



Programa de Pós Graduação em Ecologia e Conservação

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

**USO DO ESPAÇO VERTICAL POR PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO
VOADORES EM MANCHAS FLORESTAIS NO PANTANAL, MATO
GROSSO DO SUL, BRASIL.**

RAFAEL PENEDO FERREIRA



**Campo Grande
Maio, 2015**

**Uso do espaço vertical por pequenos mamíferos não voadores em
manchas florestais no Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil.**

RAFAEL PENEDO FERREIRA

Dissertação apresentada como requisito para
a obtenção do título de Mestre em Ecologia,
pelo Programa de Pós Graduação em
Ecologia e Conservação, Universidade
Federal de Mato Grosso do Sul.

Orientadora: Vanda Lúcia Ferreira

Co-orientador: Walfrido Moraes Tomas

Banca avaliadora

Dr. Rafael Dettogni Guariento

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Av. Costa e Lima Cidade Universitária 59078970 - Campo Grande, MS - Brasil

Dr. Carlos Henrique Salvador

Caipora Cooperativa para Conservação da Natureza.

Av. Desembargador Vitor Lima, 206/sala 513. Bairro Carvoeira, Florianópolis.

Dr. Nilton Cáceres

Universidade Federal de Santa Maria

Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Departamento de Biologia. Departamento de Biologia, CCNE, UFSM. Prédio 16. Camobi. 97105900 - Santa Maria, RS – Brasil

Dr. Maron Galliez

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Campus Rio de Janeiro. Rua Senador Furtado - lado ímpar Maracanã 20270021 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

Dr. Diogo Loretto

Fundação Oswaldo Cruz

Fundação Oswaldo Cruz, Av. Brasil 4365, Pavilhão Lauro Travassos Manguinhos. 21040900 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

[Dedicado à minha pequena Alice, que veio completar minha felicidade.]

Agradecimentos

À minha família, pelo apoio, compreensão e carinho. À UFMS e à minha orientadora Vanda Lúcia Ferreira, pelo auxílio nas correções do trabalho e por toda a burocracia enfrentada. À Embrapa Pantanal, e ao meu co-orientador Walfrido Moraes Tomas, pelo acolhimento mais uma vez como seu orientado e pela ajuda com a logística em campo e no trabalho escrito. Foi maravilhoso poder viver mais um ano de Pantanal, obrigado!

Às pessoas que me ajudaram no campo: Vanessa Mazzuchelli, Wendy Judy Padilla Castro, Nina Attias, Ana Carolina Vasques, Ariel Canena, Maurício Ribeiro, Gabriel Oliveira. Foi muito bom compartilhar um pouco das risadas com vocês.

Ao Guilherme Dalponti, à Elaine Cristina Corrêa e à Suzana Escarpinati, pela companhia nestes dois anos de Campo Grande.

Ao Dr. Heitor Miraglia Herrera, pelo apoio e permissão para trabalhar na Fazenda Alegria.

Ao Dr. Luiz Gustavo Rodrigues Oliveira-Santos e à Dra. Pâmela Castro Antunes, pela ajuda com as análises e revisão do trabalho, além da hospedagem nessa reta final.

Ao Dr. Carlos André Zucco, pela ajuda com as análises.

Por fim, à Luisa e à minha pequena Alice, pela paciência e pelo carinho e amor que tanto me alegam a vida.

Índice

Resumo	7
Abstract.....	8
Introdução	9
Métodos	11
Área de estudo	11
Desenho amostral e amostragem	13
Medidas de vegetação	16
Medidas abióticas	16
Análises dos dados.....	17
Resultados.....	19
Modelo Linear Generalizado Misto (MLGM).....	21
Modelagem de Ocupação.....	23
Discussão	29
Conclusões	34
Literatura citada.....	35
Anexo	44

Resumo

A diversidade de espécies em um determinado ambiente reflete as diferenças na composição do hábitat, sendo a partição de nicho o processo que permite a coexistência entre as espécies. Alguns roedores e marsupiais desenvolveram adaptações que os permitiram explorar os estratos superiores de habitats florestais no Pantanal. Cada uma destas espécies deve estar mais associada a um estrato ou a alguma característica do hábitat. Portanto, este estudo teve por objetivo: verificar como se dá a distribuição dos pequenos mamíferos nos estratos de habitats florestais e avaliar a influência da complexidade ambiental na distribuição dos mesmos. Utilizei 180 armadilhas de captura viva dos tipos Tomahawk e Sherman, distribuídas em 20 pontos amostrais e iscadas com rodela de bananas e pasta de amendoim. Medi características ambientais como: densidade de ramos e folhas, circunferência a altura do peito das árvores, circunferência dos galhos e conectividade entre as árvores. Usei os modelos mistos e a modelagem de ocupação para analisar os dados. Meus resultados mostraram que *Thrichomys fosteri* utiliza mais o solo, enquanto *Oecomys mamorae* e *Gracilinanus agilis* foram mais capturados nos estratos acima do solo (no sub-bosque ou no dossel). A probabilidade de ocupação de *T. fosteri* foi influenciada positivamente pela densidade de ramos e folhas em torno do ponto de captura e pela circunferência do galho onde a captura foi realizada; a de *O. mamorae* sofreu influência negativa da circunferência do galho e positiva da densidade de ramos e folhas ao redor da armadilha; e a ocupação de *G. agilis* foi influenciada somente pela altura do ponto de captura. Deste modo, as espécies estudadas se distribuem diferentemente no espaço tridimensional e existem características estruturais dos habitats florestais que influenciam sua probabilidade de ocupação. A diferença no uso do hábitat, aliada à diversificação na dieta, reflete a história evolutiva que resultou na segregação de nicho destas espécies.

Palavras chaves: arborícola, ecologia, *Gracilinanus agilis*, marsupiais, *Oecomys mamorae*, roedores, *Thrichomys fosteri*.

Abstract

Vertical space use by non-flying small mammals in forest patches in the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil. Species diversity in an environment reflects the differences in habitat composition, with niche partitioning being the process which allows species to coexist. Some rodents and marsupials have developed adaptations that allow them to explore superior strata of the forested habitats in the Pantanal. Each one of these species might be associated to a strata or a habitat characteristic. Thus, the aim of this study was: to verify how small mammals are distributed among the strata of forested habitats and to assess the influence of environmental complexity on their distribution. I used 180 two types of live traps, Tomahawk and Sherman, which were distributed in 20 points and were baited with slices of banana and peanut butter. I measure some environmental characteristics such as: branch and leaves density, tree circumferences at breast height, branches circumferences and tree connectivity. I used mixed models and occupancy estimation models to analyze data. My results show that *Thrichomys fosteri* uses more the ground strata, while *Oecomys mamorae* and *Gracilinanus agilis* were more captured above ground (in the understory or in the canopy). Occupancy probability of *T. fosteri* was positively influenced by branch and leaves density around the capture point and by the branch circumference which the capture was made; *O. mamorae* had a negative influence by the branch circumference which the capture was made and a positive influence of branch and leaves density around the trap; and *G. agilis* was influenced only by the height of the trap. Thus, the studied species in this work are differently distributed in tridimensional space and there are structural features in the forested habitats which influenced their occupancy probability. This difference in habitat use, together with diet diversification, reflects the evolution which resulted in a niche segregation of these species.

Keywords: arboreal, ecology, *Gracilinanus agilis*, marsupials, *Oecomys mamorae*, rodents, *Thrichomys fosteri*.

Introdução

Na maioria dos estudos que relacionou animais vertebrados e habitats sob influência antropogênica, a diversidade de espécies teve correlação positiva com a heterogeneidade do habitat (Tews et al. 2004). O mecanismo que permite a coexistência de espécies em qualquer estágio de sucessão é atribuído à partição de nicho em escala de micro-habitat (Connell 1978). Deste modo, a estrutura da vegetação pode caracterizar um filtro ambiental para algumas espécies e favorecer outras, exercendo influência estabilizadora em interações ecológicas e reduzindo a competição entre espécies simpátricas (Begon et al. 2006). Assim, espera-se que ambientes mais complexos e heterogêneos (ver August 1983; e.g. com sub-bosque repleto de arvoretas, arbustos, lianas e dossel bem conectado, com vários galhos e folhas) suportem simultaneamente mais espécies, pois eles disponibilizam uma grande variedade de micro-habitats, micro-climas e abrigos contra predadores (Tews et al. 2004, Begon et al. 2006). Porém, esta resposta varia conforme o grupo estudado (Atauri & Lucio 2001) e nem sempre o ambiente mais heterogêneo é o mais diverso (e.g. Paglia et al. 1995). Apesar dos esforços dedicados para documentar esse padrão, o mecanismo por trás desta relação continua pouco explorado, sugerindo que mais estudos sejam necessários para se entender a relação entre estas variáveis (Grelle 2003, Boubli et al. 2004).

Os pequenos mamíferos terrestres são classificados quanto ao seu hábito de vida, podendo ser divididos em: arborícolas, escansoriais, terrestres, semi-fossoriais e fossoriais (Paglia et al. 2012). Roedores e marsupiais que utilizam os estratos superiores (sub-bosque e dossel) se deslocam por suportes estreitos e os riscos de injúrias causadas por uma queda são grandes (Vieira 2006). Deste modo, determinadas espécies de ambos os grupos desenvolveram adaptações que os permitiram explorar os estratos superiores das florestas com mais segurança, tais como a presença de dedo opositor nos pés e de

cauda preênsil, no caso dos marsupiais neotropicais (Monteiro-filho & Graipel 2006, Palma & Gurgel-Gonçalves 2007), e a sola das patas traseiras mais curtas e grossas, no caso dos roedores (Palma & Gurgel-Gonçalves 2007).

O tamanho e a forma dos organismos e de seus ambientes são importantes, pois diferentes fenótipos possuem diferentes habilidades em adquirir recursos, que estão distribuídos em três dimensões no ambiente (MacArthur & Pianka 1966). Segundo Malcolm (2004), é esperado que a variação na estrutura vertical da floresta influencie a riqueza e a abundância da fauna de dossel. Para os pequenos mamíferos não voadores que habitam este estrato, o autor discute três aspectos que correspondem a desafios para os mesmos: 1) a orientação e o diâmetro dos ramos; 2) a descontinuidade e a complexidade do substrato; e 3) a baixa estabilidade dos suportes (Malcolm 2004). Portanto, as características estruturais do ambiente (como por exemplo, a conectividade e a cobertura do dossel e a densidade da vegetação) podem produzir uma substancial separação de nicho (M'Closkey 1976) e estão dentre os fatores que mais influenciam a distribuição e a abundância de pequenos mamíferos (Paglia et al. 1995). Distúrbios ambientais, como a extração seletiva de madeira, o fogo e a substituição da cobertura vegetal para a formação de pastagens ou outras culturas, são capazes de gerar uma paisagem com diferentes graus de complexidade ambiental (Paglia et al. 1995, Vieira & Palma 2005). No Pantanal, as queimadas e o pisoteio do sub-bosque pelo gado são frequentes modificadores dos ambientes florestais (Johnson et al. 1997, Nunes et al. 2008), o que resulta em um gradiente de complexidade estrutural nos habitats florestais –desde ambientes impactados e homogêneos até ambientes não impactados e heterogêneos–, que poderia afetar a distribuição local e a abundância de pequenos mamíferos.

No Brasil, existem diversos estudos sobre características ambientais e o uso do espaço por pequenos mamíferos, principalmente na Amazônia (Malcolm 1991), na Mata Atlântica (Graipel 2003, Prevedello et al. 2010) e no Cerrado (Hannibal & Cáceres 2010). No Pantanal, Aragona (2008) e Andreazzi et al. (2011) investigaram aspectos da ecologia populacional de pequenos mamíferos e Antunes (2009, 2014), investigou o uso de hábitat e partição do espaço entre três pequenos mamíferos e aspectos de seleção de recursos, área de vida e dieta de *Thrichomys fosteri* (Wagner, 1845), respectivamente.

Assim, os objetivos do presente estudo foram: (1) descrever o padrão de distribuição dos pequenos mamíferos nos diferentes estratos de habitats florestais no Pantanal da Nhecolândia e (2) avaliar a influência da complexidade estrutural de vegetação na distribuição dessas espécies nestes habitats.

Métodos

Área de estudo

O local de estudo compreendeu as fazendas Nhumirim (4.390ha; com sede em 18°59'16" S e 56°37'03" O) e Alegria (20.732ha; com sede em 19°03'17" S e 56°47'55" O), localizadas no Pantanal, na sub-região da Nhecolândia, no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil (Figura 1). O clima é do tipo tropical subúmido, com duas estações bem definidas: cheia (novembro a abril) e seca (maio a outubro). A precipitação anual pode atingir 1.180 mm e a temperatura média mensal oscila entre 21 e 33°C (Soriano & Alves 2005). Em 2014, período em que este estudo foi desenvolvido, a cheia foi atípica e teve início no mês de maio.

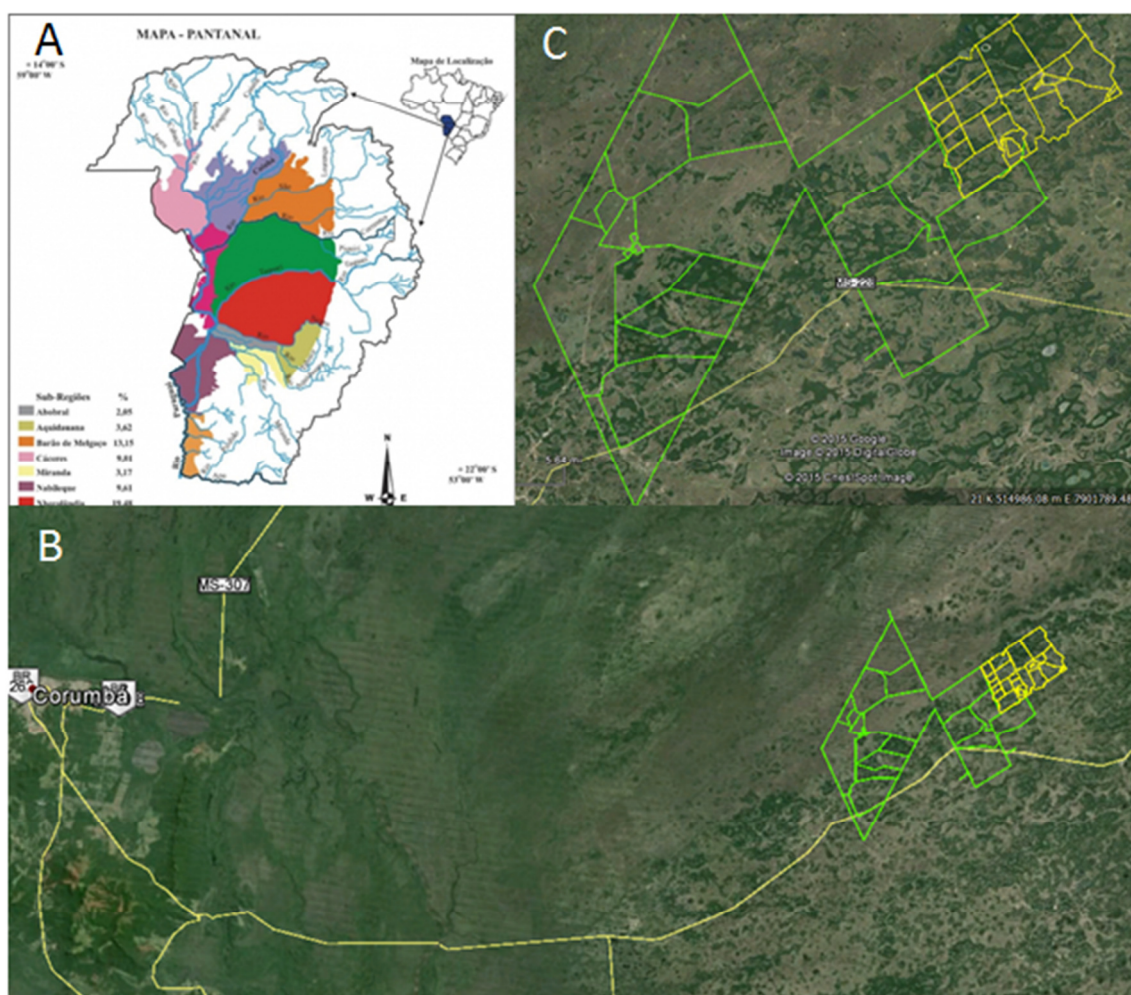


Figura 1. A. Sub-regiões do Pantanal e sua localização em relação ao Brasil. B. Localização da área de estudo, distante cerca de 150km a leste da cidade de Corumbá. C. Vista aérea da área de estudo, com os detalhes das cercas das fazendas (Alegria em verde e Nhumirim em amarelo).

A vegetação da região é associada ao relevo, que condiciona a distribuição de fitofisionomias: capões florestados (partes altas); cerrados, campos cerrados e campos sujos/limpos (partes intermediárias); e campos úmidos (partes mais baixas) (Alho et al. 1988, Rodela 2006). Nas cordilheiras, como são conhecidas as partes altas de áreas florestadas, as espécies são árvores predominantes do Cerrado e o dossel possui cerca de 6m de altura, com algumas poucas árvores emergentes que podem atingir 30m de altura (Prance & Schaller 1982, Nunes da Cunha et al. 2006, Rodela & Queiroz-Neto 2007).

Desenho amostral e amostragem

As coletas de dados foram realizadas entre janeiro e julho de 2014, totalizando seis meses de amostragem. Foram distribuídos 20 pontos de amostragem em gradiente de heterogeneidade e complexidade ambiental, constituído desde capões intensamente utilizados pelo gado (Figura 2A) até áreas de cordilheiras com floresta estacional semidecidual sem a presença do gado há mais de 20 anos. Os pontos foram escolhidos a fim de se ter uma representação do gradiente de características ambientais, variando desde um capão completamente dominado por acuris (*Attalea phalerata* Mart ex. Spreng.) e, portanto, sem sub-bosque, até uma cordilheira na qual o sub-bosque é bem denso, com vários arbustos e trepadeiras presentes. A distância mínima entre os pontos foi 500m. Em cada ponto de amostragem foram distribuídas três estações de captura, com espaçamento mínimo de 3m, cada uma com três armadilhas, sendo uma no solo, uma no sub-bosque (0,80-2m) e uma no dossel (3,20-6,40m).

Foram utilizadas armadilhas de tipo captura viva (Tomahawk 45x16x15cm e Sherman 31x08x09cm), instaladas em um sistema de rodízio mensal entre as estações de captura, de maneira que, a cada mês, existiam duas Tomahawk e uma Sherman em cada estrato, em um mesmo ponto de amostragem. As armadilhas de dossel foram

instaladas, logisticamente, o mais alto possível (entre 3,09 e 6,34m de altura) e as armadilhas de sub-bosque entre 0,80 e 1,81m de altura. Ambas foram fixadas no tronco das árvores com auxílio de elásticos ou extensores com ganchos. As armadilhas no solo foram instaladas o mais próximo das anteriores e foram fixadas com o auxílio de ganchos de ferro, para evitar que fossem arrastadas por predadores. Todas elas permaneceram abertas por quatro noites consecutivas e foram iscadas com rodela de banana cobertas por creme de amendoim (Loretto 2012), sendo trocadas sempre que necessário, geralmente a cada dois dias (Figura 2B). Cada indivíduo capturado foi marcado com brincos numerados em cada orelha e teve registrado os seguintes dados: ponto, estação e estrato de captura, tipo de armadilha, espécie, sexo, massa corpórea, condição reprodutiva e condição dentária, no caso dos marsupiais. As capturas foram realizadas de acordo com as regras da Resolução CFBIO nº 301, de 8 de dezembro de 2012 (CFBIO, 2012) e autorizadas pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO), sob o número 43249-1.



Figura 2. A. Exemplo da estrutura dos capões que sofreram o impacto do pisoteio do gado, em habitats florestais da Nhecolândia. B. Instalação e colocação da isca em uma das armadilhas de dossel, durante a primeira campanha de captura de pequenos mamíferos em habitats florestais da Nhecolândia, Pantanal, Corumbá-MS, Brasil, entre janeiro e julho de 2014.

Foto: Rafael Penedo Ferreira.

Medidas de vegetação

Para cada armadilha de sub-bosque e dossel, registrou-se a altura da armadilha em relação ao solo (h), a altura do dossel (h.dossel), a densidade de ramos e folhas (dens.ram.fol), a conectividade (conect), a circunferência do galho (cap.galho) e da árvore (cap.arvore) nos quais foi instalada a armadilha.

A altura da armadilha foi medida com o auxílio de uma trena e a altura do dossel foi estimada, com o observador no ponto acessível mais alto da árvore. Com o auxílio de uma fita métrica, foram mensuradas as circunferências do galho e da árvore (a altura do peito) onde estava a armadilha. Para o cálculo de densidade de ramos e folhas, a vegetação foi classificada em cinco categorias ([0]=0%; [1]=1-25%; [2]=26-50%; [3]=51-75%; e [4] 76-100%) de acordo com a porcentagem de cobertura do espaço tridimensional a partir de uma esfera imaginária com 1,5m de raio e com centro na armadilha. Portanto, locais com a vegetação densa, nesta esfera imaginária, receberam nota quatro, e locais com vegetação rala ou inexistente receberam nota zero. A conectividade foi medida contando-se o número de plantas adultas que se encontravam a até 5m da armadilha e que, de maneira direta ou através do contato com outra planta, tocavam na árvore em que a mesma estava instalada.

Medidas abióticas

Dados de precipitação (PP) e temperatura mínima (Tmin) foram obtidos pela estação meteorológica da Embrapa Pantanal, localizada na Fazenda Nhumirim (18°59'19" S e 56°37'16" O). Para a precipitação, utilizaram-se os dados acumulados do dia anterior à coleta, enquanto que para a temperatura mínima, utilizaram-se os dados do dia coletado.

Além disso, para cada noite coletada, obtiveram-se os dados de luminosidade da lua (Lua) a partir do site <http://www.timeanddate.com>.

Análises dos dados

Inicialmente, fiz um teste de correlação entre as variáveis ambientais, para evitar que duas variáveis correlacionadas estivessem no mesmo modelo. A autocorrelação espacial foi ignorada, pois as distâncias entre os pontos foram bem maiores que a área de vida dos animais foco deste estudo e as igualdades entre as variáveis ambientais de pontos próximos foram devido à influência do pisoteio do gado em alguns dos pontos, que destrói o sub-bosque, muitas vezes eliminando-o por completo. As espécies com menos de 20 capturas foram desconsideradas das análises, ou seja, fiz as análises somente para *Oecomys mamorae* (Thomas, 1906), *T. fosteri* e *Gracilinanus agilis* (Burmeister 1854).

Cada espécie avaliada teve um histórico de captura com cinco ocasiões de amostragem, sendo que em cada ocasião capturei os animais durante quatro noites consecutivas. Estes históricos foram então transformados em planilhas binomiais, contendo 1 para cada ocasião em que o animal foi detectado e 0 para aquelas em que o mesmo não foi detectado em cada um dos 20 pontos de amostragem.

Para determinar um panorama geral do uso do espaço pelas espécies nos diferentes estratos, fiz um Modelo Linear Generalizado Misto (MLGM) para cada espécie, levando em consideração o número de indivíduos capturados, o estrato em que ocorreram as capturas, o tipo de armadilha e o esforço amostral. Optei por fazer um modelo para cada espécie porque o modelo com todas as espécies juntas não convergiu.

Os modelos foram executados a partir da função “glmer”, pacote “lme4()” (Bates et al. 2015), no programa R, versão 3.1.0(R Core Team 2014).

Com o uso do programa PRESENCE 7.8 (Hines 2006), avaliei a probabilidade de ocupação através da modelagem (MacKenzie et al. 2006). Esta abordagem considera o histórico de detecção das espécies para estimar a probabilidade de detecção de uma espécie quando ela está ocupando um determinado local, ou seja, corrige o problema da incerteza associada à não detecção ($p < 1$) em cada uma das ocasiões de amostragem (MacKenzie et al. 2006). As análises foram do tipo “single-season”. Utilizei as medidas abióticas (precipitação, temperatura mínima e luminosidade da lua) e de vegetação (altura da armadilha, altura de dossel, densidade de ramos e folhas, conectividade e circunferência do galho) como co-variáveis na modelagem, buscando identificar quais influenciaram a probabilidade de detecção e de ocupação pelas espécies estudadas. Além disso, incluí o tipo de armadilha (Tomahawk ou Sherman) como covariáveis de detecção, pois o mesmo pode influenciar na captura de algumas espécies.

Nesta abordagem, primeiramente gerei os modelos nulos, onde os parâmetros probabilidade de ocupação (ψ) e probabilidade de detecção (p) foram constantes (sem influência de nenhuma co-variável). Posteriormente, inseri as co-variáveis e gerei novos modelos, dos quais selecionei os que seriam bons candidatos a melhor modelo, usando o Critério de Informação de Akaike (CIA) e escolhendo aqueles cujo ΔCIA foi menor que dois (Burnham & Anderson 2002). A partir destes modelos, testei o ajuste dos mesmos utilizando Chi-quadrado calculado (χ^2) após 1000 “bootstraps”, sendo o nível de significância do teste o critério de seleção. Um bom ajuste foi aceito quando os dados estimados pelo modelo não diferiram ($P > 0,05$) dos dados coletados, enquanto que uma dispersão adequada foi aceita se $c\text{-hat} \sim 1$. Quando este valor é maior que um, os dados

observados têm uma dispersão maior do que a esperada pelo modelo, e vice-versa. O melhor modelo foi escolhido considerando o balanço entre o peso do CIA, o ajuste (P) e a dispersão (c-hat) do modelo. Posteriormente, representei graficamente os “melhores modelos”. No caso de co-variáveis correlacionadas optei pelas variáveis que acreditava serem mais representativas do ponto de vista biológico.

Resultados

Obtive 625 capturas de 303 indivíduos pertencentes a seis espécies de pequenos mamíferos. Foram capturados três roedores e três marsupiais, para um esforço de captura de 4076 armadilhas-noite, resultando em um sucesso de captura de 15,33%. Dentre os roedores, registrei 128 indivíduos de *O. mamorae* (“rato-da-árvore”) em 291 capturas, 103 indivíduos de *T. fosteri* em 208 capturas e três indivíduos de *Clyomys laticeps* (Thomas, 1909) em três capturas. Dentre os marsupiais, capturei 53 indivíduos de *G. agilis* em 94 capturas, nove indivíduos de *Thylamys macrurus* (Olfers, 1818) em 19 capturas, e sete indivíduos de *Monodelphis domestica* (Wagner, 1842) em 10 capturas.

Indivíduos das espécies *T. fosteri*, *C. laticeps* e *M. domestica* foram mais capturados no solo, enquanto aqueles das espécies *O. mamorae*, *T. macrurus* e *G. agilis* foram mais capturados nos estratos acima do solo (Tabela 1).

Tabela 1. Número de capturas de pequenos mamíferos em diferentes estratos de habitats florestais, na região da Nhecolândia, Pantanal, Corumbá-MS, Brasil, entre janeiro e julho de 2014. Entre parênteses estão o número de indivíduos capturados

Espécie	Estrato			TOTAL
	Solo	Sub-bosque	Dossel	
RODENTIA				
<i>Oecomys mamorae</i>	19 (10)	109(46)	163(72)	291(128)
<i>Thrichomys fosteri</i>	113(57)	46(20)	49(26)	208(103)
<i>Clyomys laticeps</i>	3(3)	0(0)	0(0)	3(3)
DIDELPHIMORPHIA				
<i>Gracilinanus agilis</i>	1(1)	47(28)	46(24)	94(53)
<i>Thylamys macrurus</i>	4(2)	11(6)	4(1)	19(9)
<i>Monodelphis domestica</i>	9(6)	1(1)	0(0)	10(7)
TOTAL	149(79)	214(101)	262(123)	625(303)

Todos os 20 pontos de amostragem apresentaram pelo menos uma espécie capturada. O rato-da-árvore (*O. mamorae*) e o punaré (*T. fosteri*) foram detectados em todos os pontos e a cuíca-graciosa (*G. agilis*) em 16 pontos, enquanto *C. laticeps*, *M. domestica* e *T. macrurus* foram detectados somente em três, quatro e cinco pontos, respectivamente. Além disso, em nenhum dos pontos de amostragem foram registradas todas as seis espécies e em 18 deles três ou quatro espécies foram capturadas.

Modelo Linear Generalizado Misto (MLGM)

O modelo para o punaré revela que esta espécie foi mais capturada no solo ($p=0,03$), enquanto os modelos para o rato-da-árvore e para a cuíca-graciosa revelam que estas espécies foram mais capturadas no sub-bosque ($p<0,001$ para ambas). Apesar de o efeito do tipo de armadilha não ter sido significativo no último modelo, a cuíca-graciosa nunca foi capturada em Tomahawks neste estudo, somente em Shermans (Figura 3).

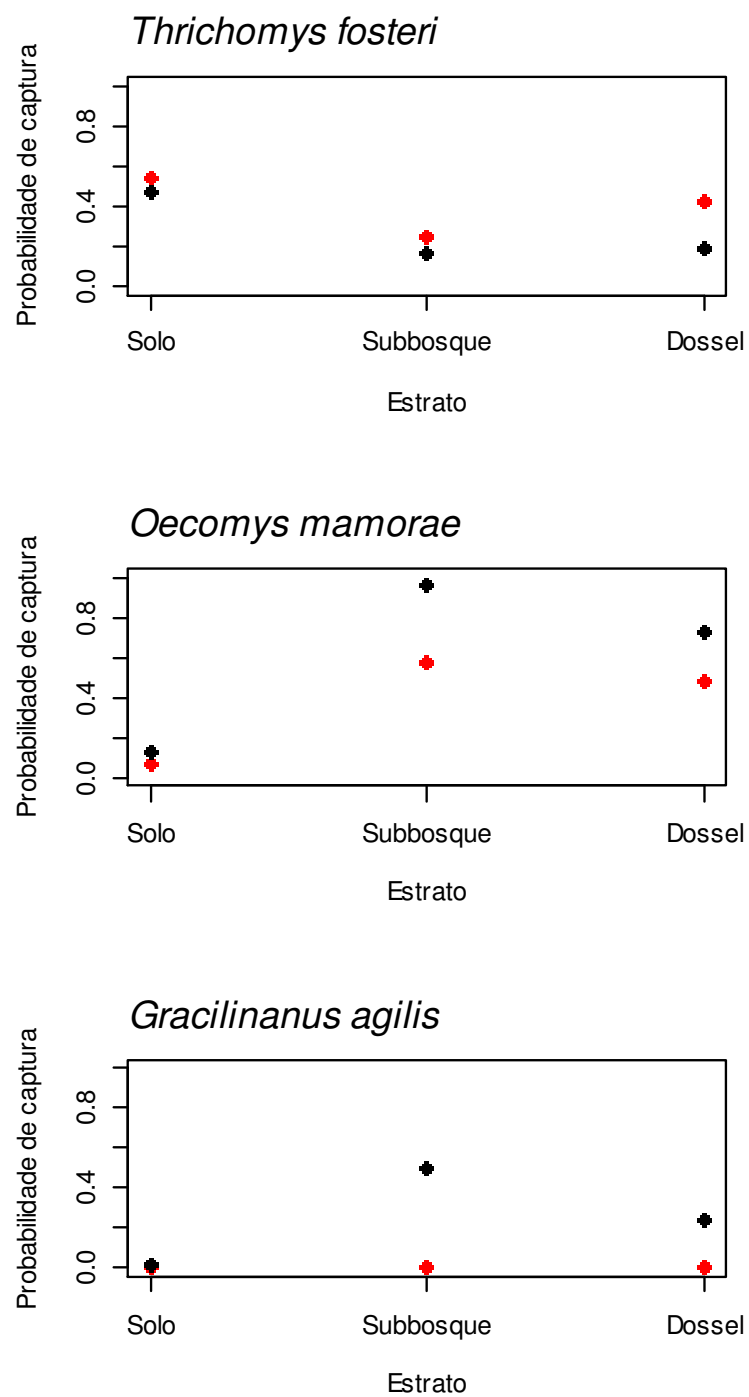


Figura 3. Probabilidade de captura de *Thrichomys fosteri*, *Oecomys mamorae* e *Gracilinanus agilis* em função do estrato e do tipo de armadilha (vermelho=Tomahawk e preto=Sherman) em habitats florestais, na região da Nhecolândia, Pantanal, Corumbá-MS, Brasil, entre janeiro e julho de 2014.

Modelagem de Ocupação

Nestas análises, foi excluída a co-variável de detecção “cap.arvore”, pois a mesma estava correlacionada com todas as demais.

A probabilidade de ocupação do rato-da-árvore foi positivamente influenciada pela densidade de ramos e folhas nos arredores do local de captura ($\psi=1,34$; Erro Padrão (EP)=1,59) e negativamente influenciada pela circunferência do galho ($\psi=-0,01$; EP=0,02) no qual a armadilha foi instalada (Figura 4; Anexo 1). A sua probabilidade de detecção foi positivamente influenciada pela temperatura mínima ($p=0,22$; EP=0,04) e negativamente influenciada pela pluviosidade acumulada durante o dia anterior à captura ($p=-0,08$; EP=0,04).

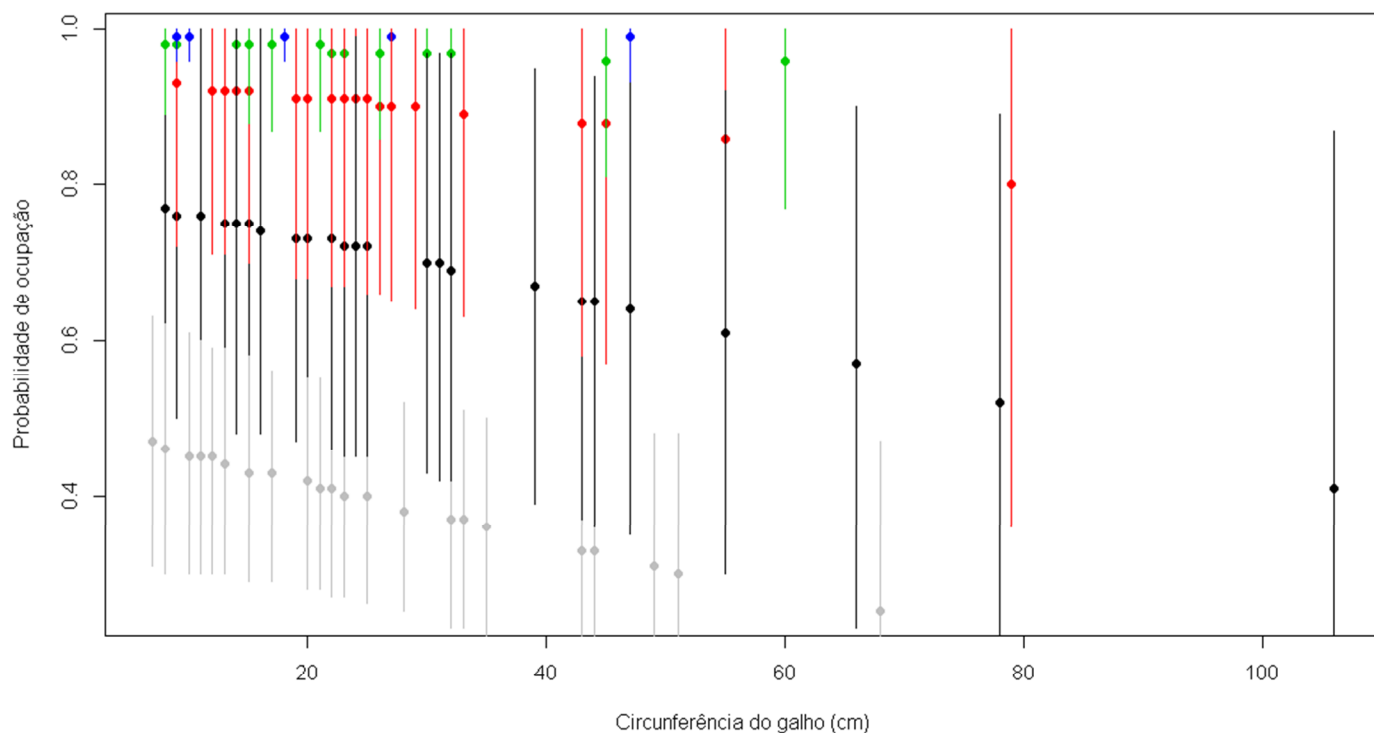


Figura 4. Probabilidade de ocupação de habitats florestais pelo rato-da-árvore (*Oecomys mamorae*) em relação à densidade de ramos e folhas nos arredores do local de captura e da circunferência do galho onde a armadilha foi instalada, na região da Nhecolândia, Pantanal, Corumbá-MS, Brasil, entre fevereiro e maio de 2014. As cores representam a densidade de ramos e folhas: pontos cinza=0%; preto=1-25%; vermelho=26-50%; verde=51-75%; azul=76-100%. As linhas verticais representam o erro padrão.

O punaré teve sua probabilidade de ocupação influenciada de maneira positiva tanto pela densidade de ramos e folhas ($\psi=0,66$; $EP=0,32$) quanto pela circunferência do galho onde a armadilha foi instalada ($\psi=0,06$; $EP=0,02$) (Figura 5; Anexo 1). Sua probabilidade de detecção foi negativamente influenciada pela luminosidade da noite de captura ($p=-0,01$; $EP=0,006$).

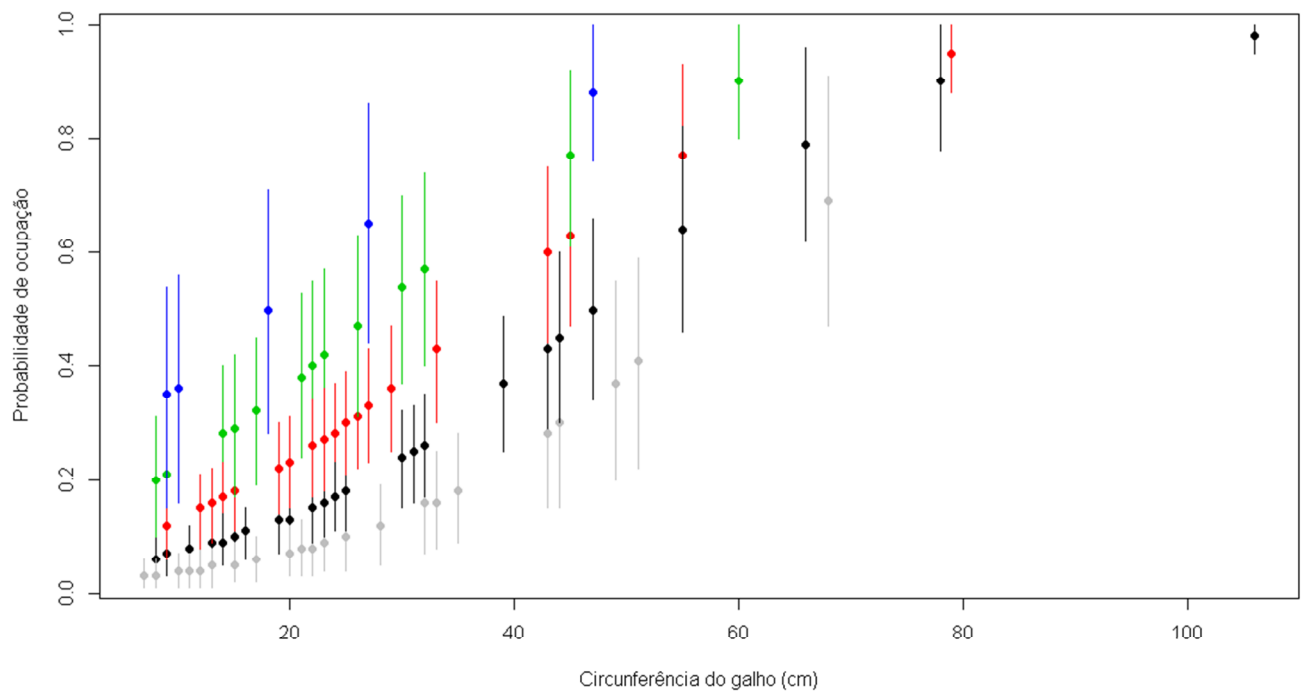


Figura 5. Probabilidade de ocupação de habitats florestais pelo punaré (*Thrichomys fosteri*) em relação à densidade de ramos e folhas nos arredores do local de captura e da circunferência do galho onde a armadilha foi instalada, na região da Nhecolândia, Pantanal, Corumbá-MS, Brasil, entre fevereiro e maio de 2014. As cores representam a densidade de ramos e folhas: pontos cinza=0%; preto=1-25%; vermelho=26-50%; verde=51-75%; azul=76-100%. As linhas verticais representam o erro padrão.

A probabilidade de ocupação da cuíca-graciosa (Figura 6; Tabela 2 em anexo) foi positivamente influenciada somente pela altura da armadilha ($\psi=6,60$; EP=5,20) (Figura 6; Tabela 2 em anexo). A detecção da mesma foi influenciada negativamente pela temperatura mínima do dia da coleta ($p=-0,26$; EP=0,08). Além disso, o tipo de armadilha ($p=2,83$; EP=0,45) também influenciou a detecção, pois esta espécie só foi capturada em armadilha do tipo Sherman.

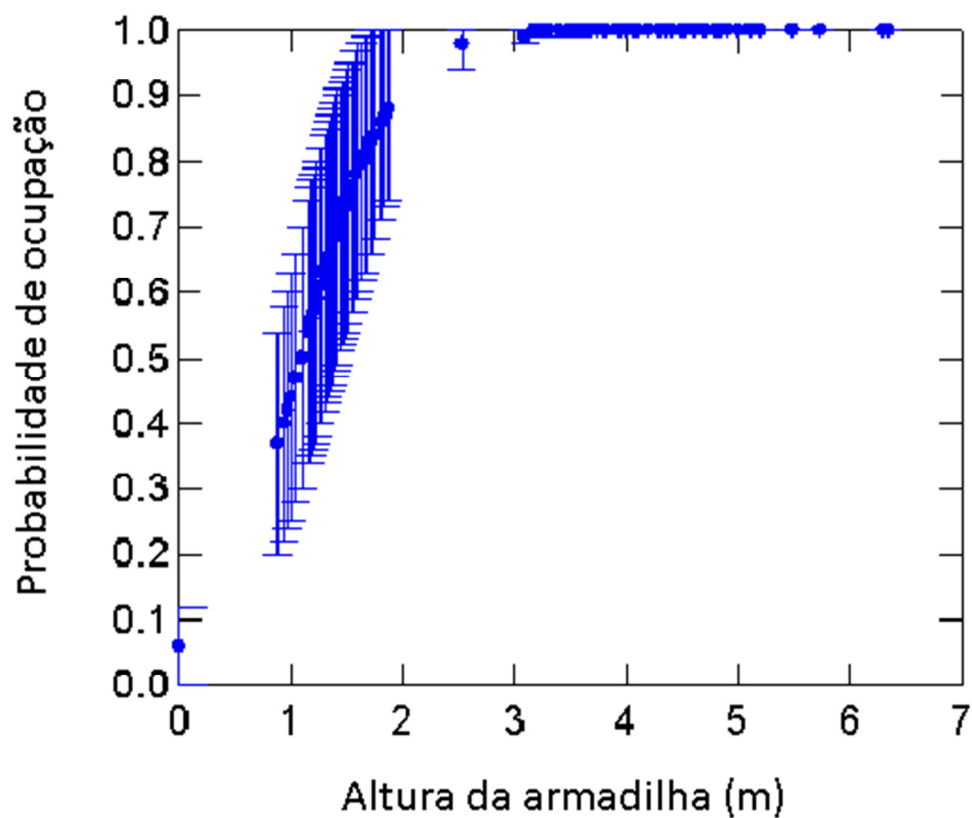


Figura 6. Probabilidade de ocupação da cuíca-graciosa (*Gracilinanus agilis*) em relação à altura da armadilha, entre fevereiro a maio de 2014, no Pantanal do Mato Grosso do Sul. As linhas verticais representam o erro padrão.

Discussão

Dentre os pequenos mamíferos, os roedores (exceto *C. laticeps*) distribuíram-se mais amplamente e em maior abundância do que os marsupiais nas manchas florestais estudadas. A separação de nicho espacial é evidente, pois as espécies ocorrem em diferentes estratos das florestas, sendo que o solo pode ser habitado por todas elas, enquanto o sub-bosque e o dossel são compartilhados apenas por *T. fosteri*, *O. mamorae*, *G. agilis* e *T. macrurus*.

Mesmo sendo possível detectar todas as seis espécies no solo, nota-se uma clara distinção no elevado número de capturas de *T. fosteri* quando comparado às demais espécies. O punaré é predominantemente terrestre. A razão para tal hábito pode decorrer da forte associação entre o punaré e o caraguatá (*Bromelia balansae*), que oferece proteção contra predadores ao roedor (Lacher & Alho 1989, Antunes 2009, Antunes 2014). Entretanto, meus resultados revelam que o punaré também utiliza os estratos superiores com razoável frequência, podendo assim, ser considerado como uma espécie de hábito escansorial e não terrestre, como classificado por Paglia et al. (2012)

O punaré foi a espécie com maior tamanho e mais pesada (até 550g, obs. pessoal) dentre as espécies capturadas neste estudo. Apesar de seu tamanho corpóreo, o punaré foi capaz de se deslocar sobre galhos com circunferências menores que 10cm (obs. pessoal), revelando certa habilidade ao se movimentar sobre pequenos suportes, assim como no caso dos marsupiais *Marmosops incanus* (Lund, 1841), *Philander frenata* (Olfers, 1818), *Didelphis aurita* Wied-Neuwied, 1826 (Cunha & Vieira 2002) e *Thylamys elegans* (Waterhouse, 1839) (Gallardo-Santis et al. 2005). Apesar das quedas produzirem os mais altos estresses para o sistema locomotor, ossos e músculos (Biewener 1989), o punaré foi capturado dez vezes em armadilhas acima de 4m de

altura e, por mais de uma vez, o indivíduo capturado saltou para o chão assim que estas armadilhas foram abertas, atingindo o chão com as quatro patas, e continuando sua fuga, aparentemente sem danos.

O punaré teve sua probabilidade de ocupação positivamente influenciada tanto pela densidade de ramos e folhas, como também pela circunferência do galho onde a armadilha foi instalada. Penso que a primeira relação está associada com a maior disponibilidade de recursos e com a diminuição do risco de predação. Segundo August (1983), a vegetação arborescente presente nestes estratos não apenas fornece um substrato para mamíferos que exploram o espaço tridimensional, possibilitando o transitar da espécie no espaço vertical, como também fornece uma diversidade de recursos alimentares (frutas, sementes e insetos). Além disso, especialmente para pequenos mamíferos, a folhagem densa aumenta a complexidade espacial do ambiente e serve de abrigo contra predadores (Bellmore et al. 2015) como quatis (*Nasua nasua*), jaguatiricas (*Leopardus pardalis*) e corujas do gênero *Strix* (Rocha-Mendes et al. 2010, Ibarra et al. 2014). Por outro lado, nos locais onde o sub-bosque é alterado com o pisoteio pelo gado, a densidade de ramos e folhas do sub-bosque é baixa, favorecendo a visualização (e captura) dos pequenos mamíferos por seus predadores.

Já a associação entre a probabilidade de ocupação e a circunferência do galho está relacionada ao tamanho corpóreo da espécie. Por serem grandes, estes animais não conseguem se equilibrar em galhos muito finos (<3cm), como o fazem os indivíduos de *O. mamorae* e *G. agilis*, sendo necessária a existência de galhos mais grossos para que se locomovam nos estratos superiores (obs. pessoal). Malcolm (2004) aponta que com o aumento do tamanho corpóreo, aumenta o perigo de se deslocar sobre suportes fracos e o custo metabólico associado à escalada. Observando a Figura 4, percebe-se que o

punaré, quando utiliza os estratos superiores, tem uma alta probabilidade de ocupação quando a circunferência do galho é maior, mesmo em locais onde a densidade de ramos e folhas é baixa. Do mesmo modo, se a circunferência do galho for pequena e o local for denso em ramos e folhas, a probabilidade de ocupação permanece alta.

O roedor sigmodontíneo *O. mamorae* foi pouco capturado no solo e muito capturado nos estratos superiores, o que evidencia seu hábito predominante arborícola, já conhecido para o gênero (Patton et al. 2000). Estes animais apresentam pés curtos e largos, com dedos proporcionalmente longos (Patton et al. 2000), característica que pode diferenciar roedores sigmodontíneos terrestres daqueles arborícolas, visto que os primeiros possuem os pés mais alongados e estreitos que os últimos (Palma & Gurgel-Gonçalves 2007, Camargo et al. 2012). Além disso, outra característica que poderia estar relacionada com a arborealidade dos roedores sigmodontíneos é a presença de longas e numerosas vibrissas (Rivas-Rodríguez et al. 2010), as quais funcionariam como receptores táteis com capacidade de medir distâncias (Brown 1971).

O rato-da-árvore teve sua probabilidade de ocupação positivamente relacionada com a densidade de ramos e folhas nos arredores da armadilha, demonstrando a importância de se ter sub-bosque e dossel densos em uma área florestal, como já comentado anteriormente.

Ao mesmo tempo, a probabilidade de ocupação do rato-da-árvore foi negativamente relacionada com a circunferência do galho. Isto faz sentido para as espécies que se agarram nos suportes ao escalar (“grasping species”), uma vez que estas escolhem o diâmetro do suporte de acordo com suas características corpóreas (Malcolm 2004). *O. mamorae* possui patas pequenas com as quais consegue envolver galhos finos e se deslocar rapidamente (obs. pessoal). Adicionalmente, observei um indivíduo

utilizando as garras para escalar verticalmente um tronco com cerca de 80cm de circunferência, porém com velocidade inferior.

A detecção do rato-da-árvore sofreu influência da temperatura mínima e da precipitação, o que nos permite inferir que esta espécie é pouco tolerante ao frio e à chuva, tendo sido observados animais mortos e outros muito apáticos nas armadilhas, durante um dia de captura chuvoso e frio (obs. pessoal).

Os marsupiais, exceto por *M. domestica* que é terrestre (Smith 2008), foram mais frequentemente detectados nos estratos superiores e poucas vezes detectados no chão. O solo das matas, para animais pequenos, como as cuícas, é um ambiente cheio de obstáculos e o caminho será sempre mais sinuoso (Vieira 2006). Para *T. macrurus*, não ocorreram capturas suficientes para apontar um maior uso de um determinado estrato, mas há uma tendência para a maior utilização do sub-bosque em detrimento aos demais estratos, o que indica que a espécie é mais arborícola do que escansorial, como citada por Cáceres et al. (2007). Já a cuíca-graciosa (*G. agilis*) foi muito frequentemente capturada no sub-bosque, com capturabilidade um pouco menos expressiva no dossel e praticamente nula no solo. Para esta espécie (e também para *T. macrurus*), as armadilhas do tipo Tomahawk foram ineficazes, pois as cuícas eram capazes de passar por cima do pedal destas armadilhas sem desarmá-las. Além disso, elas conseguiam escapar entre os vãos da grade das mesmas (obs. pessoal).

A probabilidade de ocupação da cuíca-graciosa foi influenciada somente pela altura da armadilha. Apesar de os marsupiais didelfídeos apresentarem diferenças no uso do micro-hábitat (Lacher & Alho 1989, Vieira 1999, Albanese & Ojeda 2012), no presente estudo não foi possível detectar a seleção das características de micro-hábitat por esta espécie. Além do seu tamanho corpóreo reduzido (média $21,12\text{g} \pm 9.7$, neste

trabalho), a cuíca-graciosa é capaz de escalar obstáculos de diversos diâmetros e mover-se nos estratos superiores com bastante agilidade (obs. pessoal), portanto, para esta espécie, o risco de queda e de predação são minimizados por estas características.

Por fim, nota-se que quatro das seis espécies de pequenos mamíferos estudadas evoluíram de maneira a se diferenciarem em termos de nicho espacial. Por outro lado, em alguns casos, estes nichos se sobrepõem, como no caso de *M. domestica*, *C. laticeps* e *T. fosteri*, os quais coexistem em manchas de caraguatá (Antunes 2008, obs. pessoal). Neste caso, existe uma separação na dieta destes animais: *M. domestica* se alimenta mais de insetos do que *C. laticeps*, que por sua vez consome mais matéria vegetal, principalmente o acuri (Campos & Mourão 1988); *T. fosteri* consome majoritariamente invertebrados, porém também se alimenta de sementes (Antunes 2014) e, portanto, sobrepõe a dieta de ambos, mas seus movimentos não são restritos ao solo, o que diminuiria a sobreposição de nichos com as demais espécies.

Outro exemplo é o caso de *G. agilis*, *T. macrurus* e *O. mamorae*, que ocuparam majoritariamente os estratos superiores neste estudo, o primeiro consome principalmente formigas e cupins (Lessa & Costa 2010), e indivíduos do gênero *Thylamys* consomem mais matéria animal (75%) - inclusive filhotes de roedores - que matéria vegetal (25%) (Vieira & Palma 1996). Já *Oecomys mamorae* é considerado frugívoro e também predador de sementes (Paglia et al. 2012).

Assim, pode-se perceber que indivíduos de espécies diferentes que coexistem local e temporalmente tendem a desenvolver hábito alimentar distinto entre eles. Esta diferença na dieta pode estar relacionada com o hábito de vida do animal, como descreveram Vieira & Astúa de Moraes (2003), ao encontrar uma relação negativa entre o nível de arborealidade e o nível de carnivoría para marsupiais.

Conclusões

As espécies de pequenos mamíferos utilizam diferentemente o espaço tridimensional das florestas na região estudada:

- *Thrichomys fosteri* é uma espécie escansorial, pois utiliza majoritariamente o solo, porém utiliza ocasionalmente o sub-bosque e o dossel;
- *Oecomys mamorae*, *Gracilinanus agilis* e *Thylamys macrurus* são espécies arborícolas que ocasionalmente utilizam o solo;
- *Monodelphis domestica* e *Clyomys laticeps* são espécies terrestres, contudo a primeira foi capturada uma vez no sub-bosque, a 1,5m do solo.

O nicho espacial das três espécies mais abundantes neste trabalho é diferenciado e varia de acordo com características do ambiente, principalmente com a densidade de ramos e folhas em torno do local de captura, com a circunferência dos galhos no local de captura e com a altura das armadilhas.

Literatura citada

- ALBANESE, S.; OJEDA, R. A. Habitat use by a Neotropical desert marsupial (*Thylamys pallidior*): A multi-scale approach. **Mammalian Biology**, v. 77, p. 237-243, 2012.
- ALHO, C. J. R.; LACHER, T. E.; GONÇALVES, H. C. Environmental Degradation in the Pantanal Ecosystem. **BioScience**, v. 38, p. 164-171, 1988.
- ANDREAZZI, C. S.; RADEMAKER, V.; GENTILE, R.; HERRERA, H. M.; JANSEN, A. M.; D'ANDREA, P. S. MONTEIRO Population ecology of small rodents and marsupials in a semi-deciduous tropical forest of the southeast Pantanal, Brazil. **Zoologia**, v. 28, n. 6, p. 762-770, 2011.
- ANTUNES, P. C. **Uso de hábitat e partição do espaço entre três espécies de pequenos mamíferos simpátricos no pantanal sul-mato-grossense, Brasil**. 2009. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande. 2009.
- ANTUNES, P. C. **Ecologia de *Thrichomys fosteri* (Rodentia; Echimyidae) no Pantanal: dieta, área de vida e seleção de recursos**. 2014. 97 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.
- ARAGONA, M. **História natural, biologia reprodutiva, parâmetros populacionais e comunidades de pequenos mamíferos não voadores em três habitats florestados do Pantanal de Poconé, MT**. 2008. 147 f. Tese (Doutorado em Biologia Animal) – Universidade de Brasília, Brasília. 2008.
- ATAURI, J. A.; LUCIO, J. V. The role of landscape structure in species richness distribution of birds, amphibians, reptiles and lepidopterans in Mediterranean landscapes. **Landscape Ecology**, v. 16, p. 147-159, 2001.

AUGUST, P. V. The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring small mammals communities. **Ecology**, v. 64, n. 6, p. 1495-1507, 1983.

BATES, D.; MAECHLER, M.; BOLKER, B.; WALKER, S.; CHRISTENSEN, R. H. B.; SINGMANN, H.; DAI, B.; GROTHENDIECK, G. Linear Mixed-Effects Models using 'Eigen' and S4. Disponível em < <https://cran.r-project.org/web/packages/lme4/lme4.pdf> >. Acesso em: 21/07/2015.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecology: from individuals to ecosystems**. 4 ed. Malden: Blackwell Publishing Ltd, 2006. 759 p.

BELLMORE, J. R.; BAXTER, C. V.; CONNOLLY, P. J. Spatial complexity reduces interaction strengths in the meta-food web of a river floodplain mosaic. **Ecology**, v. 96, p. 274-283, 2015.

BIEWENER, A. A. Scaling Body Support in Mammals: Limb Posture and Muscle Mechanics. **Science**, v. 245, n. 4913, p. 45-48, 1989.

BOUBLI, J. P.; GRELLER, C. E. V.; SCHAIK, C. P. Small mammal species diversity and composition in two ecologically distinct rain forest sites in northern Sumatra, Indonesia. **Ecotropica**, v. 18, p. 149-154, 2004.

BROWN, C. The description of mammals. **Mammal Review**, v. 1, n. 6, p. 151-168, 1971.

BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R. **Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach**. 2 ed. New York: Springer-Verlag, 2002. 490 p.

CÁCERES, N. C.; NAPOLI, R. P.; LOPES, W. H.; CASELLA, J.; GAZETA, G. S. Natural history of the marsupial *Thylamys macrurus* (Mammalia, Didelphidae) in fragments of

savannah in southwestern Brazil. **Journal of Natural History**, v. 41, n.29-32, p. 1979-1988, 2007.

CAMARGO, N. F.; RIBEIRO, J. F.; GURGEL-GONÇALVES, R.; PALMA, A. R. T.; MENDONÇA, A. F.; VIEIRA, E. M. Is footprint shape a good predictor of arboreality in sigmondontine rodents from a neotropical savanna? **Acta Theriologica**, v. 57, p.261-267, 2012.

CAMPOS, Z. M.; MOURÃO, G. Predação e dispersão de sementes por dois pequenos roedores no Pantanal. In: Congresso Brasileiro de Zoologia 15, 1988, Curitiba.

Resumos...Curitiba: CBZ, 1988.

CFBIO - CONSELHO FEDERAL DE BIOLOGIA. Resolução nº 301, de 8 de dezembro de 2012. Disponível em: <<http://www.cfbio.gov.br/artigos/RESOLUCAO-N%C2%BA-301-DE-8-DE-DEZEMBRO-DE-2012>>. Acesso em: 21/07/2015

CONNELL, J. H. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. **Science**, v. 24, n. 4335, p. 1302-1310, 1978.

CUNHA, A. A.; VIEIRA, M. V. Support diameter, incline, and vertical movements of four didelphid marsupials in the Atlantic forest of Brazil. **Journal of Zoology**, v. 258, p. 419-426, 2002.

GALLARDO-SANTIS, A.; SIMONETTI, J. A.; VÁSQUEZ, R. A. Influence of tree diameter on climbing ability of small mammals. **Journal of Mammalogy**, v. 86, n. 5, p. 969-973, 2005.

GRAIPEL, M. E. A simple ground-based method for trapping small mammals in the forest canopy. **Journal of Neotropical Mammalogy**, v. 10, n. 1, p. 177-181, 2003.

GRELLE, C. E. V. Forest structure and vertical stratification of small mammals in a secondary Atlantic Forest, southeastern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 38, n. 2, p. 81-85, 2003.

HANNIBAL, W.; CÁCERES, N. C. Use of vertical space by small mammals in gallery forest and woodland savannah in south-western Brazil. **Mammalia**, v. 74, p. 247-255, 2010.

HINES, J. E. 2006. PRESENCE 8.3 – Software to estimate patch occupancy and related parameters. USGS-PWRC. Disponível em < <http://www.mbr-pwrc.usgs.gov/software/presence.html> >. Acesso: 20/02/2015.

IBARRA, J. T.; MARTIN, K.; DREVER, M. C.; VERGARA, G. Occurrence patterns and niche relationships of sympatric owls in South American temperate forests: A multi-scale approach. **Forest Ecology and Management**, v. 331, p. 281-291, 2014.

JOHNSON, M. A.; TOMAS, W. M.; GUEDES, N. M. R. On the Hyacinth macaw's nesting tree: density of young manduvis around adult trees under three different management conditions in the Pantanal wetland, Brazil. **Ararajuba**, v. 5, n. 2, p. 185-188, 1997.

LACHER, T. E.; ALHO, C. J. R. Microhabitat use among small mammals in the Brazilian Pantanal. **Journal of Mammalogy**, v. 70, p. 396-401, 1989.

LESSA, L. G.; COSTA, F. N. Diet and seed dispersal by five marsupials (Didelphimorphia: Didelphidae) in a Brazilian cerrado reserve. **Mammalian Biology**, v. 75, p. 10-16, 2010.

LORETTO, D. **Ecologia de pequenos mamíferos aborícolas: estado do conhecimento, métodos de amostragem e estudo populacional, com ênfase no**

- bioma Mata Atlântica**. 2012. 197 f. Dissertação (Doutorado em Ecologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.
- M'CLOSKEY, R. T. Community structure in sympatric rodents. **Ecology**, v. 57, n. 4, p. 728-739, 1976.
- MACARTHUR, R. H.; MACARTHUR, J. W. On bird species diversity. **Ecology**, v. 42, n. 3, p. 594-598, 1961.
- MACARTHUR, R. H.; PIANKA, E. R. On optimal use of a patchy environment. **The American Naturalist**, v. 100, n. 916, p. 603-609, 1966.
- MACKENZIE, D. I.; NICHOLS, J. D.; ROYLE, J. A.; POLLOCK, K. H.; BAILEY, L. L.; HINES, J. E. **Occupancy estimation and modeling – Inferring patterns and dynamics of species occurrence**. San Diego: Elsevier Science & Tech, 2006. 324 pp.
- MALCOLM, J. R. Comparative abundances of Neotropical small mammals by trap height. **American Society of Mammalogists**, v. 72, n. 1, p. 188-192, 1991.
- MALCOLM, J. R. Ecology and conservation of canopy mammals. In: LOWMAN, M. D.; RINKER, H. B. (Eds) **Forest canopies**. 2 ed. New York: Elsevier Academic Press, 2004. p. 297-331.
- MONTEIRO-FILHO, E. L. A.; GRAIPEL, M. E. Captura e Marcação. In: CÁCERES, N. C.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. (Eds) **Os marsupiais do Brasil: biologia, ecologia e evolução**. Campo Grande: Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2006. p. 17-43.
- NUNES, A. P.; TOMAS, W. M.; RAGUSA-NETTO, J. **Estrutura do sub-bosque em manchas florestais no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul**.

Corumbá: Embrapa Pantanal, 2008. 4 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 74). <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=COT74>.

Acesso em: 10 de maio de 2015.

NUNES DA CUNHA, C.; RAWIEL, P.; WANTZEN, K. M.; JUNK W. J.; LEMES DO PRADO, A. Mapping and characterization of vegetation units by means of Landsat imagery and management recommendations for the Pantanal of Mato Grosso (Brazil), north of Poconé. **Amazoniana**, v. 19, n. 3, p. 1-32, 2006.

PAGLIA, A. P.; DE MARCO, P.; COSTA, F. M.; PEREIRA, R. F.; LESSA, G. Heterogeneidade estrutural e diversidade de pequenos mamíferos em um fragmento de mata secundária de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12, n. 1, p. 67-79, 1995.

PAGLIA, A. P.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; HERRMANN, G.; AGUIAR, L. M. S.; CHIARELLO, A. G.; LEITE, Y. L. R.; COSTA, L. P.; SICILIANO, S.; KIERULFF, M. C. M.; MENDES, S. L.; TAVARES, V. C.; MITTERMEIER, R. A.; PATTON, J. L. **Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil**. 2 ed. *Occasional Papers in Conservation Biology*, n. 6, p. 1-76, 2012.

PALMA, A. R. T.; GURGEL-GONÇALVES, R. Morphometric identification of small mammal footprints from ink tracking tunnels in the Brazilian Cerrado. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 2, p. 333-343, 2007.

PATTON, J. L.; 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**, v. 244, p. 1-306, 2000.

PRANCE, G. T.; SCHALLER, G. B. Preliminary study of some vegetation types of the Pantanal, Mato Grosso, Brazil. **Brittonia**, v. 34, n. 2, p. 228-251, 1982.

PREVEDELLO, J. A.; RODRIGUES, R. G.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Habitat selection by two species of small mammals in the Atlantic Forest, Brazil:

Comparing results from live trapping and spool-and-line tracking. **Mammalian Biology**, v. 75, p. 106-114, 2010.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing: Vienna, 2014. Disponível em <<http://www.R-project.org>>. Acesso em 15 abril 2015.

RIVAS-RODRÍGUEZ, B. A.; D'ELÍA, G.; LINARES, O. Diferenciación morfológica en Sigmodontinos (Rodentia: Cricetidae) de las Guayanas Venezoelanas con relación a su locomoción y habitat. **Mastozoología Neotropical**, v. 17, n. 1, p. 97-109, 2010.

ROCHA-MENDES, F.; MIKICH, S. B.; QUADROS, J. PEDRO, W. A. Ecologia alimentar de carnívoros (Mammalia: Carnivora) em Fragmentos de floresta Atlântica do Sul do Brasil. **Biota Neotropica**, v.10, n. 4, p. 21-30, 2010.

RODELA, L. G. **Unidades de vegetação e pastagens nativas do pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul**. 2006. 222 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006.

RODELA, L. G.; QUEIROZ-NETO, J. P. Estacionalidade do clima no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 59, n. 1, p. 101-113, 2007.

SMITH, P. Grey short-tailed opossum *Monodelphis domestica*. **Paraguay Handbook of the Mammals of Paraguay**, n. 10, p. 1-11, 2008.

SORIANO, B. M. A.; ALVES, M. J. M. Boletim agrometereológico ano 2002 para a sub-região da Nhecolândia, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Série Documentos, EMBRAPA-CPAP**, v. 76, p. 1-28, 2005.

TEWS, J.; BROSE, U.; GRIMM, V.; TIELBÖRGER, K.; WICHMANN, M. C.; SCHWAGER, M.; JELTSCH, F. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. **Journal of Biogeography**, v. 31, p. 79-92, 2004.

VIEIRA, E. M.; PALMA, A. R. T. Natural history of *Thylamys velutinus* (Marsupialia, Didelphidae) in Central Brazil. **Mammalia**, v. 60, n. 3, p. 481-484, 1996.

VIEIRA, E. M. **Estudo comparativo de comunidades de pequenos mamíferos em duas áreas de Mata Atlântica situadas a diferentes altitudes no sudoeste do Brasil**. 1999. 136f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

VIEIRA, E. M.; ASTÚA DE MORAES, D. Carnivory and insectivory in neotropical marsupials. In: JONES, M.; DICKMAN, C.; ARCHER, M. (Eds) **Predators with pouches: the biology of carnivorous marsupial**. Collingwood, CSIRO Publishing, 2003. p. 271-284.

VIEIRA, M. V.; PALMA, A. R. T. Pequenos mamíferos de cerrado: distribuição dos gêneros e estrutura das comunidades nos diferentes habitats. In: SCARIOT, A.; FELFILI, J. M.; SOUSA-SILVA, J. C. (Eds) **Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 265-282.

VIEIRA, M. V. Locomoção, morfologia e uso do habitat em marsupiais neotropicais: uma abordagem ecomorfológica. In: Cáceres N. C.; Monteiro-Filho, E.

L. A. (Eds) **Os marsupiais do Brasil: biologia, ecologia e evolução.** Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2006. p. 145-156.

Anexo

Anexo 1. Resultado da seleção de modelos de ocupação de três espécies de pequenos mamíferos, realizado no programa PRESENCE versão 8.3. Os modelos de cada espécie apresentam os valores do Critério de Informação de Akaike (CIA), diferença entre o CIA de cada modelo e o menor CIA (Δ CIA), peso do CIA ou a probabilidade do modelo ser o melhor (CIAwgt), número de parâmetros do modelo (K), probabilidade de ocupação (Ψ) e de detecção (p) médias com o respectivo erro padrão (EP), ajuste do modelo em relação aos dados observados (P) e dispersão dos dados observados em relação ao esperado pelo modelo ($\hat{c}$). Modelos nulos (com probabilidades de ocupação e de detecção constantes) são representados por $\Psi(.)$ e $p(.)$. Os modelos escolhidos para cada espécie aparecem em negrito. Co-variáveis de micro-habitat: densidade de ramos e folhas (dens.ram.fol), conectividade (connect), circunferência do galho (cap.galho), altura da armadilha (h). Co-variáveis abióticas: precipitação (PP), temperatura mínima (Tmin), luminosidade (Lua).

Espécie	Modelo	CIA	Δ CIA	CIA _{wgt}	K	ψ média (EP)	p média (EP)	P	c-hat
<i>Oecomys mamorae</i>	$\Psi(\text{dens.ram.fol}) p(\text{Tmin+PP})$	471.98	0.00	0.3295	5	0.81(0.02)	0.17(0.00)	0.12	1.46
	$\Psi(\text{dens.ram.fol+cap.galho}) p(\text{Tmin+PP})$	473.68	1.70	0.1408	6	0.73(0.02)	0.19(0.00)	0.18	1.26
	$\Psi(\text{dens.ram.fol+h}) p(\text{Tmin+PP})$	473.97	1.99	0.1218	6	0.72(0.02)	0.20(0.00)	0.21	1.23
	$\Psi(.) p(.)$	487.65	15.67	0.0001	2	0.70(0.09)	0.20(0.03)	0.03	1.75
<i>Thrichomys fosteri</i>	$\Psi(\text{dens.ram.fol+cap.galho}) p(\text{Lua})$	203.01	0.00	0.56	5	0.27(0.02)	0.16(0.00)	0.31	1.01
	$\Psi(\text{dens.ram.fol+cap.galho+conect}) p(\text{Lua})$	204.20	1.19	0.31	6	0.26(0.02)	0.17(0.00)	0.40	0.94
	$\Psi(\text{cap.galho+conect}) p(\text{Lua})$	207.23	4.22	0.12	5	0.27(0.01)	0.17(0.00)	0.33	1.04
	$\Psi(.) p(.)$	221.91	18.90	0.00	2	0.32(0.09)	0.14(0.04)	0.22	1.18
<i>Gracilinanus agilis</i>	$\Psi(\text{h}) p(\text{Tmin+sherman})$	272.23	0.00	0.2634	5	0.87(0.02)	0.09(0.00)	0.23	1.07
	$\Psi(\text{h+cap.galho}) p(\text{Tmin+sherman})$	273.83	1.60	0.1183	6	0.87(0.01)	0.09(0.00)	0.25	1.00
	$\Psi(.) p(\text{Tmin+sherman})$	274.40	2.17	0.0890	4	0.76(0.17)	0.10(0.00)	0.22	1.11
	$\Psi(.) p(.)$	333.61	61.38	0.000	2	0.97(0.31)	0.08(0.02)	0.14	1.30

