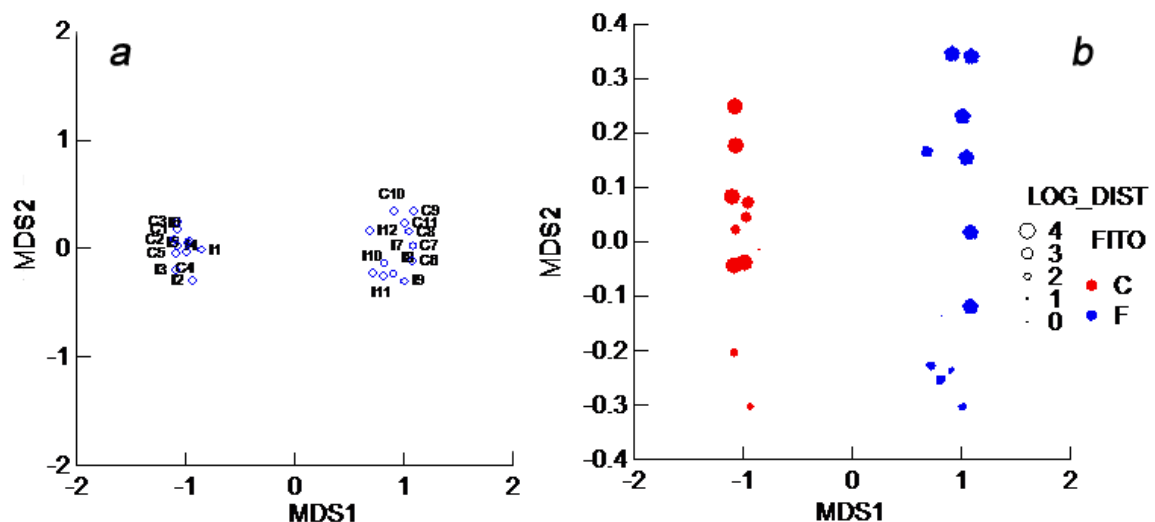


Figura 25 – Escalonamento Multidimensional (MDS) da composição e abundância das espécies de pequenos mamíferos na FLONA de Carajás. Legenda: (a) nas duas fitofisionomias amostradas (Canga à esquerda e Floresta à direita) e (b) em cada fitofisionomia, mas a distintas distâncias do impacto. Quanto maior o

O segundo eixo do MDS não variou significativamente quanto à distância ao impacto, nas áreas mais próximas (Impactadas) para a fitofisionomia Canga ($F=2,345$; $p=0,200$ e $r^2=0,608$; $p=0,200$) (Figura 26a), porém variou para a fitofisionomia Floresta ($F=7,472$; $r^2=0,807$; $p=0,052$) (Figura 26b). Para as áreas mais distantes ao impacto (Controle), o segundo eixo do MDS não variou significativamente quanto à distância ao impacto, nem para a Canga $F=0,053$; $r^2=0,132$; $p=0,832$) e nem para a Floresta ($F=1,568$; $r^2=0,531$; $p=0,279$).

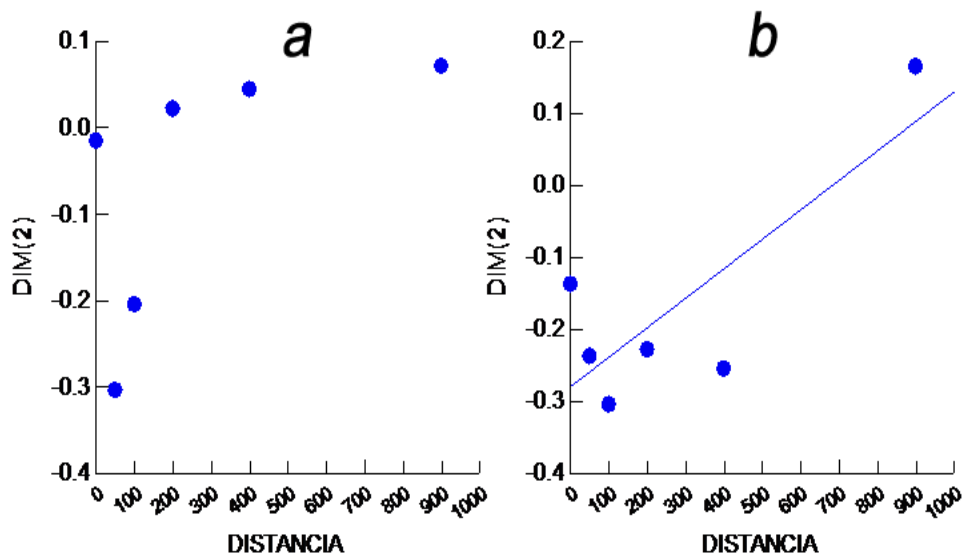


Figura 26 – Comparação do segundo eixo do MDS com relação à distância ao impacto na Floresta Nacional de Carajás (Considerando cada trilha como uma amostra independente). Legenda: (a) Na Canga mais próxima ao impacto (Impactada) e (b) na Floresta mais próxima ao impacto (Impactada).

Para a fitofisionomia Floresta podemos perceber que a comunidade de pequenos mamíferos é separada pelo efeito do impacto. Além disso, percebemos que a trilha mais afastada (G) da Floresta Impactada aproxima-se em relação ao segundo eixo das trilhas controle (Figura 27).

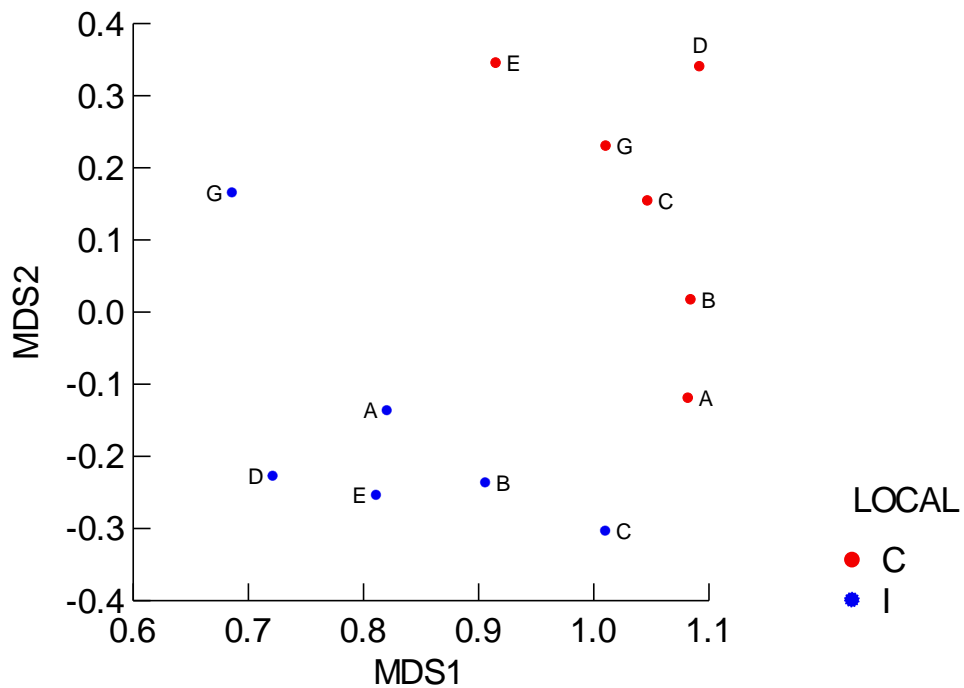


Figura 27 – Escalonamento Multidimensional (MDS) da composição e abundância das espécies de pequenos mamíferos nas áreas de Floresta Controle e Impactada, na FLONA de Carajás. Legenda: C=Controle – bolas vermelhas; I=Impactadas – bolas azuis.

Para a fitofisionomia Canga, as comunidades de pequenos mamíferos não se separam tão claramente pelo efeito do impacto, mas há uma tendência em relação ao primeiro eixo do MDS (ANOVA, $F=3,866$; $p=0,081$) (Figura 28).

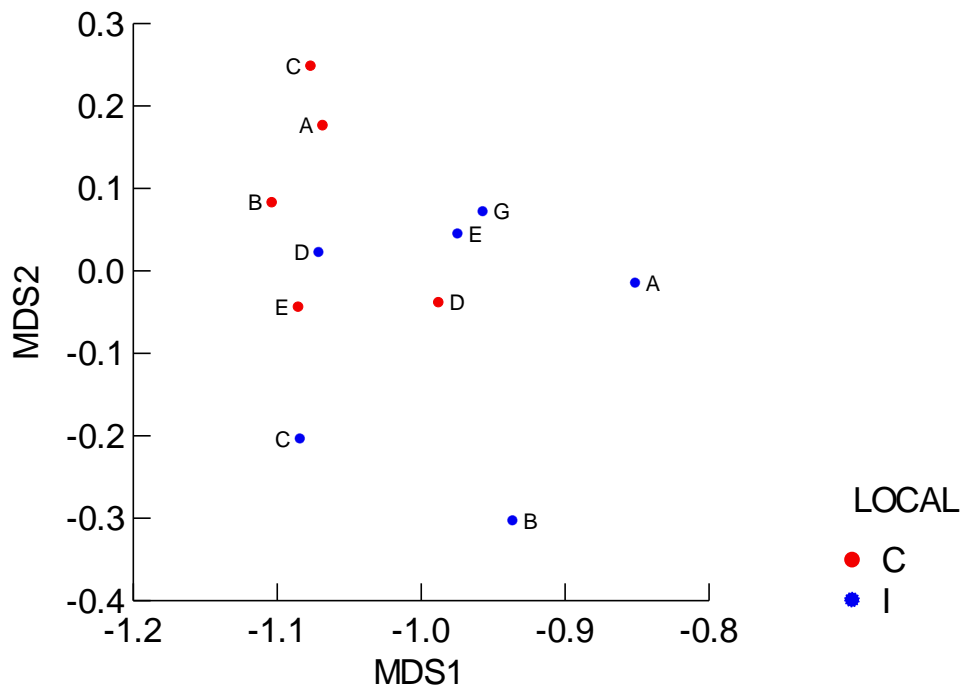


Figura 28 – Escalonamento Multidimensional (MDS) da composição e abundância das espécies de pequenos mamíferos nas áreas de Canga Controle e Impactada, na FLONA de Carajás. Legenda: C=Controle – bolas vermelhas; I=Impactadas – bolas azuis.

A abundância não variou significativamente quanto ao gradiente de distância ao impacto, para a área de Canga Impactada ($r^2=0,185$, $F=0,141$; $p=0,726$) (Figura 29a). Entretanto, a abundância variou significativamente quanto à distância ao impacto para a Floresta Impactada ($r^2=0,945$, $F=33,116$; $p=0,005$) (Figura 29b). Já para as áreas Controle, não registramos variações significativas para Canga ($r^2=0,363$; $F=0,456$; $p=0,548$) nem para a Floresta ($r^2=0,172$; $F=0,123$; $p=0,744$).

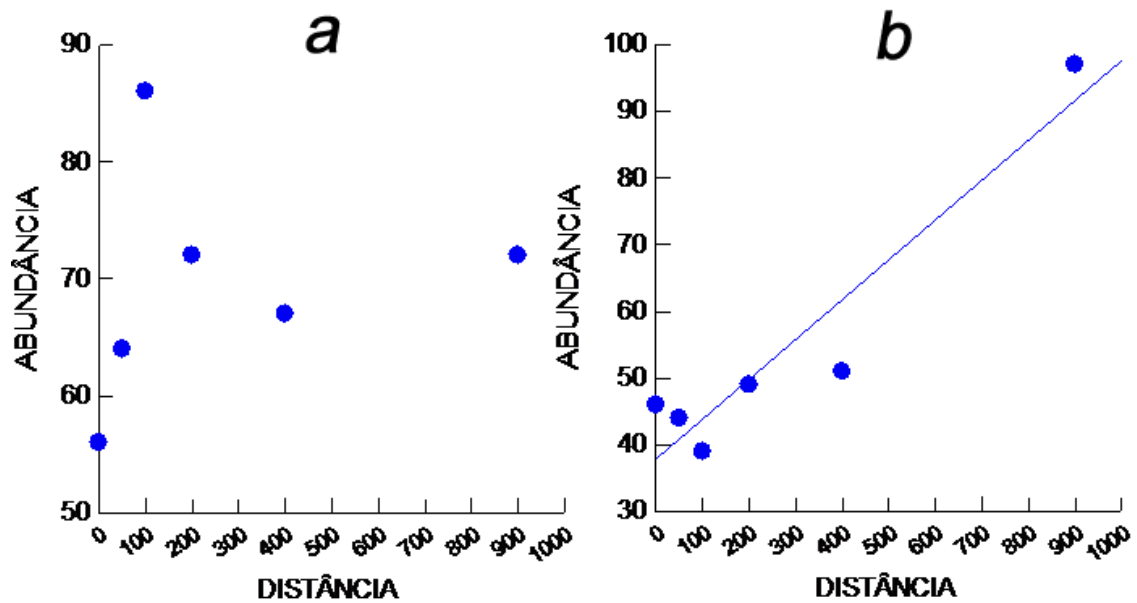


Figura 29 – Comparação da abundância de espécies de pequenos mamíferos não-voadores quanto a distância ao impacto na Floresta Nacional de Carajás (Considerando cada trilha como uma amostra independente). Legenda: (a) na área de Canga Impactada e (b) na área de Floresta Impactada.

A figura 30 mostra como se encontra a estrutura da comunidade, com base nas abundâncias das espécies em relação à distância ao impacto, separadas por fitofisionomia. Os gráficos estão ordenados de acordo com a ordem crescente das distâncias ao impacto (cada trilha). Para a fitofisionomia Floresta, as abundâncias foram mais altas na trilha mais distante ao impacto (1200 metros), já para a Canga, as abundâncias foram menos variáveis ao longo da distância ao impacto do que nas Florestas (Figura 30).

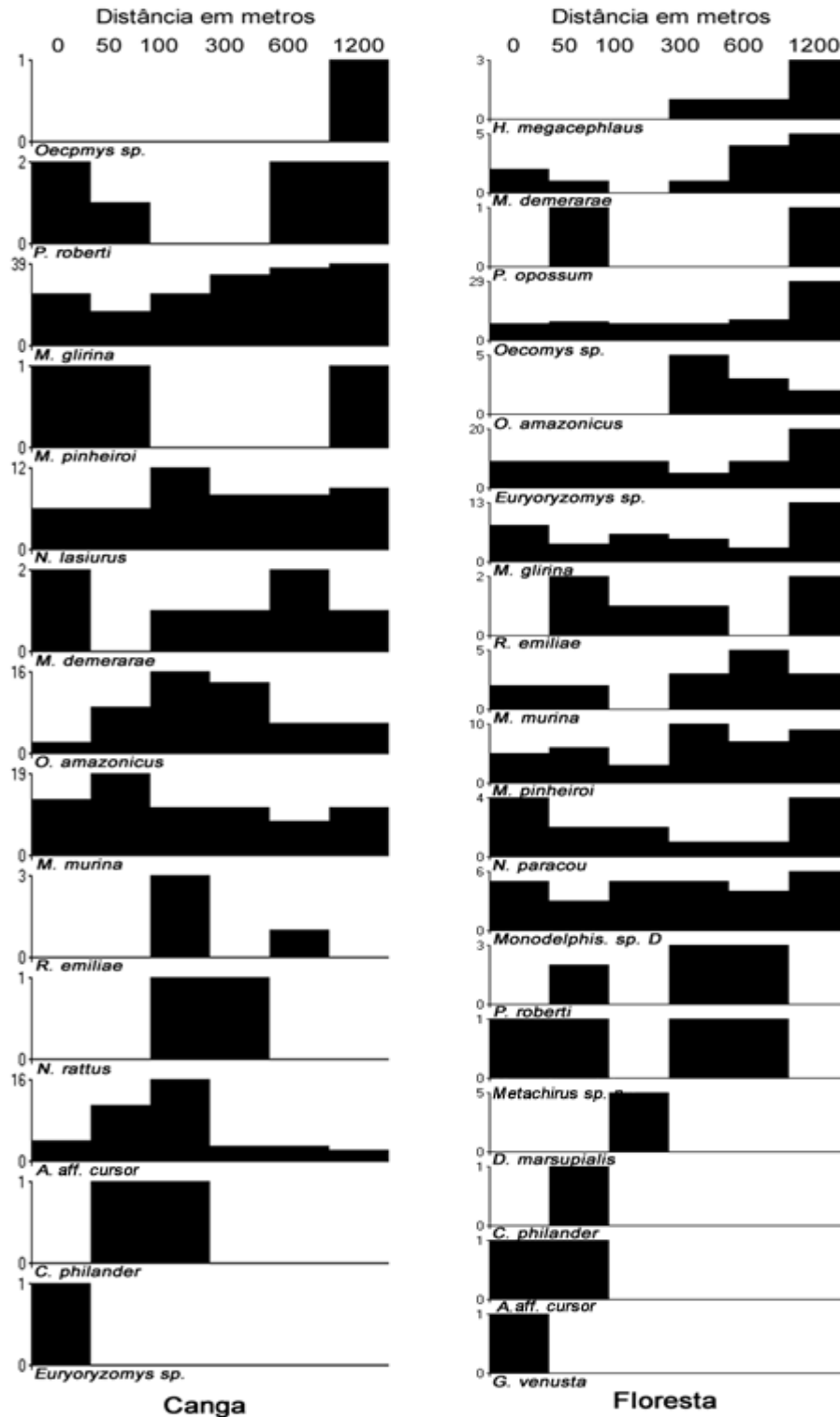


Figura 30 – Distribuição das abundâncias de cada espécie de pequenos mamíferos não-voadores em relação à distancia ao impacto, nos dois tipos de fitofisionomias amostrados (Canga e Floresta) na Floresta Nacional de Carajás.

3.4 Discussão

Nossos resultados demonstram que as áreas mais afastadas (Controle) e mais próximas (Impactadas) ao impacto causado pela atividade mineradora são dissimilares em relação à comunidade de pequenos mamíferos. Vale ressaltar que os resultados obtidos para os dois tipos de fitofisionomias amostrados (Canga e Floresta) são diferentes.

Para a Floresta, percebemos que o efeito do impacto é mais evidente do que para a Canga. Quando analisamos apenas Florestas, notamos que a trilha mais distante ao impacto (1200 metros) na área Impactada é a menos afetada pela borda. Em ambas as fitofisionomias, as áreas Impactadas variaram significativamente em relação à distância ao impacto, por estarem mais próximas a região de supressão vegetal do que as áreas Controle. Isto se deve provavelmente ao fato de as áreas Impactadas possuírem habitats alterados, favorecendo a ocorrência de espécies oportunistas e/ou generalistas (Fonseca e Redford, 1984; Mares, Ernest *et al.*, 1986; Cáceres, 2002), apresentando maiores abundâncias nessas áreas (Ricklefs, 2003).

Assim, a proximidade das áreas ao impacto, pode causar uma diminuição de predadores, proporcionando o aumento de espécies generalistas (Fonseca e Robinson, 1990) e de espécies raras ou especialistas que podem até mesmo ser extintas dos seus habitats naturais diante do impacto (Caughley, 1994; Bonvicino, Freitas *et al.*, 1997; Chiarello, 2001; Bonvicino, C., Lindbergh, S. *et al.*, 2002).

Outra hipótese é que a alteração do habitat na borda não foi claramente diferente da área controle, assim como Sarti (2009) explicou em seu trabalho, em que também não encontrou efeito de borda na comunidade de pequenos mamíferos no sul do Brasil. Além disso, acreditamos que as áreas impactadas tenham riqueza e abundância mais altas do que as do Controle, pois, na medida em que a vegetação é suprimida com a atividade mineradora, há a fuga e, conseqüentemente, o adensamento dos indivíduos para áreas mais distantes do impacto. Tal hipótese pode ser corroborada devido aos resultados que observamos quanto à estrutura da comunidade nas áreas de Floresta e Canga a cada distância.

Assim, é importante ressaltar que nas áreas de Floresta houve menor efeito do impacto na trilha mais distante (1200 metros) e nas áreas de Canga, este efeito foi menos evidente. Isso pode ser explicado de acordo com a estrutura desta fitofisionomia. Uma vez que a alteração em habitats mais abertos e menos

complexos produzem efeitos menos perceptíveis. Umetsu et al. (2006), na Amazônia Oriental, mostraram que as alterações de florestas primárias acarretam a perda de espécies de marsupiais e roedores arborícolas, e necessitam de maior complexidade e preservação de habitats (Umetsu, Naxara *et al.*, 2006). Becker et al. (2007) e Bernardes (2006) realizaram estudos em habitats abertos, no cerrado, em que comprovaram também que as alterações não influenciaram significativamente a dinâmica populacional de espécies de pequenos mamíferos ali presentes. Nestes habitats, segundo estes autores, há espécies mais generalistas ou mais especialistas em habitats abertos que são menos sensíveis a algumas alterações, como, por exemplo, as queimadas (Bernardes, 2006; Becker, Paise *et al.*, 2007).

Para as curvas de rarefação de espécies, foi escolhido o estimador Jackknife1 que mostraram que as riquezas esperadas foram muito próximas às observadas nas áreas Controle e Impactadas. Com as armadilhas de contenção viva, as riquezas observadas e esperadas foram maiores nas áreas Impactadas do que nas áreas Controle. Nossos resultados, para estas curvas, se assemelham aos resultados obtidos por Cáceres et al. (2008), que encontraram alta riqueza de espécies de pequenos mamíferos e alta abundância de *Didelphis marsupialis* em áreas mais próximas a borda, nas Bacias dos rios Araguaia e Paraná, região centro-sul do Brasil. Os sentidos crescentes das curvas e os valores das riquezas esperadas um pouco maiores que os das observadas, sugerem que ainda há espécies a serem amostradas nas áreas de Canga e Florestas Controle e Impactadas.

Portanto, é importante a conservação destas áreas, mesmo muito próximas ao impacto, tanto de Canga quanto de Floresta, pois sofrem maiores influências da mineração, que podem ser irreversíveis, como o rompimento do equilíbrio do ecossistema (Vieira, 2011), afetando as comunidades destes pequenos marsupiais e roedores. Além disso, observamos a ocorrência de espécies mais sensíveis que necessitam de uma cobertura mais densa do dossel e sub-bosque, como os marsupiais *Glironia venusta*, que foi capturada na borda da Floresta impactada (a uma distância de zero metros), *Micoureus demerarae*, *Marmosa murina* e *Caluromys philander* e *Oecomys* sp., *Rhipidomys emiliae*, *Echimys chrysurus*, entre os roedores, capturados nas áreas de Canga e Floresta Impactadas. Outro fator muito importante é que maioria destas espécies citadas representa roedores e marsupiais mais raros ou menos abundantes de acordo com Eisenberg e Redford (1999), sendo dificilmente capturados com armadilhas e pouco amostrados em coleções científicas

(Eisenberg, J. F. e Redford, K. H., 1999; Vieira e Monteiro-Filho, 2003; Bonvicino, Oliveira *et al.*, 2008).

CONCLUSÕES

O presente estudo teve uma grande contribuição científica, uma vez que foi capturado o roedor *Makalata obscura*, *Neusticomys ferreirai* e os marsupiais *Glironia venusta*, *Monodelphis aff. kunsi* e *Chironectes minimus*. Estas espécies não estavam registradas para o leste da Amazônia, implicando no considerável aumento da distribuição geográfica conhecida até o momento para este gênero e para estas espécies. Outras espécies com grande importância taxonômica também foram capturadas, como os marsupiais do gênero *Monodelphis* e os roedores dos gêneros da *Metachirus*, *Neacomys*, *Oecomys* e *Euryoryzomys* que apresentam espécies que precisam ser mais bem analisadas taxonomicamente, pois há espécies novas e simpátricas que estão presentes na Floresta Nacional de Carajás.

Devido a alta diversidade deste grupo animal e a escassez de estudos na Floresta Nacional de Carajás, para alguns indivíduos capturados, ainda não foi possível a identificação no nível específico. Por isso, é importante a coleta de espécimes testemunho de pequenos mamíferos, a fim de serem analisados molecular e morfológicamente, aprofundando estudos taxonômicos nesta região.

No presente trabalho, a riqueza de espécies de pequenos mamíferos foi uma das mais altas já registradas (29 espécies), quando comparada aos demais estudos realizados no sudeste da Amazônia e nas Florestas Neotropicais. As curvas de acumulação e rarefação apresentaram sentidos crescentes, sugerindo que ainda há espécies a serem registradas e, portanto a necessidade de mais estudos dentro da FLONA de Carajás.

Os dois tipos de metodologias aqui utilizados, mostraram diferenças quanto aos períodos secos e chuvosos amostrados. O pitfall foi mais eficiente no período chuvoso, enquanto as armadilhas de contenção viva foram mais eficientes durante o período seco. Isso mostra que os dois tipos de métodos são complementares e juntos fazem uma amostragem melhor de espécies de pequenos mamíferos.

Nosso estudo amostrou a comunidade de pequenos mamíferos na FLONA de Carajás, mostrando que há diferenças muito evidentes quanto a composição e estrutura nos dois tipos de fitofisionomias amostradas. A Savana Metalófila (Canga) teve menor riqueza e maior abundância de espécies de pequenos marsupiais e roedores do que a Floresta Ombrófila Densa. A maioria das espécies ocorreu

exclusivamente na Floresta ou nos dois tipos de fitofisionomias. Apenas a espécie *Nectomys rattus* foi exclusiva da Canga.

Nossos resultados mostraram que as espécies de pequenos mamíferos ocupam de forma diferente o espaço vertical. A maioria das espécies amostradas foi registrada exclusivamente no estrato solo, oito (destas, apenas quatro marsupiais) nos estratos solo e sub-bosque e uma (*Glironia venusta*) exclusivamente no dossel. Apenas *Micoureus demerarae* foi registrado nos três estratos amostrados e *Caluromys philander* apenas no sub-bosque e dossel. Vale ressaltar que muitas espécies arborícolas, principalmente as pertencentes à família Echimyidae (*D. dactylinus*, *E. chrysurus*, *M. didelphoides* e *M. stimulax*) foram registrados apenas com pitfall e com os estudos da fauna atropelada nas estradas.

Nas análises quanto à composição e estrutura da comunidade de pequenos mamíferos, registramos que o efeito do impacto causado pela mineração é muito evidente para as áreas de Floresta e menos para as áreas de Canga. As riquezas e abundâncias mostraram-se variáveis em relação à distância do impacto, portanto quanto mais distante, maior a riqueza e abundância de espécies. Na Floresta localizada na borda da cava da mina, a trilha mais distante (a 1200 metros) foi a única que se mostrou mais rica e mais abundante. Outro fator importante foi a captura exclusiva do marsupial arborícola (*G. venusta*) no dossel próximo (a zero metro) da região de supressão vegetal e este espécime testemunho é um dos poucos existentes nas coleções científicas do mundo.

Neste estudo, percebemos a alta diversidade e riqueza de espécies de pequenos mamíferos na Floresta Nacional de Carajás, entretanto ainda não conhecemos muito a ponto de reconhecer níveis de endemismo e espécies ameaçadas de extinção. Além disso, estudamos uma parte apenas desta grande FLONA, com grande variedade de habitats que podem estar ocupados por espécies de marsupiais e roedores.

Portanto, é importante a continuidade e o aprofundamento de estudos com comunidades de pequenos mamíferos na Floresta Nacional de Carajás, ampliando o conhecimento científico para propor medidas que minimizem o impacto causado pela atividade mineradora na região de Carajás, a fim de conservar a diversidade de espécies ali presentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. Geomorfologia da região. **Carajás: Desafio Político, Ecologia e Desenvolvimento**, v. 5, p. 88-124, 1986.

ALENCAR, A. et al. **Desmatamento na amazônia: indo além da emergência crônica**. Belém, PA: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam), 2004. 88

ALHO, C. J. R. Brazilian rodents: their habitats and habits. **The Pymatuning Symposia in Ecology. Special Publications Series**, v. 6, p. 143-166, 1982.

_____. Intergradation of habitats of non-volant small mammals in the patchy Cerrado landscape. **Arquivos do Museu Nacional**, v. 63, n. 1, p. 41-48, 2005.

AUGUST, P. V. The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. . **Ecology**, v. 64, p. 1495-1507, 1983.

ÁVILA-PIRES, T.; HOOGMOED, M. S.; VITT, L. J. Herpetofauna da Amazônia. **Herpetologia no Brasil II**, p. 13-43, 2007.

BECKER, R. G. et al. Estrutura de comunidades de pequenos mamíferos e densidade de *Necromys lasiurus* (Rodentia, Sigmodontinae) em áreas abertas de cerrado no Brasil Central. **Mastozoología Neotropical**, v. 14, n. 2, p. 157-168, 2007.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia: De Indivíduos a Ecosistemas**. 4ª Edição. Porto Alegre: 2007. 752 p.

BERGALLO, H.; MAGNUSSON, W. Effects of weather and food availability on the condition and growth of two species of rodents in Southeastern Brazil. **Mammalia**, v. 66, n. 1, p. 17-32, 2002.

BERGALLO, H. G.; MAGNUSSON, W. E. Effects of climate and food availability on four rodent species in southeastern Brazil. **Journal of Mammalogy**, p. 472-486, 1999.

BERGALLO, H. G. et al. Os mamíferos da Restinga de Jurubatiba. In: ROCHA, C. F. D. E., F.A. E SCARANO (Ed.). **Pesquisas de longa duração na restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação**. São Carlos, SP: Editora Rima, 2004. p.215-230.

BERNARDES, M. L. **Estudo de uma comunidade de pequenos mamíferos, com enfoque na variação da população de *Bolomys lasiurus* (Lund, 1841), em uma área de cerrado no estado de Minas Gerais**. 2006. 83 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia de Vertebrados) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG), Belo Horizonte, MG, 2006.

BEZERRA, A. M. R.; SILVA JÚNIOR, N. J.; MARINHO-FILHO, J. The amazon bamboo rat *Dactylomys dactylinus* (Rodentia: Echimyidae: Dactylomyinae) in the cerrado of central Brazil; O rato-de-bambu *Dactylomys dactylinus* (Rodentia: Echimyidae: Dactylomyinae) no cerrado do Brasil central. **Biota neotropica (Online, Edição em português)**, v. 7, n. 1, 2007.

BONVICINO, C. et al. Influence of bordering vegetation, width, and state of conservation of gallery forest on the presence of small mammals. In: SAITO, L. L. (Ed.). **Contribuição ao conhecimento ecológico do Cerrado** Brasília: Universidade de Brasília (UnB), 1997. p.164-167.

BONVICINO, C.; LEMOS, B.; WEKSLER, M. Small mammals of Chapada dos Veadeiros National Park (Cerrado of Central Brazil): ecologic, karyologic, and taxonomic considerations. **Brazilian Journal of Biology**, v. 65, n. 3, p. 395-406, 2005.

BONVICINO, C.; LINDBERGH, S.; MAROJA, L. Small non-flying mammals from conserved and altered areas of Atlantic Forest and Cerrado: comments on their potential use for monitoring environment. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, n. 4B, p. 765-774, 2002.

BONVICINO, C.; OLIVEIRA, J. A. D.; D'ANDREA, P. S. **Guia dos roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseados em caracteres externos**. Rio de Janeiro: Organização Pan-Americana da Saúde, 2008. 120 p.

BONVICINO, C. R.; LINDBERGH, S. M.; MAROJA, L. S. Pequenos mamíferos não voadores de áreas conservadas e alteradas da Floresta Atlântica e do Cerrado: comentários sobre seu uso potencial no monitoramento ambiental. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, n. 4b, p. 765-774, 2002.

BROWN, B. E. **Atlas of new world marsupials**. Chicago, USA: Field Museum of Natural History, v. 1, 2004. 320 p.

CÁCERES, N. C. Food habits and seed dispersal by the white-eared opossum, *Didelphis albiventris*, in southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 37, n. 2, p. 97-104, 2002.

CÁCERES, N. C. et al. Distribuição geográfica de pequenos mamíferos não voadores nas bacias dos rios Araguaia e Paraná, região centro-sul do Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 98, p. 173-180, 2008.

CADEMARTORI, V.; MARQUES, V.; PACHECO, M. Estratificação vertical no uso do espaço por pequenos mamíferos (Rodentia, Sigmodontinae) em área de Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 10, n. 3, 2008.

CARVALHO, A. S. **Mamíferos de Médio e Grande Porte na Floresta Nacional de Carajás, Pará: Riqueza, Abundância e Efeitos da Fitofisionomia e do Impacto da Mineração**. 2010. 134 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

CASTRO, E. B. V.; FERNANDEZ, F. A. S. Determinants of differential extinction vulnerabilities of small mammals in Atlantic forest fragments in Brazil. **Biological Conservation**, v. 119, n. 1, p. 73-80, 2004.

CAUGHLEY, G. Directions in conservation biology. **Journal of animal ecology**, p. 215-244, 1994.

CHIARELLO, A. G. Density and population size of mammals in remnants of Brazilian Atlantic forest. **Conservation Biology**, v. 14, n. 6, p. 1649-1657, 2001.

CLEEF, A.; SILVA, M. F. F. Plant communities of the Serra dos Carajás (Pará), Brazil. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, Serie Botânica**, v. 10, n. 2, 1994.

CODY, M. L.; MOONEY, H. A. Convergence versus non-convergence in mediterranean-climate ecosystems. **Annual Review of Ecology and Systematics, Stanford**, v. 9, p. 265-321, 1978.

COOK, R. E. Variation in species density of North American Birds. **Systematic Zoology, London**, v. 18, p. 63-84, 1969.

COSTA, L.; PATTON, J. Diversidade e limites geográficos e sistemáticos de marsupiais brasileiros. In: MONTEIRO-FILHO, N. C. (Ed.). **Os marsupiais do Brasil: biologia, ecologia, evolução**. Campo Grande, MS: Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, v.1, cap. 22, 2006. p.364-380.

CUNHA, O. R.; NASCIMENTO, F. P.; ÁVILA-PIRES, T. C. S. Os répteis da área de Carajás, Pará, Brasil (Testudines e Squamata). **Publicações Avulsas do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 40, p. 9-92, 1985.

EISENBERG, J. F. **The mammalian radiations: an analysis of trends in evolution, adaptation, and behaviour**. Chicago: University of Chicago Press, v. 1, 1981. 509 p.

EISENBERG, J. F.; REDFORD, K. H. **Mammals of the neotropics. 3. The central neotropics: Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil**. Chicago, Illinois: Chicago University Press., 1999. 609 p.

ELLIS, B. A. et al. Rats of the genus *Rattus* are reservoir hosts for pathogenic *Bartonella* species: an Old World origin for a New World disease? **The Journal of Infectious Diseases**, v. 180, n. 1, p. 220-224, 1999. Disponível em: < <http://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/314824> >. Acesso em: 12 Abr. 2012.

EMMONS, L.; FEER, F. **Neotropical rainforest mammals**. Chicago: University of Chicago Press, 1990. 281 p.

EMMONS, L. H. A revision of the genera of arboreal Echimyidae (Rodentia: Echimyidae, Echimyinae), with descriptions of two new genera. **University of California Press: Mammalian Diversification: From chromosomes to Phylogeography (A elaboration of the Career of James L. Patton)** v. 133, p. 247-381, 2005.

ENRÍQUEZ, M. A. R. S. Mineração e desenvolvimento sustentável-é possível conciliar? **Revibec: revista iberoamericana de economía ecológica**, v. 12, p. 51-66, 2009.

ERNEST, K. A.; MARES, M. Ecology of *Nectomys squamipes*, the neotropical water rat, in central Brazil: home range, habitat selection, reproduction and behaviour. **Journal of Zoology**, v. 210, n. 4, p. 599-612, 1986.

FELICIANO, B. R. et al. Population dynamics of small rodents in a grassland between fragments of Atlantic Forest in southeastern Brazil. **Mammalian Biology-Zeitschrift fur Säugetierkunde**, v. 67, n. 5, p. 304-314, 2002.

FONSECA, G.; REDFORD, K. The mammals of IBGE's Ecological Reserve, Brasília, and an analysis of the role of gallery forests in increasing diversity. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 44, n. 4, p. 517-523, 1984.

FONSECA, G. A. B. et al. Lista anotada dos mamíferos do Brasil. **Occasional paper**, v. 4, p. 1-38, 1996.

FONSECA, G. A. B.; ROBINSON, J. G. Forest size and structure: competitive and predatory effects on small mammal communities. **Biological Conservation**, v. 53, n. 4, p. 265-294, 1990.

GAINES, M. et al. The effects of habitat fragmentation on the genetic structure of small mammal populations. **Journal of Heredity**, v. 88, n. 4, p. 294-304, 1997.

GAMA, J. R. V. et al. Comparação entre florestas de várzea e de terra firme do Estado do Pará. **Revista Árvore**, v. 29, n. 4, p. 607-616, 2005.

GARDNER, A. L. Mammals of South America. **Journal of Mammalian Evolution**, v. 14, n. 3, p. 208-209, 2007.

GARDNER, A. L.; WILSON, D.; REEDER, D. Order Didelphimorphia. In: WILSON, D. E. (Ed.) **Mammals species of the world: a taxonomic and geographic reference**. 2^a Ed. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., 1993. p.15-23.

GASCON, C. et al. Riverine barriers and the geographic distribution of Amazonian species. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 97, n. 25, p. 13672, 2000.

GETTINGER, D.; ARDENTE, N. C.; MARTINS-HATANO, F. Pequenos Mamíferos Não-Voadores (Marsupiais e Roedores) da Floresta Nacional de Carajás. In: ROSA, J. M. N., H. (Ed.). **Fauna da Floresta Nacional de Carajás: estudos sobre vertebrados terrestres**. São Paulo: Vale-ICMBio, 2011. v.1, Cap. 6, p.140-155.

GONZÁLEZ, E. Lista sistemática, afinidades biogeográficas, hábitos y hábitats de los mamíferos terrestres autóctonos de Uruguay (Mammalia): una introducción. **Jornadas Sobre Animales Silvestres, Desarrollo Sustentable y Medio Ambiente pp. AEV**, p. 58-73, 2000.

GONZÁLEZ, E. M.; LANGGUTH, A.; OLIVEIRA, L. F. A New Species of Akodon from Uruguay and Southern Brazil:(Mammalia: Rodentia: Sigmodontinae). **Comunicaciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de Montevideo**, v. 191, n. 12, p. 1-8, 1998.

GRAIPEL, M. E. A simple ground-based method for trapping small mammals in the forest canopy. **Mastozoología Neotropical Instituto Argentino de Investigación de las Zonas Aridas San Miguel de Tucumán, Argentina**, v. 10, 2003.

HICE, C. L.; SCHMIDLY, D. The effectiveness of pitfall traps for sampling small mammals in the Amazon basin. **Mastozoología Neotropical**, v. 9, p. 85-89, 2002.

HUNTER JR, M. L. **Wildlife, forests, and forestry. Principles of managing forests for biological diversity.** 1st Ed. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1990. 370 p.

IACK-XIMENES, G. E.; DE VIVO, M.; PERCEQUILLO, A. R. A new genus for *Loncheres grandis* Wagner, 1845, with taxonomic comments on other arboreal Echimyids (Rodentia, Echimyidae). **Arquivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro**, v. 63, p. 89-112, 2005.

JANOS, D. P.; SAHLEY, C. T.; EMMONS, L. H. Rodent dispersal of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in Amazonian Peru. **Ecology**, p. 1852-1858, 1995.

KELT, D. A. Small mammal communities in rainforest fragments in central southern Chile. **Biological Conservation**, v. 92, n. 3, p. 345-358, 2000.

LAMBERT, T. D.; MALCOLM, J. R.; ZIMMERMAN, B. L. Variation in small mammal species richness by trap height and trap type in southeastern Amazonia. **Journal of Mammalogy**, v. 86, n. 5, p. 982-990, 2005.

_____. Amazonian small mammal abundances in relation to habitat structure and resource abundance. **Journal of Mammalogy**, v. 87, n. 4, p. 766-776, 2006.

LAURANCE, W. F. et al. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. **Conservation Biology**, v. 16, n. 3, p. 605-618, 2002.

LAYME, V. M. G. **Efeito do Clima, Fogo e Disponibilidade de Alimento sobre a Dinâmica Populacional de *Necromys lasiurus* (Rodentia: Muridae) em uma Área de Savana Amazônica.** 2008. 90 f. Tese (Doutorado em Biologia Tropical e Recursos Naturais) - Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas (INPA), Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, AM, 2008.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology.** Second English Edition. Copyright & Permissions Department, Amsterdam: Elsevier Science B.V., 1998. 853 p.

LEITE, R. **Comunidade de pequenos mamíferos em um mosaico de plantações de eucalipto, florestas primárias e secundárias na Amazônia oriental.** 2006. 52 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Tropical e Recursos Naturais) - Universidade Federal do Amazonas/Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM, 2006.

MACARTHUR, R.; LEVINS, R. The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species. **American naturalist**, p. 377-385, 1967.

MACHADO, A.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. 1ª Edição. DF, Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008.

MALCOLM, J. Biomass and diversity of small mammals in Amazonian forest fragments. **Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities**. University of Chicago Press, Chicago, p. 207-221, 1997.

MALCOLM, J. R. Comparative abundances of Neotropical small mammals by trap height. **Journal of Mammalogy**, v. 72, n. 1, p. 188-192, 1991.

MANEJO, P. D. **Plano de manejo para uso múltiplo da Floresta Nacional de Carajás**. [Manuscrito elaborado pelo IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, CVRD - Companhia Vale do Rio Doce e STCP Engenharia de Projetos LTDA em 2003].

MANGAN, S. A.; ADLER, G. H. Consumption of arbuscular mycorrhizal fungi by terrestrial and arboreal small mammals in a Panamanian cloud forest. **Journal of Mammalogy**, v. 81, n. 2, p. 563-570, 2000.

MARES, M. A.; ERNEST, K. A.; GETTINGER, D. D. Small mammal community structure and composition in the Cerrado Province of central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 2, n. 04, p. 289-300, 1986.

MARGULIS, S. **Causas do Desmatamento na Amazônia Brasileira**. 1ª Edição. Brasília: Banco Mundial, 2003. 100 p.

MARINHO-FILHO, J. et al. Diversity standards and small mammal numbers: conservation of the cerrado biodiversity. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 66, p. 149-157, 1994.

MCCLEARN, D. et al. Arboreal and terrestrial mammal trapping on Gigante peninsula, Barro Colorado nature monument, Panama. **Biotropica**, v. 26, n. 2, p. 208-213, 1994.

MORELLATO, L.; ROSA, N. Caracterização de alguns tipos de vegetação na região Amazônica, Serra dos Carajás, Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 14, n. 1, 1991.

MOURÃO, A.; STEHMANN, J. Levantamento da flora do campo rupestre sobre canga hematítica couraçada remanescente na mina do Brucutu, Barão de Cocais, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 58, n. 4, p. 775-786, 2007.

NOWAK, R. M.; PARADISO, J. L. Walker's mammals of the world. **Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland**, v. 2, n. 4, 1983.

NUNES, J. A. **Florística, Estrutura e Relações Solo-Vegetação em Gradiente Fitofisionômico sobre Canga, na Serra Sul, FLONA de Carajás - Pará**. 2009. 112 f. Tese (Doutorado em Botânica) -Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

OLIVEIRA, F. **Avaliação preliminar de impacto ambiental sobre a fauna de pequenos mamíferos e suas taxas de infecção por *Trypanosoma cruzi* e hantavírus na área de influência da Usina Hidrelétrica Espora, Aporé-Go**. 2008. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GO), Goiás, 2008.

OLIVEIRA, J. et al. Ordem rodentia. In: REIS, R.;PERACCHI, A., *et al* (Ed.). **Mamíferos do Brasil**. Londrina, Paraná: Universidade Estadual de Londrina, 2006. v.1, Cap. 12, p.347-400.

PALMA, A. R. T. **Separação de nichos entre pequenos mamíferos de Mata Atlântica**. 1996. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Campinas - Unicamp, Campinas, SP, 1996.

PARDINI, R. Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic Forest landscape. **Biodiversity and conservation**, v. 13, n. 13, p. 2567-2586, 2004.

PARDINI, R.; UMETSU, F. Pequenos mamíferos não-voadores da Reserva Florestal do Morro Grande-distribuição das espécies e da diversidade em uma área de Mata Atlântica. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 2, p. 1-22, 2006.

PASSAMANI, M. Vertical stratification of small mammals in Atlantic hill forest. **Mammalia**, v. 59, n. 2, p. 276-279, 1995.

PATTERSON, B. D. Patterns and trends in the discovery of new Neotropical mammals. **Diversity and distributions**, v. 6, n. 3, p. 145-151, 2000.

PATTON, J. L.; DA SILVA, M. N. F.; MALCOLM, J. R. Mammals of the Rio Juruá and the evolutionary and ecological diversification of Amazonia. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, p. 1-306, 2000.

PENNA, P. C. V. Ameaças no Caminho da Mineração. **Material de Divulgação do Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM)**, v. 14, 2008.

PERCEQUILLO, A.; CARMIGNOTTO, A.; DE J. SILVA, M. A new species of *Neusticomys* (Ichthyomyini, Sigmodontinae) from central Brazilian Amazonia. **Journal of Mammalogy**, v. 86, n. 5, p. 873-880, 2005.

PERES, C. The structure of nonvolant mammal communities in different Amazonian forest types. **Mammals of the Neotropics**, v. 3, p. 564-581, 1999.

PIANKA, E. R. Niche overlap and diffuse competition. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 71, n. 5, p. 2141, 1974.

_____. Niche relations of desert lizards. In: (Ed.). **Ecology and evolution of communities**, v. 292, 1975. 314 p.

_____. **Evolutionary Ecology**. 5th ed. New York: Harper Collins College, 1994.

PINE, R.; HANDLEY JR, C. Genus *Monodelphis*. In: (Ed.). **Mammals of South America: marsupials, xenarthrans, shrews, and bats**, v.1, 2007.p.82-107.

PORTO, M. L.; SILVA, M. F. F. Metallophyllous vegetation in areas of the Serra de Carajás and Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica**, v. 3, n. 2, p. 13-21, 1989.

RAYOL, B. P. **Análise Florística e Estrutural da Vegetação Xerofítica das Savanas Metalófilas na Floresta Nacional de Carajás: Subsídios à Conservação**. 2006. 87 f. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará, 2006.

REIS, E. Os impactos do pólo siderúrgico de Carajás no desflorestamento da Amazônia brasileira. **Parcerias Estratégicas**, v. 6, n. 12, 2001.

REIS, N. R. et al. **Mamíferos do Brasil**. Londrina, Paraná: Universidade Estadual de Londrina, 2006. 437 p.

RIBEIRO, R.; MARINHO-FILHO, J. Estrutura da comunidade de pequenos mamíferos (Mammalia, os (Mammalia, Rodentia) da Rodentia) da Estação Ecológica de Águas Emendadas, Estação Ecológica de Águas Emendadas, Planaltina, Planaltina, Planaltina, Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 4, p. 898-907, 2005.

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. 5ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan S.A., 2003. 542 p.

ROCHA, E. C. **Mamíferos em Unidades de Conservação na região do Cristalino, Mato Grosso—composição, estrutura e avaliação de impactos ambientais**. 2010. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.

ROSSI, R. et al. Ordem Didelphimorphia. In: PEDRO, W.; REIS, N., *et al* (Ed.). **Mamíferos do Brasil**. Londrina, Paraná: Universidade Estadual de Londrina, v.1, 2006. p.27-66.

SANCHEZ-CORDERO, V.; MARTINEZ-GALLARDO, R. Postdispersal fruit and seed removal by forest-dwelling rodents in a lowland rainforest in Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, p. 139-151, 1998.

SANTOS-FILHO, M.; DA SILVA, D. J.; SANAIOTTI, T. M. Efficiency of four trap types in sampling small mammals in forest fragments, Mato Grosso, Brazil. **Mastozoología Neotropical**, v. 13, n. 2, p. 217-225, 2006.

_____. Variação sazonal na riqueza e na abundância de pequenos mamíferos, na estrutura da floresta e na disponibilidade de artrópodes em fragmentos florestais no Mato Grosso, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 1, p. 115-121, 2008.

SANTOS, Á.; LÓSS, S.; LEITE, Y. L. R. Padrões de uso de estratos da floresta por pequenos mamíferos no Parque Estadual da Fonte Grande, Vitória, Espírito Santo. **Natureza On Line**, v. 2, n. 2, p. 27, 2004.

SARTI, P. T. **Efeito de Borda em Pequenos Mamíferos no Sul do Brasil: variação entre áreas, relação com o uso do habitat e estratificação vertical**. 2009. 65 f. Dissertação (Mestrado em Diversidade e Manejo de Vida Silvestre) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos São Leopoldo, RS, 2009.

SECCO, R. S.; MESQUITA, A. L. Notas sobre a vegetação de Canga da Serra Norte-I. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi**, v. 59, p. 1-13, 1983.

SEMA. Mapa de Unidades de Conservação. **Unidades de Conservação Federais, Estaduais e Municipais do Estado do Pará**. , Secretaria de Estado de Meio Ambiente - Governo do Pará, acesso em 25/12/2011, 2010.

SILVA, M. F. F. Análise florística da vegetação que cresce sobre canga hematítica em Carajás, Pará (Brasil). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Botânica**, v. 7, n. 1, p. 79-107, 1991.

_____. Heavy metals distribution on Carajás metallophytic vegetation. **Acta Botanica Brasilica**, v. 6, n. 1, p. 107-122, 1992.

SILVA, M. F. F.; ROSA, N. Análise do estrato arbóreo da vegetação sobre jazidas de cobre na Serra dos Carajás-PA. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Botânica**, v. 5, p. 175-206, 1989.

SILVA, M. F. F.; SECCO, R. S.; LOBO, M. G. A. Aspectos ecológicos da vegetação rupestre da Serra dos Carajás, estado do Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Botânica**, 1996.

SIMPSON, G. G. Species Density of North American recent mammals. **Systematic Zoology, London**, v. 13, p. 57-73, 1964.

SOUSA, M. A. N.; LANGGUTH, A.; DO AMARAL GIMENEZ, E. Mamíferos dos brejos de altitude Paraíba e Pernambuco. **Cultura Picola**, v. 16, 2004.

SOUZA, D. R.; SOUZA, A. L. Estratificação vertical em floresta ombrófila densa de terra firme não explorada, Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, v. 28, 2004.

SPONCHIADO, J. **Estrutura das comunidades de pequenos mamíferos de duas unidades de conservação (Taim e Espinilho) do bioma pampa, sul do Brasil**. 2011. 75 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Animal) - Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, RS, 2011.

STALLINGS, J. Small mammal inventories in an eastern Brazilian Park. **Bulletin of the Florida State Museum Biology Sciences**, v. 34, p. 153-200, 1989.

STODDART, D. M. **Ecology of small mammals**. 1ª Ed. New York: Springer, 1979. 404

SUÁREZ, O.; BONAVENTURA, S. Habitat use and diet in sympatric species of rodents of the low Paraná Delta, Argentina. **Mammalia**, v. 65, n. 2, p. 167-176, 2001. ISSN 0025-1461.

TOLEDO, P.; MORAES-SANTOS, H. M.; MELO, C. Levantamento preliminar de mamíferos não-voadores da Serra dos Carajás: grupos silvestres recentes e

zooarqueológicos. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Zoologia**, v. 15, p. 141-157, 1999.

TOMBLIN, D. C.; ADLER, G. H. Differences in habitat use between two morphologically similar tropical forest rodents. **Journal of Mammalogy**, p. 953-961, 1998.

UMETSU, F.; NAXARA, L.; PARDINI, R. Evaluating the efficiency of pitfall traps for sampling small mammals in the Neotropics. **Journal of Mammalogy**, v. 87, n. 4, p. 757-765, 2006.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: Fundação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Diretoria de Geociências, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Ministério da Economia, Fazenda e Planejamento, 1991.

VIEIRA, E. A. A (in) sustentabilidade da indústria da mineração no Brasil. **Estação Científica da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP)**, v. 1, n. 2, p. 1-15, 2011.

VIEIRA, E. M.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Vertical stratification of small mammals in the Atlantic rain forest of south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 19, n. 5, p. 501-507, 2003.

VIEIRA, M. V. Locomoção, morfologia e uso do hábitat em marsupiais neotropicais: uma abordagem ecomorfológica. In: MONTEIRO-FILHO, N. C. (Ed.). **Os Marsupiais do Brasil: Biologia, ecologia e evolução**. Campo Grande, MS: Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, v.1, 2006. cap. 11, p.145-158.

VIVO, M.; BICUDO, C.; MENEZES, N. How many species of mammals are there in Brazil. **Biodiversity in Brazil: a first approach**, p. 313-321, 1996.

VOSS, R. S. Systematics and ecology of ichthyomyine rodents (Muroidea): patterns of morphological evolution in a small adaptive radiation. **Bulletin of the American Museum of Natural History** v. 188, p. 259-493, 1988.

VOSS, R. S.; EMMONS, L. H. Mammalian diversity in neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. Diversidad de mamíferos en los bosques lluviosos neotropicales de las tierras bajas: evaluación preliminar. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 230, p. 1-115, 1996.

VOSS, R. S.; LUNDE, D. P.; SIMMONS, N. B. The mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna Part 2. Nonvolant species. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, p. 3-236, 2001.

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