



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA**



**ADNA ALVES DE SOUZA SILVA**

**DIVERSIDADE DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO VOADORES E A  
INTENSIFICAÇÃO DO MANEJO EM AGROFLORESTAS NO SUL DA BAHIA**

**ILHÉUS- BAHIA**

**2017**

**ADNA ALVES DE SOUZA SILVA**

**DIVERSIDADE DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO VOADORES E A  
INTENSIFICAÇÃO DO MANEJO EM AGROFLORESTAS NO SUL DA BAHIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia da Universidade Estadual de Santa Cruz como requisito para obtenção do grau de Mestre em Zoologia.

Orientadora: Dr<sup>a</sup> Camila Righetto Cassano

**ILHÉUS-BAHIA**

**2017**

**ADNA ALVES DE SOUZA SILVA**

**DIVERSIDADE DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO VOADORES E A  
INTENSIFICAÇÃO DO MANEJO EM AGROFLORESTAS NO SUL DA BAHIA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Santa Cruz,  
como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em  
Zoologia.

Ilhéus, 27 de março de 2017.

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Camila Righetto Cassano  
DCB/UESC  
(Orientadora)

---

Prof. Dr Thomas Püttker  
UNIFESP

---

Prof. Dr Martin Roberto Del Valle Alvarez  
DCB/UESC

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo milagre da vida.

À Universidade Estadual de Santa Cruz-UESC, pela oportunidade de frequentar o curso de mestrado em Zoologia.

À Dr<sup>a</sup> Camila Cassano, pela orientação, incentivo e sábias intervenções durante a construção deste trabalho.

Ao Dr. Martin Alvarez, por disponibilizar a infraestrutura do laboratório de vertebrados, pelas contribuições, incentivo na produção da dissertação e pelos ensinamentos para além da vida acadêmica.

Aos professores do PPG Zoo, pela oportunidade de vivenciar e refletir sobre as possibilidades de construção do saber científico. As secretárias e estagiários pela eficácia!

Aos membros da banca de qualificação e defesa, por avaliar e contribuir para o aperfeiçoamento deste trabalho.

As professoras Dr<sup>a</sup> Deborah Faria, pelo empréstimo de parte das armadilhas, Dr<sup>a</sup> Eliana Cazetta e Dr<sup>a</sup> Daniela Talora pelo apoio durante a ausência da minha orientadora na UESC.

Aos colegas da “Zoo” que compartilharam comigo as angústias, alegrias, frustrações e conquistas nestes dois anos. Ao ‘R’ e a estatística por nos unir! Ao “trio calafrio” (Joice Michele) pelos passeios entre uma disciplina e outra, por ouvir os desabafos umas das outras!

Aos “caiporenses”: Larissa Lima, Pedro Alcântara, Maicon Felipe, Gideão Galvão, Maira Kersul, Joseane Rocha e Élson Rios pelo *conspicuamente* inesquecível “Caipora camp” A Felipe Vélez, gratidão eterna por compartilhar sua experiência em campo (além do kit lanterna/marmita sempre) e pelas lições de vida! A Catalina Sanchez pelas estratégias de “segurar” rato!

As “cacheadas”: Gabryelle Santos, Tâmara Saloes e Rafaela França por transformar nossa casa em um lar... Gratidão eterna pelas conversas, almoços, filmes, conselhos, açaís e, acima de tudo pela AMIZADE! A Claudia Lilian “Claudinha” (valeu pela ajuda inicial no campo).

Aos “Rhyps”: Elson Rios (grata mais uma vez...pelas aulas particulares de taxidermia, pelo companheirismo no campo e no laboratório), Josiane (minha piloto favorita!), Elton Rios, Matheus Cruz, Larissa Torres, Larissa Lima, Carolina Brandão, Maíra

Kersul, Pedro Alcântara, Nicolas Rodrigues, Vanessa Rios (obrigada por compartilhar a última campanha) e todos (não foram poucos!) que me acompanharam em campo!!

Agradecimento mais que especial ao pessoal da Medicina veterinária (Dr George Albuquerque, Josiane Rocha, Pedro Alcântara e Maíra Kersul) pela parceria durante a primeira campanha!

As ocupantes da “toca das Biólogas”(Damile, Jade e Vanessa) pela amizade, por me hospedar durante a segunda campanha e ainda ir “pegar rato” comigo!!

Aos motoristas da UESC pela compreensão e companheirismo.

Aos proprietários e administradores das fazendas, por permitirem o acesso as propriedades. Em especial a seu Raimundo, Jair, Jailson pelas breves e proveitosas conversas...sem esquecer jamais de seu Raimundo, Dona Nemes, Eliete “Liu” e Yvan “Nego” por me receberem também em suas casas.

Aos meus pais Hilda e Mário, pelo apoio incondicional. Aos meus irmãos: Flávio, Flávia, Vinicius, Talita e Tamares pelas críticas construtivas.

A todos que de perto ou de longe me acompanharam nesta breve jornada, compreenderam minhas ausências, acreditaram e apoiaram as minhas escolhas.

## DIVERSIDADE DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO VOADORES E A INTENSIFICAÇÃO DO MANEJO EM AGROFLORESTAS NO SUL DA BAHIA

### RESUMO

Mudanças no uso do solo são uma ameaça à manutenção da diversidade biológica, pois alteram a distribuição espacial de recursos e a dinâmica das interações entre os organismos, favorecendo extinções locais, invasões biológicas e aumento demográfico de espécies generalistas. Sistemas agroflorestais (SAF's), formas alternativas de uso do solo, são práticas de reconhecida importância ecológica que, por manter a estrutura da vegetação similar a ambientes nativos, podem ofertar recursos fundamentais à biota nativa em paisagens agrícolas. No entanto, a atual tendência à intensificação do manejo agroflorestal, com consequente alterações na disponibilidade de recursos, pode resultar em mudanças nas comunidades biológicas que utilizam estes ambientes. Os pequenos mamíferos não voadores são um grupo com alta diversidade de espécies, com sensibilidades a alterações ambientais também diversas. Em agroflorestas persiste alta riqueza de pequenos roedores e marsupiais, sendo similar à encontrada em habitats nativos. No entanto, as comunidades dos sistemas agrícolas tendem a ser dominadas por espécies generalistas de habitat. Esse trabalho investiga a comunidade de pequenos mamíferos não voadores presente em nove agroflorestas de cacau que diferem em relação ao manejo do sombreamento; analisando como recursos importantes para estes animais variam entre as agroflorestas e como as assembleias de espécies respondem a estas variações. Realizou-se uma caracterização do ambiente, medindo-se variáveis ligadas à intensidade de sombra e disponibilidade de recursos para pequenos mamíferos; e um inventário da mastofauna, com uso de armadilhas de contenção e interceptação-e-queda. Foram realizadas duas campanhas de sete dias para captura de pequenos mamíferos em cada sítio amostral. Os sítios amostrais foram ordenados, por uma Análise de Componentes Principais (PCA), em função das variáveis ambientais. O primeiro eixo da PCA - positivamente relacionado com a complexidade da vegetação - e a área basal de árvores - *proxy* do grau de sombreamento - foram utilizadas para explicar a abundância, biomassa, diversidade e estrutura da comunidade de pequenos mamíferos. Grande parte (27 a 48% da área basal) do sombreamento nas áreas estudadas é promovido por duas espécies arbóreas exóticas. Foram capturados 651 indivíduos pertencentes a 18 espécies, seis **Didelphimorphia** e 12 **Rodentia**. As espécies mais abundantes foram *Rhipidomys mastacalis* e *Hylaeamys seauanezi*. Uma relação positiva foi observada entre a abundância de pequenos mamíferos e o grau de sombreamento. A diversidade de espécies apresentou uma relação negativa com esta variável, mas foi positivamente associada à vegetação estruturalmente mais complexa. A estrutura da comunidade também respondeu à complexidade da vegetação, com maior abundância de *R. mastacalis* e registro de *Cerradomys vivoi*, um especialista de áreas abertas, nas agroflorestas com menor complexidade da vegetação e maior área basal de duas frutíferas exóticas. O maior sombreamento em agroflorestas pode favorecer o aumento da abundância de algumas espécies de pequenos mamíferos quando o dossel é dominado por poucas espécies arbóreas, mas não é um bom preditor da diversidade de espécies deste grupo animal. A diversidade de pequenos mamíferos é favorecida por sistemas estruturalmente complexos, capazes de ofertar maior diversidade de recursos alimentares, disponibilidade de abrigo e estruturas para locomoção.

**Palavras chave:** Diversidade, Manejo agroflorestal, Marsupiais, Mata Atlântica, Roedores.

## DIVERSITY OF SMALL NON-FLYING MAMMALS AND THE INTENSIFICATION OF AGROFLORESTS MANAGEMENT IN SOUTHERN BAHIA

### ABSTRACT

Changes in land use pose a threat to the maintenance of biological diversity, because they alter the spatial distribution of resources and the dynamics of interactions between organisms, favoring local extinctions, biological invasions and demographic increase of generalist species. Agroforestry systems (AFS's), alternative forms of land use, are practices of recognized ecological importance that, by maintaining the vegetation structure similar to native environments, can offers basic resources to the native biota in agricultural landscapes. However, the current trend towards intensification of agroforestry management, with consequent changes in the availability of resources, may result in changes in the biological communities that use these environments. Small non-flying mammals are a group with high species diversity, with diverse sensitivity to environmental changes. In agroforestry there persists a high richness of small rodents and marsupials, being similar to that found in native habitats. However, communities of agricultural systems tend to be dominated by generalists habitat species. This work investigates the community of small non-flying mammals present in nine cocoa agroforests that differs in shade management; analyzing how important resources for these animals vary in these agroforests and how species assemblages respond to these variations. A characterization of the environment was performed, measuring variables related to shade intensity and resource availability for small mammals, and an inventory of mastofauna, using containment and pitfall traps. Two seven-day surveys were carried out to capture small mammals in each sampling site. The samples sites were ordinate, by a Principal component analysis (PCA), according to the environmental variables. The first axis of the PCA - positively related to the complexity of the vegetation - and the basal area of trees - proxy of the degree of shading - were used to explain the abundance, biomass, diversity and structure of the community of small mammals. A large part (27% a 48 of the basal area) of the shade in the studied sites is provided by two exotic tree species. Were captured 651 individuals belonging to 18 species, six **Didelphiomorpha** and 12 **Rodentia**. The most abundant species were *Rhipidomys mastacalis* and *Hylaeamys seauanezi* . A positive relationship was observed between the abundance of small mammals and the degree of shading. Species diversity was negatively related to this variable, but it was positively associated to more complex vegetation structure. The structure of the community also responded to vegetation complexity, with higher abundance of *R. mastacalis* and records of *Cerradomys vivoi*, an open area specialist, in agroforests with lower vegetation complexity and higher basal area of two exotic fleshy-fruit trees. More shade in cocoa agroforestry may favor the increasing abundance of some species of small mammals when canopy layer is dominated by few tree species, nevertheless it is not a good predictor of species diversity for this animal group. Small mammal diversity is favored by structurally complex systems, capable of offering greater diversity of food resources, shelter availability and structures for locomotion.

**Key word:** Agroforestry management, Atlantic florest, Diversity, Marsupials, Rodents.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.—Pequenos mamíferos não voadores capturados em nove agroflorestas de cacau no sul da Bahia. Hábito de locomoção (Lc): Ar=arborícola, SA=semiaquática, Sc=escansorial e Te=terrestre, e dieta: Fr=frugívoro, In=insetívoro, Gr=granívoro, On=onívoro, Se=Predador de sementes, segundo (Clark 1982; Paglia et al. 2012). Uso de habitat (Uh): Ef= Especialista florestal, Ea= Especialista de áreas abertas e G= generalista de acordo com (Pardini, 2004, Rossi 2011 e Estavillo 2013).  $N_{sit}$  indica o número de sítios em que a espécie foi encontrada;  $N_i$  é o número de indivíduos capturados e ( $f_{ri}$  %) frequência relativa de indivíduos capturados, e  $N_c$  o número total de capturas e  $f_{ric}(\%)$  é a frequência relativa total de captura. .... 35

Tabela 2.—Estimativas de diversidade verdadeira qD (*true diversity*) das comunidades de pequenos mamíferos, para nove agroflorestas de cacau no sul da Bahia. .... 36

Tabela 3.— Seleção de modelos descrevendo a resposta de seis parâmetros da comunidade de pequenos mamíferos a duas variáveis preditoras em nove agroflorestas de cacau, no sul da Bahia, Brasil. Variáveis preditoras: gradiente de complexidade estrutural (PC1) e a área basal. Um modelo nulo também foi incluído como referência. K = número de parâmetros do modelo,  $\Delta AICc$ = diferença entre o AICc do modelo indicado e o mínimo AICc entre os modelos concorrentes, df= número de parâmetros do modelo;  $w_i$  = peso do modelo. Os modelos selecionados são destacados em negrito. .... 39

## LISTA DE FIGURAS

- Fig. 1.— Mapa da área de estudo com localização dos sítios amostrais utilizados para caracterização ambiental e da comunidade de pequenos mamíferos não voadores em agroflorestas de cacau, no sul da Bahia, Brasil. ....27
- Fig. 2.—Grid de armadilhas construído em cada agrofloresta de cacau. Localização das 24 estações com armadilhas de contenção (cada uma com uma armadilha Sherman e uma Tomahawk posicionadas no solo e no sub-bosque alternadamente) e a linha de pitfall (com seis baldes)..... **Erro! Indicador não definido.**
- Fig. 3. —Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis ambientais amostradas em nove agroflorestas de cacau, no sul da Bahia, Brasil. Variáveis ambientais: A.dossel = Abertura do dossel (%), A.herb = Altura média do estrato herbáceo (cm), Ab.tot = Área basal total (m<sup>2</sup>/ha), Ab.frut = Área basal fruteiras (m<sup>2</sup>/ha), D.arv = Densidade arbórea (ind./ha), D.arb = Densidade do sub-bosque (ind./ha), N.tro = Número de troncos caídos, M.inv = Massa seca de invertebrados (g), N.roc = Número de rochas, V.ser = Volume da serapilheira (ml). .... 33
- Fig. 4.— Estimativas de diversidade verdadeira (D) das nove comunidades de pequenos mamíferos, quando o parâmetro “q” é igual a 0,1 e 2. ....36
- Fig. 5.— Ordenação do NMDS, em uma dimensão, em função da similaridade da estrutura das comunidades de pequenos mamíferos em nove sítios agroflorestas de cacau no sul da Bahia, Brasil (stress = 0,24). Os círculos nos painéis b) a i) são proporcionais à raiz quadrada da abundância total (em b) e das oito espécies mais frequentes (c até i). Painéis c) e d) são espécies especialistas florestais, e) a i) espécies generalistas e j) especialista de área aberta.. 38
- Fig. 6. —Gráfico dos modelos lineares mais parcimoniosos ( $\Delta AICc \leq 2$ ) prevendo a variação de parâmetros da comunidade de pequenos mamíferos (abundância, diversidade <sup>0</sup>D, <sup>1</sup>D, <sup>2</sup>D e eixo 1 do NMDS) em função do gradiente de complexidade estrutural (PC1) e da área basal em nove agroflorestas de cacau no sul da Bahia, Brasil.....40

## SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT .....	7
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	11
1.1. Pequenos mamíferos não voadores, diversidade e ameaças .....	12
1.2. Pequenos mamíferos e a intensificação do uso da terra em agroflorestas .....	14
REFERÊNCIAS .....	17
2. QUANTO MAIS SOMBREADO MELHOR? SOBRE COMO A DIVERSIDADE DE PEQUENOS MAMÍFEROS É AFETADA PELO MANEJO AGROFLORESTAL NO SUL DA BAHIA, BRASIL.....	21
Material e métodos .....	26
<i>Coleta de dados</i> .....	28
<i>Análise de dados</i> .....	31
Resultados .....	32
Discussão .....	41
Literatura citada.....	45
APÊNDICE A.....	54

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A conversão de florestas em áreas agrícolas ou pastagens é uma das principais ameaças à biodiversidade em ecossistemas tropicais, pois implica na perda de habitat para muitas espécies (CLOUGH et al., 2009; SALA et al, 2000). Entretanto, a depender do manejo, algumas formas de uso do solo podem conservar parte da biota nativa de uma região, funcionando como habitat alternativo ou constituindo uma matriz permeável (CLOUGH et al., 2011; RICE; GREENBERG, 2000; SCHROTH et al., 2004).

Os sistemas agroflorestais (SAFs) caracterizam-se por práticas que associam espécies lenhosas perenes com cultivos agrícolas e/ou animais (NAIR, 1993; SOMARRIBA; BEER, 2011). SAFs destinados ao cultivo de café (*Coffea* sp.) e cacau (*Theobroma cacao*) tradicionalmente foram implantadas em regiões dominadas por florestas tropicais, com alta diversidade biológica (CLOUGH; FAUST; TSCHARNTKE, 2009). Se comparadas a outras formas de uso do solo, como a monocultura ou consórcios de plantas anuais, agroflorestas oferecem benefícios ímpares ao ambiente: mantêm considerável diversidade de vida, contribuem para a proteção do solo e água, armazenam carbono e reduzem a prática de fogo (SCHROTH et al., 2004).

No sul da Bahia, grande parte das paisagens agrícolas é destinada ao cultivo do cacau no sistema regionalmente denominado “cabruca”, SAFs em que parte das árvores da floresta nativa é mantida para sombrear plantações de cacau (SAMBUICHI, 2007; 2012). Segundo a legislação estadual da Bahia, cabruças são sistemas agrossilviculturais com densidade arbórea igual ou maior que 20 árvores de espécies nativas por hectare, mas que podem conter também árvores de espécies exóticas (BAHIA, 2014). Esta forma de cultivo ocupa cerca de 6.370 km<sup>2</sup> desta região, cujo domínio morfoclimático é a Mata Atlântica (LANDAU, 2003).

Apesar do valor de conservação de agroflorestas como as cabruças, estudos alertam que deve-se ter parcimônia ao estimar seus benefícios ecológicos (CASSANO, BARLOW E PARDINI, 2014; GALLINA; MANDUJANO; GONZALEZ, 1996; PARDINI, 2004). Sozinhas, as agroflorestas não são capazes de sustentar a biodiversidade existente em florestas nativas (HARVEY; VILLALOBOS, 2007), e paisagens dominadas por sistemas agroflorestais não sustentam toda a biodiversidade de paisagens dominadas por florestas nativas (FARIA et al., 2007), sobretudo táxons especialistas florestais.

Mudanças relevantes na estrutura da vegetação das agroflorestas podem decorrer da remoção do sombreamento - pelo raleamento das árvores que compõem o dossel ou, em

situação extrema, pela conversão em monoculturas - objetivando aumento da intensidade luminosa na plantação para aumento da produtividade. Um estudo conduzido por Sambuichi (2007) aponta que as cabruças sul baianas exibem grande variação na densidade de árvores que compõem o dossel, com valores mínimo e máximo avaliados em cerca de 47 a 355 árvores (com diâmetro a altura do peito superior a 10 cm) por hectare. Entretanto, na Bahia, a portaria sobre Autorização de Manejo da Cabruca (AMC) nº 10225 DE 18/08/2015 (BAHIA, 2015) permite o corte de árvores nativas dentro da cabruca, com o objetivo de “melhoria das condições fitotécnicas visando aumento da produtividade”, até um mínimo de 40 árvores nativas por hectare. Considerando que cabruças tradicionais possuem densidade média superior a 70 árvores por hectare (SAMBUICHII, 2012), a implementação de tais planos de manejo pode representar perda e/ou redução da qualidade de habitat para muitas espécies, e perda de conectividade da paisagem.

### 1.1. Pequenos mamíferos não voadores, diversidade e ameaças

Os mamíferos constituem um dos grupos de vertebrados com grande diversidade morfológica e de hábitos, tem ampla distribuição e são sensíveis a alterações ambientais (POUGH; JANIS; HEISER, 2006). De acordo com Paglia et al. (2012), há no território brasileiro mais de 700 espécies nativas de mamíferos. Dentre estes, os pequenos mamíferos não voadores são o grupo mais diverso. Usualmente são incluídas neste grupo as espécies com peso inferior a 1 kg (AUGUST, 1983; FONSECA; ROBINSON, 1990). Entre os mamíferos com distribuição no Brasil, são considerados pequenos mamíferos a ordem **Lagomorpha**, formada por uma única espécie silvestre (*Sylvilagus brasiliensis*), 55 espécies da ordem **Didelphimorpha** e 214 das 234 espécies da ordem **Rodentia** (REIS et al., 2011).

Os marsupiais, infraclasse **Marsupialia** são representados no Brasil por 16 gêneros da ordem **Didelphimorpha** agrupados em uma única família: **Didelphidae**. Marsupiais diferem dos roedores (ordem **Rodentia**) e demais eutérios especialmente pelo modo de reprodução. As fêmeas de marsupiais possuem vagina e útero duplos, quase todos os machos com saco escrotal anterior ao pênis, pênis bifurcado abertura urogenital comum (CÁRCERES, 2012). Além disso, *eutérios* possuem placentação especializada, o que permite um longo período de gestação. Já os marsupiais (*therios*) possuem uma placenta rudimentar e por isso uma gestação curta, os filhotes nascem imaturos e continuam seu desenvolvimento em uma bolsa externa (marsúpio) no abdômen da mãe aderidos a mamilos, alguns gêneros não possuem

marsúpio, neste caso os filhotes completam o desenvolvimento apenas aderidos aos mamilos maternos (POUGH; JANIS; HEISER, 2006). Os marsupiais didelphideos caracterizam-se também pela mesma fórmula dentária (PAGLIA et al., 2012), e entre os adultos o peso varia de 10 e 2700 g. A maioria das espécies de marsupiais encontrados no Brasil possuem cauda longa e preênsil, pés e mãos com cinco dedos, sendo que o primeiro dedo do pé, geralmente opositor, não tem garra ou unha (REIS et al., 2011). Características como cauda curta, massa muscular mais desenvolvida nos membros locomotores, constituem-se adaptações de espécies com hábito locomotor terrestre, o oposto acontece com os arborícolas (CARCERES, 2012).

No Brasil, os pequenos roedores, cujos espécimes adultos atingem massa corporal entre 13 e 1100 g, encontram-se agrupados em cinco famílias nativas (**Cavidae**, **Cricetidae**, **Ctenomyidae**, **Echimyidae** e **Sciuridae**). Adicionalmente uma família de pequenos roedores (**Muridae**), nativa do continente europeu, teve três espécies (*Mus musculus*, *Rattus norvegicus* e *Rattus rattus*) introduzidas no território brasileiro durante a colonização (PAGLIA et al., 2012; BOVINCINO, 2008). Roedores no geral, caracterizam-se pela dentição adaptada para roer, composta por um par de incisivos superiores e inferiores extremamente desenvolvidos, seguidos por um diastema e nenhum ou dois pré-molares e, finalmente, três pares de molares (MYERS, 2000).

A maioria dos pequenos roedores e marsupiais possuem padrão de atividade crepuscular ou noturno, dieta que varia entre onívoros, insetívoros, granívoros, piscívoro, predadores de sementes dentre outras; hábito locomotor, terrestre, semiaquático, arborícola, escansorial ou semifossorial (PAGLIA et al., 2012; REIS et al., 2011). Espécies consideradas terrestres ou cursoriais caracterizam-se por indivíduos, com adaptações que os permite viver na superfície do solo, os arborícolas utilizam majoritariamente estratos da vegetação e os escansoriais usam tanto estratos da vegetação quanto o solo. Já organismos fossoriais vivem sob a superfície do solo, em tocas e tneis, por exemplo, enquanto os semifossorias podem estar sob ou sobre o solo (POUGH; JANIS; HEISER, 2006; REIS et al., 2011). O conjunto de características relativamente similares entre pequenos roedores e marsupiais, como tamanho, diversidade de dieta, hábitos, e padrão de atividades, faz com que o mesmo protocolo de amostragem possa ser utilizado para ambos os grupos (PREVEDELLO; MENDONÇA; VIEIRA, 2008).

A Mata Atlântica, embora drasticamente explorada, ainda abriga cerca de 300 espécies de mamíferos, sendo 90 exclusivas (PAGLIA et al., 2012). Dentre as 110 espécies de mamíferos ameaçados de extinção no Brasil segundo a Lista Nacional Oficial de Espécies da

Fauna Ameaçadas de Extinção, 47 ocorrem neste bioma. Em relação aos pequenos mamíferos, das 29 espécies ameaçadas 12 estão presentes na Mata Atlântica, uma delas, *Callistomys pictus* com distribuição restrita ao sul da Bahia (BRASIL, 2014). A redução das populações de mamíferos e consequente risco de extinção é primordialmente devido a atividades antrópicas, como a destruição do habitat para a prática da agricultura, a introdução de espécies exóticas e a caça. As modificações no habitat provenientes da ação antrópica podem resultar na alteração da estrutura das comunidades, com extinções locais e/ou alteração nas abundâncias relativas das espécies; consequentemente, podem gerar mudanças em processos ecológicos chave aos ecossistemas (GANEM, 2010).

## **1.2. Pequenos mamíferos e a intensificação do uso da terra em agroflorestas**

Vários estudos têm demonstrado o valor de conservação das agroflorestas de cacau para mamíferos, em especial pelo registro de espécies de interesse para conservação, como a preguiça-de-coleira (*Bradypus torquatus*; CASSANO; KIERULFF; CHIARELLO, 2011), mico-leão-da-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*; OLIVEIRA, 2014), rato-do-cacau (*Callistomys pictus*; MOURA, 2008), que utilizam as agroflorestas do sul da Bahia para abrigo e área de alimentação. Moura (1999) discorre que agroflorestas de cacau sustentam populações de pequenos mamíferos, sendo que das 13 espécies registradas na região de Una, nove foram encontradas em agroflorestas de cacau. Assim, a autora sugere que as agroflorestas constituem áreas relevantes para a conservação deste grupo.

Estudos sobre mamíferos não voadores empreendidos na região cacauzeira da Bahia tiveram início com inventários de espécies a partir da década de 40, com trabalhos posteriores (a partir da década de 90) descrevendo padrões de distribuição de espécies. Dentre os inventários, estão a descrição de mamíferos coletados em fazendas nos municípios de Ilhéus e Buerarema e depositados no Museu Nacional pelo serviço de pesquisas sobre febre amarela entre 1943 e 1945 feita por Vaz (2005), listas de espécie para os municípios de Ilhéus e Pau Brasil (GEISE; PEREIRA, 2008) e, listas de espécies com descrição de registros de predação de cacauzeiros por roedores e marsupiais (CRUZ, 1983; ENCARNAÇÃO, 2001). Entre os estudos que avaliam padrões de distribuição de espécies, destacam-se os trabalhos de Garcia (2012) e Estavillo et al. (2013), que avaliam a diversidade de espécies em remanescentes de florestas - com enfoque biogeográfico e no efeito da perda de habitat - e trabalhos que comparam a diversidade de espécies entre florestas e sistemas agroflorestais ou entre

diferentes sistemas destinados ao cultivo do cacau (MOURA, 1999; MOURA; CASSANO, 2003; PARDINI, 2004). Esses últimos estudos apontam que espécies generalistas, a exemplo *Rhipidomys mastacalis* e *Marmosa murina* podem ser favorecidas em paisagens alteradas, podendo apresentar-se mais abundantes em habitats perturbados (cabruças e florestas secundárias) em comparação à floresta mais preservada, ao passo que espécies florestais como *Hylaeamys laticeps* (doravante considerada *Hylaeamys seuanezi*, seguindo a revisão feita por Bernard, Laugth e Percequillo, 2013) , *Marmosps incanus* e *Monodelphis americana* (ESTAVILLO et al., 2013) são mais comuns no habitat nativo (PARDINI, 2004). Isto comprova a tendência de que espécies generalistas e oportunistas podem se tornar abundantes em ambientes modificados, enquanto que os especialistas florestais são pouco frequentes nestes ambientes (GALETTI et al., 2010; LAURANCE et al., 2002; OWEN et al., 2010). Neste mesmo sentido, estudos fora da região cacauzeira apontam que a variação na estrutura da vegetação pode alterar a qualidade do habitat para mamíferos de pequeno porte, com alterações relevantes na oferta de alimento, abrigo e/ou pressão de predação (OFORI; ATTUQUAYEFIO; GBOGBO, 2013; SCOTT et al., 2006; THOMPSON; GESE, 2013).

Deheuvels et al., (2014) ao estudar a comunidade de roedores e marsupiais em agroflorestas de cacau na Costa Rica, não encontraram mudanças na composição de espécies que possa ser atribuída às modificações da estrutura da vegetação que decorrem da intensificação do uso da terra. Os autores atribuem essa resistência da comunidade a fatores como a mobilidade dos espécimes e a disponibilidade de alimento, já que nos ambientes mais alterados foi grande a disponibilidade de frutos seja na área amostrada ou no entorno. Além disso, os autores sugerem que as espécies encontradas tanto nas áreas florestadas (controle) quando em áreas intensamente manejadas não eram dependentes florestais, é válido ressaltar que segundo os autores as áreas controle também não eram os melhores remanescentes da região. Também na Costa Rica, Caudill, Declercke e Husband (2014), constataram que agroflorestas de café sombreadas resguardam maior riqueza e abundância de pequenos mamíferos que plantações ao sol, sendo os maiores valores registrados em parcelas com maior complexidade estrutural da vegetação e em locais mais próximas de áreas florestadas. Ao avaliar a interferência de uma espécie arbórea exótica, sobre a diversidade de pequenos mamíferos em agroflorestas de café na Índia, Caudill, Vaast e Husband (2014) não encontraram alterações na estrutura da comunidade. Por outro lado, o aumento na área basal de árvores de sombra e densidade arbórea estiveram relacionadas com o aumento da abundância e riqueza de pequenos mamíferos, respectivamente.

Em ambientes florestais, Lambert, Malcolm e Zimmermann (2006) observaram que características do habitat como densidade das árvores, abertura do sub-bosque e biomassa de insetos estiveram relacionados com a abundância de pelo menos duas espécies de pequenos mamíferos. Segundo Men et al. (2015), os pequenos mamíferos apresentam seleção de micro-habitat de acordo com características estruturais do ambiente, com espécies terrestres positivamente relacionadas com o percentual de cobertura do estrato herbáceo e espécies arbóricolas favorecidas pelo estrato arbustivo.

Em relação a intensificação do uso do solo no sul da Bahia, Moura e Cassano (2003) observaram que duas plantações com cobertura vegetal mais simplificada (consórcio de seringueira e cacauzeiros) possuem comunidades menos diversas do que uma cabruca. No entanto, não foram encontradas publicações sobre a variação de comunidades de pequenos mamíferos ao longo de gradientes de manejo em agroflorestas de cacau no sul da Bahia, nos quais pode haver mudanças substanciais na estrutura da vegetação. O presente estudo tem por objetivo descrever a comunidade de pequenos mamíferos não-voadores em agroflorestas de cacau com diferentes intensidades de manejo do sombreamento (medido pela abertura do dossel, densidade e área basal de árvores), e avaliar se variações da comunidade de pequenos mamíferos podem ser explicadas pelo manejo e/ou disponibilidade de recursos importantes para o grupo.

## REFERÊNCIAS

AUGUST, P. V. The Role of Habitat Complexity and Heterogeneity in Structuring Tropical Mammal Communities, **Ecology** , v. 64, p. 1495–1507, 1983.

BAHIA (estado). Decreto nº 15.180 de 02 de junho de 2014. Regulamenta a gestão das florestas e das demais formas de vegetação do Estado da Bahia, a conservação da vegetação nativa, o Cadastro Estadual Florestal de Imóveis Rurais - CEFIR, e dispõe acerca do Programa de Regularização Ambiental dos Imóveis Rurais do Estado da Bahia. **Diário Oficial do Estado da Bahia**. Salvador, nº 21440, p.01-11, 2014.

BAHIA (Estado). Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos –INEMA. Portaria nº 10225 de 18 de agosto de 2015. Dispõe sobre os critérios e procedimentos para a concessão da Autorização de Manejo da Cabruca - AMC. Diário Oficial do Estado da Bahia.Salvador,2015

BONVICINO, C. R. Guia dos roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos. Centro Pan-Americano de Febre Aftosa-Opas/OMS. Rio de Janeiro.2008, 120 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente-MMA. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção. **Diário Oficial da União**. Portaria nº- 444, de 17-12- 2014. p. 121-126.

CAUDILL, S. A.; DECLERCK, F. J. A; HUSBAND, T. P.. Connecting sustainable agriculture and wildlife conservation: Does shade coffee provide habitat for mammals? **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v.199, p. 85–93, 2014.

CAUDILL, S. A; VAAST.; P. ; HUSBAND, T. P. Assessment of small mammal diversity in coffee agroforestry in the Western Ghats, India. **Agroforestry Systems**. v. 88, p. 173–186, 2014.

CÁCERES, N. C. **Os Marsupiais do Brasil: Biologia, Ecologia e Conservação**.2012, 500p.

CASSANO, C. R.; KIERULFF, M. C. M.; CHIARELLO, A. G.. The cacao agroforests of the Brazilian Atlantic forest as habitat for the endangered maned sloth *Bradypus torquatus*. **Mammalian Biology** v.76, p.243–250, 2011.

\_\_\_\_\_. BARLOW, J.; PARDINI, R. Forest loss or management intensification? Identifying causes of mammal decline in cacao agroforests. **Biological Conservation**, v. 169, p. 14–22, 2014.

CLOUGH, Y. et al. Local and landscape factors determine functional bird diversity in Indonesian cacao agroforestry, **Biological Conservation**. v.142, p. 1032–1041, 2009.

\_\_\_\_\_. FAUST, H; TSCHARNTKE, T. Cacao boom and bust: sustainability of agroforests and opportunities for biodiversity conservation. **Conservation Letters**, v. 2, p.197–205, 2009.

\_\_\_\_\_. et al. Combining high biodiversity with high yields in tropical agroforests. **PNAS**, v.108 n. 20 , 8311–8316 , 2011.

CRUZ, P.F.N. da. Ocorrência e avaliação de danos causados por roedores, pragas do cacauzeiro na Bahia, Brasil. **Revista Theobroma**, Ilheus, v.13, n.1, p.51-57, 1983.

DEHEUVELS, O., et al. Biodiversity is affected by changes in management intensity of cocoa-based agroforests. **Agroforest Syst**, v.88, p. 1081–1099, 2014

ENCARNAÇÃO, A. M. V. **Ocupação temporal e espacial e aspectos da predação de frutos do cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) por pequenos mamíferos (Mammalia) em cacauais e mata atlântica no sudeste da Bahia**. 2001, 141. f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional). Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2001.

ESTAVILLO, C.; PARDINI, R.; DA ROCHA, P. L. B. Forest loss and the biodiversity threshold: An evaluation considering species habitat requirements and the use of matrix habitats. **PLoS ONE**. v. 8, p.1–10, 2013.

FARIA, D. et al. Ferns, frogs, lizards, birds and bats in forest fragments and shade cacao plantations in two contrasting landscapes in the Atlantic forest, Brazil. **Biodivers Conserv**, v. 16, p. 2335–2357.

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

GALETTI, M. et al. Mudanças no Código Florestal e seu impacto na ecologia e diversidade dos mamíferos no Brasil. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, 2010.

GALLINA, S.; MANDUJANO, S.; GONZALEZ-ROMERO, A. Conservation of mammalian biodiversity in coffee plantations of Central Veracruz, Mexico. **Agroforestry Systems**, v. 33, p. 13–27, 1996.

GANEM, R. S. **Conservação da biodiversidade : legislação e políticas públicas**. Brasília : Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2010.

GARCÍA, J. F. V. **Composição, estrutura e distribuição da assembléia de pequenos mamíferos não-voadores no gradiente altitudinal do complexo de RPPNs da Serra Bonita, Camacan, Sul da Bahia, Brasil**. 2012,67.f.Dissertação (Mestrado em Zoologia). Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2012.

GEISE, L.; PEREIRA, L. G. Rodents (Rodentia) and marsupials (Didelphimorphia) in the municipalities of Ilhéus and Pau Brasil, state of Bahia, Brazil. **Check List Journal of Species Lists And Distribution**, v. 4, n. 2, p. 174–177, 2008.

HARVEY, C. A. e J. A. G.; VILLALOBOS. Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. **Biodivers Conserv**., v.16, p. 2257–2292, 2007.

LANDAU, E. C. **Padrões de ocupação espacial da paisagem na Mata Atlântica do sudeste da Bahia, Brasil.** in Corredor de Biodiversidade da Mata Atlântica do Sul da Bahia. Instituto de Estudos Sócio-Ambientais do Sul da Bahia e Conservation International do Brasil, 2003.

LAMBERT, T.D.; MALCOLM, J.R.; ZIMMERMAN, B. L. 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.

MEN, X. Y., et al. Influence of Human Disturbance to the Small Mammal Communities in the Forests. **Open Journal of Forestry**, v. 5, p. 1-9, 2015.

MYERS, P. "**Rodentia**". **Animal Diversity Web**. 2000. Disponível em << <http://animaldiversity.org/accounts/Rodentia/> >> Acesso em 03 de agosto de 2016.

MOURA, R.T. **Callistomys pictus**. In Machado, A. B. M.; Drummond, G. M.; Paglia, A. P. eds. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, v. p. 823-825, 2008.

\_\_\_\_\_. **Análise comparativa da estrutura de comunidades de pequenos mamíferos em remanescente de Mata Atlântica e em plantio de cacau em sistema de cabruca no sul da Bahia.** 1999 .67. f. Dissertação (Mestrado em Ecologia, onservção e manejo da vida silvestre)-Instituto de Ciências Biológicas. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.

\_\_\_\_\_. **Distribuição e ocorrência de mamíferos na Mata Atlântica do sul da Bahia** In: Prado P.I., Landau E.C., Moura R.T., Pinto L.P.S., Fonseca G.A.B., Alger K.N. (orgs.) Corredor de Biodiversidade da Mata Atlântica do Sul da Bahia. Publicação em CD-ROM, Ilhéus, IESB / CI / CABS / UFMG / UNICAMP, 2003.

MOURA, R.T. de; CASSANO, C.R. **Mamíferos em sistemas produtivos de cultura permanente no entorno da Reserva Biológica de Una, Bahia.** Relatório não publicado Instituto de Estudos Sócio Ambientais do Sul da Bahia, 2003.

NAIR, P. K. R. **An introduction to agroforestry.** [S.I.:s.n.] , 1993, 489p.

OLIVEIRA, L. Golden-headed lion tamarins in cabruca agroforest - what we know and what we still need to know...**Tamarin Tales** .v. 12, 2014.

OFORI, B. Y.; ATTUQUAYEFIO, D. K., GBOGBO, F. Terrestrial small mammal community structure in an anthropogenically-altered moist semi-deciduous forest zone of Ghana. **International Journal of Development and Sustainability**, v.2, p.1156-1168, 2013.

OWEN, R. D. et al. Spatiotemporal variation in *Akodon montensis* (Cricetidae: Sigmodontinae) and hantaviral seroprevalence in a subtropical forest ecosystem. **Journal of Mammalogy**, v. 91, n. 2, p. 467–481, 2010.

PAGLIA, A.P. et al. **Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil**. 2ª Edição. Conservation International, 2012, 82 p.

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

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **A vida dos vertebrados**. 4ª Edição. São Paulo: Atheneu, 2006, 764 p.

PREVEDELLO, J.A; MENDONÇA, F.A; VIEIRA, M.V. Uso do espaço por pequenos mamíferos: uma análise dos estudos realizados no Brasil. **Oecol. Bras.**v. 12, p. 610-625, 2008.

REIS, N. R. dos et al. **Mamíferos do Brasil**, Londrina, 2 ed., 2011, 439 p.

RICE, R. A.; GREENBERG, R. Cacao Cultivation and the Conservation of Biological Diversity. **Ambio**, v. 29, n. 3, p. 167–173, 2000.

SALA, O.E. et al .Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. **Science**. v.287, p. 1770-1774, 2000

SAMBUICHI, R.H. R; HARIDASAN M. Recovery of species richness and conservation of native Atlantic forest trees in the cacao plantations of southern Bahia in Brazil. **Biodivers Conserv**, v. 16, p. 3681–3701, 2007.

SAMBUICHI, R. H. R.et al. Cabruca agroforests in southern Bahia, Brazil: tree component, management practices and tree species conservation. **Biodivers Conserv**, on line doi: 10.1007/s10531-012-0240-3, 2012.

SCHROTH, G. et al . **Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes**. [S.I.:s.n.], 2004, 537 p.

SCOTT, D.M, et al., The impacts of forest clearance on lizard, small mammal and bird communities in the arid spiny forest, southern Madagascar, **Biological Conservation**, v. 127, p. 72-87, 2006

SOMARRIBA, E.; BEER, J. Productivity of Theobroma cacao agroforestry systems with timber or legume service shade trees. **Agroforest Syst** ,v. 81, p. 109–121, 2011.

THOMPSON, C. M; GESE, E. M. Influence of vegetation structure on the small mammal community in a shortgrass prairie ecosystem. **Acta Theriol**, v. 58, p. 55–61, 2013.

VAZ, S.M. Mamíferos colecionados pelo serviço de estudos e pesquisas sobre a febre amarela nos municípios de Ilhéus e Buerarema, estado da Bahia, Brasil. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro. v. 63, p. 21-28, 2005.

**2. QUANTO MAIS SOMBREADO MELHOR? SOBRE COMO A DIVERSIDADE  
DE PEQUENOS MAMÍFEROS É AFETADA PELO MANEJO  
AGROFLORESTAL NO SUL DA BAHIA, BRASIL**

**Manuscrito a ser submetido à revista “Journal of Mammalogy”**

## Quanto mais sombreado melhor? Sobre como a diversidade de pequenos mamíferos é afetada pelo manejo agroflorestal no sul da Bahia, Brasil

ADNA ALVES DE SOUZA SILVA<sup>1</sup>, CAMILA RIGHETTO CASSANO<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós Graduação em Zoologia, Universidade Estadual de Santa Cruz, Campus Prof. Soane Nazaré de Andrade, Km 16 – Rodovia Jorge Amado, Ilhéus, BA 45662-900, Brazil

<sup>2</sup>Laboratório de Ecologia Aplicada à Conservação, Universidade Estadual de Santa Cruz, Campus Prof. Soane Nazaré de Andrade, Km 16 – Rodovia Jorge Amado, Ilhéus, BA 45662-900, Brazil

\*Correspondent: crc.uesc@gmail.com

### Resumo

A atual tendência à intensificação do manejo agroflorestal, com consequente alterações na disponibilidade de recursos, pode resultar em mudanças nas comunidades biológicas que utilizam estes ambientes. Os pequenos mamíferos não voadores são um grupo com alta diversidade de espécies, com sensibilidades a alterações ambientais também diversas. Esse trabalho investiga a comunidade de pequenos mamíferos não voadores presente em nove agroflorestas de cacau que diferem em relação ao manejo do sombreamento; analisando como recursos importantes para pequenos mamíferos variam nestas agroflorestas e como as assembleias de espécies respondem a estas variações. Realizou-se uma caracterização do ambiente, medindo-se variáveis ligadas à intensidade de sombra - densidade e área basal de árvores e abertura do dossel - e à complexidade ambiental e disponibilidade de recursos para pequenos mamíferos - altura de herbáceas, densidade do sub-bosque, volume de serapilheira número de troncos caídos e rochas, área basal de frutíferas e biomassa de invertebrados. O inventário da mastofauna foi realizado com uso de armadilhas de contenção e interceptação-e-queda. Os sítios amostrais foram ordenados, por uma Análise de Componentes Principais (PCA), em função das variáveis ambientais. O primeiro eixo da PCA - positivamente relacionado com a complexidade da vegetação - e a área basal de árvores - *proxy* do grau de sombreamento - foram utilizadas para explicar a abundância, biomassa, e três estimativas de diversidade de pequenos mamíferos. Grande parte (27 a 48% da área basal) do sombreamento nas áreas estudadas é promovido por duas espécies arbóreas exóticas. Foram capturados 651 indivíduos pertencentes a 18 espécies, seis *Didelphiomorphia* e 12 *Rodentia*. As espécies mais abundantes foram *Rhipidomys mastacalis* e *Hylaeamys seauanezi*

. Foi encontrada uma relação positiva entre a abundância de pequenos mamíferos e a área basal de árvores. A diversidade de espécies apresentou uma relação negativa com esta variável, mas foi positivamente associada à vegetação estruturalmente mais complexa. O maior sombreamento em agroflorestas de cacau não resulta em maior diversidade de pequenos mamíferos, ao menos quando o dossel é dominado por poucas espécies arbóreas. Esta diversidade é favorecida por sistemas estruturalmente complexos, uma possível resposta à maior diversidade de recursos alimentares, abrigo e estruturas para locomoção.

**Palavras chave-** Diversidade, Manejo agroflorestal, Marsupiais, Mata Atlântica, Roedores.

## Introdução

Os sistemas agroflorestais (SAFs), práticas que associam espécies lenhosas perenes a cultivos agrícolas e/ou animais (Young 1991; Nair 1993), estão presentes em várias regiões tropicais, ocupando áreas antes dominadas por florestas com alta biodiversidade (Clough et al. 2009). SAFs tradicionalmente estabelecidos para plantio de café (*Coffea* sp.), na América Central, e cacau (*Theobroma cacao*), na África, Indonésia e América do Sul, caracterizam-se como forma de uso do solo capaz de conciliar produção e conservação de biodiversidade (Perfecto e Vandermeer 2008; Clough et al. 2009; Cassano et al. 2014). Esses SAFs tradicionais (daqui para frente denominados de agroflorestas) mantêm elevado número e diversidade de árvores nativas, o que os assemelha aos ecossistemas nativos (Sambuichi et al. 2012). No entanto, a demanda mundial por alta produtividade, problemas fitossanitários e o envelhecimento de plantações, bem como a instabilidade de preços têm impulsionado a intensificação do manejo agroflorestal (Rice e Greenberg 2000; Clough et al. 2009; Sambuichi et al. 2012), o que pode comprometer o valor de conservação desses sistemas.

Nas agroflorestas de cacau e café a intensificação no manejo ocorre principalmente por: (1) redução da densidade de árvores nativas para maior insolação e adensamento dos cultivos, chegando, em alguns casos, na conversão das agroflorestas em monoculturas; (2) substituição de árvores nativas por exóticas; (3) remoção do estrato herbáceo com roçagens mais frequentes e/ou com uso de herbicida; (4) utilização mais frequente de pesticidas e fertilizantes (Perfecto e Vandermeer 2008; Clough et al. 2009; Schroth et al. 2015). Além disso, a maior frequência humana em agroflorestas, para intensificação das práticas de manejo, pode resultar em maior taxa de encontro com espécies nativas, que são eventualmente caçadas, e maior invasão das agroflorestas por animais domésticos, a exemplo dos cães (*Canis familiaris*) que acompanham seus donos durante o trabalho (Frigeri et al. 2014).

A intensificação do manejo agroflorestal, pode influenciar negativamente a ocorrência de vertebrados, a exemplo de mamíferos de maior porte (Cassano et al. 2014), e resultar na redução da diversidade de espécies, como observado para anfíbios (Deheuvels et al. 2014) e pequenos mamíferos (Caudill et al. 2014a). No entanto, esta resposta negativa nem sempre é observada, Deheuvels et al. (2014) não encontraram diferença significativa na diversidade de pequenos mamíferos entre agroflorestas com manejos distintos, atribuindo este resultado à mobilidade dos espécimes entre as agroflorestas e outros ambientes adjacentes (pequenos

remanescentes florestais e pomares), à alta oferta de alimento nas agroflorestas e, principalmente, ao fato das assembleias carecerem de espécies florestais. Além da influência do manejo agroflorestal, espera-se um efeito da paisagem agrícola sobre a diversidade de espécies. Agroflorestas situadas em regiões com maior quantidade de remanescentes florestais na paisagem devem possuir comunidades mais ricas e diversas do que aquelas situadas em uma paisagem com poucos remanescentes. No sul da Bahia, Brasil, isto foi observado para aves, morcegos, anfíbios e lagartos (Faria et al. 2006, 2007). Da mesma forma, a distância das agroflorestas para remanescentes florestais influenciou negativamente a riqueza e abundância de grandes mamíferos (Bali et al. 2007), interferiu na presença de pequenos mamíferos nativos (Wiest et al. 2010) e reduzir a diversidade de alguns grupos de aves, mamíferos voadores e não voadores (Estrada et al 1994; Faria e Baumgarten 2007, Cough et al 2009, Caudill et al. 2014a).

Os pequenos mamíferos exercem papéis relevantes na dinâmica dos ecossistemas naturais e também em ecossistemas modificados pelo homem. São presas importantes para algumas aves (Scheibler e Christoff 2007), répteis (Sant'Anna e Abe 2007) e mamíferos maiores (Rocha-Mendes et al. 2010). Atuam como dispersores de sementes e fungos micorrizos (Mangan e Adler 2000; Cáceres 2012; Lambert et al. 2014), polinizadores (Johnson et al. 2001), predadores de sementes, de invertebrados ou mesmos pequenos vertebrados (Vieira et al. 2006; Reis 2011; Cáceres 2012; Galetti et al. 2015). Algumas espécies são de interesse de saúde pública por estarem associadas à transmissão de zoonoses (Lemos 2014) ou interesse econômico, por gerarem prejuízos como a predação de cultivos agrícolas (Bonecker et al. 2009). As agroflorestas de cacau são ambientes propícios à manutenção de populações de pequenos mamíferos devido à sua relativa complexidade estrutural, proporcionando recursos alimentares e abrigo (Moura 1999; Deheuvels et al. 2014). As agroflorestas de cacau podem manter comunidades de pequenos mamíferos tão ricas quanto aquelas encontradas no habitat nativo, incluindo espécies arborícolas, porém tendem a abrigar populações maiores de espécies generalistas (Moura 1999; Pardini 2004; Deheuvels et al. 2014). Tais ambientes são também capazes de abrigar espécies ameaçadas de extinção, à exemplo do roedor *Callistomys pictus* (Moura 2008).

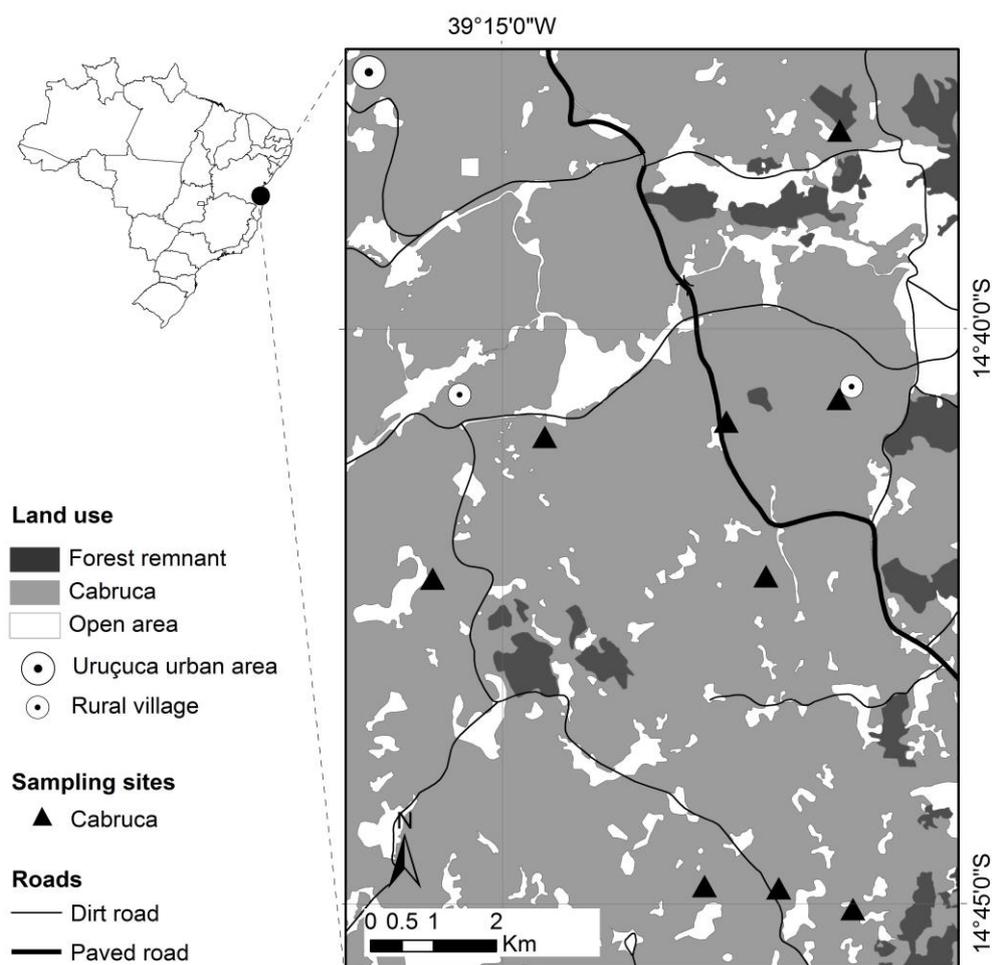
Em ambientes florestais tem sido observado que os pequenos mamíferos respondem a variações nas características do habitat, como densidade do estrato herbáceo (Men et al. 2015), densidade de caules lenhosos e quantidade de troncos caídos, e oferta de recursos, como abundância de artrópodes e árvores frutíferas (Lambert et al. 2006). Em agroflorestas,

maior abundância de pequenos mamíferos em áreas com maior cobertura de herbáceas, maior área basal de grandes árvores de sombra ou próximo à plantações de frutíferas, já a maior riqueza esteve associada ao aumento da cobertura de herbáceas e da abundância de grandes árvores (Caudill et al. 2014a; b; Deheuvels et al. 2014). No presente estudo descreveu-se a comunidade de pequenos mamíferos não-voadores em agroflorestas de cacau com diferentes intensidades de manejo do sombreamento (medido pela abertura do dossel, densidade e área basal de árvores), analisou-se como recursos importantes para pequenos mamíferos variam nestas agroflorestas e se a estrutura da comunidade responde a tais variações. A hipótese é que sítios mais sombreados apresentam maior oferta de recursos e são estruturalmente mais complexos; conseqüentemente, abrigam assembleias de pequenos mamíferos mais diversas e abundantes, e com maior representatividade de especialistas florestais.

## **Material e métodos**

### *Área de estudo*

O estudo foi desenvolvido em uma paisagem típica da região cacauceira do sul da Bahia (coordenada central: 14°42'9''S, 39°12'42''W; Figura 1), dominada por agroflorestas de cacau (82%) e com poucos remanescentes de vegetação nativa (4,8%) e áreas abertas (pastos, plantações anuais e áreas urbanas) (Faria et al. 2006). A vegetação original nesta região é a Floresta Úmida Sul Baiana (Thomas 2003). O clima é do tipo Af na classificação de Köpen, quente e úmido, com temperatura e precipitação média anual de 25°C e 1200 mm (Mori et al. 1983).



**Fig. 1.**— Mapa da área de estudo com localização dos sítios amostrais utilizados para caracterização ambiental e da comunidade de pequenos mamíferos não voadores em agroflorestas de cacau, no sul da Bahia, Brasil.

As amostragens do presente estudo foram realizadas em nove agroflorestas de cacau, com densidade de árvores de sombreamento variando de 40 até 300 árvores, com Diâmetro a Altura do Peito (DAP) >10 cm, por hectare. Estes valores de densidade arbórea representam extremos de plantações de cacau consideradas intensamente manejadas (baixa densidade arbórea) a plantações consideradas muito sombreadas (alta densidade arbórea) (Schroth et al. 2015). O valor de 40 árvores nativas por hectare corresponde ao mínimo autorizado pela legislação que regulamenta o corte de árvores nativas em agroflorestas de cacau no estado da Bahia (Bahia 2015).

As nove agroflorestas foram sítios de estudo do projeto “Funcionalidade ecológica em sistemas florestais da região cacaueira do Sul da Bahia”, que objetivou inventariar a

vegetação arbórea e estimar o carbono acima do solo em 12 parcelas de um hectare (uma parcela em cada agrofloresta). Os critérios para seleção dos nove sítios amostrais para o presente trabalho foram plantações de cacau formando um gradiente de sombra por espécies arbóreas preferencialmente nativas e com distância mínima de 1 km entre si. Distância suficiente para assumir independência amostral (Martin et al. 2012) e equivale a uma área superior a área de uso estimada para *Didelphis aurita* - 1,8 ha (Passamani e da Rosa 2015)- espécie com maior vagilidade entre os pequenos mamíferos.

#### *Coleta de dados*

*Variáveis ambientais.* — Em cada agrofloresta foi demarcada uma parcela de um hectare (100 x 100 m), com distância mínima de 100 m da borda com áreas abertas. Nesta, foi feita a caracterização do grau de sombreamento, complexidade da vegetação e disponibilidade de recursos. A definição de complexidade do habitat aqui adotada segue August (1983) refere-se à estratificação vertical da vegetação e inclui medidas de serapilheira, troncos caídos e rochas. Sendo habitat complexo aqueles com maior densidade de árvores e arbustos, altura de herbáceas, volume de serapilheira, quantidade de pedras e troncos caídos. O grau de sombreamento foi medido a partir das variáveis: densidade arbórea, abertura do dossel e área basal. A densidade arbórea e a área basal foram calculadas a partir da amostragem de todas as árvores com DAP > 10 cm dentro da parcela. A coleta destes dados foi realizada como parte do projeto “Funcionalidade ecológica em sistemas florestais da região cacauera do Sul da Bahia”, por pesquisadores da Universidade Federal da Bahia. Para a estimativa de abertura do dossel utilizou-se fotografias hemisféricas obtidas em cinco pontos posicionados no centro e nas diagonais (a 20 m do centro) em cada parcela. Foi utilizada uma câmera Nikon D3200 com lente olho de peixe, montada a 1 m de altura do solo, sobre um tripé nivelado, com o topo da fotografia orientada para o norte magnético. As fotografias foram analisadas no programa Gap Light Analyzer (GLA 2.9) e seguiram metodologia utilizada por (Martini 2002).

Sete variáveis foram utilizadas para caracterizar a complexidade da vegetação e disponibilidade de recursos (Tabela S1). A seleção deste conjunto de variáveis se baseou em recursos importantes para pequenos mamíferos descritos na literatura (August 1983; Fonseca e Robinson 1990; Lambert et al. 2006; Galetti et al. 2010; Caudill et al. 2014b; Honorato et al. 2015). Seis destas variáveis: altura do estrato herbáceo, densidade do sub-bosque, quantidade de troncos caídos, quantidade de rochas, peso seco de invertebrados, volume da serapilheira

foram amostradas em 24 pontos distribuídos dentro da parcela de 100 x 100 m, que corresponderam aos pontos de captura de pequenos mamíferos com armadilhas de contenção (Figura 2). A sétima variável, área basal de fruteiras, foi calculada para toda a parcela 100 x 100 m com base nos dados do projeto “Funcionalidade ecológica em sistemas florestais da região cacauceira do Sul da Bahia”.

A estimativa de densidade do sub-bosque foi obtida pelo método ponto quadrante. A partir do centro de cada estação mediu-se a distância dos arbustos (plantas lenhosas entre 1,5 e 5 m de altura) mais próximos, considerando-se quatro quadrantes posicionados a partir de uma direção sorteada (metodologia adaptada de Durigan 2006). A altura do estrato herbáceo e uma estimativa do volume de serapilheira foram medidas duas vezes por estação em direções (N, S, L ou O) sorteadas. Para medir a altura do estrato herbáceo utilizou-se uma parcela de 50 x 50 cm como referência e mediu-se a planta mais alta no interior desta. No centro desta parcela coletou-se a serapilheira em uma área de 25 x 25 cm. A serapilheira foi transferida para um recipiente graduado para mensuração do volume compactado. No centro de cada uma das 24 estações projetou-se um raio de 10 m e contou-se todos os troncos caídos com diâmetro >10 cm e as rochas com diâmetro >50 cm. Os invertebrados foram amostrados simultaneamente à captura de pequenos mamíferos (descrita a seguir). Em cada estação de captura foi instalada uma armadilha de queda tipo *piftall* (copo de 200 ml) totalizando 24 armadilhas/sítio, contendo água e detergente e formaldeído 10%. Estes permaneceram em campo durante 72 hs. Os invertebrados capturados foram secos em estufa durante 24 hs a uma temperatura de 40°C, em seguida pesados em balança analítica para obtenção da massa seca.

As seis variáveis acima descritas foram medidas no período de março/abril de 2016, final da primeira amostragem de pequenos mamíferos e três delas: altura do estrato herbáceo, volume de serapilheira e peso seco de invertebrados, foram reamostradas no período entre julho e setembro de 2016 junto com a segunda amostragem de pequenos mamíferos. Nas análises foram utilizados os valores médios por sítio das variáveis: abertura do dossel, altura do estrato herbáceo, número de troncos caídos, massa seca de invertebrados e número de rochas e o somatório por sítio das variáveis: área basal total, área basal de frutíferas, densidade arbórea, densidade do sub-bosque.

A área basal de frutíferas correspondeu à somatória da área basal de *Artocarpus heterophyllus* e *Spondias mombin* na parcela de 100 x 100 m. As duas espécies são exóticas, correspondem às frutíferas mais abundantes nas agroflorestas estudadas, e são comuns em grande parte das agroflorestas do sul da Bahia (Oliveira et al. 2011; Sambuichi et al. 2012).

*Pequenos mamíferos.* — A amostragem de pequenos mamíferos ocorreu em duas campanhas com duração de sete dias em cada sítio amostral. Conjuntos de três sítios foram amostrados simultaneamente. A primeira campanha em todos os sítios aconteceu no verão (novembro de 2015 a fevereiro de 2016) e a segunda no inverno (julho a setembro de 2016).

Em cada parcela de 100 x 100 m, as mesmas utilizadas para amostragem de variáveis ambientais, foram distribuídos quatro transectos de 100 m espaçados entre si 20 m e contendo seis estações de captura, distanciadas 20 m. Em cada estação foram dispostas duas armadilhas (uma *Sherman*® - 30 x 9 x 8 cm - e uma *Tomahawk*® - 45 x 16 x 16 cm) montadas no solo e no sub-bosque alternadamente (Figura S2). As armadilhas foram iscadas com uma pasta composta por paçoca de amendoim, sardinha, banana, fubá e aveia. As iscas foram repostas quando consumidas ou a cada dois dias. Em cada parcela foi instalada também uma linha de *pitfall* (seis baldes 60 litros enterrados e interligados por cerca guia) distantes 30 metros do conjunto de armadilhas. Dessa forma o esforço amostral foi 672 armadilhas/noite por sítio, totalizando 6.048 armadilhas/noite e 84 *pitfall*/noite por sítio totalizando 756 *pitfall*/noite.

Para cada animal capturado foram anotados: local da coleta, tipo de armadilha, espécie, dados biométricos. Os indivíduos foram marcados com brincos (Fish and small animal tag-size 1- National Band and Tag Co., Newport, Kentucky) e liberados próximo ao local onde foram capturados. Indivíduos que morreram nas armadilhas e indivíduos cuja identificação em campo não pode ser confirmada foram coletados. Além disso, com o objetivo de viabilizar o estudo, estabeleceu-se uma parceria com pesquisadores do Laboratório de Parasitologia Veterinária da UESC, para tal 77 espécimes, distribuídos em onze espécies oriundos de três sítios amostrados em janeiro foram coletados. Para os espécimes não coletados a identificação da espécie ocorreu em campo, seguindo bibliografia especializada (Gardner 2007; Bonvicino 2008; Voss e Jansa 2009; Reis e Perachii 2010, Weksler e Percequillo 2011; Cáceres 2012). A captura e coleta seguiram as recomendações da *American Society of Mammalogists* (Sikes e Gannon 2011), a coleta dos espécimes testemunho foi realizada sob licença do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO- 49238-1) e da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA-UESC, nº 015/2015). Já a coleta dos 77 espécimes para o trabalho em parceria com o Laboratório de Parasitologia ocorreu sob autorização (SISBIO-17131-4) e (CEUA-UESC, nº 003/2013). Todos os indivíduos coletados foram depositados na Coleção de Mamíferos Alexandre Rodrigues Ferreira da Universidade Estadual de Santa Cruz (CMARF-UESC).

### *Análise de dados*

A relação entre as dez variáveis ambientais foi investigada utilizando uma Análise de Componentes Principais (PCA) realizada no pacote “vegan” do programa R versão 3.3.1 (R Core Team, 2016). A partir da PCA (ver resultados), três variáveis ambientais foram selecionadas como explanatórias dos parâmetros estimados para a comunidade de pequenos mamíferos: área basal, densidade arbórea e o componente um da PCA (PC1). No entanto, duas delas (PC1 e densidade arbórea) foram positivamente correlacionadas ( $R^2$  0,66,  $p=$  0,05; Tabela S2) e, desta forma, optou-se por utilizar apenas duas variáveis explanatórias (área basal e PC1).

Os dados obtidos com a amostragem de pequenos mamíferos nas duas campanhas foram agrupados e utilizados nas análises subsequentes. O sucesso de captura foi obtido pela razão entre o total de capturas realizadas e o esforço amostral de todas as armadilhas. A abundância correspondeu ao número total de indivíduos capturados por sítio. A estimativa de biomassa foi obtida pelo somatório da massa de todos os indivíduos capturados na parcela de um hectare.

A diversidade das comunidades de pequenos mamíferos foi descrita com uso da função “AlphaDiversity” do pacote “entropart” no programa R (R Core Team, 2016), para valores de  $q$  igual a 0, 1 e 2. Esta função utiliza o estimador de diversidade verdadeira  ${}^qD$  (*true diversity*, também conhecido como Hill numbers em função de sua descrição por Hill (1973)) descrito em Jost (2006). O parâmetro “ $q$ ” determina a sensibilidade da estimativa às abundâncias relativas. Quando  $q=0$ , as abundâncias das espécies não interferem no cálculo da diversidade, gerando-se assim uma estimativa da riqueza de espécies, a qual é bastante influenciada pela presença de espécies raras e, conseqüentemente, pela suficiência amostral. Quando  $q=1$ , o estimador equivale ao exponencial do índice de Shannon fortemente influenciado pelas espécies comuns na comunidade. Para  $q=2$ , o estimador equivale ao inverso do índice de Simpson que é influenciado pelas espécies com altas abundâncias. Os valores de diversidade gerados pela função “AlphaDiversity” podem ser corrigidos em função da suficiência amostral. A opção de correção utilizada “Best” é o padrão da função “AlphaDiversity” e segue (Chao et al. 2013; Chao e Jost 2015).

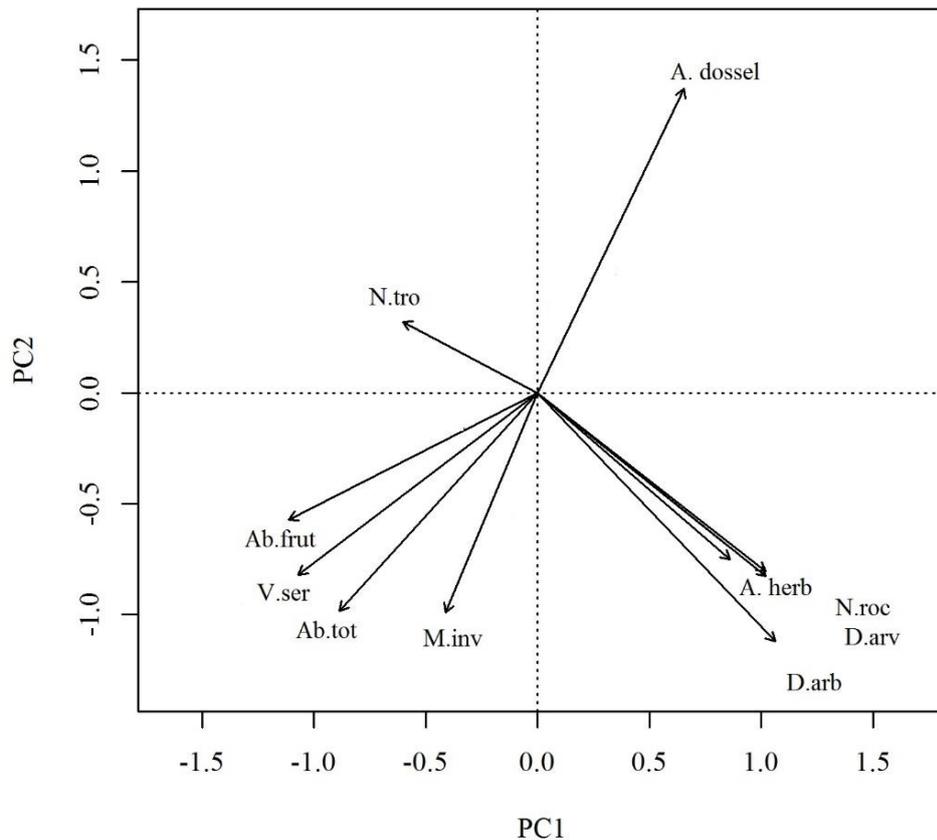
As comunidades de pequenos mamíferos foram ordenadas em função de suas estruturas, utilizando um Escalonamento Multidimensional Não Métrico-NMDS, através da função “metaMDS” do pacote “vegan” (R Core Team, 2016). Para tal utilizou-se a raiz quadrada da abundância por espécie e o índice de dissimilaridade Bray-Curtis.

Para verificar a relação entre os parâmetros da comunidade de pequenos mamíferos: abundância, biomassa, estimativas de diversidade ( ${}^0D$ ,  ${}^1D$  e  ${}^2D$ ), ordenação da estrutura da comunidade, e as variáveis ambientais relacionadas ao grau de sombreamento e a disponibilidade de recursos, utilizou-se modelos lineares. Modelos Lineares Generalizados (GLM) com a distribuição Poisson foram utilizados para modelos a abundância total e Modelos Lineares (LM) foram utilizados para os demais parâmetros da comunidade. Nos modelos construídos com o parâmetro “diversidade  ${}^0D$ ”, optou-se em remover um dos sítios amostrais da análise por se tratar de uma supestimativa da riqueza, uma vez que esta foi superior à riqueza de espécies de pequenos mamíferos conhecida para a região. Para cada parâmetro da comunidade construiu-se três modelos: um nulo, e dois com cada uma das variáveis preditoras (área basal ou PC1). Os três modelos construídos para cada parâmetro foram comparados usando o critério de informação de Akaike modificado para amostras pequenas (AICc) (Hurvich e Tsai 1989). Modelos com  $\Delta AICc < 2$  foram considerados igualmente plausíveis (Burnham e Anderson 2002). A construção e seleção dos modelos foi executada no programa R (R Core Team, 2016) utilizando o pacote “bbmle”.

## Resultados

*Variáveis ambientais.* —Os dois primeiros eixos da PCA explicaram 64% da variação entre os sítios (Fig. 3). O primeiro eixo (PC1) explicou 38% da variação total, este eixo é positivamente associado com a complexidade estrutural da vegetação (valores positivos associados às variáveis densidade de árvores, altura do estrato herbáceo e quantidade de troncos caídos) e negativamente associado aos recursos alimentares potenciais para pequenos mamíferos (valores negativos associados sobretudo à maior abundância de frutíferas, mas também à maior massa de invertebrados). O segundo eixo explicou 26% da variação total e se relaciona negativamente com o sombreamento (valores positivos associados a sítios com dossel mais aberto e valores negativos associados com maior área basal total) e com a disponibilidade de recursos (valores negativos associados a sítios com maior densidade de arbustos e altura de herbáceas, e maior massa de invertebrados).

Entre as variáveis selecionadas para caracterizar o gradiente de sombreamento, observa-se que a área basal aumenta em uma direção oposta à abertura do dossel, estas são negativamente correlacionadas ( $r = -0,60$ ;  $p = 0,08$ ; Tabela S2). Por outro lado, a densidade arbórea segue numa direção quase ortogonal às duas outras variáveis com baixa correlação com a abertura do dossel ( $r = -0,05$ ;  $p = 0,90$ ) e área basal total ( $r = 0,13$ ,  $p = 0,72$ ; Tabela S2).



**Fig. 2.** —Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis ambientais amostradas em nove agroflorestas de cacau, no sul da Bahia, Brasil. Variáveis ambientais: A.dossel = Abertura do dossel (%), A.herb = Altura média do estrato herbáceo (cm), Ab.tot = Área basal total (m<sup>2</sup>/ha), Ab.frut = Área basal fruteiras (m<sup>2</sup>/ha), D.arv = Densidade arbórea (ind./ha), D.arb = Densidade do sub-bosque (ind./ha), N.tro = Número de troncos caídos, M.inv = Massa seca de invertebrados (g), N.roc = Número de rochas, V.ser = Volume da serapilheira (ml).

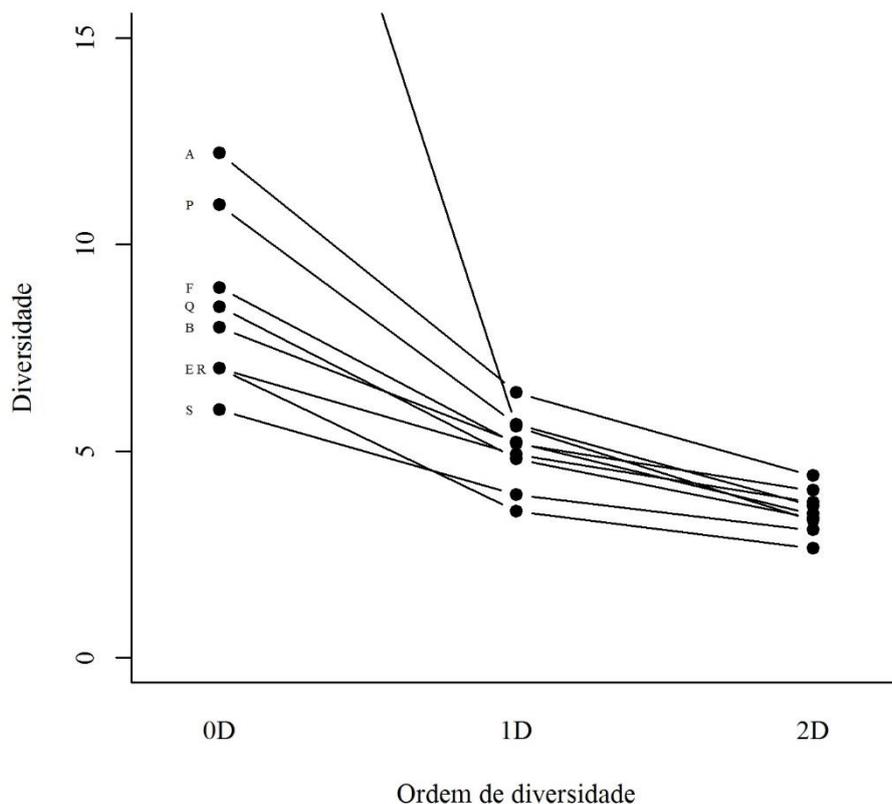
*Pequenos mamíferos.* —Foram realizadas 960 capturas de 651 indivíduos pertencentes a 18 espécies de pequenos mamíferos, sendo seis marsupiais e 12 roedores (Tabela 1). O sucesso de captura foi de 16,6% considerando recapturas e 10,8% apenas capturas, o percentual de recaptura 35% (em todos percentuais excluindo os dados de três sítios que houve coleta na primeira campanha). As espécies mais frequentes foram *Rhipidomys mastacalis* (44% do total de indivíduos capturados), *Hylaeamys seauanezi* (24%), *Marmosa murina* (11%), *Nectomys squamipes* (6%), *Akodon cursor* (4%) e *Oligoryzomys nigripes* (4%). *Necromys lasiurus*, *Marmosops incanus* e sp.1 foram as menos frequentes com a captura de um indivíduo de cada. *Rhipidomys mastacalis*, *Hylaeamys seauanezi* e *Nectomys squamipes* estiveram

presente em todos os sítios amostrais. Uma espécie exótica, *Rattus rattus* foi também capturada em um dos sítios amostrais.

Tabela 1.—Pequenos mamíferos não voadores capturados em nove agroflorestas de cacau no sul da Bahia. Hábito de locomoção (Lc): Ar=arborícola, SA=semiaquática, Sc=escansorial e Te=terrestre, e dieta: Fr=frugívoro, In=insetívoro, Gr=granívoro, On=onívoro, Se=Predador de sementes, segundo (Clark 1982; Paglia et al. 2012). Uso de habitat (Uh): Ef= Especialista florestal, Ea= Especialista de áreas abertas e G= Generalista de acordo com (Pardini, 2004, Rossi 2011 e Estavillo et al. 2013). N<sub>sit</sub> indica o número de sítios em que a espécie foi encontrada; N<sub>i</sub> é o número de indivíduos capturados e (f<sub>ri</sub> %) frequência relativa de indivíduos capturados, e N<sub>c</sub> o número total de capturas e f<sub>ri c</sub>(%) é a frequência relativa total de captura.

Espécie	Nome comum	Lc	Dieta	Uh	N <sub>sit</sub>	N <sub>i</sub> (f <sub>ri</sub> %)	N <sub>c</sub>	f <sub>ri c</sub> (%)
<b>Didelphimorphia/Didelphidae</b>								
<i>Didelphis aurita</i> (Wied-Neuwied, 1826)	Gambá/mucura	Sc	Fr/On	Ef	4	12 (1,8)	20	2,08
<i>Gracilinanus microtarsus</i> (A. Wagner, 1842)	Cuíca	Ar	In/On	G	2	3 (0,5)	3	0,31
<i>Marmosa murina</i> (Linnaeus, 1758)	Catita /guaiquica	Sc	In/On	G	8	72 (11,1)	113	11,77
<i>Marmosa (cf.) demerarae</i> (Voss e Jansa, 2009)	Cuica/catita	Sc	In/On	G	2	5 (0,7)	5	0,52
<i>Marmosops incanus</i> (Lund, 1840)	Cuica	Sc	In/On	Ef	1	1(0,2)	1	0,10
<i>Monodelphis americana</i> (Muller, 1776)	Cuíca-de-três listras	Te	In/On	Ef	2	5 (0,7)	5	0,52
<b>Rodentia/cricetidade</b>								
<i>Akodon cursor</i> (Winge, 1887)	Rato-do-chão	Te	In/On	G	6	24 (3,7)	30	3,13
<i>Cerradomys vivoi</i> (Percequillo, Zaher e Bonvicino, 2008)	Rato-do-chão	Te	Fr/Gr	Ea	2	7 (1,1)	9	0,94
<i>Eurioryzomys russatus</i> (Wagner, 1848)	Rato do maro	Te	Fr/Gr	Ef	2	2(0,3)	2	0,21
<i>Hylaeamys seauanezi</i> (Bernard, Langguth e Percequillo, 2013)	Rato-do-mato	Te	Fr/Gr	Ef	9	155 (23,8)	214	22,29
<i>Necomys lasiurus</i> (Lund, 1841)	Rato-do-mato	Te	Fr/On	G	1	1 (0,2)	1	0,10
<i>Nectomys squamipes</i> (Brants, 1827)	Rato-d'água	Sa	Fr/On	G	9	40 (6,2)	62	6,46
<i>Oligoryzomys flavescens</i> (Waterhouse, 1837)	Rato-do-mato	Sc	Fr/Gr	G	2	6 (0,9)	6	0,63
<i>Oligoryzomys nigripes</i> (Olfers, 1818)	Rato-do-mato	Sc	Fr/Gr	G	8	23 (3,5)	25	2,60
<i>Rhipidomys mastacalis</i> (Lund, 1840)	Rato-da-árvore	Ar	Fr/Se	G	9	286 (43,9)	452	47,08
<i>Thaptomys nigrita</i> (Lichtenstein, 1830)	Rato-do-chão	Te	In/On	Ef	2	2 (0,3)	2	0,21
sp.1	-	-	-	-	1	1 (0,2)	1	0,10
<b>Rodentia/Muridae</b>								
<i>Rattus rattus</i> (Linnaeus, 1758)	Rato doméstico	Te	On	Ea	1	6 (0,9)	9	0,94
Total						651 (100)	960	100

Considerando a diversidade de espécies, maior variabilidade entre os sítios é observada quando se considera o estimador  ${}^qD$  (*true diversity*) com  $q=0$  ( ${}^0D$  varia entre 6 e 12,2; Figura 5 e Tabela 2). Quando maior peso é atribuído a espécies com abundâncias intermediárias a estimativa de diversidade ( ${}^1D$ ) varia entre 3,5 e 6,4. Já para a estimativa  ${}^2D$  resultou em valores entre 2,6 e 4,4. Desconsiderando a superestimativa gerada para o sítio C, um dos sítios (A) é o mais diverso em todas as estimativas e, dois sítios (E e S) alternam entre si como os menos diversos.



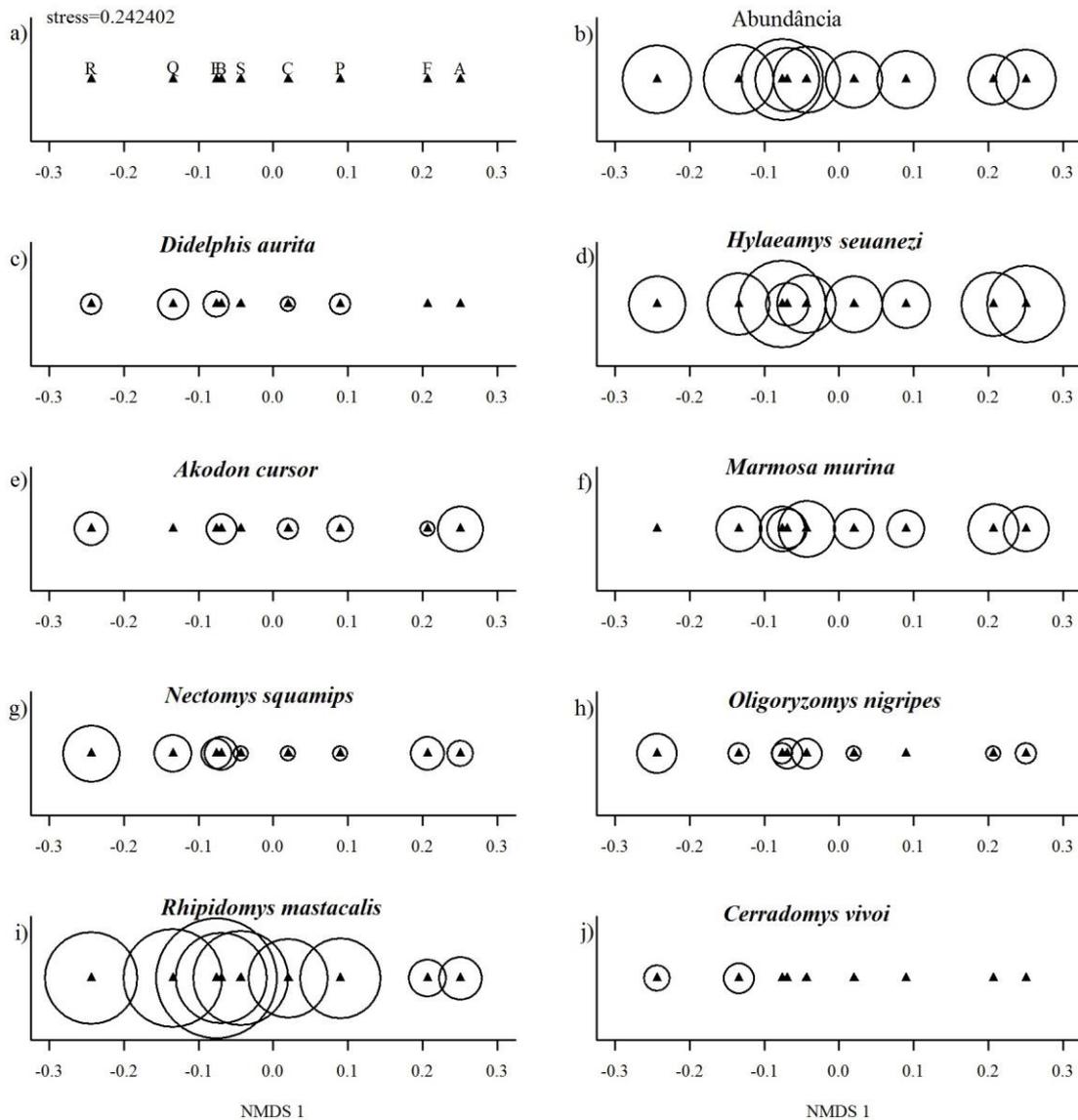
**Fig. 3.**— Estimativas de diversidade verdadeira (D) das nove comunidades de pequenos mamíferos, quando o parâmetro “q” é igual a 0,1 e 2.

**Tabela 2.** —Estimativas de diversidade verdadeira  ${}^qD$  (*true diversity*) das comunidades de pequenos mamíferos, para nove agroflorestas de cacau no sul da Bahia.

${}^qD$	A	B	C	E	F	P	Q	R	S
q0	12,2*	8,0	27,7†	7,0	8,9	11,0	8,5	7,0	6,0**
q1	6,4*	5,2	5,6	3,5**	5,2	5,6	4,8	4,9	3,9
q2	4,4*	3,5	3,3	2,6**	4,0	3,7	3,4	3,8	3,0

\*maior diversidade alfa, \*\*menor diversidade alfa, † valor desconsiderado por ser uma superestimativa.

A ordenação dos sítios em função da estrutura da comunidade de pequenos mamíferos (stress 0,24; Fig. 5) coloca os sítios A e F em um extremo do eixo NMDS1 (extremo positivo na Figura 5a) se comparados aos demais. Nesses, houve uma menor abundância total (Fig. 5b) e menor abundância de *R. mastacalis* (Fig. 5i). Além disso, os sítios A, F e P (três maiores valores no eixo NMDS1) estiveram constantemente entre os sítios de maior diversidade de espécies, independentemente do índice considerado (Tabela 2). Os sítios com valores intermediários de NMDS1 tiveram grande abundância das três espécies mais comuns no estudo: *R. mastacalis* (Fig. 5i), *H. seauanezi* (Fig. 5d) e *M. murina* (Fig. 5f). No sítio posicionado mais distante do conjunto de todos os sítios situado no menor valor NMDS1 houve alta abundância de *Oligoryzomys nigripes* (Fig. 5h), *Nectomys squamipes* (Fig. 5g) e ausência de *Marmosa murina* (Fig. 5f). Além disso, os dois sítios situados nos menores valores de NMDS1 foram os únicos com presença de *Cerranomys vivoi* (Fig. 5h).



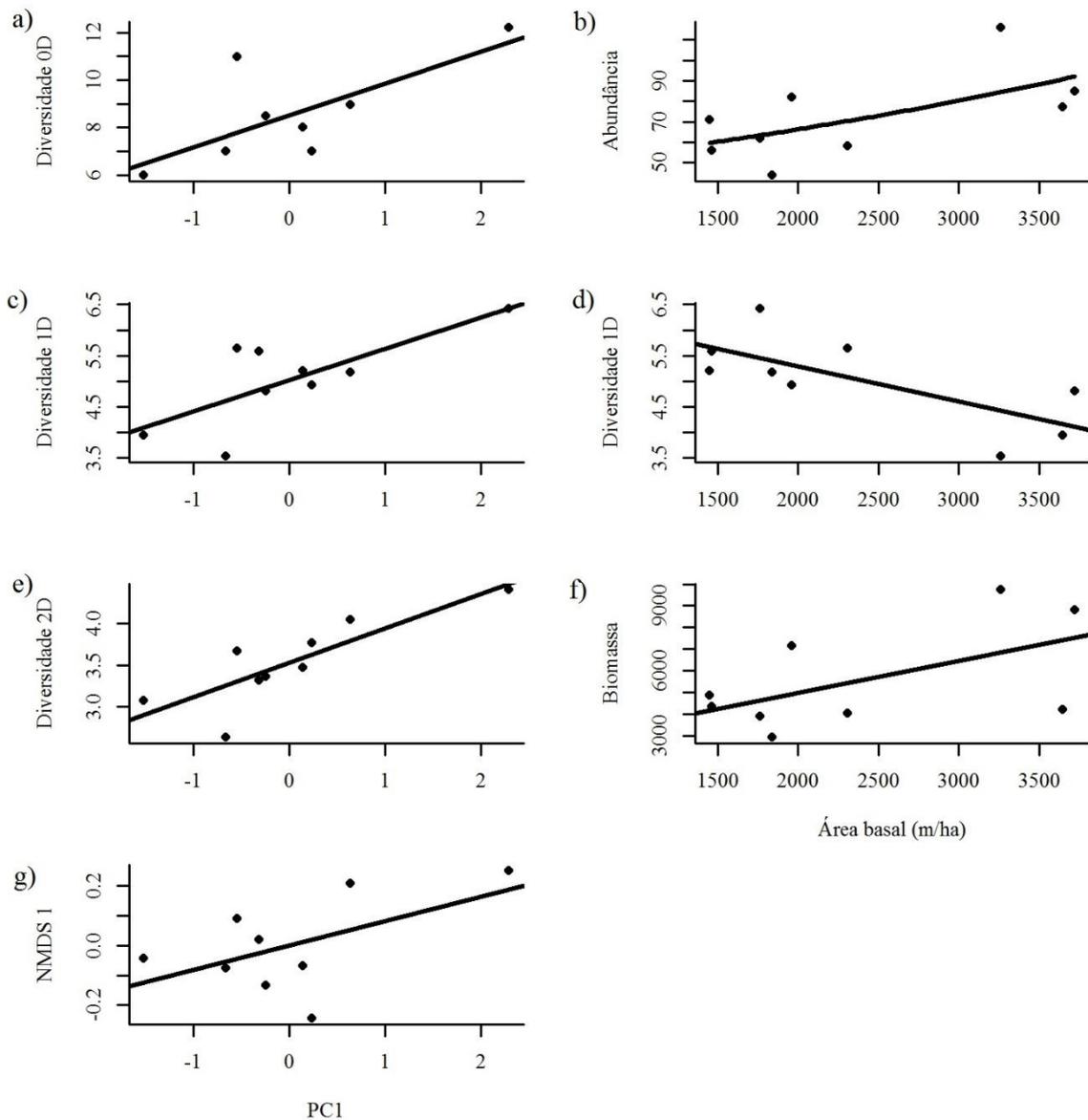
**Fig. 4.**— Ordenação do NMDS, em uma dimensão, em função da similaridade da estrutura das comunidades de pequenos mamíferos em nove sítios agroflorestas de cacau no sul da Bahia, Brasil (stress = 0,24). Os círculos nos painéis b) a i) são proporcionais à raiz quadrada da abundância total (em b) e das oito espécies mais frequentes (c até i). Painéis c) e d) são espécies especialistas florestais, e) a i) espécies generalistas e j) especialista de área aberta.

O modelo com a variável PC1, que corresponde ao gradiente de complexidade ambiental (valores positivos), esteve entre os modelos selecionados para explicar a variação nas estimativas de diversidade  ${}^0D$ ,  ${}^1D$  e  ${}^2D$ , bem como a variação na estrutura da comunidade (NMDS1) (Tabela 3, Fig. 6). Os sítios com maior complexidade estrutural foram posicionados nos maiores valores de diversidade e de NMDS1. Contudo, para a diversidade  ${}^0D$  (estimativa de riqueza) e o eixo do NMDS1 o modelo nulo também foi selecionado.

Modelos cuja variável preditora foi a área basal total, composta em grande parte (27 a 48% da área basal total) por duas espécies de frutíferas *Artocarpus heterophyllus* e *Spondias mombim*, estiveram entre aqueles selecionados para explicar a variação da abundância total, biomassa e diversidade <sup>1</sup>D de pequenos mamíferos (Tabela 2, Fig. 6). Abundância total e biomassa foram positivamente associadas à área basal (Fig. 6b e f, respectivamente), mas a biomassa também foi explicada pelo modelo nulo. Por outro lado, a diversidade <sup>1</sup>D foi negativamente associada à área basal (Fig. 6d).

**Tabela 2.**— Seleção de modelos descrevendo a resposta de seis parâmetros da comunidade de pequenos mamíferos a duas variáveis preditoras em nove agroflorestas de cacau, no sul da Bahia, Brasil. Variáveis preditoras: gradiente de complexidade estrutural (PC1) e a área basal. Um modelo nulo também foi incluído como referência.  $\Delta$ AICc= diferença entre o AICc do modelo indicado e o mínimo AICc entre os modelos concorrentes, df= número de parâmetros do modelo;  $w_i$  = peso do modelo. Os modelos selecionados são destacados em negrito.

Parâmetro da comunidade	Variável preditora	$\Delta$ AICc	df	$w_i$
Abundância	<b>Área basal</b>	<b>0,0</b>	<b>2</b>	<b>0,996</b>
	PC1	11,6	2	0,003
	Modelo nulo	15,1	1	<0,001
Biomassa	<b>Modelo nulo</b>	<b>0,0</b>	<b>2</b>	<b>0,614</b>
	<b>Área basal</b>	<b>1,4</b>	<b>3</b>	<b>0,308</b>
	PC1	4,1	3	0,078
<sup>0</sup> D	<b>PC1</b>	<b>0,0</b>	<b>3</b>	<b>0,556</b>
	<b>Modelo nulo</b>	<b>0,9</b>	<b>2</b>	<b>0,359</b>
	Área basal	3,8	3	0,085
<sup>1</sup> D	<b>PC1</b>	<b>0,0</b>	<b>3</b>	<b>0,49</b>
	<b>Área basal</b>	<b>0,6</b>	<b>3</b>	<b>0,36</b>
	Modelo nulo	2,3	2	0,16
<sup>2</sup> D	<b>PC1</b>	<b>0,0</b>	<b>3</b>	<b>0,923</b>
	Modelo nulo	5,9	2	0,047
	Área basal	6,9	3	0,030
NMDS	<b>Modelo nulo</b>	<b>0,0</b>	<b>2</b>	<b>0,62</b>
	<b>PC1</b>	<b>1,6</b>	<b>3</b>	<b>0,27</b>
	Área basal	3,5	3	0,11



**Fig. 5.** —Gráfico dos modelos lineares mais parcimoniosos ( $\Delta AICc \leq 2$ ) prevendo a variação de parâmetros da comunidade de pequenos mamíferos (abundância, diversidade  $^0D$ ,  $^1D$ ,  $^2D$  e eixo 1 do NMDS) em função do gradiente de complexidade estrutural (PC1) e da área basal em nove agroflorestas de cacau no sul da Bahia, Brasil.

## Discussão

As agroflorestas de cacau constituem habitat para um grande número de espécies nativas de pequenos mamíferos na região de estudo. A riqueza de espécies observada (17 nativas e uma exótica) foi elevada e similar (considerando a existência de grande variação) ao registrado no habitat nativo em estudos desenvolvidos na região cacauzeira (e.g.: 20 espécies registradas por Pardini 2004 em grandes remanescentes; 24 espécies registradas por (Estavillo et al. 2013) . Esta riqueza similar de pequenos mamíferos entre remanescentes florestais e agroflorestas de cacau no sul da Bahia havia sido previamente descrita por Pardini (2004), em estudo desenvolvido em uma paisagem com grande percentual de floresta, onde o *spillover* de indivíduos das florestas para os ambientes perturbados pode ser esperado (Estavillo et al. 2013). O presente estudo mostra que as agroflorestas estudadas mantêm uma alta riqueza de espécies nativas mesmo em uma paisagem com baixa representatividade de habitat nativo, o que sugere que muitas espécies podem ser mantidas neste agroecossistema independentemente da presença de florestas na paisagem. A riqueza de espécies registrada no presente estudo é também superior à encontrada em outros sistemas agrícolas em áreas sob domínio da Mata Atlântica (6 a 12 espécies) (Umetsu e Pardini 2007; Passamani e Ribeiro 2009; Rocha et al. 2011; Martin et al. 2012) ou plantações de cacau consorciadas com seringueiras (e.g. 12 espécies Moura e Cassano 2003).

O sucesso de captura (16,6%) com recapturas e 10,8 % somente capturas foi também elevado em comparação a outros trabalhos realizados na região sul da Bahia - valores entre 3,7 e 8,1% são descritos por (Moura 1999; Pardini 2004; García 2012) - e em outras áreas de Mata Atlântica - sucesso de 2,9 a 11% são descritos por (Stevens e Husband 1998; Grelle 2003; Castro e Fernandez 2004; Barros et al. 2015). Este resultado sugere a existência de grandes populações de pequenos mamíferos nas agroflorestas, que pode ser devido a menor pressão predatória nestes ambientes quando comparados a ambientes florestais. Nas agroflorestas do sul da Bahia, as serpentes, muitas delas predadoras de pequenos mamíferos, são mortas indiscriminadamente por trabalhadores rurais (Argôlo 2004). Além disso, em agroflorestas a oferta de recursos alimentares para este grupo pode ser maior ou similar a ambientes florestais, já que cultivo de frutíferas podem servir como atrativo para muitas espécies conforme citado por (Deheuvels et al. 2014).

Mesmo abrigando alta riqueza de espécies, as agroflorestas não substituem remanescentes de habitat nativo para a manutenção de todas as espécies de pequenos

mamíferos existentes na região. Quando comparadas a florestas, as agroflorestas são dominadas por espécies generalistas de habitat como *Rhipidomys mastacalis*, *Marmosa murina*, *Oligoryzomys nigripes*, *Akodon cursor*, com poucos registros de espécies florestais comuns em ambientes nativos como *Marmosops incanus*, *Monodelphis americana*, e ausência de espécies florestais raras como *Metachirus nudicaudatus*, *Blarinomis breviceps* e *Guerlinguetus ingrami* (Moura 1999; Pardini 2004). Tal fenômeno pode ser um indício de que a maioria das espécies florestais que ocorrem agroflorestas possuem populações pequenas, o que a longo prazo as tornaria suscetíveis à extinção local (Lynch et al. 1995).

O presente estudo corrobora este padrão, adicionando *Nectomys squamipes* uma espécie generalista de habitat à listas de espécies que pode ser comum em agroflorestas. No entanto, chama atenção pelo grande número de registros de *Hylaeamys seauanezi*, uma espécie florestal. (Faria et al. 2006; 2007) também observaram ausência de táxons florestais e abundância de generalistas em agroflorestas de cacau ao considerar outros grupos de vertebrados. Estes resultados corroboram a tendência descrita por (Laurance et al. 2002; Galetti et al. 2010; Owen et al. 2010) de que espécies generalistas oportunistas podem se tornar abundantes em ambientes modificados em detrimento dos especialistas florestais, pouco frequentes nestes ambientes. Contudo, as agroflorestas investigadas possuem maior riqueza de espécies florestais (6) que outros sistemas agrícolas (2 a 4) (Umetsu e Pardini 2007; Passamani e Ribeiro 2009; Martin et al. 2012); sendo que *Hylaeamys seauanezi* - um roedor terrestre e especialista florestal (Estavillo et al. 2013), pouco abundante em outras agroflorestas (Moura 1999, Pardini 2004) foi a segunda espécie mais abundante. Isto sugere que agroflorestas é também é capaz de manter grandes populações de pelo menos uma espécie florestal.

Alterações nas comunidades de pequenos mamíferos em agroflorestas quando comparadas a ambientes nativos têm implicações ecológicas, econômicas e de saúde pública. Mesmo ocorrendo em baixa abundância o registro da espécie *Cerradomys vivoi*, típica de ambientes abertos como cerrado e caatinga e da espécie invasora *Rattus rattus* corroboram a tendência descrita acima da susceptibilidade de ambientes mais antropizados à bioinvasão. É importante destacar que a ocorrência de espécies invasoras como o roedor sinotrópico *Rattus rattus* pode alterar a estrutura e diversidade de comunidades de pequenos mamíferos (Caudill et al. 2014b). No que se refere aos riscos econômicos, alguns estudos sugerem que *Rhipidomys mastacalis* alimenta-se de frutos de *Theobroma cacao* (Cruz 1983; Moura 1999; Encarnação 2001), dessa forma há um risco potencial à produtividade das lavouras cacaeiras, uma vez

que esta espécie foi dominante em agroflorestas de cacau neste estudo e está entre as mais abundantes em todos os trabalhos realizados em agroflorestas no sul da Bahia (Moura 1999; Moura e Cassano 2003; Pardini 2004). Já as altas abundâncias de *Akodon cursor* e *Oligoryzomys nigripes* em agroflorestas pode ser preocupante dado que tais espécies podem atuar como reservatórios de zoonoses como a Síndrome Pulmonar Cardiovascular por Hantavirus (SPCVH) (Suzuki et al. 2004; Lemos 2014).

#### *Manejo agroflorestal e a comunidade de pequenos mamíferos*

O manejo do sombreamento nas agroflorestas é frequentemente descrito e sugerido em termos da densidade arbórea (Cassano et al. 2009), inclusive na legislação que define uma agrofloresta de cacau e propõe critérios para seu manejo (Bahia 2014). Os resultados do estudo mostram, no entanto, que o sombreamento (medida inversamente proporcional à abertura do dossel) é correlacionado à área basal, mas não à densidade arbórea (ver correlações na Tabela S2); o que sugere a área basal como uma melhor variável para direcionar o manejo de sombra nas agroflorestas. Enquanto este poderia ser um bom atributo para direcionar estratégias de manejo focadas na manutenção de estoque de carbono (Schroth et al. 2015), o mesmo parâmetro não pode ser atribuído ao valor de conservação para pequenos mamíferos, sobretudo quando ignorada a diversidade de espécies arbóreas e outros componentes do habitat que promovem complexidade estrutural.

A abundância total e biomassa de pequenos roedores e marsupiais não foram influenciadas pela complexidade do ambiente, mas positivamente relacionada com a área basal de árvores. A razão provável para esta relação é que nos sítios amostrais deste estudo, grande parte da área basal (27 a 48 %) correspondeu a duas frutíferas exóticas *Artocarpus heterophyllus* e *Spondias mombin*, muito comuns em agroflorestas da região sul baiana (Sambuichi et al. 2012). Dada a grande produtividade dessas frutíferas e maior biomassa de invertebrados, os sítios com maior área basal podem ofertar recursos alimentares abundantes para a fauna especialmente para espécies insetívoras e frugívoras (dominantes nas comunidades) e, dessa forma favorecer a abundância e biomassa total.

Maior complexidade estrutural da vegetação nas agroflorestas favoreceu a diversidade de pequenos mamíferos tanto em termos de riqueza quanto ao considerar índices que ponderam a riqueza e abundância relativa. A relação positiva entre diversidade de pequenos mamíferos e complexidade do habitat é conhecida em ambientes florestais, onde variações na composição e estrutura da vegetação, presença de cursos d'água, (independentes da ação

antrópica) podem interferir na presença ou na abundância das espécies (Grelle 2003; Delciellos et al. 2015). Em agroflorestas, esta relação tem sido sugerida através de comparações entre plantações sombreadas e não sombreadas (Gallina et al. 1996; Caudill et al. 2014b). Para Caudill et al. (2014b), o aumento da quantidade estratos mais baixos da vegetação nas plantações sombreadas quando comparadas às plantações à pleno sol podem funcionar como escape da predação de pequenos mamíferos por aves, outros mamíferos e reptéis. Habitats mais complexos podem ofertar maior diversidade de nichos (Macarthur e Macarthur 1961; August 1983); os resultados aqui expostos sugerem que nos ambientes analisados, a complexidade estrutural do habitat pode aumentar a diversidade de recursos alimentares, mas não necessariamente a quantidade destes. Além disso, pode haver maior disponibilidade de abrigos e estruturas utilizadas para locomoção por pequenos mamíferos. Por outro lado, a diversidade de espécies não foi positivamente influenciada pela área basal. Pelo contrário, a estimativa de diversidade  $^1D$  foi negativamente relacionada ao aumento da área basal. Uma explicação possível para este resultado é a dominância da área basal por poucas espécies arbóreas, o que não favoreceria a diversidade de recursos alimentares. De fato, estudos prévios em agroflorestas de café, demonstram a redução da diversidade de animais com a decréscimo da diversidade de árvores de sombra (Perfecto e Vandermeer 2008; Clough et al. 2009; Caudill et al. 2014b).

A estrutura da comunidade também respondeu à complexidade da vegetação, com maior abundância de *R. mastacalis* e registro de *Cerradomys vivoi*, um especialista de áreas abertas, nas agroflorestas com menor complexidade da vegetação e maior área basal de duas frutíferas exóticas. Considerando que trabalhos anteriores mencionam *R. mastacalis* como provável consumidor de frutos de *T. cacao* (Cruz 1983; Moura 1999; Encarnação 2001), agroflorestas estruturalmente simplificadas podem estar mais vulneráveis a prejuízos econômicos nos cacauais devido a existência de grandes populações deste roedor.

Os resultados deste estudo reafirmam a importância das agroflorestas para a conservação da biodiversidade dada sua capacidade de manter um grande número de espécies nativas mesmo em uma paisagem com baixa representatividade de remanescentes florestais. A manutenção de parte da estrutura da vegetação presente em florestas em agroflorestas de cacau, faz com que estas abriguem riqueza similar a ambientes nativos e, superior a outros sistemas agrícolas. No entanto, por ser um ambiente antropizado, espécies generalistas de habitat dominam a comunidade, apresentando altas abundâncias, enquanto especialistas florestais são ausentes ou raras. Plantações mais sombreadas (com elevado valor de área

basal) e dominadas por poucas espécies arbóreas que promovem recursos alimentares podem abrigar comunidades abundantes de pequenos mamíferos, mas não garantem diversidade de espécies. Alterações na composição e estrutura de comunidades de pequenos mamíferos pode suscitar efeitos negativos tanto do ponto de vista ecológico, quanto epidemiológico e econômico. A manutenção de diversidade de árvores nativas para o sombreamento dos cacauais e de ambientes estruturalmente complexos podem estar associados tanto comunidades diversas de pequenos mamíferos quanto minimizar desequilíbrios decorrentes de invasões biológicas e explosões demográficas de espécies generalistas.

### Informações de suporte

Tabela S1: Valores mínimos, médios ( $\pm$  desvio padrão) e máximos das variáveis ambientais amostradas em nove agroflorestas de cacau no sul da Bahia.

Tabela S2: Coeficiente de correlação de Pearson entre as nove variáveis ambientais amostradas e as variáveis utilizadas para explicar a variação nos parâmetros da comunidade pequenos mamíferos entre nove agroflorestas de cacau no sul da Bahia.

Figura S1: Curvas de acumulação de espécies de pequenos mamíferos em função do número de indivíduos capturados em nove agroflorestas de cacau no sul da Bahia.

Figura S6: Grid de armadilhas construído em cada agrofloresta de cacau. Localização das 24 estações com armadilhas de contenção (cada uma com uma armadilha *Sherman* e uma *Tomahawk* posicionadas no solo e no sub-bosque alternadamente) e a linha de *pitfall* (com seis baldes)

### Literatura citada

AUGUST, P. V. 1983. The Role of Habitat Complexity and Heterogeneity in Structuring Tropical Mammal Communities. *Ecology* 64:1495–1507.

ARGOLO, A. J.S. 2004. As serpentes dos cacauais do sudeste da Bahia. Editus.

BAHIA (Estado) 2014. Decreto No 15.180 de 02 DE Junho de 2014.<  
[http://www.car.ba.gov.br/wpcontent/uploads/2016/05/DECRETO\\_N\\_15.180Regulament  
a\\_Gestao\\_da\\_Florestas\\_da\\_Bahia.pdf](http://www.car.ba.gov.br/wpcontent/uploads/2016/05/DECRETO_N_15.180Regulament_a_Gestao_da_Florestas_da_Bahia.pdf) >Acessado 18 de janeiro 2017.

WEIST, Maria, Teja Tscharntkea, Martua H.Sinagab, Ibnu Maryanto, Yann Clough .2010. Effect of distance to forest and habitat characteristics on endemic versus introduced rat species in agroforest landscapes of Central Sulawesi, Indonesia. *Mamm.biol.*75: 567–571

- BARROS, C. S., T. PÜTTKER, B. T. PINOTTI, AND R. PARDINI. 2015. Determinants of capture-recapture success : an evaluation of trapping methods to estimate population and community parameters for Atlantic forest small mammals. *Zoologia* 32:334–344.
- BONECKER, S. T., L. G. PORTUGAL, S. F. COSTA-NETO, AND R. GENTILE. 2009. A long term study of small mammal populations in a Brazilian agricultural landscape. *Mammalian Biology* 74:467–477.
- BONVICINO, C. R. 2008. Guia dos roedores do Brasil , com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos. Centro Pan-Americano de Febre Aftosa-Opas/OMS. Rio de Janeiro.
- BURNHAM, K. P., e D. ANDERSON. 2002. Modell selection an multimodel inference: A pratical information- theoretic approach.
- CÁCERES, N. C. 2012. Os Marsupiais do Brasil: Biologia, Ecologia e Conservação.
- CASSANO, C. R., J. BARLOW, ee R. PARDINI. 2014. Forest loss or management intensification? Identifying causes of mammal decline in cacao agroforests. *Biological Conservation* 169:14–22.
- CASSANO, C. R., G. SCHROTH, D. FARIA, J. H. C. DELABIE, e L. BEDE. 2009. Landscape and farm scale management to enhance biodiversity conservation in the cocoa producing region of southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 18:577–603.
- CASTRO, E. B. V. DE, e F. A. S. FERNANDEZ. 2004. Determinants of differential extinction vulnerabilities of small mammals in Atlantic forest fragments in Brazil 119:73–80.
- CAUDILL, S. A., F. J. A. DECLERCK, e T. P. HUSBAND. 2014a. Connecting sustainable agriculture and wildlife conservation: Does shade coffee provide habitat for mammals? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 199:85–93.
- CAUDILL, S. A., P. VAAST, e T. P. HUSBAND. 2014b. Assessment of small mammal diversity in coffee agroforestry in the Western Ghats, India. *Agroforestry Systems* 88:173–186.
- CHAO, A., e L. JOST. 2015. Estimating diversity and entropy profiles via discovery rates of new species. *Methods in Ecology and Evolution* 6:873–882.

- CHAO, A., Y. T. WANG, e L. JOST. 2013. Entropy and the species accumulation curve: A novel entropy estimator via discovery rates of new species. *Methods in Ecology and Evolution* 4:1091–1100.
- CLARK, D. A. 1982. Foraging Behavior of a Vertebrate Omnivore (*Rattus Rattus*): Meal Structure, Sampling, and Diet Breadth. *Ecology* 63:763.
- CLOUGH, Y., H. FAUST, e T. TSCHARNTKE. 2009. Cacao boom and bust: sustainability of agroforests and opportunities for biodiversity conservation. *Conservation Letters* 2:197–205.
- CRUZ, P. F. N. DA. 1983. Ocorrência e avaliação de danos causados por roedores, praga do cacauero na Bahia, Brasil. Pp. 59–60 in *Theobroma*.
- DEHEUVELS, O. ET AL. 2014. Biodiversity is affected by changes in management intensity of cocoa-based agroforests. *Agroforestry Systems* 88:1081–1099.
- DELICIELLOS, A. C., M. V. VIEIRA, C. E. V GRELLE, P. COBRA, e R. CERQUEIRA. 2015. Habitat quality versus spatial variables as determinants of small mammal assemblages in Atlantic Forest fragments. *Journal of Mammalogy* 97:253–265.
- DURIGAN, J. 2006. Métodos para análise de vegetação arbórea. Pp 455-479 in *Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre .2.* ( Culen JR, L.; Valladares-Padua, c.; Rudran, R. eds). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- ENCARNAÇÃO, A. M. V. DA. 2001. Ocupação temporal e espacial e aspectos da predação de frutos do cacauero (*Theobroma cacao* L.) por pequenos mamíferos(Mammalia) no sudeste da Bahia. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.
- ESTRADA, A. Coates-Estrada R, Meritt D Jr. 1994. Non flying mammals and landscape changes in the tropical rain forest region of Las Tuxtlas, Mexico. *Ecography* 17:229–241
- ESTAVILLO, C., R. PARDINI, e P. L. B. DA ROCHA. 2013. Forest loss and the biodiversity threshold: An evaluation considering species habitat requirements and the use of matrix habitats. *PLoS ONE* 8:1–10.
- FARIA, D. Baumgarten J. 2007. Shade cacao plantations (*Theobroma cacao*) and bat conservation in southern Bahia, Brazil. *Biodivers Conserv* 16:291–312

- FARIA, D., R. R. LAPS, J. BAUMGARTEN, e M. CETRA. 2006. Bat and bird assemblages from forests and shade cacao plantations in two contrasting landscapes in the Atlantic Forest of southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 15:587–612.
- FARIA, D., M. L. B. PACIENCIA, M. DIXO, R. R. LAPS, e J. BAUMGARTEN. 2007. Ferns, frogs, lizards, birds and bats in forest fragments and shade cacao plantations in two contrasting landscapes in the Atlantic forest, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 16:2335–2357.
- FONSECA, G. A. B., e J. G. ROBINSON. 1990. Forest size and structure: Competitive and predatory effects on small mammal communities. *Biological Conservation* 53:265–294.
- FRIGERI, E., C. R. CASSANO, e R. PARDINI. 2014. Domestic dog invasion in an agroforestry mosaic in southern Bahia, Brazil. *Tropical Conservation Science* 7:508–528.
- GALETTI, M., R. GUEVARA, L. A. GALBIATI, C. L. NEVES, R. R. RODARTE, e C. P. MENDES. 2015. Seed Predation by Rodents and Implications for Plant Recruitment in Defaunated Atlantic Forests. *Biotropica* 47:521–525.
- GALETTI, M., R. PARDINI, J. M. B. DUARTE, V. M. F. DA SILVA, A. ROSSI, e C. A. PERES. 2010. Mudanças no Código Florestal e seu impacto na ecologia e diversidade dos mamíferos no Brasil. *Biota Neotropica* 10:0–0.
- GALLINA, S., S. MANDUJANO, e A. GONZALEZ-ROMERO. 1996. Conservation of mammalian biodiversity in coffee plantations of Central Veracruz, Mexico. *Agroforestry Systems* 33:13–27.
- GARCÍA, J. F. V. 2012. Assembleia de pequenos mamíferos não-voadores em um gradiente altitudinal de mata atlântica no sul da Bahia, Brasil. Universidade Estadual de Santa Cruz.
- GARDNER, A. L. 2007. Mammals of South America. Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats 1:669.
- GRELLE, C. E. V. 2003. Forest Structure and Vertical Stratification of Small Mammals in a Secondary Atlantic Forest , Southeastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 38:81–85.

- HILL, M.O. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54: 427–432.
- HONORATO, R., R. CROUZEILLES, M. S. FERREIRA, e C. E. V GRELLE. 2015. The effects of habitat availability and quality on small mammals abundance in the Brazilian Atlantic Forest. *Natureza & Conservação* 13:133–138.
- HURVICH, C. M., e C.-L. TSAI. 1989. Regression and time series model selection in small samples. *Biometrika* 76:297–307.
- JOHNSON, S. D., A. PAUW, e J. MIDGLEY. 2001. Rodent pollination in the African lily *Massonia depressa* (Hyacinthaceae). *American Journal of Botany* 88:1768–1773.
- JOST, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113:363–375.
- LAMBERT, T. D. ET AL. 2014. Roads as barriers to seed dispersal by small mammals in a neotropical forest. *Tropical Ecology* 55:263–269.
- LAMBERT, T. D., J. R. MALCOLM, e B. L. ZIMMERMAN. 2006. Amazonian Small Mammal Abundances in Relation To Habitat Structure and Resource Abundance. *Journal of Mammalogy* 87:766–776.
- LAURANCE, W. F. ET AL. 2002. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: A 22-year investigation. *Conservation Biology* 16:605–618.
- LEMOS, E. R. S. De.2014. Trabalho de Campo com Animais: procedimentos, riscos e biossegurança. Fiocruz.
- LYNCH, M., J. CONERY, e R. BURGER. 1995. Mutation accumulation and the extinction of small populations. *The American Naturalist* 146:489.
- MACARTHUR, R. H., e J. W. MACARTHUR. 1961. On Bird Species Diversity 42:594–598.
- MANGAN, S. A., e G. H. ADLER. 2000. Consumption of Arbuscular Mycorrhizal Fungi By Terrestrial and Arboreal Small Mammals in a Panamanian Cloud Forest. *Journal of Mammalogy* 81:563–570.
- MARTIN, P. S., C. GHELER-COSTA, P. C. LOPES, L. M. ROSALINO, e L. M. VERDADE. 2012. Terrestrial non-volant small mammals in agro-silvicultural landscapes of Southeastern Brazil. *Forest Ecology and Management* 282:185–195.

- MARTINI, A. M. ZANFORLIN. 2002. Estrutura e composição da vegetação e chuva de sementes em sub-bosque, clareiras naturais e área perturbada por fogo em floresta tropical no sul da Bahia. Universidade Estadual de Campinas.
- MEN, X., X. GUO, W. DONG, N. DING, e T. QIAN. 2015. Influence of Human Disturbance to the Small Mammal Communities in the Forests:1–9.
- MOURA, R. T. DE. 1999. Análise comparativa da estrutura da comunidade de pequenos mamíferos em remanescentes de Mata Atlântica e plantio de cacau em sistema de cabruca no Sul da Bahia. Universidade Federal de Minas Gerais.
- MOURA, R.T. 2008. *Callistomys pictus*. Pp. 823-825 in Machado, A. B. M.; Drummond, G. M.; Paglia, A. P. eds. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- MOURA, R. T. DE, e C. R. CASSANO. 2003. Mamíferos em sistemas produtivos de cultura permanente no entorno da reserva biológica de Una, Bahia. Não Publicado( Insitituto de Estudos Sócio-Ambientais do Sul da Bahia e Conservation International Brasil), Ilhéus-BA.
- MORI, S. A et al.1983. Souther Bahian Moist forest. The New York Botanical Garden, 49: 155–232.
- NAIR, P. K. 1993. Classification of agroforestry systems. An introduction to agroforestry.
- OLIVEIRA, L. C., L. G. NEVES, B. E. RABOY, e J. M. DIETZ. 2011. Abundance of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) affects group characteristics and use of space by golden-headed lion tamarins (*Leontopithecus chrysomelas*) in Cabruca agroforest. Environmental Management 48:248–262.
- OWEN, R. D., D. G. GOODIN, D. E. KOCH, Y.-K. CHU, e C. B. JONSSON. 2010. Spatiotemporal variation in *Akodon montensis* (Cricetidae: Sigmodontinae) and hantaviral seroprevalence in a subtropical forest ecosystem. Journal of Mammalogy 91:467–481.
- PAGLIA, A. P. ET AL. 2012. Lista anotada dos mamíferos do Brasil. Occasional Papers in Conservation Biology.
- PARDINI, R. 2004. Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic Forest landscape. Biodiversity and Conservation 13:2567–2586.

- PASSAMANI, M., e D. RIBEIRO. 2009. Small mammals in a fragment and adjacent matrix in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 69:305–9.
- PASSAMANI, M., e C. A. DA ROSA. 2015. Use of space by the marsupials *Gracilinanus microtarsus* (Gardner and Creighton, 1989) and *Marmosops incanus* (Lund, 1840) in an Atlantic Forest of southeastern Brazil. *Journal of Natural History* 49:1225–1234.
- PERFECTO, I., e J. VANDERMEER. 2008. Biodiversity conservation in tropical agroecosystems: A new conservation paradigm. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1134:173–200.
- REIS, N. R. DOS. 2011. Mamíferos do Brasil. *Journal of Chemical Information and Modeling*.
- REIS, N.R e PERACHII, A.L.2010. Mamíferos do Brasil - Guia de Identificação. Technical Books
- RICE, R. A., e R. GREENBERG. 2000. Cacao Cultivation and the Conservation of Biological Diversity. *Ambio* 29:167–173.
- ROCHA-MENDES, F., S. B. MIKICH, J. QUADROS, e W. A. PEDRO. 2010. Feeding ecology of carnivores (Mammalia, Carnivora) in Atlantic Forest remnants, Southern Brazil. *Biota Neotropica* 10:1–10.
- ROCHA, M. F., M. PASSAMANI, e J. LOUZADA. 2011. A small mammal community in a forest fragment, vegetation corridor and coffee matrix system in the brazilian atlantic forest. *PLoS ONE* 6.
- SAMBUICHI, R. H. R. ET AL. 2012. Cabruca agroforests in southern Bahia, Brazil: Tree component, management practices and tree species conservation. *Biodiversity and Conservation* 21:1055–1077.
- SANT'ANNA, S. S., e A. S. ABE. 2007. Diet of the rattlesnake *Crotalus durissus* in southeastern Brazil (Serpentes, Viperidae). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 42:169–174.
- SCHEIBLER, D. R., e A. U. CHRISTOFF. 2007. Habitat associations of small mammals in southern Brazil and use of regurgitated pellets of birds of prey for inventorying a local fauna. *Brazilian journal of biology* 67:619–625.

- SCHROTH, G. ET AL. 2015. Contribution of agroforests to landscape carbon storage. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 20:1175–1190.
- SIKES, R., e W. GANNON. 2011. Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. *Journal of Mammalogy* 88:809–823.
- STEVENS, S. M., e T. P. HUSBAND. 1998. The influence of edge on small mammals: Evidence from Brazilian Atlantic forest fragments. *Biological Conservation* 85:1–8.
- SUZUKI, A. ET AL. 2004. Identifying rodent hantavirus reservoirs, Brazil. *Emerging Infectious Diseases* 10:2127–2134.
- THOMAS, W. 2003. Natural vegetation types in southern Bahia. Instituto de Estudos Sócio-Ambientais do Sul da Bahia e Conservation International do Brasil. <[http://www.rbma.org.br/anuario/pdf/mata\\_09\\_bahia.pdf](http://www.rbma.org.br/anuario/pdf/mata_09_bahia.pdf)> .Acessado 18 de janeiro 2017.
- UMETSU, F., e R. PARDINI. 2007. Small mammals in a mosaic of forest remnants and anthropogenic habitats - Evaluating matrix quality in an Atlantic forest landscape. *Landscape Ecology* 22:517–530.
- VIEIRA, E. M., G. PAISE, e P. H. D. MACHADO. 2006. Feeding of small rodents on seeds and fruits: a comparative analysis of three species of rodents of the Araucaria forest, southern Brazil. *Acta Theriologica* 51:311–318.
- VOSS, R. S., e S. A. JANSA. 2009. Phylogenetic Relationships and Classification of Didelphid Marsupials, an Extant Radiation of New World Metatherian Mammals. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 322:1–177.
- WEKSLER, M., e A. R. PERCEQUILLO. 2011. Key to the genera of the Tribe *Oryzomyini* (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae). *Mastozoología neotropical* 18:281–292.
- YOUNG, A. 1991. Agroforestry for soil conservation. *Agricultural Systems* 35:472–473.



**APÊNDICE A**  
**Informações de suporte**

Tabela S1: Valores mínimos, médios ( $\pm$  desvio padrão) e máximos das variáveis ambientais amostradas em nove agroflorestas de cacau no sul da Bahia. Nas análises foram utilizados os valores médios por sitio das variáveis: abertura do dossel, altura do estrato herbáceo, número de troncos caídos, massa seca de invertebrados e número de rochas e o somatório por sitio das variáveis: área basal total, área basal de frutíferas, densidade arbórea, densidade do sub-bosque.

Código da variável	Descrição da variável	Mínimo	Média ( $\pm$ SD)	Máximo
A.dossel	Abertura do dossel (%)	11,8	22.3 ( $\pm$ 7.7)	34,1
A.herb	Altura média do estrato herbáceo (cm)	19,3	32.6 ( $\pm$ 10.3)	46,5
Ab.tot	Área basal total (m <sup>2</sup> /ha)	1450	2380 ( $\pm$ 917)	3724
Ab.frut	Área basal frutíferas (m <sup>2</sup> /ha)	115	635( $\pm$ 512)	1802
D.arv	Densidade arbórea (ind./ha)	36	121 ( $\pm$ 73)	281
D.arb	Densidade do sub-bosque (ind./ha)	499	1226 ( $\pm$ 816)	3236
N.tro	Número de troncos caídos	0,8	1.8 ( $\pm$ 0.8)	3,0
M.inv	Massa seca de invertebrados (g)	4,6	9.7 ( $\pm$ 4.2)	15,4
N.roc	Número de rochas	0,0	3.0 ( $\pm$ 4.2)	12,6
V.ser	Volume da serapilheira (ml)	663	986 ( $\pm$ 194)	1325

Tabela S2: Coeficiente de correlação de Pearson entre as nove variáveis ambientais amostradas e as variáveis utilizadas para explicar a variação nos parâmetros da comunidade pequenos mamíferos entre nove agroflorestas de cacau no sul da Bahia.

	Área basal *		Densidade arbórea*		PC1*	
	r	p	(%)	p	r	p
Abertura do dossel	-0,60	0,08	-0,05	0,90	0,40	0,27
Altura do estrato herbáceo	0,10	0,80	0,50	0,16	0,47	0,20
Área basal total	-	-	0,13	0,72	-0,59	0,09
Área basal frutíferas	<b>0,77</b>	<b>0,01</b>	-0,19	0,61	<b>-0,78</b>	<b>0,01</b>
Densidade arbórea	<b>0,13</b>	<b>0,72</b>	-	-	<b>0,66</b>	<b>0,05</b>
Densidade do sub-bosque	-0,12	0,75	<b>0,70</b>	<b>0,03</b>	0,60	0,09
Número de troncos caídos	0,39	0,29	0,02	0,95	-0,22	0,57
Número de rochas	-0,15	0,69	<b>0,73</b>	<b>0,02</b>	<b>0,67</b>	<b>0,04</b>
Peso seco de invertebrados	0,27	0,48	-0,01	0,97	-0,26	0,48
Volume da serapilheira	0,46	0,21	-0,47	0,19	<b>-0,77</b>	<b>0,01</b>

Figura S1: Curvas de acumulação de espécies de pequenos mamíferos em função do número de indivíduos capturados em nove agroflorestas de cacau no sul da Bahia.

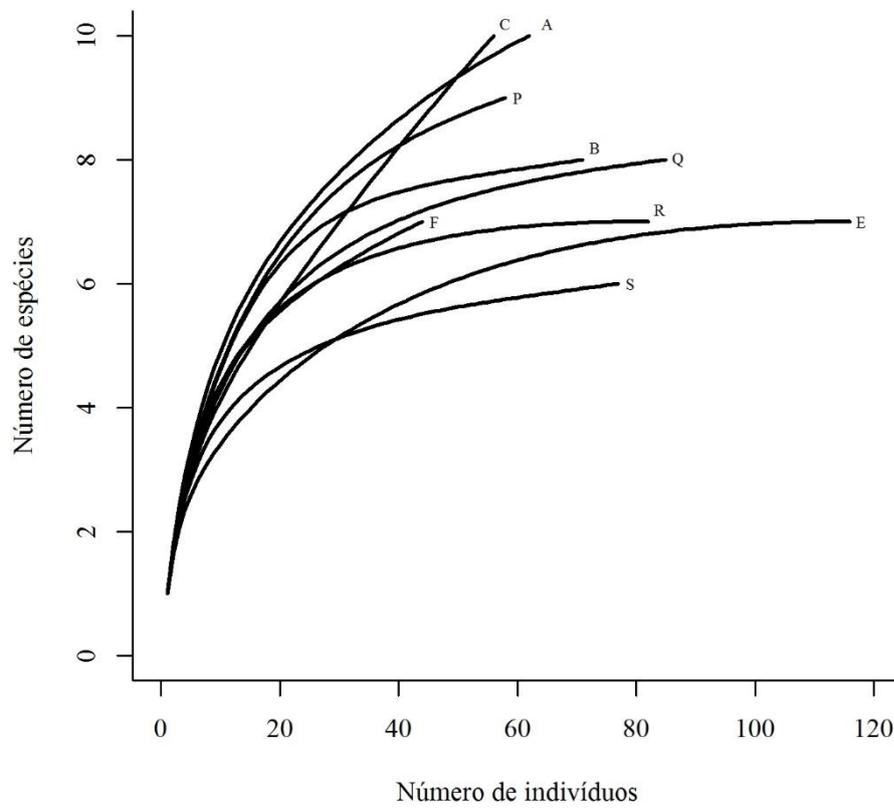


Figura S7: Grid de armadilhas construído em cada agrofloresta de cacau. Localização das 24 estações com armadilhas de contenção (cada uma com uma armadilha *Sherman* e uma *Tomahawk* posicionadas no solo e no sub-bosque alternadamente) e a linha de *pitfall* (com seis baldes)

