



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM ZOOLOGIA

Emmanuel Messias Vilar Gonçalves da Silva

Heterogeneidade das comunidades de morcegos da Mata Atlântica brasileira

João Pessoa

2015



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM ZOOLOGIA

Emmanuel Messias Vilar Gonçalves da Silva

Heterogeneidade das comunidades de morcegos da Mata Atlântica brasileira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, área de concentração Zoologia, da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia).

Orientador: Dr. Pedro Cordeiro Estrela

João Pessoa

2015

S586h Silva, Emmanuel Messias Vilar Gonçalves da.
Heterogeneidade das comunidades de morcegos da Mata Atlântica brasileira / Emmanuel Messias Vilar Gonçalves da Silva.- João Pessoa, 2015.
82f. : il.
Orientador: Pedro Cordeiro Estrela
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN
1. Zoologia. 2. Ametrida centurio. 3. Betadiversidade.
4. Biogeografia. 5. Chiroptera. 6. Metacomunidades.

UFPB/BC

CDU: 59(043)

Emmanuel Messias Vilar Gonçalves da Silva

Heterogeneidade das comunidades de morcegos da Mata Atlântica brasileira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, área de concentração Zoologia, da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia).

BANCA EXAMINADORA

Dr. Pedro Cordeiro Estrela de Andrade Pinto
Universidade Federal da Paraíba
(Orientador)

Dr. Bráulio Almeida Santos
Universidade Federal da Paraíba
(Examinador Interno)

Dr. Luiz Augustinho Menezes da Silva
Universidade Federal de Pernambuco – Centro Acadêmico de Vitória
(Examinador Externo)

A todas e todos os amantes de espírito livre.

“Ser livre. Ser causa de si próprio, poder dizer: sou porque quero; ser o próprio
começo.”

SATRE, Jean-Paul

(A idade da razão)

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

A todas as pessoas que de alguma forma dedicaram algum tempo de sua existência para reconhecer a minha e de alguma forma fazer com que esta dissertação fosse realizada.

Especialmente aos meus pais, Josuel Gonçalves e Marlene Vilar por tudo, por tudo mesmo.

As minhas irmãs Joseane e Juliana e aos meus cunhados, Luciano e Claudionor pelo companheirismo e torcida para que tudo desse certo.

Aos meus sobrinhos e sobrinhas: Alfredo, Eduardo, Samuel, Sara e Sofia por terem tornado todo o processo mais leve.

Aos meus amigos, grandes amig@s de longas ou curtas datas que acreditaram e torceram por mim e estiveram comigo nos momentos mais alegres, felizes e emocionantes de minha existência, sintam-se aqui todos representados e representadas.

A Luiz Augustinho (sempre vou agradecê-lo), por ter iniciado uma revolução acadêmica na minha vida e por ter me apresentado aos animais mais incríveis que habitam este planeta.

A Arthur Domingos que me incentivou a não perder tempo e me inscrever rapidamente neste Programa de Pós-Graduação.

A Teone Pereira pelo companheirismo e grande ajuda nos momentos de aperto para que eu conseguisse está aqui hoje.

A todos os Professores e Professoras da graduação que me ajudaram no que foi possível para facilitar minha entrada no mestrado.

A Bruno Brandão pelo amor, apoio, força e encorajamento.

A Paloma Albuquerque pelo apoio, acolhimento, cuidado e carinho que me acompanha até hoje, igualmente agradeço a Thaís de Souza e Nathália Ardente.

A Jorge Clésio pelo companheirismo, carinho, amizade e pelo amor perseverante entre um campo e outro e por ter proporcionando momentos lindos que não vou esquecer jamais.

A Genivaldo dos Reis Neto, pelo companheirismo, amizade e força. Pela paciência de encarar cada dia alegre ou triste do meu cotidiano e por ter sido também minha família nestes últimos tempos.

A toda a turma da Zoeira sem Limites® e os amigos e amigas do PPGCB (que sei que vou levar para o resto da vida). São muitos nomes, então sintam-se aqui verdadeiramente representad@s, porém não posso deixar de destacar (com licença poética) as pessoas com quem dividi minha vida sistematicamente: Shaka (love of my life), Arturzinho (meu coração é teu), Babalu (GM <3), Gita (segura essa onda), Tony (segura essa onda 2), Amandinha (Quase parente),

Guga, Paulinha, Fafá, Suênia, Rafa (sem queimar o bigode), Erika (ainda vamos pegar o 5310 juntos novamente) e Layla (as melhores gargalhadas).

A Thaís Kubik, pelo acolhimento, companheirismo, carinho e sobretudo paciência em me ajudar a realizar as análises mais loucas que alguém pode fazer (estas não foram só estatísticas), por me escutar, consolar e me incentivar a fazer as coisas mais belas, além de me mostrar o verdadeiro significado de LUTA.

Agradeço aos estagiários Ewerth Vasconcelos e Natan Diego pela grande ajuda e dedicação a este trabalho.

A todas e todos que compõem o Laboratório de Mastozoologia da UFPB, pela ajuda e convívio no dia a dia.

A Hannah Larissa e Anderson Feijó, por terem me confiado seus materiais pessoais para que eu realizasse meus campos, além do apoio, amizade e força em todo o processo.

À Renata Pires (Renatinha), Vitor Araújo, Julião, Margarida Furquim, Wendy Santos, Raissa Peixoto, Fernando Carneiro, Mayara Beltrão, Alexandro Guterres, Elson Rios, Larissa Lima, Hermes Schmitz, Duílio Lobo, Bianca Tribes, Maria Júlia, Karla Morgana, Márcio Sales, Sinthia Ito, Gabriella Jacob, Lais Ortiz, João, Ana Cláudia Delciellos, Marcelo Weksler e Thiago Cardoso pela grande ajuda nos trabalhos de campo.

A toda a equipe da FIOCRUZ em especial a Sócrates Neto pelo apoio em todas as coletas.

A todos que integram e integraram as equipes do PPBio da Mata Atlântica em todas as campanhas do ano de 2014.

A Fabiana Rocha pelo carinho, ajuda, palavras de conforto e pelo melhor presente que eu poderia ter ganhado em um campo (depois do *Ametrida centurio*, claro!).

Aos Professores Martín Alvarez e Sérgio Altoff pelo apoio e pelos valiosos ensinamentos.

Agradeço a todas as pessoas que decidiram de alguma forma dedicar parte de sua existência, para estudar os mamíferos voadores.

A Josias Xavier por ser Josias Xavier o melhor secretário que um Programa de Pós-Graduação pode ter.

Aos Coordenadores e Professores (as) do PPGCB – UFPB.

A Professora Maria Regina pelo apoio e sugestões mais do que valiosas.

A todos que compõem a banca, que aceitaram estar em minha defesa para contribuir o máximo possível.

A CAPES pela concessão da bolsa.

Ao CNPq pelo financiamento do projeto Rede BioM.A. Inventários (MCT/CNPq no. 35/2012; pertencente ao Programa de Pesquisa em Biodiversidade, PPBIO)

Agradeço por fim, porém não menos importante, a Pedro Cordeiro Estrela pela Orientação, pareceria, amizade e ensinamentos. O que aprendi com você vale mais do que qualquer título.

APRESENTAÇÃO

Escrever um trabalho acadêmico não é fácil, tão pouco se dá de forma instantânea e mágica. Procurei escrever esta dissertação no tempo que me coube, da forma mais eficiente e minuciosa possível, afim de proporcionar ao leitor um texto fluido e bem entrelaçado.

Esta Dissertação está estruturada em capítulos, onde cada capítulo consta de um artigo científico. O artigo que já foi publicado também consta em anexo, com o layout da revista na íntegra. O trabalho como um todo foi estruturado para publicação on-line, logo algumas imagens para alguns(a) leitores(a) podem estar demasiado pequenas ou visualmente incoerentes, porém procurei ao máximo deixá-las em um tamanho ideal, respeitando as proporções do documento.

O primeiro capítulo “Heterogeneity of bat communities in the Brazilian Atlantic forest” será submetido à revista *Diversity and Distributions* ou a *Journal of Biogeography* e consta de uma análise espacial da heterogeneidade das comunidades de morcegos ao longo da Mata Atlântica brasileira, por meio de dados provenientes de literatura.

O segundo capítulo “Distribution extension of *Ametrida centurio* Gray, 1847 (Chiroptera, Phyllostomidae): First record in the Brazilian Atlantic Forest.” está publicado na revista *Check List* e consta de uma nota de extensão de distribuição geográfica.

O terceiro capítulo “Morcegos da Mata Atlântica: Banco de dados de coletas na construção de um Data paper” reúne em um “Data Paper” dados de quatro coletas realizadas na Mata Atlântica ao longo de seu gradiente latitudinal.

RESUMO

A Mata Atlântica abriga cerca de 1-8% de toda a flora e fauna do mundo. Em particular os morcegos deste bioma representam cerca de 64% do total de espécie de quirópteros do Brasil. Dados sobre a composição e abundância de espécies de comunidades de morcegos nunca foram sintetizados e analisados, assim como dados a cerca da distribuição espacial e estruturação das comunidades de morcegos neste bioma, sobretudo quanto a sua dissimilaridade sob uma perspectiva de metacomunidade que pode ser amplamente definida como um conjunto de comunidades ecológicas em locais diferentes (potencialmente, mas não necessariamente ligados por dispersão), enquanto que uma comunidade é um grupo de espécies em um determinado local. Em vista disto busquei avaliar o padrão espacial de coletas realizadas neste bioma e a estruturação das comunidades de morcegos ao longo da Mata Atlântica brasileira, quanto a sua beta diversidade. Para tanto reuni um banco de dados de 57 artigos somando 342 localidades através de revisão da literatura. Realizei estatísticas voltadas a distribuição espacial de coletas, do esforço amostral (mediana: 19140h.m²) e para a análise de beta diversidade e metacomunidades. Os resultados apontam que existem coletas em toda a Mata Atlântica com focos de maior densidade no PR, sul do RJ, PB-PE, sul da BA. Lacunas de amostragem publicadas se encontram no ES, AL,SC e RS. As comunidades de morcegos ao longo da Mata Atlântica brasileira tem uma heterogeneidade alta (~0.9) explicada principalmente pelo componente de Turnover e com um baixo componente de aninhamento. Este resultado é valido para análises em 4 escalas espaciais: localidades, grades de 2,5°, 5° e entre as 4 regiões biogeográficas da Mata Atlântica. A estruturação das matrizes de ocorrência de espécies por unidade amostral (como definido acima) apresentam uma estruturação aleatória (não coerente), sem gradiente latitudinal. Oito inventários foram realizados nas quatro regiões biogeográficas da Mata Atlântica dentro do projeto Rede BioMA Inventários: Padrões de diversidade, biogeografia e endemismo de espécies de mamíferos, aves, anfíbios, drosófilas e parasitos na Mata Atlântica (CNPq/PPBIO) na estação chuvosa totalizando um esforço de 99.600 m²h. Foram coletados 935 morcegos, assim como amostras de tecidos para fins de extração de A.D.N. e de diagnósticos parasitológicos de tripanossomatídeos (*T. cruzi* et *Leishmania spp.*), *Hantavirus* e Helmintos. A localidade com maior riqueza de foi a APA do Pratigi BA, seguido da Rebio Guaribas, PB; Serra dos Orãos, RJ e Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC. Registre a primeira ocorrência do morcego *Ametrida centurio* Grey, 1847 para a Mata Atlântica, estendendo sua distribuição em mais de 1000 quilômetros. O espécime foi coletado utilizando redes de dossel a 9m na REBIO Guaribas.

Palavras-chave: *Ametrida centurio*, Betadiversidade, Biogeography, Chiroptera, Metacommunity.

ABSTRACT

The Atlantic Forest is home to 1-8% of all the flora and fauna of the world. In particular bats in this biome represent about 64% of all species of bats in Brazil. Data on the composition and abundance of species of bat communities have never been synthesized and analyzed, as well as data about the spatial distribution and structure of bat communities in this biome, especially as their dissimilarity in a meta community perspective that can be broadly defined as a set of ecological communities in different locations (potentially, but not necessarily connected by dispersion), while a community is a group of species in a given location. In view of this I sought to evaluate the spatial pattern of collections made in this biome and the structuring of bat communities along the Brazilian Atlantic Forest, as its beta diversity. Therefore I gathered a database of 57 articles totaling 342 locations through literature review. Realized statistics focused on spatial distribution of sampling, the sampling effort (median: 19140h.m²) and for the analysis of beta diversity and metacomunidades. The results show that there are collections across the Atlantic Forest with higher density in PR outbreaks, south of Rio de Janeiro, PB-PE, south of Bahia. Sampling gaps are reported in ES, AL, CS and RS. The bat communities along the Brazilian Atlantic Forest has a high heterogeneity (~0.9) mainly due to the turnover component and a low component of nesting. This result is valid for analysis in four spatial scales: locations, grid 2.5°, 5 and between 4 biogeographic regions of the Atlantic. The structure of arrays of occurrence of species per sample unit (as defined above) presents a random structure (non-coherent) without latitudinal gradient. Four inventories were conducted in four biogeographical regions of the Atlantic Forest biome within the project Network Inventory: diversity patterns, biogeography and endemic species of mammals, birds, amphibians, fruit flies and parasites in the Atlantic Forest (CNPq / PPBIO) in the rainy season totaling a 99.600 h.m² effort. 935 bats were collected, and tissue samples for DNA extraction purpose and parasitological diagnosis of trypanosomes (*T. cruzi* et *Leishmania* spp.), Hantavirus and helminths. The place with the highest species richness was the APA Pratigi BA, followed by Rebio Guaribas, PB; Serra dos Orãos, RJ State Park and the Sierra Board, SC. Recorded the first occurrence of the bat *Ametrida centurio* Grey, 1847 for the Atlantic Forest, extending its distribution in more than 1000 km. The specimen was collected using canopy networks to 9m in REBIO Guaribas.

Keywords: *Ametrida centurio*, Betadiversidade, Biogeography, Chiroptera, Metacommunity.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Fig. 1 A. Distribution of the distance between paired locations in km, median (dashed line) = 558.9 km B. Distribution of the sampling effort in m²/h, median (dashed line) = 19140. _____ 34

Fig. 2. Kernel density estimation map of bat sampling sites in the Brazilian Atlantic Forest. Federal states : CE – Ceará, PB – Paraíba, PE – Pernambuco, AL – Alagoas, SE – Sergipe, BA – Bahia, MG – Minas Gerais, ES – Espírito Santo, RJ – Rio de Janeiro, SP – São Paulo, PR – Paraná, SC – Santa Catarina, RS – Rio Grande do Sul. _____ 34

Fig. 3. Pairwise beta diversity matrix for localities. From left to right respectively: Sorensen, Turnover and Nestedness. _____ 36

Fig. 4. Pairwise beta diversity matrix for 2.5° grids. From left to right respectively: Sorensen, Turnover and Nestedness. _____ 36

Fig. 5. Pairwise beta diversity matrix for Grids 5°. From left to right respectively: Sorensen, Turnover and Nestedness. _____ 37

Fig. 6. Pairwise beta diversity matrix for biogeographic regions. From left to right respectively: Sorensen, Turnover and Nestedness. _____ 37

Fig. 7. Autocorrelogram between the pairwise beta diversity values for localities and paired geographic distances. Black triangle = Nestedness, black circle = Simpson, white circle = Sorensen. _____ 38

Fig. 8. Autocorrelogram between the pairwise beta diversity values for Grid's 2.5° and paired geographic distances. Black triangle = Nestedness, black circle = Simpson, white circle = Sorensen. _____ 38

Fig. 9. Autocorrelogram between the pairwise beta diversity values for Grid's 5° and paired geographic distances. Black triangle = Nestedness, black circle = Simpson, white circle = Sorensen. _____ 39

Fig. 10. The latitudinally ordered matrix of sites (rows) by species (columns). Black rectangles indicate a species occurrence at a site. _____ 39

Capítulo 2

Figure 1. Marginal Localities reported to *Ametrida centurio*, including the new record for the Atlantic Forest in the state of Paraíba (star): (1) Guaribas Biological Reserve, Mamanguape, Paraíba (present study); (2) Belém, Pará (Brazil), type locality (Gray 1847); (3) Serra do Roncador, Mato Grosso (Pine et al. 1970); (4) Santa Luzia do Pacuí, Macapá, Amapá (Peracchi et al. 1984); (5) 80km north of Manaus, Amazonas (Bernard 2001); (6) Cayenne, French Guiana (Brosset and Charles-Dominique 1991); (7) Moengo, Surinam (Gardner 2008); (8) Kartabo, Guyana (Gardner 2008); (9) Distrito Federal, Pico Avila, 5 Km NNW Caracas, Venezuela (Gardner 2008); (10) Barro Colorado Island, Canal Zone, Panama (Reid 1997). _____ 49

Figure 2. Adult male of *Ametrida centurio* (UFPB 9154) from Guaribas Biological Reserve, municipality of Mamanguape, state of Paraíba, northeastern Brazil (a) Detail of the face, especially the yellowish iris (b) Lateral view, highlighting the glands below the armpits (c) Frontal view, especially the white spots on the shoulders, chest and the semi-circular spot around the penis. The left foot was not properly lit to appear in image c. (Photos by E. M. Vilar). _____ 50

Figure 3. Skull of *Ametrida centurio* (UFPB 9154) on lateral dorsal and ventral views and mandible on lateral view. _____ 52

Capítulo 3

Figura 1. Mapa exibindo os quatro pontos de coleta na Mata Atlântica, destacando os cinco pontos de amostragem em cada área. _____ 62

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Table 1. Beta diversity values (Sorensen's index) computed between units of increasing spatial scale (Localities, 2.5°, 5° grids, and biogeographical regions- RBG) and their elements turnover and Nestedness._____ 35

Capítulo 2

Table 1. External and cranial measurements (in grams [Body mass] and millimeters) of the *Ametrida centurio* collected in the Atlantic Forest, compared with measurements provided by Peterson (1965), N (sample size)._____ 51

Capítulo 3

Tabela 1. Dados em números gerais para coletas realizadas durante dez noites consecutivas na Reserva Biológica Guaribas._____ 65

Tabela 2. Lista de espécies e suas abundâncias, para a Reserva Biológica Guaribas._____ 65

Tabela 3. Dados em números gerais para coletas realizadas durante dez noites consecutivas na Reserva Biológica Guaribas._____ 66

Tabela 4. Lista de espécies e suas abundâncias, para a Reserva Biológica Guaribas._____ 66

Tabela 5. Dados em números gerais para coletas realizadas durante dez noites consecutivas na APA Pratigi._____ 67

Tabela 6. Lista de espécies e suas abundâncias, para a APA Pratigi._____ 67

Tabela 7. Dados em números gerais para coletas realizadas durante dez noites consecutivas na APA Pratigi._____ 68

Tabela 8. Lista de espécies e suas abundâncias, para a APA Pratigi.	68
Tabela 9. Dados em números gerais para coletas realizadas durante dez noites consecutivas no Parque Nacional da Serra dos Órgãos.	69
Tabela 10. Lista de espécies e suas abundâncias, para o PARNASO.	69
Tabela 11. Dados em números gerais para coletas realizadas durante dez noites consecutivas no Parque Nacional da Serra dos Órgãos.	70
Tabela 12. Lista de espécies e suas abundâncias, para o PARNASO.	70
Tabela 13. Dados em números gerais para coletas realizadas durante dez noites consecutivas no Parque Estadual Serra do Tabuleiro.	71
Tabela 14. Lista de espécies e suas abundâncias, para o Parque Estadual Serra Tabuleiro.	71
Tabela 15. Dados em números gerais para coletas realizadas durante dez noites consecutivas no Parque Estadual Serra do Tabuleiro.	72
Tabela 16. Lista de espécies e suas abundâncias, para o Parque Estadual Serra Tabuleiro.	72

SUMÁRIO

Introdução Geral _____	17
Literatura citada _____	22
Objetivos _____	26
Capítulo 1: Heterogeneity of bat (chiroptera) communities in the Brazilian Atlantic Forest.____	27
Introdução _____	28
Métodos _____	30
Resultados _____	33
Discussão _____	41
Conclusões _____	42
Literatura citada _____	44
Capítulo 2: Distribution extension of <i>Ametrida centurio</i> Gray, 1847 (Chiroptera, Phyllostomidae): First record in the Brazilian Atlantic Forest. _____	48
Literatura citada _____	55
Capítulo 3: Morcegos da Mata Atlântica: Banco de dados de coletas na construção de um “Data paper”. _____	59
Introdução _____	60
Métodos empregados na coleta de dados _____	62
Resultados _____	66
Literatura citada _____	73
Anexo _____	77

INTRODUÇÃO GERAL

1. Mata Atlântica

Mata Atlântica é o nome popular dado a floresta tropical atlântica que ocupa a fachada oriental do Brasil e grande parte da bacia do Paraná (Pereira, 2009). Segundo Rizzini (1997), só no Brasil a Mata Atlântica cobria uma área de aproximadamente 1.400.000km², estendendo-se por uma larga faixa latitudinal ao longo da costa brasileira, do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul. Mais de 75% de sua área era formada por florestas, com enclaves de campos rupestres, caatingas, matas secas xeromórficas, cerrados, mangues e restingas. A Mata Atlântica se destaca de todas as florestas tropicais ombrófilas do mundo, por sua longa distribuição linear ao longo da costa brasileira, pela sua heterogeneidade de habitats, pelo seu isolamento de outras florestas ombrófilas do continente e pelo seu alto grau de fragmentação que a qualifica como um dos 34 *hotspots* para conservação (Mittermeier *et al.* 2005). Hoje restam apenas 11-16% da sua área original (Ribeiro *et al.* 2009). Grande parte dessa floresta remanescente já teria sido devastada, apresentando-se atualmente na condição de mata secundária. As matas originais acham-se acantonadas nas gargantas do relevo, nos grotões e nas escarpas altas e muito íngremes, lugares de difícil acesso, onde a ocupação humana torna-se quase inviável e desinteressante (Pereira, 2009). Sua composição florística é extremamente variada, com grande biodiversidade, tanto em termos taxonômicos como em termos de formas de vida e de tamanho dos vegetais. Sua estrutura horizontal ostenta forte densidade, um caráter de mata fechada, além da exuberância permanente da vegetação, verde e viçosa o ano todo, característica atribuída à ausência de um período de repouso vegetativo anual, fato inerente às regiões tropicais úmidas e superúmidas (Pereira, 2009).

A Mata Atlântica em sua história evolutiva é marcada por períodos de contato com biotas de outras florestas sul-americanas, seguidos por períodos de isolamento (Prum, 1988; Rizzini, 1997). Em razão disso, a biota da Mata Atlântica é composta por elementos faunísticos muito antigos (Xenarthra, Didelphimorphia), antigos (Caviomorpha, Primates), recentes (posterior ao plioceno, grande intercambio americano) e muito recentes (de diversificação autoctone à Mata Atlantica), durante a transição Pleistoceno - Holoceno, há cerca de 10 mil a 20 mil anos (Prum, 1988). Os padrões de riqueza e distribuição dos grupos animais da Mata Atlântica são frequentemente explicados espacialmente por eventos de vicariância/refúgios históricos (Carnaval *et al.*, 2009), resultando em centros de endemismo compostos de muitas espécies que apresentam distribuições geográficas semelhantes (Costa & Leite, 2012, Costa *et al.* 2003), e padrões filogeográficos concordantes (Batalha-Filho *et al.* 2012). O conjunto de zoneamentos baseados em vicarinacias, centros de endemismos, padrões filogeográficos e conjuntos geomorfológicos definem pelo menos quatro unidades biogeográficas, ao norte do rio São Francisco, ao Sul do Rio São Francisco e ao

Norte do Rio Doce/Jequitinhonha, ao Sul deste e ao norte do Paraíba do Sul/ Tiête e ao sul deste ultimo. As cinco áreas atendem a esse critério, incluindo as florestas úmidas do Nordeste (Brejos Nordestinos, Pernambuco, Diamantina e Bahia) e a cadeia de montanhas costeira (Serra do Mar) (Silva e Casteleti, 2005). Mais recentemente de la Sancha *et al.* (2014) testaram a resposta das comunidades de pequenos mamíferos a este zoneamento, confirmando o padrão biogeográfico proposto acima. A métrica utilizada foi a betadiversidade.

2. β -diversidade e estruturação de comunidades

Embora a diversidade pareça o conceito ecológico mais bem estudado e intuitivo, nenhuma definição consensual foi formulada (Ricotta 2005). Definições quantitativas de diversidade incluem um grande número de métricas (Tuomisto 2010a). No nível das espécies pode-se falar, então, da diversidade de espécies, que inclui a variedade e a abundância relativa das espécies.

A riqueza e a abundância de espécies são os elementos mais recorrentemente utilizados para caracterizar a diversidade alfa, que pode ser expressa por meio de índices, ou métricas. Cada índice possui uma estrutura matemática e uma unidade de medida, podendo representar diferentes fenômenos ecológicos (Tuomisto, 2010a). Cabe salientar que o melhor índice de diversidade a ser utilizado depende do contexto e pergunta que se está tentando responder (Gorelick, 2011; Moreno e Rodrigues, 2011). A maioria das medidas propostas para comparar a diversidade entre comunidades biológicas incorpora os componentes de diversidade alfa (diversidade local) e gama (diversidade total), cujas relações aditiva ou multiplicativa geram a métrica de betadiversidade (Baselga, 2010; Tuomisto, 2010a). Apesar da vasta discussão na literatura e da não existência de consenso sobre a betadiversidade representar, de fato, uma medida de diversidade (Magurran, 2004; Jost, 2006; Tuomisto, 2010a, b), diferentes medidas de betadiversidade podem revelar diferentes fenômenos responsáveis pela estruturação das comunidades (Tuomisto, 2010a). No geral, a betadiversidade pode ser interpretada como uma medida da dissimilaridade ou heterogeneidade das unidades amostrais, ou das comunidades biológicas (Jost, 2007; Tuomisto, 2010a). A betadiversidade também pode indicar o número de unidades composicionais que formam a região de estudo (Tuomisto, 2010a). Essas unidades composicionais indicam o grau de regionalização da biodiversidade.

Os índices mais citados na literatura para estimar a betadiversidade são os de Jaccard e Sorensen (Baselga e Orme, 2012), que são transformações monotônicas da razão entre as diversidades gama e alfa. A transformação, ou decomposição da diversidade não é algo simples, pois alguns fenômenos adjacentes à diversidade não necessariamente podem ou precisam ser decompostos (Gorelick, 2011). A decomposição, portanto, dependerá de quais aspectos se queira investigar da comunidade. Por exemplo, a relação entre gama e alfa diversidade pode ser mais

informativa quando estes mesmos índices são construídos com os elementos substituição (“turnover”) e aninhamento (“nestedness”) de espécies (e.g., Baselga e Orme, 2012), ambos fenômenos estruturadores da diversidade. A substituição e a entropia, elementos estruturadores das comunidades biológicas, podem indicar a a) dissimilaridade, ou b) o grau de heterogeneidade, c) diferenciação e d) complementaridade das comunidades biológicas, resultante de processos ecológicos e evolutivos (Pielou, 1984; Webb *et al.*, 2002). Mais especificamente:

1) O “turnover” de espécies, que se constitui na ocorrência da mudança ou substituição de espécies (Tuomisto, 2010b), pode ocorrer devido a extinções e especiações decorrentes de eventos históricos (Baselga, 2012) ou eventos populacionais, como imigração e emigração de indivíduos (Kneitel e Chasen, 2004; Starzomski *et al.*, 2008). Estes eventos são caracterizados como estocásticos (Chase, 2007);

2) A entropia de uma determinada composição de espécies (também denominada unidade composicional; Tuomisto, 2010a). Indica o nível de organização da comunidade, e pode ser interpretada e medida a partir de padrões filogenéticos aleatórios (baixa organização) ou não aleatórios (alta organização);

3) O aninhamento, um padrão ecológico em que comunidades com menor riqueza de espécies são um subconjunto das comunidades mais ricas (Almeida- Neto *et al.*, 2008). É também considerado como o oposto ao “turnover” (Baselga, 2010).

Estes três elementos (“turnover”, entropia e aninhamento), operando em uma escala local (logo, na diversidade alfa), podem, portanto, gerar padrões de diversidade em uma escala regional (Tuomisto, 2010a). Mais especificamente, a abordagem sobre entropia é fundamental para interpretação da composição de espécies da comunidade, bem como de sua estrutura e diversidade filogenética (Webb *et al.*, 2002). Dependendo da amplitude da variação ambiental, da distância geográfica entre comunidades e das interações interespecíficas, o “turnover” de espécies pode também indicar um “turnover” na estrutura filogenética da comunidade (Graham e Fine, 2008), sendo detectado através de mudanças na filobetadiversidade (também compreendida como dissimilaridade evolutiva entre comunidades; Leprieur *et al.*, 2012).

O último século marcou o aparecimento de um conjunto teórico significativo sobre o da sucessão ecológica (Clements, 1916; Gleason, 1927), a ubiquidade e a raridade das espécies (Fischer *et al.* 1943; Preston 1948, MacArthur, 1960), a biogeografia de ilhas (MacArthur &

Wilson, 1967) e a distribuição latitudinal da diversidade de espécies (Brown, 1995). Estes exemplos de teorias heurísticas na ecologia de comunidades, contribuíram consideravelmente para a compreensão espaço temporal dos padrões de diversidade biológica (Rosenzweig, 1995; Magurran, 2004). Dentro deste quadro os morcegos são um componente importante da fauna Neotropical, em termos numéricos de diversidade e que operam importantes funções ecosistêmicas. Apesar destas características nenhuma análise abordou a diversidade da comunidade de morcegos no bioma Mata Atlântica.

3. Morcegos na Mata Atlântica

Os morcegos constituem o grupo de mamíferos mais diversificado do mundo após os roedores. No Brasil são conhecidas 9 famílias, 68 gêneros e 178 espécies (Paglia *et al.* 2012, Nogueira *et al.* 2014). São animais de grande significado ecológico na regulação dos ecossistemas tropicais, pois participam efetivamente no controle das populações de insetos, dispersão de sementes e polinização, atuando assim na recuperação de áreas degradadas.

Em diversas comunidades tropicais e subtropicais, os morcegos constituem o grupo de mamíferos mais numeroso, tanto em espécies como em indivíduos, representando 40 a 50% das espécies de mamíferos em diversas regiões tropicais. A floresta atlântica, por exemplo, destaca-se por abrigar grande parte da diversidade de morcegos do Brasil, com mais de 64% do total de morcegos para o país (Paglia *et al.* 2012). É característica deste bioma a presença de muitas espécies raras, das cinco espécies consideradas vulneráveis no Brasil, quatro delas estão na Mata Atlântica: *Lasiurus eburnus*, *Lonchophylla bokermanni*, *Myotis ruber* e *Platyrrhinus recifinus*. Outras oito espécies deste bioma são consideradas Deficientes em Dados para que seu status de conservação seja definido (Machado *et al.* 2008).

Embora tenham sido realizados estudos com comunidades de quirópteros na floresta atlântica, dados sobre a composição e abundância de espécies destas comunidades permanecem escassos, assim como dados a cerca da distribuição ao longo do gradiente latitudinal da Mata Atlântica. Um dos padrões mais visíveis em biogeografia é o gradiente latitudinal de diversidade, onde a riqueza de espécies diminui com a latitude para a maioria dos principais grupos de organismos (Willig *et al.* 2003). A distribuição dos mamíferos do Novo Mundo está em conformidade como padrão latitudinal clássico (Simpson, 1964), porém este fator é impulsionado em grande parte pela alta diversidade dos morcegos neotropicais (Stevens, 2004), portanto segundo Arita *et al.* (2014) a compreensão dos processos de diversificação que moldam a distribuição dos morcegos do Novo Mundo atualmente, é fundamental para explicar o padrão geral para todos os mamíferos.

A partir das características biológicas dos morcegos, alta vagilidade, longo tempo de geração e especialização trófica diversificada espera-se observar, comunidades discretas em termos de estruturação de comunidades (Clementsian), tal como demonstra Presley & Willig (2010) e Presley *et al.* (2009). A distribuição espacial e a hetergenidade de morcegos na Mata Atlântica ainda não foi abordada formalmente. É esta lacuna que o presente documento vem preencher.

LITERATURA CITADA

- Almeida-Neto, M., Guimarães, P., Guimarães Jr, P. R., Loyola, R. D. e Ulrich, W. 2008. A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconciling concept and measurement. *Oikos*, 117: 1227-1239.
- Arita, H.T., Vargas-Barón, J. and Villalobos, F. (2014) Latitudinal gradients of genus richness and endemism and the diversification of New World bats. *Ecography*, 37: 1024–1033. (doi: 10.1111/ecog.00720)
- Baselga, A. 2010. Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 19: 134–143.
- Baselga, A. 2012. The relationship between species replacement, dissimilarity derived from nestedness, and nestedness. *Global Ecology and Biogeography*, 21, 1223–1232.
- Baselga, A. e Orme, C. D. L. 2012. betapart: an R package for the study of beta diversity. *Methods in Ecology and Evolution*, 3: 808–812.
- Batalha-Filho H, Cabanne GS, Miyaki CY. 2012. Phylogeography of an Atlantic forest passerine reveals demographic stability through the last glacial maximum. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 65:892–902.
- Brown, J.H. 1995. *Macroecology*. University of Chicago, Chicago, p. 269.
- Carnaval, A.C., Hickerson, M.J., Haddad, C.F.B., Rodrigues, M.T. & Moritz, C. 2009. Stability predicts genetic diversity in the Brazilian Atlantic forest hotspot. *Science*, 323: 785–789.
- Chase, J. M. 2007. Drought mediates the importance of stochastic community assembly. *PNAS*, 104(4): 17430-17434.
- Clements, F.E. 1916. Plant succession: an analysis of the development of vegetation. Carnegie Institution of Washington, Washington, p.512.

Costa, L.P. & Leite, Y.L.R. 2012. Historic fragmentation shaping vertebrate diversification in the Atlantic Forest bio- diversity hotspots. *Bones, clones, and biomes: the history and geography of recent neotropical mammals* (ed. by B.D. Patterson and L.P. Costa), pp. 283–306. University of Chicago Press, Chicago, IL, USA.

Costa, L.P. 2003. The historical bridge between the Amazon and the Atlantic forest of Brazil: A study of molecular phylogeography with small mammals. *Journal of Biogeography* 30: 71–86 (doi:<http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2699.2003.00792.x>).

de la Sancha, N. U., Higgins, C. L., Presley, S. J., Strauss, R. E. 2014. Metacommunity structure in a highly fragmented forest: has deforestation in the Atlantic Forest altered historic biogeographic patterns?. *Diversity and Distributions*, 20:1058–1070. (doi:10.1111/ddi.12210)

Fischer, R.A., Corbert, A.S. & Williams, C.B. 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *J. Anim. Ecol.* 12(1):42-58.

Gleason, H.A. 1927. Further views on the succession-concept. *Ecology*. 8(3):299-326.

Gorelick, R. 2011. Commentary: Do we have a consistent terminology for species diversity? The fallacy of true diversity. *Oecologia*, 167: 885–888.

Graham, C. & Fine, P. 2008. Phylogenetic beta diversity: linking ecological and evolutionary processes across space and time. *Ecology Letters*. 11:1265–1277.

Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos*, 113(2): 363-375.

Jost, L. 2007. Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology*, 88:2427–2439.

Kneitel, J. M. e Chasen, J. M. 2004. Trade-offs in community ecology: linking spatial scales and species coexistence. *Ecology Letters*, 7: 69–80.

Leprieur, F., Albouy, C., De Bortoli, J., Cowman, P. F., Bellwood, Moillot, D. 2012. Quantifying Phylogenetic Beta Diversity: Distinguishing between „true“ turnover of lineages and phylogenetic diversity gradients. *PloS ONE*, 7(8): e42760. (doi:10.1371/journal.pone.0042760)

Machado, A. B. M.; Drummond, G. M.; Paglia, A. P. (eds.). *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*. 1. ed. Brasília, DF: MMA (Biodiversidade 19), 2 volumes, 2008.

MacArthur, R.H. & Wilson, E.O. 1967. The theory of island biogeography. Princeton University, Princeton, p. 224.

MacArthur, R.H. 1960. On the relative abundance of species. *American Naturalist*. 94(1):25-36.

Magurran, A.E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell, Oxford, p. 256.

Mittermeier R.A.; Mittermeier, C.G. (2005) Megadiversity: Earths Biologically Wealthiest Nations (p. 501). Cemex. Retrieved from <http://www.amazon.com/Megadiversity-Earths-Biologically-Wealthiest-Nations/dp/9686397507>

Moreno, C. E. e Rodriguez, P. 2011. Commentary: Do we have a consistent terminology for species diversity? Back to basics and toward a unifying framework. *Oecologia*,167:889–892.

Nogueira MR, IP de Lima, R Moratelli, VC Tavares, R Gregorin, AL Peracchi. 2014. Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. *Check List*, 10:808–821.

Paglia, A.P., Fonseca, G.A.B. da, Rylands, A. B., Herrmann, G., Aguiar, L. M. S., Chiarello, A. G., Leite, Y. L. R., Costa, L. P., Siciliano, S., Kierulff, M. C. M., Mendes, S. L., Tavares, V. da C., Mittermeier, R. A. and Patton J. L. 2012. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil / Annotated Checklist of Brazilian Mammals. 2a Edição / 2nd Edition. Occasional Papers in Conservation Biology, 6. *Conservation International*, Arlington, VA. 76pp.

Pereira, A. B. 2009. Mata Atlântica: uma abordagem geográfica. *Nucleus*, v.6, n.1.

Pielou, E. C. 1984. The interpretation of ecological data: A primer on classification and ordination. John Wiley&Sons, Inc., New York. 263 pp.

Presley, S.J. & Willig, M.R. (2010) Bat metacommunity structure on Caribbean islands and the role of endemics. *Global Ecology and Biogeography*, 19, 185–199. (doi:10.1111/j.1466-

8238.2009.00505.x)

Presley, S. J., C. L. Higgins, C. López-González, and R. D. Stevens. 2009. Elements of metacommunity structure of Paraguayan bats: multiple gradients require analysis of multiple axes of variation. *Oecologia* 160:781-793.

Preston, F.W. 1948. The commonness, and rarity, of species. *Ecology*. 29(1):254-283.

Prum, R. 1988. Historical relationships among avian forest areas of endemism in the neotropics. *Proceedings of the International Ornithological Congress*, 19: 2562–2572.

Ribeiro MC, Metzger JP, Martensen AC, Ponzoni FJ, Hirota MM. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, 142: 1144-1156.

Ricotta, C. 2005. Through the jungle of biological diversity. *Acta Biotheor*, 53(1):29-38.

Rizzini, C. T. 1997. Tratado de fitogeografia do Brasil. Rio de Janeiro: Editora Âmbito Cultural.

Rosenzweig, M.L. 1995. Species diversity in space and time. Cambridge University, Cambridge, p. 436.

Silva, j.m.c. & Casteleti, c.h.m. 2005. Estado da biodiversidade da Mata Atlântica brasileira. In: Galindo-Leal, C. & Câmara, I.G. (Eds.). *Mata Atlântica: Biodiversidade, Ameaças e Perspectivas*. Belo Horizonte: Fundação SOS Mata Atlântica Conservação Internacional. p. 43-59.

Simpson, G. G.. 1964. Species Density of North American Recent Mammals. *Systematic Zoology*. 13(2), 57–73. <http://doi.org/10.2307/2411825>

Starzomski, B. M., Parker, R. L., Srivastava, D. S. 2008. On the relationship between regional and local species richness: a test of saturation theory. *Ecology*, 89(7): 1921–1930.

Stevens, R.D. (2004) Untangling latitudinal richness gradients at higher taxonomic levels: familial perspectives on the diversity of New World bat communities. *Journal of Biogeography*, 31, 665–

674. (doi:10.1111/j.1365-2699.2003.01042.x)

Tuomisto, H. 2010 (a). A diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 1. Defining beta diversity as a function of alpha and gamma diversity. *Ecography*, 33: 2-22.

Tuomisto, H. 2010 (b). A diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 2. Quantifying beta diversity and related phenomena. *Ecography*, 33: 23- 45.

Webb, C. O., Ackerly, D. D., Mcpeck, M. A. e Donoghue, M. J. 2002. Phylogenies and Community Ecology. *Annual Review Ecology Systematics*, 33: 475-505.

Willig, M. R., Kaufman, D. M. and Stevens, R. D. 2003. Latitudinal gradients of biodiversity: Pattern, process, scale and synthesis. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*. 34: 273-309.

OBJETIVOS

Objetivo geral

O principal objetivo desta dissertação associada da Rede BioM.A. (PPBIO Mata Atlântica aprovado 12/2012) é avaliar a heterogeneidade das comunidades de morcegos ao longo da Mata Atlântica brasileira em varias escalas de amostragem.

Objetivos específicos

- Realizar através de fontes bibliográficas um levantamento de coletas de morcegos ao longo da Mata Atlântica Brasileira.
- Avaliar a heterogeneidade das comunidades de morcegos ao longo da Mata Atlântica Brasileira.
- Ampliar as listas de espécies para os quirópteros das quatro áreas de amostragem da Rede BioM.A. (PPBIO Mata Atlântica aprovado 12/2012).

Capítulo 1

Heterogeneity of bat (chiroptera) communities in the Brazilian Atlantic Forest.

Emmanuel Messias Vilar, Natan Diego Alves de Freitas, Ewerth Janssen Cunha de
Vasconcelos, Thais Kubik Martins and Pedro Cordeiro-Estrela

Texto será submetido à revista Diversity and Distribution ou Journal of Biogeography

HETEROGENEITY OF BAT (CHIROPTERA) COMMUNITIES IN THE BRAZILIAN ATLANTIC FOREST

Emmanuel Messias Vilar^{1,2*}, Natan Diego Alves de Freitas¹, Ewerth Janssen Cunha de Vasconcelos¹,
Thais Kubik Martins^{1,2} and Pedro Cordeiro-Estrela^{1,2}

¹Laboratório de Mamíferos da Universidade Federal da Paraíba; ²Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas: Zoologia – UFPB. *corresponding author: messiashp@gamil.com

Abstract

During the European colonization in Brazil, the Atlantic Forest was the first biome to be explored. The successive economic cycles and the continued expansion of the human population in the region during the past 500 years committed to the ecological integrity of natural ecosystems of the biome. The Atlantic Forest may contain 1-8% of all species of flora and fauna of the world, In particular bats this biome represent more than 64% of all bats for the country. Bats are one of the richest groups in species in the tropics, and has a high abundance at the community level, which makes them an excellent group for the study of structuring communities. In view of this, this article aims to evaluate the heterogeneity of bat communities in the Brazilian Atlantic Forest, seeking to verify if the dissimilarity between these communities responds to the latitudinal gradient, which provides this beta diversity and how the metacommunity bat is structured. For this we use metadata. Beta diversity analyzes were performed to assess the heterogeneity of biomes and metacomunity analysis to evaluate its structure. We observed that the community of bats of the Brazilian Atlantic Forest, are explained by the turnover and have a random spatial structure, unresponsive to latitudinal gradient. Concluding that the high beta diversity between the bat communities, is mainly explained by environmental forces and the heterogeneity of study metacommunity expands our understanding about the mechanisms that involve the structure of biological communities in tropical ecosystems.

Keywords

Beta diversity, Biogeography, Mammals, Metacommunity, Tropical forest.

Introduction

The Atlantic Forest stands out from all the Tropical Rainforest of the world, for its long longitudinal distribution along the Brazilian coast, for its diversity of habitats, its isolation from other rain forests of the continent and the high degree of fragmentation that qualify as one of 34 hotspots for conservation (Mittermeier *et al.* 2005). These are important characteristics to explain the high diversity, endemism and current level of threat of organisms of this biome. It represents the longest latitudinal gradient of tropical forest in the world (Galindo-Leal & Camara, 2003; Ribeiro *et al.* 2009). The climate of the Atlantic Forest is mainly characterized by high temperatures, high relative humidity, heavy rainfall, frequent fog in some areas and bright light. The evolutionary past of the Atlantic Forest is marked by periods of contact with biota of other South American forests, followed by periods of isolation (Prum, 1988; Rizzini, 1997). With that the composition of the Atlantic biota is composed of both very ancient elements, which differed in the Pliocene, and by elements that colonized the region more recently, during the transition Pleistocene - Holocene (Prum, 1988; Hackett and Lehn, 1997). According to Silva and Casteleti (2003) the Atlantic Forest may contain 1-8% of all species of flora and fauna of the world, including more than 20,000 species of plants, 261 species of mammals, 688 species of birds, 200 species of reptiles, 280 species of amphibians, and many other species that still require scientific description (Goerck, 1997; Mittermeier *et al.*, 1999; Silva and Casteleti, 2003). In particular bats this biome represent more than 64% of all bats for the country (Paglia *et al.* 2012, Nogueira, 2014).

Bats are exceptional because they usually show wide geographic distributions and present a high degree of taxonomic and functional diversities (Stevens and Willig 2000), an elevated longevity (Gaisler, *et al.*, 2003; Podlutzky, *et al.*, 2005; Munshi-South & Wilkison, 2010) and echolocation (Lancaster *et al.*, 1995). Bats are one of the richest groups in species in the tropics, and has a high abundance at community level (Patterson *et al.*, 2001), which makes them an excellent group for the study of structuring communities. Several studies have approached the structure of bat communities in relation to species richness and the latitudinal gradient, betadiversity, phylobetadiversity and diversification (e.g. Stevens & Willig, 2002; Stevens, 2004; Willig & Bloch, 2006; Arita *et al.*, 2014; Peixoto *et al.*, 2014), generally on large scales, whether global or continental.

Respecting to the betadiversity, many metrics were developed to represent the degree of heterogeneity and dissimilarity between communities (e.g., Tuomisto, 2010a). The dissimilarity, or more commonly called betadiversity (Tuomisto, 2010b), can be composed by two elements, the nestedness and the turnover (Baselga and Orme, 2012).

More recently, when it comes to structuring communities, the looks have turned to studies analyzing "metacommunity". With a seminal work published in 2002 by Leibold & Mikkelsen, and

according to them, metacommunity can be broadly defined as a set of ecological communities in different locations (potentially, but not necessarily connected by dispersion), while that a community is a group of species in a given location. With this many innovative analytical approaches have been developed to facilitate the identification, evaluation of the structure and operation of multi-species along environmental gradient (e.g. Leibold & Mikkelsen, 2002; Hausdorf & Hennig, 2007; Presley *et al.*, 2010). The structure of the metacomunity, from this approach, are characterized by elements like the pattern of randomness, checkerboard or degree of nestedness, the turnover and the types of boundary clumping of distribution of species. Understanding the structure and of biological communities, has shown as an excellent tool for decision making in environmental monitoring, as the biodiversity indicators (Smith *et al.*, 2012).

In view of this, this article aims to evaluate the heterogeneity of bat communities in the Brazilian Atlantic Forest, seeking to verify if the dissimilarity between these communities responds to the latitudinal gradient and which provides this beta diversity and how the metacommunity bat is structured.

Methods

Literature review

Data collection was done through bibliographic research of selected scientific articles in the following databases: ScienceDirect (<http://www.sciencedirect.com/>), Web Of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>), Scielo (<http://www.scielo.org/php/index.php>), EBSCO Host (<http://search.ebscohost.com/>) and Google Scholar (<http://www.scholar.google.com.br/>).

Articles were limited to research over the last 30 years. Only studies in the Brazilian Atlantic Forest were considered. The following portuguese and english keywords were searched in combination with logic operators “AND” and “OR”: bats (morcegos) “OR” chiroptera (quirópteros) with “AND” abundance (abundância), diversity (diversidade), ecology (ecologia), community structure (estrutura de comunidades), Atlantic Forest (floresta atlântica), inventory (inventário), Atlantic Forest (Mata Atlântica), new species (espécie nova), new occurrence (novo registro), taxonomic revision (revisão taxonômica), systematics (sistemática).

Some articles were discarded based on the following criteria: (a) limited information about the taxonomy of species encountered, (b) location outside the limits of the Atlantic Forest and (c) secondary data from an article already included. A total of 57 references were obtained for analysis, and coded on a spreadsheet with the following fields: (1) species, (2) locality, (3) municipality, (4) state, (5) abundance, (6) sampling effort (in h.m²), (7) collection date and the respective museum number, (8) latitude, (9) longitude, (10) altitude and (11) phytophysognomy (following the

nomenclature of Veloso, 1991). We also coded if the study was formed only by captures, by captures and recaptures (population studies) or by museum specimens. Sampling effort was registered or calculated and analyzed through a histogram (see Straube & Bianconi, 2002). All synonyms were standardized following the latest nomenclature for the Brazilian species of bats (Nogueira, 2014), considering as correct all identifications present in the articles.

Spatial sampling of bats along the Atlantic Forest

We analyzed the spatial pattern of samplings of bats along the Atlantic Forest. The geographic coordinates of localities were computed from the articles and when not provided, we georeferenced them in the GIS software QGIS 2.2 (QGIS Development Team 2014). When the altitude was not specified in the articles, we obtained it on Google™ Earth. We identified sampling gaps by estimating a kernel density function, in QGIS. To define the buffer size, we calculated the mean and median of the pairwise geographic distances between localities. Pairwise geographic distances were calculated using fossil package of R program (Vavrek, 2011).

Exploratory analysis of the spatial structure of communities

We used two different but complementary frameworks to access the spatial structure of the composition of communities of bats. Firstly, we calculated the multiple site beta diversity, a metric that considers a total pool of species of all sampling units to verify the Sorensen's index between more than two sampling units. This index is additively decomposed into the turnover and nestedness elements, respectively corresponding to replacement and gain or loss of species (Baselga, 2012). Importantly on this metric, the turnover element is not influenced by the richness of species between locations. Second we used a pairwise approach that calculates one value of beta diversity for each combination of two localities. This approach was considered to explore the latitudinal gradient of the Atlantic Forest. This calculation allows to identify the degree of unicity (irreplaceability) of each sampling unit which is a key concept for conservation prioritization (Brooks et al. 2006). This approach was used to explore the spatial autocorrelation of community dissimilarity. We calculated these metrics of beta diversity on package betapart (Baselga et al., 2012) in R 3.1.1 program (The R Foundation for Statistical Computing).

We accessed the composition and the species richness at different scales using five increasing spatial scales as sampling units: the localities, 2.5° and 5° grid cells and biogeographical regions. The biogeographical regions were defined based on the rivers that literally cut the Atlantic Forest, generating four regions: Above the Rio São Francisco, below the Rio São Francisco and above the Rio Doce, Rio Doce below and above the Rio Ribeira do Iguapé and finally the region

below this (Costa et al., 2000).

We analyzed the pairwise beta diversity matrix visually through a heatmap, with the localities ordered latitudinally by their geographical. As the matrix is very large we complemented visual inspection of patterns by a qualitative analysis of the compositional heterogeneity of communities. Of special interest to our study are close localities with high beta diversity (>0.8) values and distant localities with low beta diversity values (< 0.4). We performed a Pearson correlation between the number of species by localities and grid cells and sampling effort. Bias in taxon sampling might produce at least two effects that can mask differences between compositional units. A high beta diversity between close localities can occur due to random sampling error, for example the capture of different rare species in close localities. Adversely a low beta diversity among distant localities for example due to the absence of rare species in the sampling. Both cases can be detected qualitatively by an experienced bat specialist.

Spatial autocorrelation of betadiversity

We analyzed the spatial autocorrelation of pairwise beta diversity of bats in the Atlantic Forest with Moran's I index at different spatial scales on an autocorrelogram. From this analysis we can obtain which class of geographic distance has a significant spatial autocorrelation of beta diversity. We calculate for all sampling units (locality, 2.5° and 5° grid cells), except biogeographic regions.

Structure of the species occurrence matrix

One paradigm used for the analysis of metacomunity has been proposed by Leibold and Mikkelsen (2002) which consist into the analysis of the structure of the occurrence matrix of species/locality. Of special interest is the analysis done by de la Sancha and collaborators (2014) on "metacom" R package (Dallas, 2014), unities of small mammals in the Atlantic Forest. As the natural history of bats is different in many aspects from small mammals (for example, the dispersal capacity and generation time) although similar in class size and species diversity, also analyzed our dataset within this framework. The exploratory analysis done previously with beta diversity index allows us to choose the proper null models for simulations to test the significance of presence-absence matrix on respect to .We use the null model "SIM6" (Gotelli, 2000) that holds the number of rows and uses the probability as relative frequency of species for the null matrices, because we considers that the degree of rarity or commonness on our database represents the real degree on nature. Moreover, this null model are less prone to error type I (Gotelli, 2000). To check the structure of the ordinated presence- absence matrix, we used the "metacom" package (Dallas,

2014) in the statistical environment R, initially to assess their coherence. Still following Leibold and Mikkelsen (2002), we want to detect this three elements of metacommunity structure: the coherence, the species substitution, and the clumping of border distributions. Together, the analysis of these three elements identify which pattern better reflects the structure of communities, they are: chess, nested, Clementsian, Gleasonian, evenly spaced and random distributions (for details see Presley *et al.*, 2010 and Dallas, 2014).

Results

Sampling of bats along the Atlantic Forest

We registered data from fifty-seven articles, encompassing 104 bat species (after synonymies), 55 genera and nine families (Emballonuridae, Furipteridae, Molossidae, Mormopidae, Natalidae, Noctilionidae, Phyllostomidae, Thyropteridae, Vespertilionidae). Three hundred forty-two localities were recorded (figure 2), distributed in 194 municipalities in 13 Federal units (Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Sergipe, São Paulo) within the Atlantic Forest biome. The intensity of sampling sites evaluated from the kernel density map (figure 2), showed an uneven distribution of sampling sites to the exception of the state of Paraná. Foci with higher concentration of collection localities are found in the states of Paraná, Rio de Janeiro, Minas Gerais, and Southern Bahia. Secondary foci in intensity of sampling sites can be found in the states of São Paulo, Sergipe, Pernambuco and Alagoas. Areas of low sampling intensity (of published results) include the southern states of Santa Catarina and Rio Grande do Sul, Western São Paulo State, Espírito Santo and North-Central coastal areas of Bahia and interior forests of Bahia, Piauí and Ceará states. Despite these sampling gaps sampling was evaluated a large area with a maximum of 3,193 km between sampling localities, and an average of 562.3 km (figure 1a). Of the 57 articles, 28 papers presented or allowed to calculate the sampling effort that had a mean of 19,140 m².h, and a median of 19,140 m².h and a standard deviation of 30759.84 (figure 1b). Richness was significantly correlated to sampling effort ($p < 0.05$, $R^2 = 0.45$) at the 2.5° scale. For the other scales the correlation was not significant.

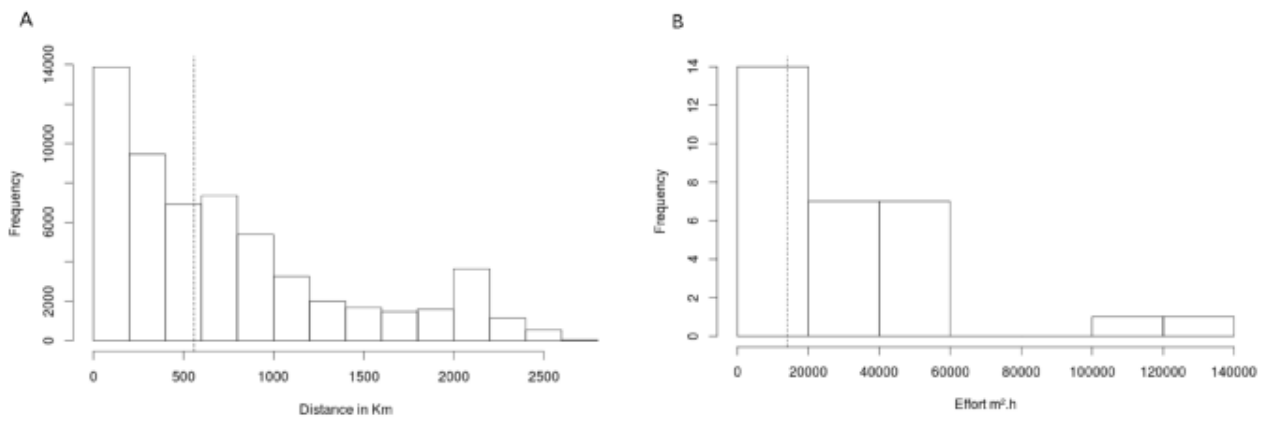


Fig. 1 A= Distribution of the distance between paired locations in km, median (dashed line) = 558.9 km B = Distribution of the sampling effort in m²/h, median (dashed line) = 19140.

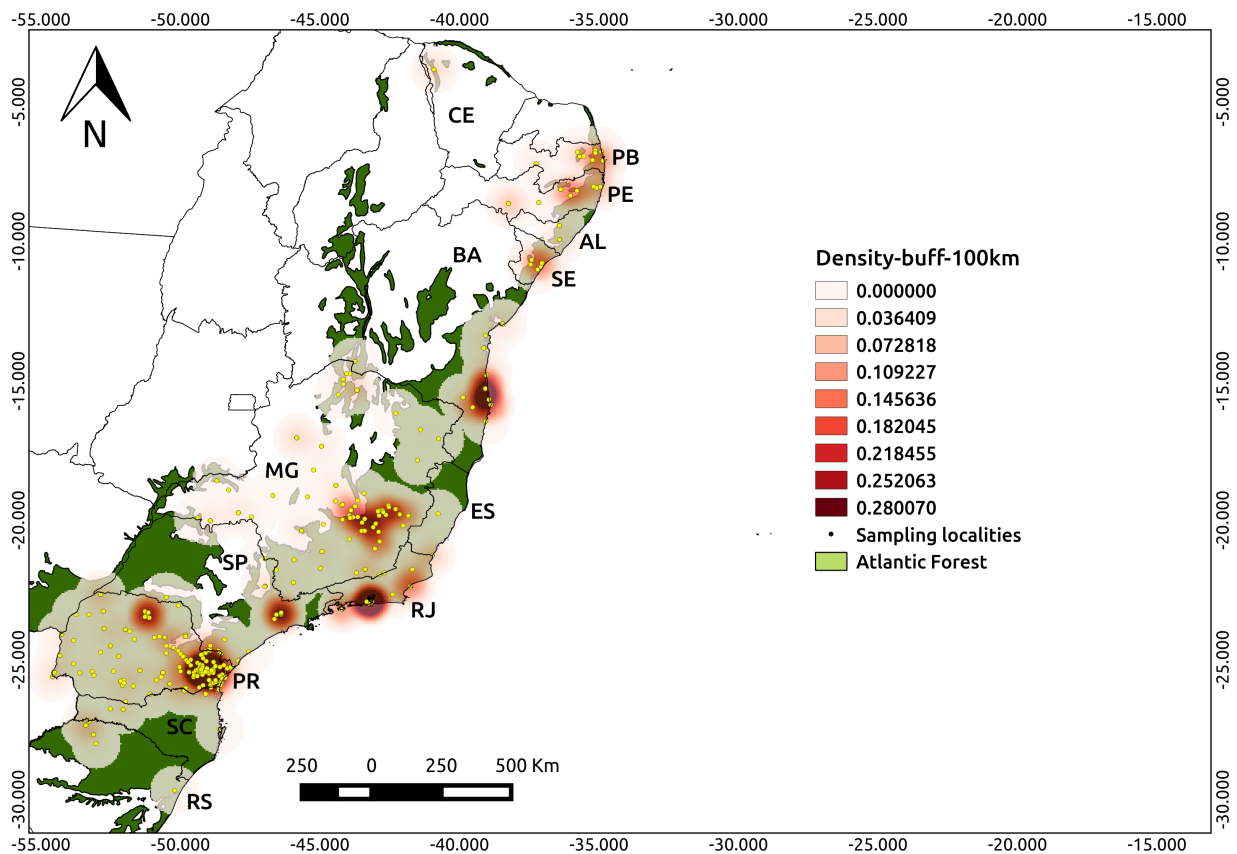


Fig 2. Kernel density estimation map of bat sampling sites in the Brazilian Atlantic Forest. Federal states : CE – Ceará, PB – Paraíba, PE – Pernambuco, AL – Alagoas, SE – Sergipe, BA – Bahia, MG – Minas Gerais, ES – Espírito Santo, RJ – Rio de Janeiro, SP – São Paulo, PR – Paraná, SC – Santa Catarina, RS – Rio Grande do Sul.

Exploratory analysis of the spatial structure of communities

Values of beta total diversity were high for all scales analyzed (Table 1). The beta diversity values decreased in larger spatial scales ranging from 0.99 to 0.48 between locations between biogeographic regions. The dissimilarity in all scales was explained by turnover (Simpson). We analyzed the total beta diversity index including in the grid only localities with a sampling effort superior to the median ($n= 27$). Only one location had a beta diversity inferior to 1 (Sorensen = 0.89), all other exhibited complete dissimilarity in the whole. Calculating the beta diversity (Sorensen, Simpson and Nestedness) between these locations still observed a high dissimilarity (Sorensen = 0.99).

Assessing the latitudinal gradient of beta diversity pairwise, we observed lower values mostly when comparing nearby villages. Localities nearby who had high values of can be explained by the fact that their locations have few species and these are not very common in other species. Analyzing qualitatively the matrix of pairwise with 116,964 pairs noted that 38% of the locations are close and have a high beta diversity and 9.36% are far and have a low beta diversity. This is due to the first case in these locations present mostly the record of a single species and in the second case have many common species.

Table 1. Beta diversity values (Sorensen's index) computed between units of increasing spatial scale (Localities, 2.5°, 5° grids, and biogeographical regions- RBG) and their elements turnover and Nestedness.

Spatial Scale	Sorensen	Turnover	Nestedness
Localities	0.99	0.98	0.01
Grids 2.5°	0.91	0.77	0.14
Grids 5°	0.79	0.59	0.19
RBG	0.48	0.38	0.09

A visual exploratory analysis of the heatmap of pairwise beta diversity matrix ordered by latitude allowed to evaluate the structure of communities qualitatively. In the first instance, in almost all scales of analyses, the structure of communities did not presented an ordered pattern, with no apparent regionalization. The heatmaps with the matrices with turnover and Nestedness values was not very informative as the beta diversity values are dominated by turnover. Nevertheless the additive decomposition as interesting visual consequences as the turnover heatmap are somewhat a “photographic” negative of Nestedness values. In Figure 3 matrix presents no clusters, with high levels of beta diversity scored throughout the matrix. In Figure 4, as can be observed from totals for Sorensen index, there is a high beta-diversity, characterized by a very dark

line in the number of cells 46, 44 and 42 in relation to the number of cells 74 and 81, which turn has a high dissimilarity compared to the rest of the matrix. The last two cells have a single location and in particular, the cell 81 has a single species, *Anoura caudifer* (E. Geoffroy, 1818) that even though well sampled on the number of locations that occurs ($n = 53$), generated increased Sorensen index along the matrix (latitudinally). The cell 44 in particular has five species, where four of them are insectivores, not being shared with other sites. In this matrix has a high beta diversity in grid cells that make up the south of Bahia, Minas Gerais and Rio de Janeiro, compared to the boxes at the southern limit of the Atlantic Forest.

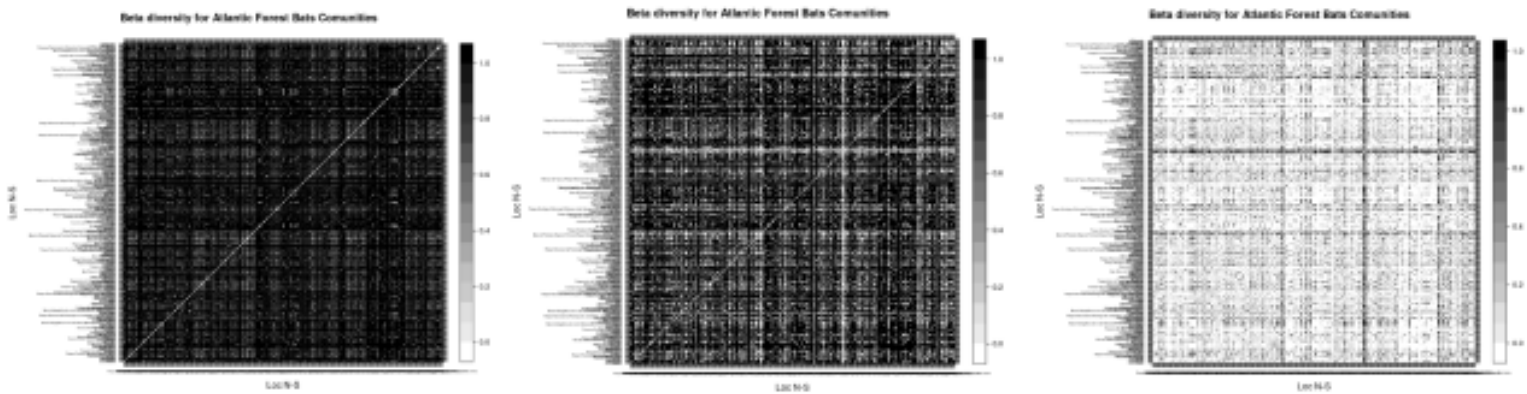


Fig. 3. Pairwise beta diversity matrix for localities orderer latitudinally from North (upper left) to South (lower right). From left to right respectively: Sorensen, Turnover and Nestedness.

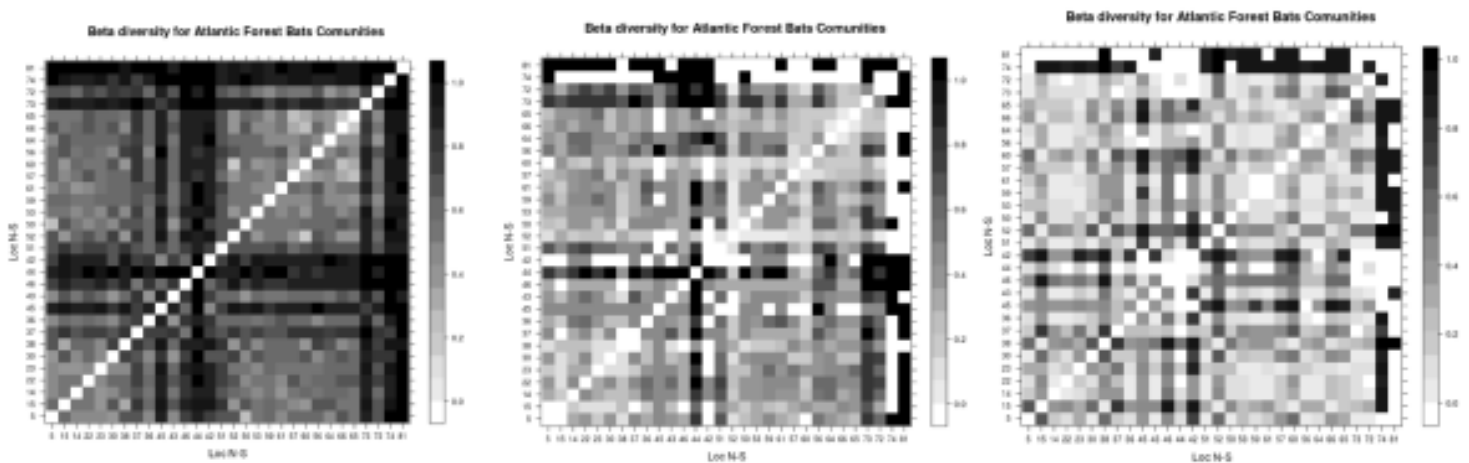


Fig. 4. Pairwise beta diversity matrix for 2.5° grids orderer latitudinally from North (upper left) to South (lower right). From left to right respectively: Sorensen, Turnover and Nestedness.

In the 5° by 5° cell grid matrix (Figure 5), there was greater homogeneity of the betadiversity, with on the south end where the grid contains only a single species, consequently bringing the index. The matrix of biogeographic regions (Figure 6) to a single cluster in the far south compared to the north end total dissimilarity, occurring between these two regions of the biome, Followed by a decrease of beta diversity in the central region of the biome.

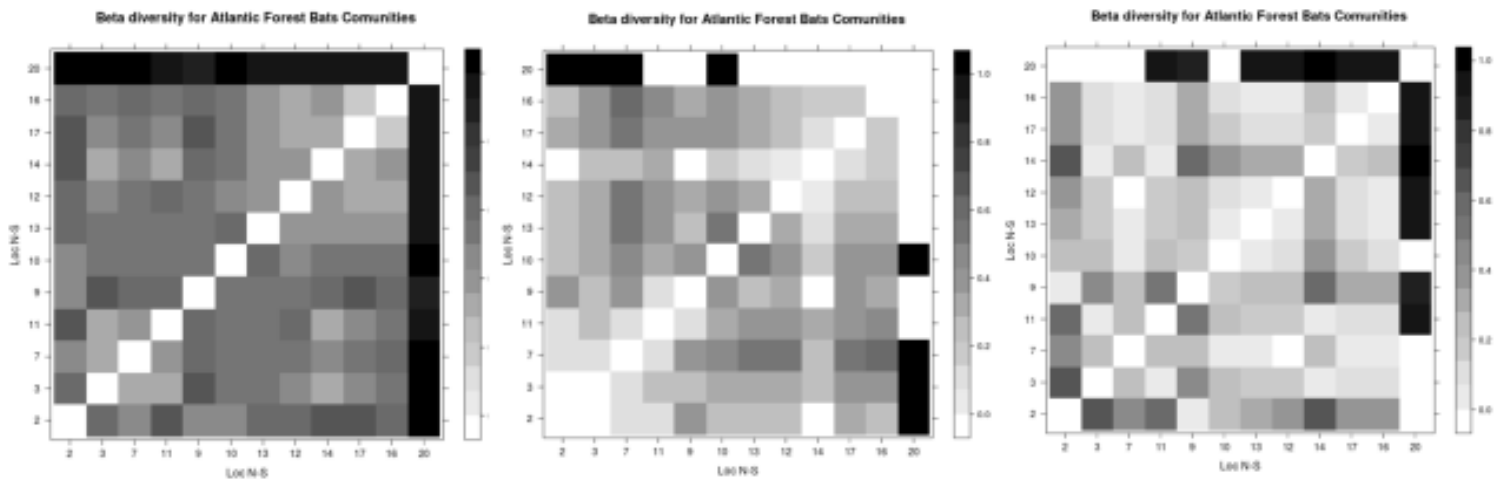


Fig. 5. Pairwise beta diversity matrix for Grids 5° orderer latitudinally from North (upper left) to South (lower right). From left to right respectively: Sorensen, Turnover and Nestedness.

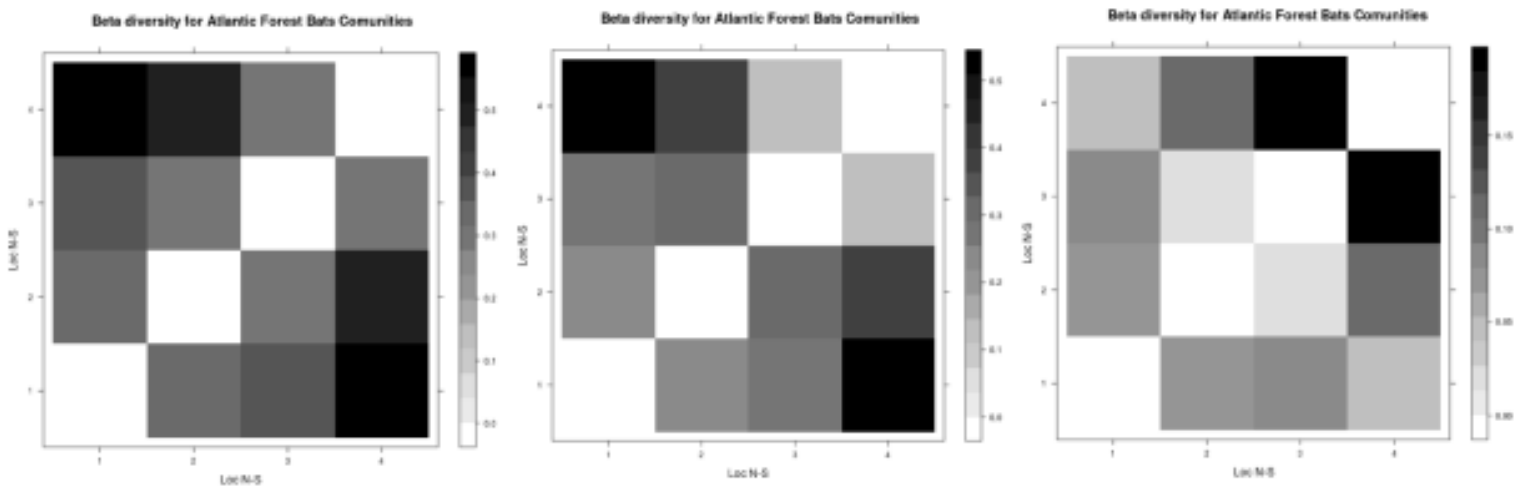


Fig. 6. Pairwise beta diversity matrix for biogeographic regions orderer latitudinally from North (upper left) to South (lower right). From left to right respectively: Sorensen, Turnover and Nestedness.

Test of spatial structure and Spatial autocorrelation of beta diversity

The spatial autocorrelation test performed for the localities, 2.5° and 5° grid cells is presented in details in autocorrelograms (respectively figures 7, 8, 9). For localities scale there was no spatial correlation to Turnover ($p > 0.05$), but a significant positive autocorrelation for Nestedness and hears Sorensen on a distance class of 74.7 km ($p < 0.05$), indicating that in small distance scales there is a strong effect of spatial correlation. To 2.5 and 5 grid cell there was no spatial correlation in any distance class ($p < 0.05$).

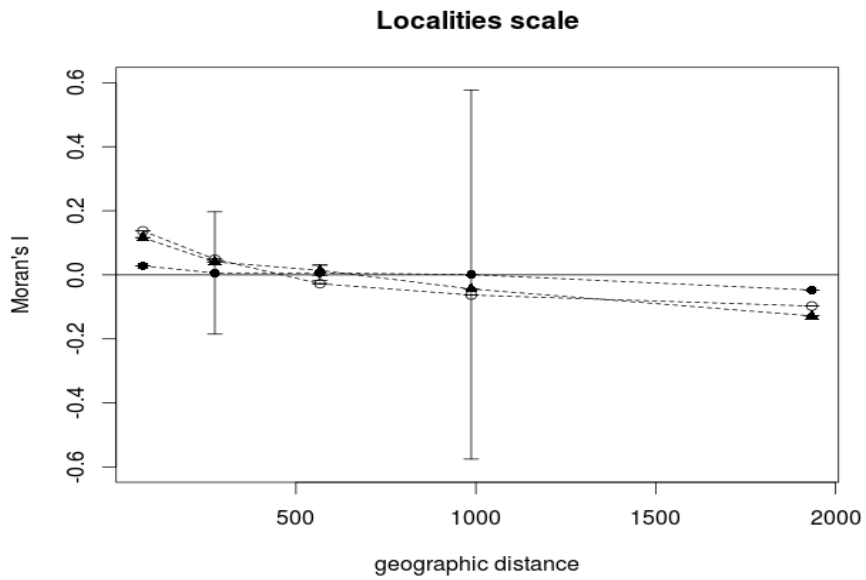


Fig. 7. Autocorrelogram between the pairwise beta diversity values for localities and paired geographic distances. Black triangle = Nestedness, black circle = Turnover, white circle = Sorensen.

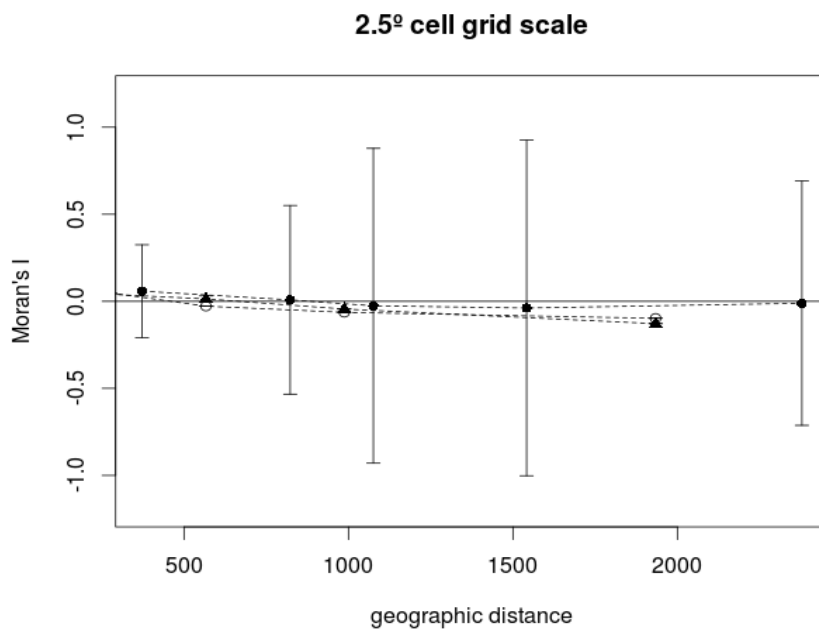


Fig. 8. Autocorrelogram between the pairwise beta diversity values for Grid's 2.5° and paired geographic distances. Black triangle = Nestedness, black circle = Turnover, white circle = Sorensen.

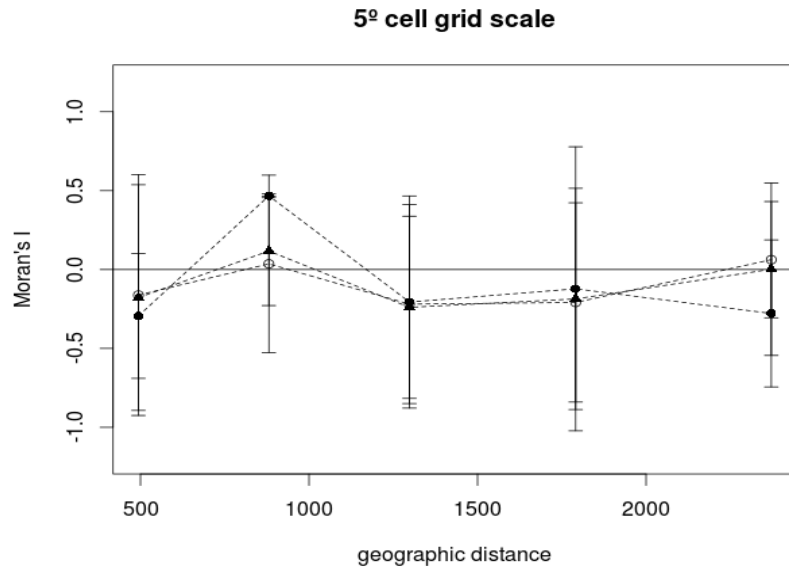


Fig. 9. Autocorrelogram between the pairwise beta diversity values for Grid's 5° and paired geographic distances. Black triangle = Nestedness, black circle = Turnover, white circle = Sorensen.

Structure of the species occurrence matrix

The structural analytical differentiation in the meta community bats revealed an incoherence matrix, there is no coherence on matrix, indicating a random pattern of metacommunity structure ($z = 1.92$, $p = 0.053$). Less than the expected species substitutions ($z = 0.86$, $p > 0.001$) and species vary boundaries is significantly different from the expected zero (Morisita's index = 15.8, $p = 0$). The ordinated matrix can be visually in Figure 10.

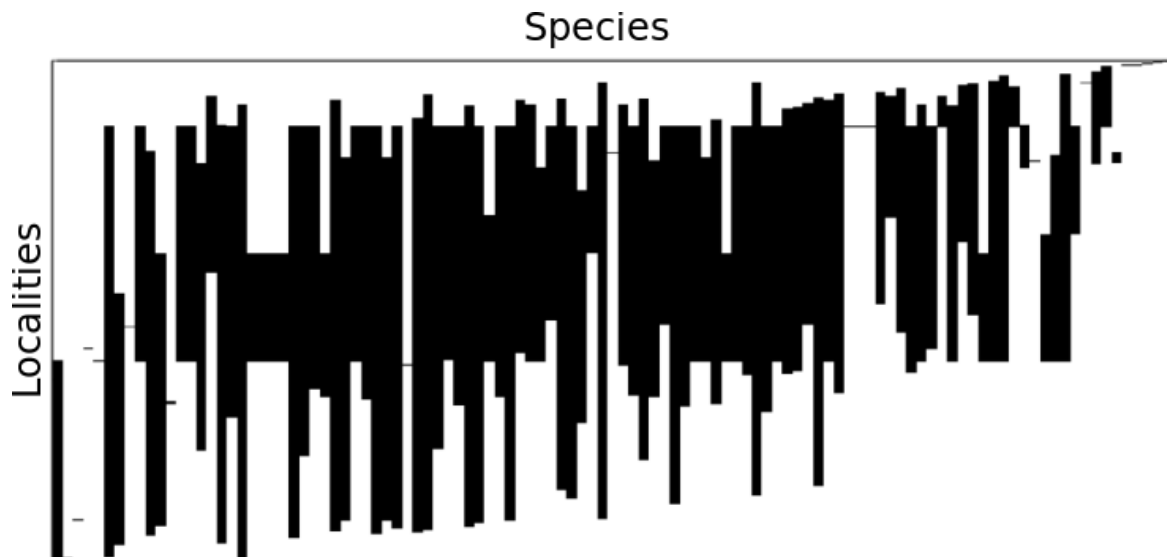


Fig. 10. The ordered matrix by similarity of sites (rows) by species (columns). Black rectangles indicate a species occurrence at a site.

Discussion

During the European colonization in Brazil, the Atlantic Forest was the first biome to be explored. The successive economic cycles and the continued expansion of the human population in the region during the last five hundred years committed to ecological integrity of natural ecosystems of the biome (Galindo-Leal & Camara, 2003). Although scientific research centuries, the Atlantic Forest is still unknown. According to Bernard *et al.* (2011) about 60% of the Brazilian territory is not reported with formal records of bat species and this percentage the Atlantic Forest, in relation to other Brazilian biomes has about 80% of its territory sampled. Yet none of the Brazilian biomes can be considered minimally sampled (Bernard, 2012). Our results point to the southeast, and south of Bahia and the state of Paraná as the scheduled best regions (over 70% of total recorded species), followed by the region comprising the states of Pernambuco and Paraíba (with just over 50%). The other regions are configured as poorly inventoried. This is mainly due to absence formally published inventories, not to mention of course that some jobs may not have filters by our methods. However Bernard *et al.* (2011) also states that it will take 33 years before all the country has at least a formal record of bat species, the pace of inventory remain the way it is. In addition to another 200 years before we can consider Brazil minimally sampled for its bat fauna.

Sampling of bats along the Atlantic Forest

The total richness found ($n = 104$) corresponds to more than 91% of the bat fauna of the Brazilian Atlantic Forest (Paglia *et al.* 2012). The highest concentration of collection in the southeastern states was expected, especially for the largest concentration of bats inventories in the region, and the number of researchers (Bernard *et al.*, 2011). The sampling efforts specified in the articles or calculated following Straube & Bianconi (2002) showed a wide range in the various papers. As demonstrated in 5 grid cells there is a significant influence of effort on richness of species. Even without observing significant values in the correlation of richness with other spatial scales, it is clear that the sampling effort can influence the composition of bat species in the Atlantic Forest, as demonstrates Bergallo and collaborators (2003). In spite of this, metric used to calculate Turnover index (Baselga, 2012) is not affected by different richness of localities, so it is a consistent metric. Analyzing different scales is evident that the high dissimilarity in smaller scales may have been skewed by the different sampling efforts in the different articles and especially because some localities submit the record of a single species, yet not different from this, many studies show a decrease of beta diversity with the increase of the geographical range (e.g. Lennon *et al.*, 2001).

Observing Table 1 we can thus say that the total beta diversity (Sorensen) is similar in almost all scales. However, when it is partitioned on turnover and Nestedness, it becomes clear that

the processes underlying beta diversity are clearly different. The variation of beta diversity between bat communities in the Atlantic Forest was explained at all scales by turnover. These elevated values of turnover implies the elevated substitution of species as a result of environmental or spatial filter and historical restraints (Qian *et al.*, 2005, Baselga, 2010). But we didn't observe the elevated turnover concentrated between biogeography regions.

Analyzing the beta diversity index only in localities with more effort (Effort > median) observed clearly that high beta diversity is not necessarily caused by sub samples, further strengthening the pattern of random matrices. Suggesting that the high beta diversity could be related with environmental gradients, and several studies have already shown a strong relationship between species richness and environmental gradient, especially temperature (eg Weber, 2009; Stevens, 2013). The high beta diversity between areas with high effort (which in theory are well sampled), also shows that much can be discovered on bat communities in the Atlantic Forest, especially in relation to the increase of richness, not surprising that new records have appeared to biome (e.g. Gregorin *et al.*, 2014; Vilar. *et al.*, 2015).

Elements of metacommunity structure

Visually there is a random pattern in ordered matrix for the utilized scales, without a latitudinal ordination. Rodriguez and Arita (2004) studying the beta diversity of mammals in North America and its relationship with the latitudinal gradient, did not find any pattern of relationship between beta diversity and latitude. Since Lomolino and Brown (1998) assumed that beta diversity will increase with decreasing latitude, corresponding to patterns at scales greater than and latitudinal width (Stevens and Willig, 2002), we could observe an elevated beta diversity between localities on high latitudes of Atlantic rainforest. Or it may be possible that a wider range of latitudes it is necessary to detect beta diversity patterns for bats than for non-flying mammals (Rodriguez and Arita, 2004), like a biogeographic regions on Atlantic rainforest determined by non-flying small mammals.

Given the high beta diversity among bat communities, refute the hypothesis that, due to flight capability, which gives good dispersing bats possibilities (Presley & Willig, 2010), there is a greater chance of communities have greater oscillations in species composition, thus increasing the chances of finding a stochastic pattern due to this high dynamics. Yet despite the array ordered not consistent, this does not necessarily indicate a pattern. Tonial *et al.* (2012) analyzing beta diversity in faunas from Tocantins river valley, suggests that for small scales beta diversity has a strong stochastic component, being mainly determined by dispersion. The bat communities along the Atlantic Forest are structured stochastically without latitudinal ordination, as like beta diversity.

Other suggestion of Willig and Moulton (1989) is that the many guilds of bats can overshadow patterns of structuration of communities.

Willig & Moulton (1989), evaluating the structure of bat communities in the Cerrado and Caatinga of northeastern Brazil, through morphological patterns observed a random structure. Demonstrating the competition influences or not in structuring the bat community for the studied biomes. Finally these authors concluding that the spatial and temporal heterogeneity characteristic of northeastern Brazil, combined with the mobile nature of bats, could decrease the intensity, scope or predominance of deterministic interactions, thus leading to indistinguishable ecomorphological structure produced by stochastic processes. And it helps a lot to explain this random pattern in our results. However Presley & Willig (2010) studied metacommunity structure of bats in the Caribbean islands, found a Clementsian structuring (discrete communities with groups of species that replace other groups of species along the gradient), where the structure of metacommunity analyzed for scale was mainly dependent on the number and geographical layout of the primary sources of colonization, not of interspecific interactions of environmental tolerance levels or physical characteristics of the islands. It is worth considering that, Isles of studies can be more easily detected patterns structuring metacommunity because factors such as distance and size between the islands can increase the chances of structuring. Similar structure found López-González (2012), analyzing metacommunity of bats in Mexico analyzing continuous areas.

Conclusions

We conclude that the community of bats of the Brazilian Atlantic Forest, are explained by the turnover and have a random spatial structure, unresponsive to latitudinal gradient. Also concluded that the high beta diversity between the bat communities, is mainly explained by environmental forces. Even among regions with high heterogeneity sampling rates remain high. The heterogeneity of study metacommunity expands our understanding about the mechanisms that involve the structure of biological communities in tropical ecosystems. Besides acting as an excellent tool for decision-making in environmental monitoring proposals.

Acknowledgements

This project was funded by the Rede BioM.A. Inventários: Padrões de diversidade, biogeografia e endemismo de espécies de mamíferos, aves, anfíbios, drosófilas e parasitos na Mata Atlântica (CNPq - Processo: 457524/2012-0). Emmanuel Messias Vilar was funded by a CAPES, masters grant.

Literature cited

- Arita, H.T., Vargas-Barón, J. and Villalobos, F. (2014) Latitudinal gradients of genus richness and endemism and the diversification of New World bats. *Ecography*, **37**, 1024–1033. (doi: 10.1111/ecog.00720)
- Baselga, A. (2010) Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, **19**, 134–143. (doi: 10.1111/j.1466-8238.2009.00490.x)
- Baselga, A. and Orme, C.D.L. (2012) Betapart: an R package for the study of beta diversity. *Methods in Ecology and Evolution*, **3**, 808–812. (doi: 10.1111/j.2041-210X.2012.00224.x)
- Bergallo, H.G., Esberard, C.E.L., Mello, M.A.R., Lins, V., Mangolin, R., Melo, G.G.S. and Baptista, M. (2003) Bat Species Richness in Atlantic Forest: What Is the Minimum Sampling Effort?. *Biotropica*, **35**, 278–288. (doi: 10.1111/j.1744-7429.2003.tb00286.x)
- Brown, J. H. and Lomolino, M. V. (1998) *Biogeography*, 2nd ed. Sinauer.
- Brooks, T.M., Mittermeier, R.A., da Fonseca, G.A., Gerlach, J., Hoffmann, M., Lamoreux, J.F., Mittermeier, C.G., Pilgrim, J.D., Rodrigues, A.S. Global biodiversity conservation priorities. *Science*, **313**(5783):58–61.
- Costa, L.P., Leite, Y.L.R., da Fonseca, G.A.B. and da Fonseca, M.T. (2000) Biogeography of South American Forest Mammals: Endemism and Diversity in the Atlantic Forest. *Biotropica*, **32**, 872–881. (doi:10.1111/j.1744-7429.2000.tb00625.x)
- Bernard, E., Aguiar, L.M.S. and Machado, R.B. (2011) Discovering the Brazilian bat fauna: a task for two centuries?. *Mammal Review*, **41**, 23–39. (doi:10.1111/j.1365-2907.2010.00164.x)
- Bernard, E., Aguiar, L.M.S., Brito, D., Cruz-Neto, A.P., Gregorin, R.G., Machado, R.B., Oprea, M., Paglia, A.P., Tavares, V.C. (2012) *Uma análise de horizontes sobre a conservação de morcegos no Brasil*. Pp. 19-35, In: Mamíferos do Brasil: Genética, Ecologia e Conservação, vol II. (ed: T.R.O. Freitas & E.M. Vieira). Rio de Janeiro. Sociedade Brasileira de Mastozoologia. ISBN 978-85-63705-01-3.
- Dallas, T. (2014) Metacom: an R package for the analysis of metacommunity structure. *Ecography*, **37**, 402–405. (doi: 10.1111/j.1600-0587.2013.00695.x)
- de la Sancha, N. U., Higgins, C. L., Presley, S. J., Strauss, R. E. (2014) Metacommunity structure in a highly fragmented forest: has deforestation in the Atlantic Forest altered historic biogeographic patterns?. *Diversity and Distributions*, **20**:1058–1070. (doi:10.1111/ddi.12210)
- Esbérard, C.E.L. (2003) Diversidade de morcegos em área de Mata Atlântica regenerada no Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências*, **5**, 189 – 211.
- Gaisler, J., Hanak, V., Hanzal, V., Jarsky, V., (2003) Results of bat banding in the Czech and Slovak Republics. 1948–2000. *Vespertilio*, **7**, 3–61.
- Galindo-Leal, C. & Câmara, I.G. (2003) *Atlantic forest hotspots status: an overview*. in C. Galindo-

- Leal & I.G. Câmara (eds.). The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook. pp. 3-11. Center for Applied Biodiversity Science e Island Press, Washington, D.C.
- Gotelli, N. J. (2000) Null Model Analysis of Species Co-occurrence Patterns. *Ecology*, **81**(9): 2606–2621.
- Goerck, J.M., (1997) Patterns of rarity in the birds of the Atlantic Forest of Brazil. *Conservation Biology*, **11**, 112–118
- Graham, C.H., Moritz, C. & Williams, S.E. (2006) Habitat history improves prediction of biodiversity in rainforest fauna. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, **103**, 632–636.
- Gregorin, R., Vasconcellos, K.L., and Gil, B.B. (2014) Two new range records of bats (Chiroptera: Phyllostomidae) for Atlantic Forest, eastern Brazil. *Mammalia*. (doi:10.1515/mammalia-2013-0142)
- Hackett, S.J. & Lehn, C.A. (1997) Lack of genetic divergence in a genus (*Pteroglossus*) of neotropical birds: the connection between life-history characteristics and levels of divergence. *Ornithological Monographs*, **48**, 267–279.
- Hausdorf, B. & Hennig C. (2007) Null model tests of clustering of species, negative co-occurrence patterns and nestedness in meta-communities. *Oikos*, **116**, 818-828.
- Lancaster, W.C., Henson, O.W.JR. and Keating, A.W. (1995) Respiratory muscle activity in relation to vocalization in flying bats. *The Journal of Experimental Biology*, **198**, 175–191.
- Leibold, M.A. & Mikkelsen, G.M. (2002) Coherence, species turnover, and boundary clumping: elements of meta-community structure. *Oikos*, **97**, 237–250. (doi: 10.1034/j.1600-0706.2002.970210.x)
- Lennon, J.J., Koleff, P., Greenwood, J.J.D. and Gaston, K.J. (2001) The geographical structure of British bird distributions: diversity, spatial turnover and scale. *Journal of Animal Ecology*, **70**, 966–979. (doi: 10.1046/j.0021-8790.2001.00563.x)
- López-González, C., Presley, S.J., Lozano, A., Stevens, R.D. and Higgins, C.L. (2012) Metacommunity analysis of Mexican bats: environmentally mediated structure in an area of high geographic and environmental complexity. *Journal of Biogeography*, **39**, 177–192. (doi:10.1111/j.1365-2699.2011.02590.x)
- Luz, J.L.; Costa, L.M.; Lourenço, E.C.; Gomes, L.A.C. and Esbérard, C.E.L. (2009) Bats from the Restinga of Praia das Neves, state of Espírito Santo, Southeastern Brazil. *Check List*, **4**, 364-369.
- Mittermeier R.A.; Mittermeier, C.G. (2005) Megadiversity: Earths Biologically Wealthiest Nations (p. 501). Cemex. Retrieved from [http://www.amazon.com/Megadiversity-Earths-Biologically-Wealthiest Nations/dp/9686397507](http://www.amazon.com/Megadiversity-Earths-Biologically-Wealthiest-Nations/dp/9686397507)
- Mittermeier, R.A., Myers, N., Robles Gil, P., Mittermeier, C.C., (1999) Hotspots. Agrupación Sierra Madre, CEMEX, Mexico City.
- Munshi-South, J. & Wilkinson, G.S. (2010) Bats and birds: Exceptional longevity despite 733 high metabolic rates. *Ageing Research Reviews*, **9**, 12-19. (doi:10.1016/j.arr.2009.07.006)

- Nogueira MR, IP de Lima, R Moratelli, VC Tavares, R Gregorin, AL Peracchi. (2014) Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. *Check List*, **10**:808–821.
- Paglia, A.P., Fonseca, G.A.B. da, Rylands, A. B., Herrmann, G., Aguiar, L. M. S., Chiarello, A. G., Leite, Y. L. R., Costa, L. P., Siciliano, S., Kierulff, M. C. M., Mendes, S. L., Tavares, V. da C., Mittermeier, R. A. and Patton J. L. (2012) Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil / Annotated Checklist of Brazilian Mammals. 2a Edição / 2nd Edition. Occasional Papers in Conservation Biology, 6. *Conservation International*, Arlington, VA. 76pp.
- Patterson, B.D., Willig, M.R. and Stevens, R.D. (2001) *Tropic strategies, niche partitioning, and patterns of ecological organization*. Iil T. H. Kunz and M. B. Fenton, editors. Bat ecology. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA, *in press*.
- Peixoto, F.P., Braga, P.H.P., Cianciaruso, M.V., Diniz-Filho, J.A.F., Brito, D. (2014) Global patterns of phylogenetic beta diversity components in bats. *Journal of Biogeography*, **41**, 762–772. (doi:10.1111/jbi.12241)
- Podlutzky, A.J., Khritankov, A.M., Ovodov, N.D., Austad, S.N. (2005) A new field record for bat longevity. *The Journal of Gerontology: Biological Sciences*, **60**, 1366–1368 (doi:10.1093/gerona/60.11.1366)
- Presley, S.J. & Willig, M.R. (2010) Bat metacommunity structure on Caribbean islands and the role of endemics. *Global Ecology and Biogeography*, **19**, 185–199. (doi:10.1111/j.1466-8238.2009.00505.x)
- Presley, S.J. & Willig, M.R. (2010) Bat metacommunity structure on Caribbean islands and the role of endemics. *Global Ecology and Biogeography*, **19**, 185–199.
- Prum, R. (1988). Historical relationships among avian forest areas of endemism in the neotropics. Proceedings of the International Ornithological Congress, **19**, 2562–2572.
- QGIS Development Team (2015). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. (<http://qgis.osgeo.org>)
- Qian, H., Ricklefs, R.E. and White, P.S. (2005) Beta diversity of angiosperms in temperate floras of eastern Asia and eastern North America. *Ecology Letters*, **8**, 15–22. (doi: 10.1111/j.1461-0248.2004.00682.x)
- Ribeiro, M.C., Metzger, J.P., Martensen, A.C., Ponzoni, F. and Hirota, M.M. (2009) Brazilian Atlantic Forest: How much is left and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, **142**, 1141–1153.
- Rizzini, C.T. (1997) *Tratado de fitogeografia do Brasil*. Rio de Janeiro: Editora Âmbito Cultural.
- Rodríguez, P. & T. Arita, H. (2004) Beta diversity and latitude in North American mammals: testing the hypothesis of covariation. *Ecography*, **27**, 547–556. (doi:10.1111/j.0906-7590.2004.03788.x)
- Silva, J.M.C., Casteleti, C.H.M., (2003) *Status of the biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil*. In: Galindo-Leal, C., Câmara, I.G. (Eds.), *The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status*,

Threats, and Outlook. CABS and Island Press, Washington, pp. 43–59.

Stevens, R.D. (2004) Untangling latitudinal richness gradients at higher taxonomic levels: familial perspectives on the diversity of New World bat communities. *Journal of Biogeography*, **31**, 665–674. (doi:10.1111/j.1365-2699.2003.01042.x)

Stevens, R.D. (2013), Gradients of Bat Diversity in Atlantic Forest of South America: Environmental Seasonality, Sampling Effort and Spatial Autocorrelation. *Biotropica*, **45**, 764–770. (doi:10.1111/btp.12056)

Stevens, R.D. & Willig, M.R. (2000) Density compensation in New World bat communities. *Oikos*, **89**, 367–377. (doi:10.1034/j.1600-0706.2000.890218.x)

Stevens, R.D. & Willig, M.R. (2002) Geographical ecology at the community level: perspectives on the diversity of new world bats. *Ecology* **83**, 545–560. ([http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658\(2002\)083\[0545:GEATCL\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658(2002)083[0545:GEATCL]2.0.CO;2))

Straube, F.C. & Bianconi, G.V. (2002) Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. *Chiroptera Neotropical*, Brasília, **8** (1-2), 150-152.

Tonial, M.L.S., Silva, H.L.R., Tonial, I.J., Costa, M.C., Silva Júnior, N.J. and Diniz-Filho, J.A.F. (2012) Geographical patterns and partition of turnover and richness components of beta-diversity in faunas from Tocantins river valley. *Brazilian Journal of Biology*, **72**(3), 497-504.

Tuomisto, H. (2010a). A diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 1. Defining beta diversity as a function of alpha and gamma diversity. *Ecography*, **33**: 2-22.

Tuomisto, H. (2010b). A diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 2. Quantifying beta diversity and related phenomena. *Ecography*, **33**: 23- 45.

Vavrek, M.J. (2011) fossil: Palaeoecological and palaeogeographical analysis tools. *Palaeontologia Electronica*, **14**(1), 16p. (http://palaeoelectronica.org/2011_1/238/index.html)

Veloso, H. P.; Rangel-Filho, A. L. & Lima, J. C. A. (1991). *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. IBGE, Rio de Janeiro.

Vilar, E.M., Nunes, H., Nascimento, J.L., Estrela, P.C. (2015) Distribution extension of *Ametrida centurio* Gray, 1847 (Chiroptera, Phyllostomidae): First record in the Brazilian Atlantic Forest. *Check List*. **11**(1): 1503. (doi: <http://dx.doi.org/10.15560/11.1.1503>).

Weber, M.M. (2009) *Biogeografia de morcegos (Chiroptera) em área de transição floresta-campo no sudeste da América do Sul*. 75 p. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. Dissertação de Mestrado.

Willig, M.R. & Bloch, C.P. (2006) Latitudinal gradients of species richness: a test of the geographic area hypothesis at two ecological scales. *Oikos*, **112**, 163–173. (doi: 10.1111/j.0030-1299.2006.14009.x)

Willig, M.R. & Moulton, M.P. (1989) The role of stochastic and deterministic processes in structuring Neotropical bat communities. *Journal of Mammalogy*, **70**, (2): 323-329. (doi:<http://dx.doi.org/10.2307/1381514>)

Capítulo 2

Distribution extension of *Ametrida centurio* Gray, 1847 (Chiroptera, Phyllostomidae): First record in the Brazilian Atlantic Forest.

Emmanuel Messias Vilar, Hannah Nunes, Jorge Luiz do Nascimento
and Pedro Cordeiro-Estrela

Texto submetido à revista Check List em Julho de 2014 e aceito em Novembro de 2014 (Anexo)

Distribution extension of *Ametrida centurio* Gray, 1847 (Chiroptera,
Phyllostomidae): First record in the Brazilian Atlantic Forest.
Emmanuel Messias Vilar, Hannah Nunes, Jorge Luiz do Nascimento
and Pedro Cordeiro-Estrela

Ametrida Gray, 1847 is a monotypic genus with *Ametrida centurio* as the type species, whose holotype correspond to a specimen from the state of Pará (Brazil) deposited at the Natural History Museum, London (Peterson 1965). This small fruit-eating bat is endemic to the Neotropics, occurring in Trinidad and Tobago, Netherland Antilles, Panama, Venezuela, Guyana, Surinam, French Guiana and Brazil (Husson 1962; Gardner 2007; Miller *et al.* 2008). In Brazil, its known distribution is limited to the Amazon basin and has been recorded only in the states of Amapá (Peracchi *et al.* 1984; Silva *et al.* 2013), Pará (Gray 1847), Amazonas (Bernard 2001), and Mato Grosso (Pine *et al.* 1970). Herein, we present the first record of *Ametrida centurio* in the Atlantic Forest biome, extending the range of the species in approximately 1,500 km from its easternmost locality. The record was made during a campaign within the project Rede BioM.A. Inventários (MCT/CNPq n° 35/2012; belonging to the Programa de Pesquisa em Biodiversidade, PPBIO) in the Guaribas Biological Reserve (GBR), located in the municipality of Mamanguape, state of Paraíba, Northeastern Brazil (Figure 1).

The area is located within the Atlantic Forest biome and is composed of a mosaic of seasonal semi-deciduous forests and typical savanna formations on sandy soils, with an average annual rainfall and temperature of 1,700 mm and 24°C–26°C, respectively (Barbosa *et al.* 2011). This reserve, established in 1990, comprises 4,054 ha divided into three fragments: Sema 1 (710 ha), Sema 2 (2,982 ha) and Sema 3 (362 ha) and holds some of the last remaining native vegetation within the Pernambuco Center of Endemism. This biogeographical sub-region of Atlantic Forest has been under long and intense fragmentation scheme, with only 12% of the original vegetation range remaining (Ribeiro *et al.* 2009). A severe process of extinction of vertebrates has been documented in the northeastern Atlantic Forest, and most species have survived only in legally protected areas (Canale *et al.* 2012).

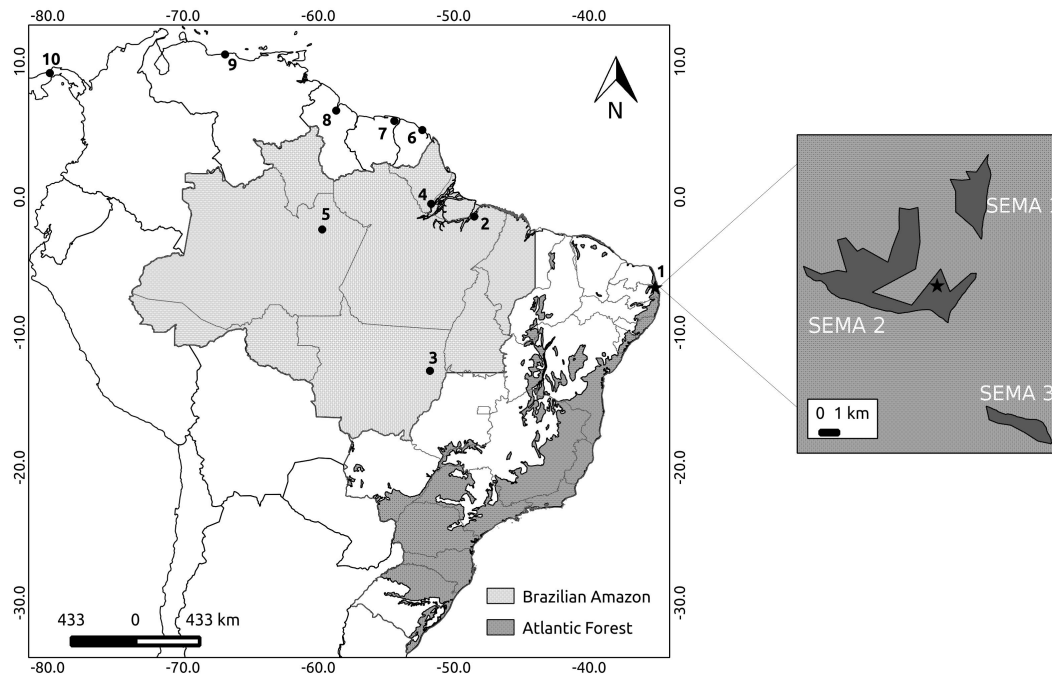


Figure 1. Marginal Localities reported to *Ametrida centurio*, including the new record for the Atlantic Forest in the state of Paraíba (star): (1) Guaribas Biological Reserve, Mamanguape, Paraíba (present study); (2) Belém, Pará (Brazil), type locality (Gray 1847); (3) Serra do Roncador, Mato Grosso (Pine *et al.* 1970); (4) Santa Luzia do Pacuí, Macapá, Amapá (Peracchi *et al.* 1984); (5) 80 km north of Manaus, Amazonas (Bernard 2001); (6) Cayenne, French Guiana (Brosset and Charles-Dominique 1991); (7) Moengo, Surinam (Gardner 2007); (8) Kartabo, Guyana (Gardner 2007); (9) Distrito Federal, Pico Avila, 5 Km NNW Caracas, Venezuela (Gardner 2007); (10) Barro Colorado Island, Canal Zone, Panama (Reid 1997).

One specimen of *Ametrida centurio* was captured (SISBIO license number: 41683-1) in the Sema 2 (6°43'44.9" S, 35°08'22.4" W), on May 31st 2014 at 19:30 h in a mist-net (3.0 m x 2.5 m) placed at canopy level (8.3 m height) during a new moon night with a total sampling effort of 12,450 m².h (10 nights for all the campaign). The individual is an adult male with testes descended and presents all the diagnostic features listed for *A. centurio* in the literature according to the descriptions of (Peterson 1965; Gardner 2007). The specimen is small and has a large mouth, the dental formula is 2/2, 1/1, 2/2, 3/3 x 2 = 32. Eyes are large with a swollen pad under each eye and an yellowish iris (Figure 2a). The noseleaf is yellowish, small, wide, and positioned against the face without any spacing (Figure 2b). It has two conspicuous symmetric white spots on each shoulder and two on each side of the neck. The specimen collected also presents pelage previously undescribed for *A. centurio*: two white spots at the mediolateral portion of the thorax and a semi circular spot around the penis (Figure 2c). The individual presents two chest glands and two glands close to the axillae, mentioned in the literature by Dobson (1878) and Peterson (1965) (Figure 2b). The dorsal fur is composed of hairs with three distinctly colored bands from the base to the tip:

brown, white and brown. The skull has a distinctive short rostrum and a rounded cranium (Figure 3). Cranial and external measurements were taken with a digital caliper to the nearest (0.01 mm) and are provided in a comparative table (Table 1). The specimen was prepared as a standard skin and skull voucher with associated tissue samples and is deposited in the Collection of Mammals at the Federal University of Paraíba, under the number UFPB 9154.

This study extends the distribution of the species and provide the first record for the Atlantic Forest. Since *Ametrida centurio* is a rare species where it occurs (Peterson 1965; Lee and Dominguez 2000), some comments must be made on this extension, first about the biogeographical significance of the finding, secondly about the landscape characteristics where it was collected, the historical sampling effort in the area and finally about the stratum where it was collected. These comments are intended to evaluate whether this unexpected record is due to the rarity of this species or due to the lack of knowledge regarding the bat fauna from Northeast Brazil considering the scarcity of studies that used mist nets placed in different vegetation strata.

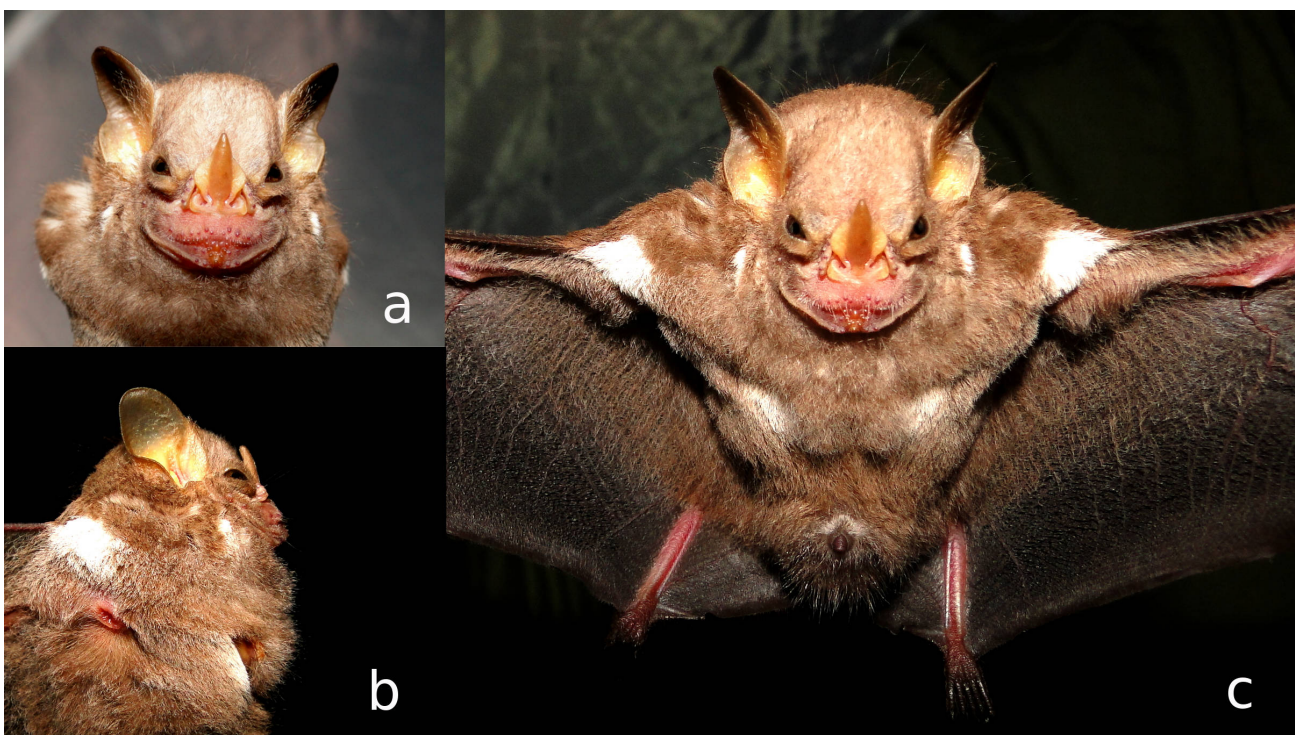


Figure 2. Adult male of *Ametrida centurio* (UFPB 9154) from Guaribas Biological Reserve, municipality of Mamanguape, state of Paraíba, northeastern Brazil (a) Detail of the face, especially the yellowish iris (b) Lateral view, highlighting the glands below the armpits (c) Frontal view, especially the white spots on the shoulders, chest and the semi-circular spot around the penis. The left foot was not properly lit to appear in image c. (Photos by E. M. Vilar).

Table 1. External and cranial measurements (in grams [Body mass] and millimeters) of the *Ametrida centurio* collected in the Atlantic Forest, compared with measurements provided by Peterson (1965), N (sample size).

Measurements	Mean \pm SD, Range (N)		
	Present study (♂ UFPB 9154)	Peterson (1965)	
		Males	Females
Body mass	8	7.8 (1)	10.1 (2)
Total length	44	40, 35–46 (3)	47, 40–53 (4)
Hind foot length	8	–	–
Ear length	15	13, 11–15 (5)	13.7, 11.5–15 (7)
Tragus length	5	–	–
Calcaneus length	5	4.8, 4.3–5.1 (8)	4.8, 3.5–5.5 (10)
Forearm length	25.5	25.4 \pm 0.5, 24.6–26.5 (12)	32.1 \pm 0.8, 29.8–33.2 (13)
Greatest length of skull	14.65	15 \pm 0.3, 14.5–15.7 (11)	16.2 \pm 0.3, 15.6–17.1 (10)
Condylbasal length	11.90	12.0 \pm 0.2, 11.8–12.7 (11)	13.5 \pm 0.1, 13.2–13.6 (9)
Height of braincase	9.13	–	–
Breadth of braincase	8.52	8.3 \pm 0.1, 8.1–8.5 (9)	8.7 \pm 0.3, 8–9.1 (10)
Mastoid breadth	8.8	8.9 \pm 0.1, 8.8–9.2 (8)	9.7 \pm 0.2, 9.2–10.1 (8)
Zygomatic breadth	10.34	10.4 \pm 0.2, 10.1–10.8 (11)	11.3 \pm 0.2, 10.8–11.7 (13)
Postorbital constriction	3.66	3.3 \pm 0.08, 3.2–3.5 (9)	4.2 \pm 0.1, 3.8–4.5 (11)
Palate length	5.8	–	–
Palate breadth (M3–M3)	4.95	–	–
Palate breadth (M1–M1)	3.92	7.2 \pm 0.08, 7.1–7.4 (11)	7.8 \pm 0.2, 7.6–8.3 (13)
Breadth across upper canines	4.17	–	–
Breadth across upper molars	7.25	–	–
Length of maxillary tooththrow	4.48	4.3 \pm 0.08, 4.2–4.4 (9)	4.7 \pm 0.1, 4.5–5.2 (11)
Length of mandible	8.38	–	–
Length of mandibular tooththrow	4.74	–	–
Coronoid process height	3.29	–	–

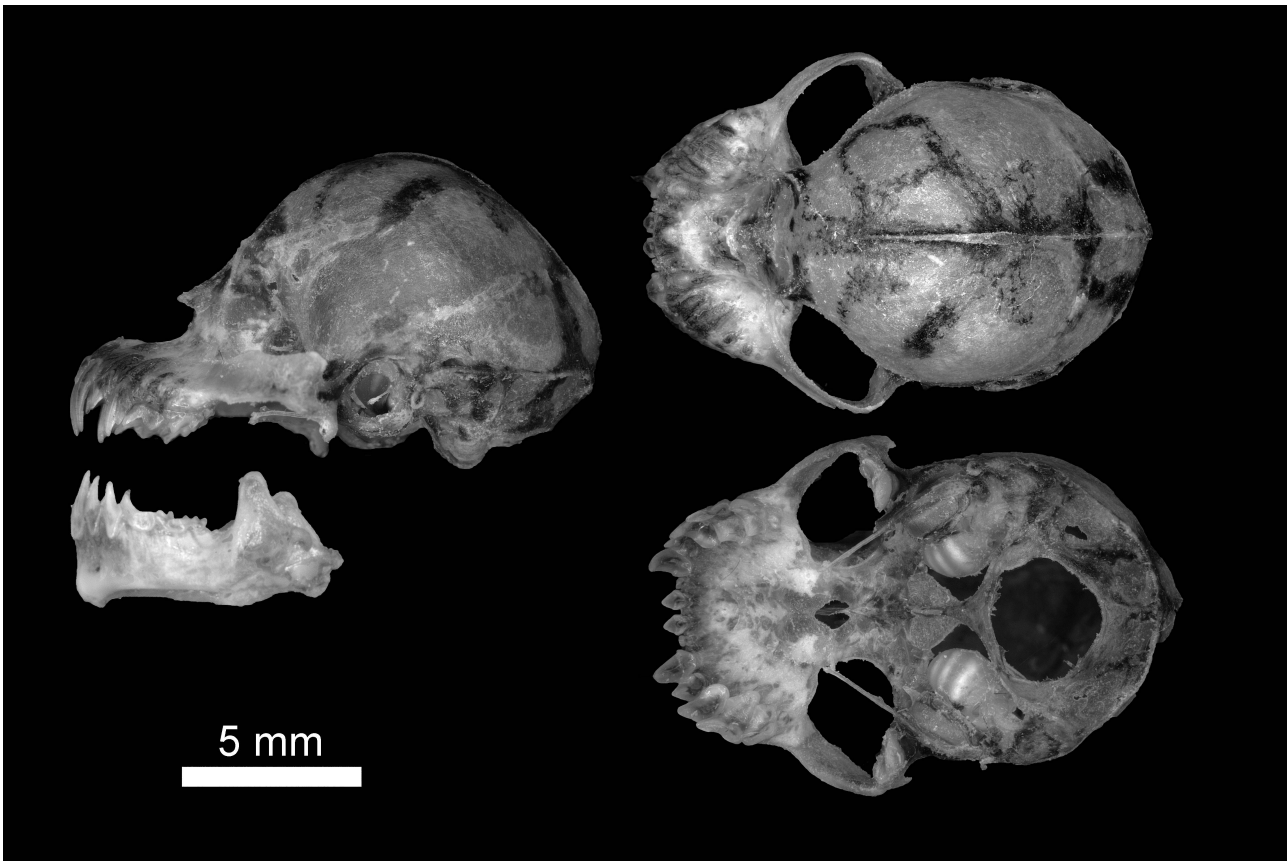


Figure 3. Skull of *Ametrída centurio* (UFPB 9154) on lateral dorsal and ventral views and mandible on lateral view.

The finding of a predominantly distributed Amazonian species in northeastern Brazil is not a surprise since other mammals with a similar geographic distribution are found within the Atlantic Forest of northeastern Brazil: the primate *Alouatta belzebul* (Linnaeus, 1766) (Gregorin 2006; Nascimento *et al.* 2008), the carnivore *Potos flavus* (Schreber, 1774) (Sampaio *et al.* 2013) and the anteater *Cyclopes didactylus* (Linnaeus, 1758) (Hayssen *et al.* 2012; Miranda and Superina 2010). The connection between the two main forested biomes of South America has already been suggested through two routes (Costa *et al.* 2003, one via the northeast of the Atlantic Forest and another one through its southwest Steiner-Souza *et al.* 2008; Percequillo *et al.* 2011). Thus the finding of *A. centurio* supports the existence of a connection between the two major Neotropical rainforests. However, two aspects of this occurrence make it unexpected, the landscape context in which the specimen was collected and the sampling intensity to which the area has been subject to.

The landscape context of the occurrence of *A. centurio* in the Atlantic forest of Northeastern Brazil is singular since the region is very fragmented, with few large and many isolated remnants. The GBR was greatly affected by human activities before becoming a protected area. From the 1950's to the 1980's it was subjected to selective logging of hardwoods (especially Brazil wood, *Caesalpinia echinata* Lam.), was used for crop plantation (corn, pineapples, cassava, beans, pumpkins), horse breeding around some human settlements with intense hunting activity (one of the

symbols of the Reserve, the primate *Alouatta belzebul*, went extinct before its creation and has since been reintroduced).

The findings of *A. centurio* would be less significant had the area been poorly sampled which is not the case, and reinforces the fact that sampling bats with understory mist nets result in subsamples. For Atlantic Forest regions the minimal effort recommended to sample the majority of phyllostomid species for a site is around 1,000 captures (Bergallo *et al.* 2003). In the Guaribas Biological Reserve about 4,000 captures of bats have been made over less than a decade (unpublished data from field notebooks, research reports, and voucher specimens at the Collection of Mammals at the Federal University of Paraíba).

The finding of *A. centurio* within a fragmented landscape and within a relatively well sampled area might be explained by its capture in the upper canopy stratum. The importance of the upper forest strata to the neotropical bat communities has been discussed in some studies (*e.g.* Bernard 2001; Pereira *et al.* 2010; Carvalho *et al.* 2013). However, the quantification to which this strata is important to estimates of richness and bat community composition has been seldom analyzed. The present note which highlights the occurrence of *A. centurio*, a canopy specialist (Bernard, 2001), reinforces recent findings of two species of aerial insectivorous bats, *Molossops temminckii* (Burmeister, 1854) and *Diclidurus albus* (Wied-Neuwied, 1820), recorded in the same conservation unit for the first time to the state of Paraíba, due to captures at canopy level (Ferreira *et al.* 2013; Nunes *et al.* 2013). Based on these observations, the occurrence of *A. centurio* in the GBR confirms the increasing need to sample in canopies and highlights the regional importance of the GBR at a regional scale in the national system of conservation units of Brazil.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are deeply indebted to Ewerth Vasconcelos, Natan Diego Alves de Freitas, Karlla Morganna, Margarida Furquim, Renata Pires and the personnel from Rebio Guaribas for their help during field work. We are grateful to Anderson Feijó for discussions on bat systematics. This project was funded by the Rede BioM.A. Inventários: Padrões de diversidade, biogeografia e endemismo de espécies de mamíferos, aves, anfíbios, drosófilas e parasitos na Mata Atlântica (CNPq - Processo: 457524/20120). Emmanuel Messias Vilar and Hannah Nunes were funded by a CAPES, masters and doctoral grant.

LITERATURE CITED

Barbosa, M.R.V., W.W. Thomas, E.L. Zárate, R.B. Lima, M.F. Agra, I.B. Lima, M.C.R. Pessoa, A.R.L. Lourenço, G.C. Delgado Júnior, R.A.S. Pontes, E.C.O. Chagas, J.L., Viana, P.C. Gadelha Neto, C.M.L.R. Araújo, A.A.M. Araújo, G.B. Freita, J.R. Lima, F.O. Silva, L.A.F. Vieira, L.A. Pereira, R.M.T. Costa, R.C. Duré and M.G.V. Sá. 2011. Checklist of the vascular plants of the Guaribas Biological Reserve, Paraíba, Brazil. *Revista Nordestina de Biologia* 20(2): 79–106.

Bergallo, H.G., C.E.L. Esbérard, M.A.R. Mello, V. Lins, R. Mangolin, G.G.S. Melo and M. Baptista. 2003. Bat Species Richness in Atlantic Forest: What Is the Minimum Sampling Effort? *Biotropica* 35(2): 278–288 (doi:<http://dx.doi.org/10.1646/02033>).

Bernard, E. 2001. Vertical stratification of bat communities in primary forest of Central Amazon, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 17(1): 115–126 (doi:<http://dx.doi.org/doi:10.1017/S0266467401001079>).

Brosset, A. and P. Charles-Dominique. 1991. The bats from French Guiana: A taxonomic, faunistic and ecological approach. *Mammalia* 54:509–560 (doi:<http://dx.doi.org/10.1515/mamm.1990.54.4.509>).

Canale, G.R., C.A. Peres, C.E. Guidorizzi, C.A.F. Gatto, , M.C.M. Kierulff. 2012. Pervasive Defaunation of Forest Remnants in a Tropical Biodiversity Hotspot. *PloS ONE* 7(8):e41671 (doi:<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0041671>).

Carvalho, F., M.E. Fabián and J. O. Menegheti. 2013. Vertical structure of an assemblage of bats (Mammalia: Chiroptera) in a fragment of Atlantic Forest in southern Brazil. *Zoologia* 30(5): 491–498 (doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S1984-46702013000500004>).

Costa, L.P. 2003. The historical bridge between the Amazon and the Atlantic forest of Brazil: A study of molecular phylogeography with small mammals. *Journal of Biogeography* 30: 71–86 (doi:<http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2699.2003.00792.x>).

Dobson, G.E. 1878. Catalogue of the Chiroptera in the collection of the British Museum. British Museum (Natural History), London, United Kingdom (<http://www.archive.org/details/cataloguechiropt00dobsgoog>).

Ferreira, A.P., D.C. Melo and A. Loures-Ribeiro. 2013. *Diclidurus albus* Wied-Neuwied, 1820 (Chiroptera: Emballonuridae): First record of the species in the state of Paraíba, Brazil. *Check List* 9(4): 793–796 (<http://www.checklist.org.br/getpdf?NGD270-12>).

Gardner, A.L. 2007. *Mammals of South America. Vol. 1: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats*. Chicago: University of Chicago Press. 690 pp.

Gray, J.E. 1847. Characters of six new genera of bats not hitherto distinguished. *ProcEedings of the Zoological Society of London* 1847:14–16.

Gregorin, R. 2006. Taxonomia e variação geográfica das espécies do gênero *Alouatta* Lacépède (Primates, Atelidae) no Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(1): 64–144 (doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752006000100005>).

Hayssen, V., F. Miranda and B. Pasch. 2012. *Cyclopes didactylus* (Pilosa: Cyclopedidae). *Mammalian Species*, 44(1): 51–58 (doi:<http://dx.doi.org/10.1644/895.1>).

Husson, A.M. 1962. The bats of Suriname. *Zoologische Verhandelingen, Rijksmuseum van Natuurlijke Historie te Leiden* 58:1–282.

Lee, A.K. and D.J. Dominguez. 2000. *Ametrida centurio*. *Mammalian Species*, 640: 1–4 (doi:[http://dx.doi.org/10.1644/1545-1410\(2000\)640<0001:AC>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1644/1545-1410(2000)640<0001:AC>2.0.CO;2)).

Miller, B., F. Reid, J. Arroyo-Cabrales, A.D. Cuarón and P.C. de Grammont. 2008. *Ametrida centurio*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.1. Available at <http://www.iucnredlist.org>. Captured on 06, June, 2014.

Miranda, F. and M. Superina. 2010. New distribution records of the silky anteater *Cyclopes didactylus* (Pilosa, Cyclopedidae) in coastal Northeastern Brazil. *Mastozoología Neotropical*, 17(2): 381–384 (http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0327-93832010000200013).

Nascimento, F.F.; C.R. Bonvicino, M.M. Oliveira, M.P.C. Schneider and H.N. Seuánez. 2008. Population genetic studies of *Alouatta belzebul* from the Amazonian and Atlantic Forests. *American Journal of Primatology*, 70(5): 423–431(doi:<http://dx.doi.org/10.1002/ajp.20507>).

Nunes, H.L., J.A. Feijó, M. Beltrão, L.C.S. Lopez and M.P.A. Fracasso. 2013. First and easternmost record of *Molossops temminckii* (Burmeister, 1854) (Chiroptera, Molossidae) for the state of Paraíba, northeastern Brazil. *Check List* 9(2): 436–439 (<http://www.checklist.org.br/getpdf?NGD204-12>).

Peracchi, A.L., Raimundo, S.D.L. and A.M. Tannure. 1984. Quirópteros do território Federal do Amapá, Brasil (Mammalia, Chiroptera). *Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro* 7 (2): 89–100.

Percequillo, A.R., M. Weksler and L.P. Costa. 2011. A new genus and species of rodent from the Brazilian Atlantic Forest (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae: Oryzomyini), with comments on oryzomyine biogeography. *Zoological Journal of the Linnean Society* 161: 357–390 (doi:<http://dx.doi.org/10.1111/j.1096-3642.2010.00643.x>).

Pereira, M.J.R., J.T. Marques and J.M. Palmeirim. 2010. Vertical stratification of bat assemblages in flooded and unflooded Amazonian forests. *Current Zoology* 56(4): 469–478.

Peterson, R.L.A. 1965. Review of the bats of the genus *Ametrida*, family Phyllostomidae. A review of the bats of the genus *Ametrida*, family Phyllostomidae. *Life Science Contributions, Royal Ontario Museum* 65:1–13 (<https://archive.org/details/reviewofbatsofge00pete>).

Pine, R.H., I.R. Bishop and R.L. Jackson, 1970. Preliminary list of mammals of the Xavantina/Cachimbo Expedition (central Brazil). *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 64: 668–670 (doi:[http://dx.doi.org/10.1016/0035-9203\(70\)90003-9](http://dx.doi.org/10.1016/0035-9203(70)90003-9)).

Reid, F.A. 1997. *A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico*. New York: Oxford University Press. 334 pp.

Ribeiro, M.C., J.P. Metzger, A.C. Martensen, F.J. Ponzoni, M.M. Hirota, 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* 142(6): 1141–1153 (doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.021>).

Sampaio, R. B.M. Beisiegel and A.R.M. Pontes, 2013. Avaliação do risco de extinção do Jupará

Potos flavus (Schreber, 1774) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, 3(1): 277–282.

Silva, C.R., A.C.M. Martins, I.J. Castro, E. Bernard, E.M. Cardoso, D.S. Lima, R. Gregorin, R. V. Rossi, A.R. Percequillo, K.C. Castro and K.C. Castro. 2013. Mammals of Amapá State, Eastern Brazilian Amazonia: a revised taxonomic list with comments on species distributions. *Mammalia* 77(4):409–424. (doi:<http://dx.doi.org/10.1515/mammalia-2012-0121>)

Steiner-Souza F., P. Cordeiro-Estrela, A.R. Percequillo, A.F. Testoni, S.L. Althoff. 2008. New records of *Rhagomys rufescens* (Rodentia, Sigmodontinae) in the Atlantic forest of Brazil. *Zootaxa* 1824: 28–34.

Capítulo 3

Inventários de morcegos na Mata Atlântica: Banco de dados de coletas na construção de um “Data Paper”.

Emmanuel Messias Vilar & Pedro Cordeiro-Estrela

Inventários de morcegos na mata atlântica: Banco de dados de coletas na construção de um “Data Paper”.

Emmanuel Messias Vilar & Pedro Cordeiro-Estrela

Introdução

No cenário global de perda de biodiversidade, torna-se imprescindível conhecer a fauna e flora remanescentes, bem como os fatores que causam tal perda. O estudo primário da fauna e flora é feito através de inventários de espécies. Quando associados ao conhecimento da ecologia das espécies e aos fatores que afetam suas abundâncias e ocorrências, os inventários são essenciais para subsidiar a conservação de espécies (Stotz *et al.* 1996, Rocha *et al.* 2003). Para cada táxon estudado geralmente há necessidades distintas de inventário: áreas bem conhecidas para um táxon podem ser desconhecidas para outros, épocas de coleta podem ser distintas, assim como locais e métodos. Mas sempre que se for estudar tanto o uso do solo como o efeito do clima, o inventário consiste na informação primária. Inventários são ainda o passo inicial para monitoramentos. Através de inventários pode-se ainda conhecer a diversidade de parasitos e estabelecer as bases para estudos de ecologia de doenças, o que são essenciais para se entender os processos de emergência e re-emergência de zoonoses. De fato, o aumento na incidência de doenças emergentes e re-emergentes como as ebola, hantavirose, SARS tem causado preocupação em todo o mundo, por apresentarem risco à saúde pública, aos animais de criação e à biodiversidade (Daszak *et al.* 2000, Morens *et al.* 2004, Jones *et al.* 2008). Em vista disto o projeto no qual foi desenvolvido o presente estudo Inventários (MCT/CNPq no. 35/2012; pertencente ao Programa de Pesquisa em Biodiversidade, PPBIO) associado à Rede BioM.A. tem como principal objetivo realizar o inventário de espécies de nove grupos taxonômicos definidos a priori: mamíferos, aves, anfíbios, drosofilídeos, Netamodeos, PLatyhelminthes, Tripanossomatídeos, *Hantavirus*, *Rickettsia*. Tais inventários irão contribuir para o preenchimento de lacunas de conhecimento sobre a biodiversidade em áreas de grande relevância ecológica e consideradas prioritárias para a conservação no bioma da Mata Atlântica, definidas como as áreas de amostragem integrada da Rede BioM.A. (Reserva Biológica Guaribas-PB, Área de Proteção Ambiental Pratigi-BA, Parque Nacional da Serra dos Órgãos-RJ, e Parque Estadual da Serra do Tabuleiro-SC).

Entre os produtos esperados pelo projeto estão (1) a publicação dos resultados em periódicos científicos e de divulgação científica e (2) a produção e divulgação de listas de espécies dos grupos estudados para a Mata Atlântica. Arelada a estas publicações a política de dados exige que os dados brutos coletados estejam organizados e disponíveis, proporcionando uma maior democratização do conhecimento e facilitando o intercâmbio deste. A organização de dados biológicos permite o acesso

e uso aos dados. Diversos formatos de dados e de metadados tem sido propostos para seu armazenamento em banco de dados fomentando o surgimento de uma nova área, a informática da biodiversidade. Tais iniciativas tem culminado da criação de repositórios de dados nomenclaturais (Species 2000, ITIS Catalogue of Life), nomenclaturais e biológicos (FishBase), ou de ocorrência (GBIF). A conexão entre bancos de dados para a partilha e análise de informações tem sido um desafio em todas as áreas da informática. Grupos de trabalho tem elaborado formatos genéricos, ou padrões, que permitem esta interconexão. Bancos de dados biológicos tem se desenvolvido a partir de padrões como o DarwinCore (padrão para dados biológicos de ocorrência desenvolvido pelo TDWG) ou EML (Ecological Metalanguage). Estes padrões forem recentemente utilizados para o desenvolvimento do Sistema Brasileiro de informação da Biodiversidade (SIB-Br). Porem, um dos principais desafios destes sistemas é incentivar pesquisadores a formatarem e disponibilizarem seus dados. O aparecimento de publicações específicas para esta área tem surgido no formato de DATA PAPERS ou artigos que descrevem um conjunto de dados. A presente seção vem estruturar como os dados coletados no âmbito do programa PPBIO serão formatados e disponibilizados servindo assim para outros componentes do projeto e descrevendo as coletas realizadas no período deste trabalho..

Data paper

“Data paper” (documento de dados) é um documento de metadados pesquisáveis, descrevendo um conjunto de dados em particular ou um grupo de conjuntos de dados, publicados na forma de um artigo de revisão por pares em uma revista acadêmica. Ao contrário de um artigo de pesquisa convencional, o objetivo principal de um documento de dados é para descrever os dados e as circunstâncias de sua coleção, em vez de denunciar hipóteses e conclusões. O GBIF (The Global Biodiversity Information Facility), que é uma plataforma internacional de dados abertos, tem trabalhado em parceria em publicações acadêmicas para promover os datasets (conjunto de dados) como um meio de levar créditos e reconhecimento a todos os envolvidos na publicação de dados, afim de alertar a comunidade científica para a existência de conjuntos de dados de biodiversidade e o valor que eles podem trazer para determinados projetos de investigação.

Para a geração do Data Paper o GBIF tem trabalhado com “Pensoft Publishing” para desenvolver um fluxo de trabalho para gerar um papel manuscrito de dados usando o “GBIF Metadados perfil”, fornecida como parte do “Integrated Publishing Toolkit (IPT)”. O mesmo documento pode ser usado como metadados para o conjunto de dados publicados através GBIF ou qualquer outra rede de dados, e submetidos à avaliação por pares seguindo os procedimentos normais de qualquer revista para aceitar esse tipo de publicação. O “Integrated Publishing Toolkit (IPT)” é uma ferramenta de software livre de código aberto escrito em Java, que é usado para

publicar e compartilhar conjuntos de dados de biodiversidade através da rede GBIF. Projetado para a interoperabilidade, que permite a publicação de conteúdo em bancos de dados, planilhas do Microsoft Excel ou arquivos de texto utilizando padrões abertos.

Métodos empregados na coleta de dados

Áreas de estudo

Os campos foram realizados em quatro áreas ao longo do gradiente latitudinal da Mata Atlântica brasileira (Figura 1):

Reserva Biológica Guaribas/PB:

Com 4.320 hectares, representa o extremo norte da Mata Atlântica, situando-se próxima ao Cento de Endemismo de Pernambuco (Silva et al. 2004). A reserva abriga um mosaico de florestas semi-decíduas e de savanas (tabuleiros) com fauna e flora ainda pouco conhecidas e registro histórico de mudanças vegetacionais (IBGE 1993, Pessenda et al. 2010). A reserva situa-se numa região afetada concomitantemente pelas oscilações climáticas ENSO e TSA (Andreoli & Kayano 2006). Por sua localização, é potencialmente uma área onde mudanças climáticas e vegetacionais serão sentidas precocemente (Hannah 2011).

APA Pratigi/BA:

Com 85.686 hectares, contém 32.600 remanescentes de Mata Atlântica preservada, o que corresponde a 31% do total de Mata Atlântica de todo o Baixo Sul baiano. A APA do Pratigi foi definida como área prioritária para formação do “Corredor Ecológico Central” da Mata Atlântica, que conecta a Bahia ao Espírito Santo, além de localizar-se em posição estratégica no centro das cinco Áreas de Proteção Ambiental do Baixo Sul. Há ainda deficiência de informações para grande parte dos táxons que ocorrem neste local.

Parque Nacional da Serra dos Órgãos – PARNASO/RJ:

Com 20.000 mil hectares, é um dos principais remanescentes de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro, internacionalmente reconhecido com Reserva da Biosfera (RBMA 1996), área-chave para a conservação da biodiversidade no leste brasileiro (Eken et al. 2004, Bencke et al. 2006). A Serra dos Órgãos foi identificada pelo Ministério do Meio Ambiente como área de extrema importância biológica por sua flora, fauna de vertebrados, invertebrados e fatores abióticos (MMA 2002). Sua avifauna é particularmente importante, representando 65% do total de espécies

endêmicas do bioma (Bencke et al. 2006); ainda, o parque abriga um dos únicos estudos de longo prazo (15 anos) de mamíferos do Brazil (Loretto 2012) e ocupa posição central no Corredor Ecológico da Serra do Mar (Aguiar et al. 2005), definido como uma das áreas estratégicas pelo Projeto Parques e Reservas (MMA, SCA, IBAMA, 2001) e para o Mosaico da Mata Atlântica Central Fluminense (Costa et al. 2010).

Parque Estadual Serra do Tabuleiro/SC:

Com 85.000 hectares, é a maior UC de proteção integral de Santa Catarina, ocupando aproximadamente 1% do território deste estado. O parque abrange cinco das seis grandes formações vegetais do bioma Mata Atlântica encontradas no Estado, incluindo floresta ombrófila densa e mista, restingas, maguezais e estepe ombrófila. O parque possui 54% da fauna de mamíferos terrestres conhecida para o estado (Cherem et al. 2011) sendo 15% delas ameaçadas de extinção (IUCN 2010). Apesar da sua importância para a conservação, há ainda deficiência de informações para grande parte dos táxons que ocorrem neste local.

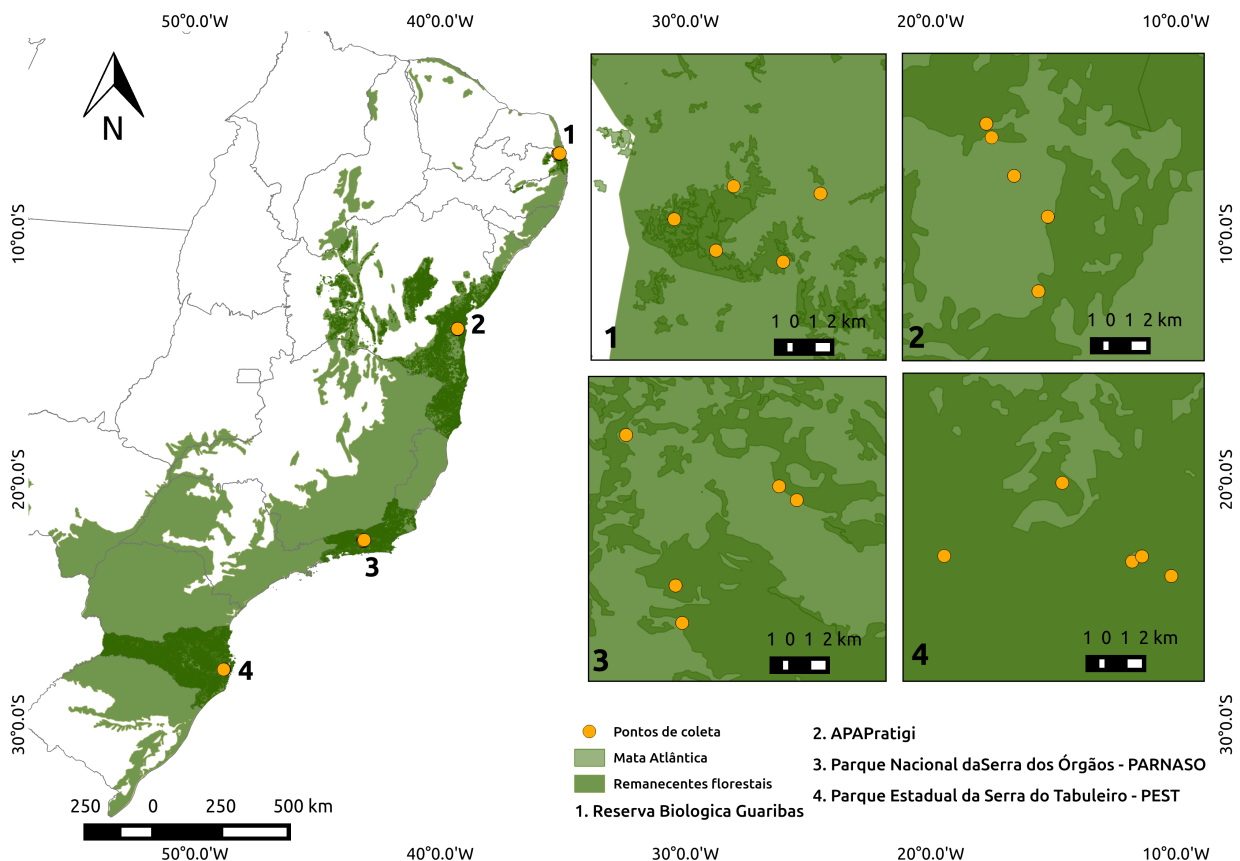


Figura 1. Mapa exibindo os quatro pontos de coleta na Mata Atlântica, destacando os cinco pontos de amostragem em cada área.

Método de Coleta

Dois campo foi realizado em cada área no curso de um ano, com duração de 10 noites cada, com cinco pontos de amostragem em cada área. Próximos aos transectos determinados para drosófilas e pequenos mamíferos. Para capturar os morcegos foram utilizados dez redes de neblina com as seguintes especificações: 5 redes de 12 x 2,5 m, duas redes de 7 x 2,5 m, 3 redes de 3 x 2,5 m (redes de dossel), todas com malha de 20 milímetros. A elevação das redes dossel seguiu o protocolo de Pedrosa-Ferreira (2013). Em cada área foram escolhidos cinco pontos de amostragem, com uma amostragem de duas noites em cada ponto. As redes foram examinados a cada 30 minutos de intervalo, com início às 18:00h e termino às 00:00h. O esforço de amostragem foi representado utilizando a forma de h.m² (Straube & Bianconi 2002). Os animais foram identificados com base nos trabalhos de Vizotto & Taddei (1973), Anderson (1997), Gregorin & Taddei (2002) e Gardner (2007). Os animais coletados nas quatro áreas estão depositados nas coleções: Coleção de Mamíferos da Universidade Federal da Paraíba, Coleção de Mamíferos Alexandre Rodrigues Ferreira – CMARF-UESC, Coleção Zoológica da FURB – CZFURB e Museu Nacional.

Para cada morcego foram recolhidas informações gerais/ecológicas, morfométricas, tecidos, endo e ectoparasitos:

1. Gerais/Ecológicas: área de coleta, ponto de coleta, coordenadas geográficas, data de coleta, espécie, sexo, extrato em que foi capturado (se dossel ou sub-bosque), horário, condição reprodutiva, peso.
2. Morfométricas: antebraço, comprimento de corpo, orelha, trago, pé (com e sem unha), calcâneo e comprimento da cauda.
3. Tecidos: fígado (para sequenciamento genético, diagnósticos de infecções virais); baço (parasitos e biologia molecular); rim, pulmão, coração (infecções virais); sangue/soro (infecções virais e tripanossomatídeos, coletados nos estados da Paraíba e Santa Catarina).
4. Endoparasitos: Helmintos (coletados nas campanhas da Bahia e do Rio de Janeiro).

Equipes de Coleta de Chiroptera

Reserva Biológica Guaribas/PB:

Emmanuel Messias Vilar (UFPB) – Coordenador da equipe de campo;

Hannah Larissa (UFPB) – Apoio de campo;

Renata Pires (FIOCRUZ) – Apoio de campo e coordenação laboratorial para coleta de tecidos e tripanossomatídeos;

Vitor Araújo (FIOCRUZ) – Apoio de laboratório e coleta de tecidos e tripanossomatídeos;

Jorge Nascimento (ICMBio) – Apoio de campo, identificação;

Margarida Furquim (UFPB) – Apoio de campo;
Natan Diego (UFPB) – Apoio de Campo;
Ewerth Vasconcelos (UFPB) – Apoio de campo.

APA Pratigi/BA:

Emmanuel Messias Vilar (UFPB) – Coordenador da equipe de campo;
Mayara Beltrão (UFPB) – Apoio de campo e coleta de tecidos;
Alexandro Guterres (FIOCRUZ) – Apoio de campo e coordenação laboratorial para coleta de tecidos e coleta de *Hantavirus*;
Sócrates Neto (FIOCRUZ) – Coordenação laboratorial para coleta de helmintos;
Elson Rios (UESC) – Apoio de Campo;
Larissa Lima (UESC) – Apoio de Campo;
Hermes Schmitz (UNILA) – Coleta de drosófilas e Apoio de campo;
Duílio Lobo (UESC) – Apoio de campo.

Parque Nacional da Serra dos Órgãos – PARNASO/RJ:

Emmanuel Messias Vilar (UFPB) – Coordenador da equipe de campo e laboratorial para colheita de tecidos;
Karla Morgana (UFPB) – Apoio de campo e laboratorial;
Márcio Sales (FIOCRUZ) – Apoio de campo;
Sinthia Ito – Apoio de campo;
Gabriella Jacob (UFRJ) – Apoio de campo;
Lais Ortiz (Museu nacional/UFRJ) – Apoio de campo;
Thiago Cardoso (UFRRJ/FIOCRUZ) – Apoio de campo.

Parque Estadual Serra do Tabuleiro/SC:

Emmanuel Messias Vilar (UFPB) – Coordenador da equipe de campo e laboratorial para colheita de tecidos;
Sérgio Altoff (FURB) – Coordenação geral de coleta e apoio de campo;
Bianca Tribes (FURB) – Apoio de coleta e laboratorial;
Maria Júlia (FURB) – Apoio de coleta e laboratorial.

Resultados

Aqui constam os resultados brutos (por área de amostragem) das quatro coletas realizadas na Mata Atlântica no ano de 2014 e 2015. Todas as coletas juntas resultam em um esforço total de 99.600 m²h, 12.450 m²h por campanha.

Reserva Biológica Guaribas/PB (30/05/2014 – 08/06/2014):

Tabela 1. Numero de capturas, indivíduos coletados, soltos, sexo, local de coleta e condição reprodutiva para coletas realizadas durante dez noites consecutivas na Reserva Biológica Guaribas.

Nº de capturas	Coletados	Soltos*	Machos	Fêmeas	Dossel	SB	Condição reprodutiva			
							E	G	L	PL
155	85	70	69	85	36	118	31	5	6	11

Legenda: SB = sub-bosque, E = escrotado, G = grávida, L = lactante, PL = pós-lactante. *um animal escapou do saco de algodão, sendo registrada apenas a espécie.

Tabela 2. Lista de espécies e suas abundâncias, para a Reserva Biológica Guaribas.

Espécie	Abundância
<i>Ametrida centurio</i>	1
<i>Artibeus cinereus</i>	33
<i>Artibeus lituratus</i>	6
<i>Artibeus planirostris</i>	30
<i>Carollia perpscillata</i>	69
<i>Desmodus rotundus</i>	1
<i>Glossophaga soricina</i>	5
<i>Lophostoma silvicolum</i>	1
<i>Micronycteris minuta</i>	1
<i>Phyllostomus discolor</i>	1
<i>Platyrrhinus lineatus</i>	4
<i>Sturnira lilium</i>	3

Reserva Biológica Guaribas/PB (31/03/2015 – 09/04/2015)

Tabela 3. Numero de capturas, indivíduos coletados, soltos, sexo, local de coleta e condição reprodutiva para coletas realizadas durante dez noites consecutivas na Reserva Biológica Guaribas.

Nº de capturas	Coletados	Soltos*	Machos	Fêmeas	Dossel	SB	Condição reprodutiva			
							E	G	L	PL
199	100	99	102	94	24	172	28	32	23	-

Legenda: SB = sub-bosque, E = escrotado, G = grávida, L = lactante, PL = pós-lactante. *um animal escapou do saco de algodão, sendo registrada apenas a espécie.

Tabela 4. Lista de espécies e suas abundâncias, para a Reserva Biológica Guaribas.

Espécie	Abundância
<i>Artibeus lituratus</i>	19
<i>Artibeus planirostris</i>	26
<i>Carollia perpscillata</i>	90
<i>Desmodus rotundus</i>	2
<i>Dermanura cinerea</i>	39
<i>Glossophaga soricina</i>	12
<i>Platyrrhinus lineatus</i>	8
<i>Myotis sp.</i>	3

APA Pratigi/BA (13/08/2014 – 22/08/2014):

Tabela 5. Numero de capturas, indivíduos coletados, soltos, sexo, local de coleta e condição reprodutiva para coletas realizadas durante dez noites consecutivas na APA Pratigi.

Nº de capturas	Coletados	Soltos*	Machos	Fêmeas	Dossel	SB	Condição reprodutiva			
							E	G	G/PL	PL
207	124	83	90	109	45	162	6	7	2	1

Legenda: SB = sub-bosque, E = escrotado, G = grávida, G/PL = Grávida e pós-lactante, PL = pós-lactante. *Oito animais no decorrer das dez noites, ficaram sem identificação de sexo.

Tabela 6. Lista de espécies e suas abundâncias, para a APA Pratigi.

Espécie	Abundância
<i>Artibeus lituratus</i>	8
<i>Artibeus obscurus</i>	1
<i>Artibeus planirostris</i>	27
<i>Carollia brevicauda</i>	1
<i>Carollia perspicillata</i>	108
<i>Dermanura cinerea</i>	7
<i>Micronycteris microtis</i>	1
<i>Mimon crenulatum</i>	1
<i>Phyllostomus astatus</i>	7
<i>Phyllostomus discolor</i>	15
<i>Platirrhinus lineatus</i>	3
<i>Rhynchonycteris naso</i>	1
<i>Rinophylla pumilo</i>	13
<i>Sturnira lilium</i>	7
<i>Sturnira tildae</i>	6

APA Pratigi/BA (10/03/2015 – 18/03/2015):

Tabela 7. Numero de capturas, indivíduos coletados, soltos, sexo, local de coleta e condição reprodutiva para coletas realizadas durante dez noites consecutivas na APA Pratigi.

Nº de capturas	Coletados	Soltos	Machos	Fêmeas	Dossel	SB	Condição reprodutiva			
							E	G	G	PL
231	201	30	123	107	63	134	12	32	5	4

Legenda: SB = sub-bosque, E = escrotado, G = grávida, G = Grávida, PL = pós-lactante.

Tabela 8. Lista de espécies e suas abundâncias, para a APA Pratigi.

Espécie	Abundância
<i>Anoura caudifer</i>	2
<i>Artibeus fimbriatus</i>	4
<i>Artibeus lituratus</i>	38
<i>Artibeus planirostris</i>	27
<i>Carollia perspicillata</i>	60
<i>Dermanura cinerea</i>	3
<i>Desmodus rotundus</i>	1
<i>Glossophaga soricina</i>	20
<i>Myotis sp.</i>	4
<i>Noctilio leporinus</i>	1
<i>Phyllostomus discolor</i>	41
<i>Platirrhinus lineatus</i>	1
<i>Rhynchonycteris naso</i>	3
<i>Rinophylla pumilo</i>	14
<i>Sturnira lilium</i>	9
<i>Sturnira tildae</i>	3

Parque Nacional da Serra dos Órgãos – PARNASO/RJ (13/11/2014 – 22/11/2014):

Tabela 9. Numero de capturas, indivíduos coletados, soltos, sexo, local de coleta e condição reprodutiva para coletas realizadas durante dez noites consecutivas no Parque Nacional da Serra dos Órgãos.

Nº de capturas	Coletados	Soltos	Machos	Fêmeas	Dossel	SB	Condição reprodutiva				
							E	G	L	PL	G/PL
52	28	24	29	23	8	44	6	22	3	2	1

Legenda: SB = sub-bosque, E = escrotado, G = grávida, L = lactante, PL = pós-lactante, G/PL = Grávida e pós-lactante.

Tabela 10. Lista de espécies e suas abundâncias, para o PARNASO.

Espécie	Abundância
<i>Anoura caudifer</i>	2
<i>Artibeus fimbriatus</i>	1
<i>Artibeus lituratus</i>	16
<i>Artibeus planirostris</i>	3
<i>Carollia perspicillata</i>	4
<i>Chrotopterus auritus</i>	1
<i>Myotis sp.</i>	2
<i>Pygoderma bilobatum</i>	1
<i>Sturnira lilium</i>	9
<i>Sturnira tildae</i>	13

Parque Nacional da Serra dos Órgãos – PARNASO/RJ (09/07/2015 – 18/07/2015):

Tabela 11. Numero de capturas, indivíduos coletados, soltos, sexo, local de coleta e condição reprodutiva para coletas realizadas durante dez noites consecutivas no Parque Nacional da Serra dos Órgãos.

Nº de capturas	Coletados	Soltos	Machos	Fêmeas	Dossel	SB	Condição reprodutiva				
							E	G	L	PL	G/PL
31	31	-	14	17	4	27	2	-	-	1	-

Legenda: SB = sub-bosque, E = escrotado, G = grávida, L = lactante, PL = pós-lactante, G/PL = Grávida e pós-lactante.

Tabela 12. Lista de espécies e suas abundâncias, para o PARNASO.

Espécie	Abundância
<i>Anoura caudifer</i>	4
<i>Artibeus lituratus</i>	2
<i>Carollia perspicillata</i>	10
<i>Dermanura sp.</i>	2
<i>Micronycteris megalotis</i>	1
<i>Sturnira lilium</i>	5
<i>Sturnira tildae</i>	7

Parque Estadual Serra do Tabuleiro/SC (03/10/2014 – 10/10/2014):

Nesta Área, duas localidades foram amostradas simultaneamente.

Tabela 13. Numero de capturas, indivíduos coletados, soltos, sexo, local de coleta e condição reprodutiva para coletas realizadas durante dez noites consecutivas no Parque Estadual Serra do Tabuleiro.

Nº de capturas	Coletados	Soltos	Machos	Fêmeas	Dossel	SB	Condição reprodutiva			
							E	G	L	PL
25	24	1	14	9	6	19	3	6	-	-

Legenda: SB = sub-bosque, E = escrotado, G = grávida, L = lactante, PL = pós-lactante.

Tabela 14. Lista de espécies e suas abundâncias, para o Parque Estadual Serra do Tabuleiro.

Espécie	Abundância
<i>Anoura caudifer</i>	1
<i>Artibeus fimbriatus</i>	6
<i>Artibeus lituratus</i>	3
<i>Carollia perspicillata</i>	5
<i>Mimon bennettii</i>	1
<i>Myotis sp.</i>	3
<i>Sturnira lilium</i>	1
<i>Sturnira tildae</i>	1
<i>Vampyressa pusilla</i>	4

Parque Estadual Serra do Tabuleiro/SC (13/05/2015 – 20/05/2015):

Tabela 15. Numero de capturas, indivíduos coletados, soltos, sexo, local de coleta e condição reprodutiva para coletas realizadas durante dez noites consecutivas no Parque Estadual Serra do Tabuleiro.

Nº de capturas	Coletados	Soltos	Machos	Fêmeas	Dossel	SB	Condição reprodutiva			
							E	G	L	PL
35	32	3	19	16	5	30	8	2	2	5

Legenda: SB = sub-bosque, E = escrotado, G = grávida, L = lactante, PL = pós-lactante.

Tabela 16. Lista de espécies e suas abundâncias, para o Parque Estadual Serra do Tabuleiro.

Espécie	Abundância
<i>Anoura caudifer</i>	1
<i>Artibeus fimbriatus</i>	7
<i>Artibeus lituratus</i>	10
<i>Artibeus obscurus</i>	1
<i>Carollia perspicillata</i>	8
<i>Chiroderma dorie</i>	1
<i>Myotis sp.</i>	1
<i>Sturnira lilium</i>	6

Literatura citada

- Aguiar, A.P., Chiarello, A.G., Mendes, S.L. & Matos, E.N. 2005. *Os corredores Central e da Serra do Mar na Mata Atlântica Brasileira*. In: Galindo-Leal, C.; Câmara, I. G. (Ed.). *Mata atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas*. Belo Horizonte: S.O.S. Mata Atlântica e Conservação Internacional.
- Anderson, S. 1997. Mammals of Bolivia: Taxonomy and Distribution. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 231:1-652.
- Andreoli, R. V., and Kayano, M. T. 2006. Tropical Pacific and South Atlantic effects on rainfall variability over Northeastern Brazil. *International Journal of Climatology* 26:1895-1912.
- Bencke, G.A., Mauricio, G.N., Develey, P. & Goerck, J. 2006. *Áreas importantes para a conservação das aves no Brasil. Parte I - Estados do domínio da Mata Atlântica*. 1.ed. São Paulo: SAVE Brasil. 494Pp
- Cherem, J. J. 2011. Mastofauna terrestre do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Estado de Santa Catarina, sul do Brasil. *Biotemas*, 24(3), 73–84. doi:10.5007/2175-7925.2011v24n3p73
- Costa, C., Lamas, I. & Fernandes, R. 2010. Planejamento estratégico do mosaico central fluminense. Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/mosaicos/planejamento-central-fluminense.pdf>
- Daszak, P. 2000. Emerging Infectious Diseases of Wildlife - Threats to Biodiversity and Human Health. *Science*, 287(5452), 443–449. doi:10.1126/science.287.5452.443
- Eken, G.; Bennun, L.; Brooks, T. M.; et al. 2004. Key Biodiversity Areas as Site Conservation Targets. *BioScience*, 52(12): 1110-1118
- Gardner, A.L. 2007. *Mammals of South America (volume 1): marsupials, xenarthrans, shrews, and bats*. The University of Chicago Press. 669p.
- Gregorin, R. & Taddei, V.A. 2002. Chave artificial para a identificação de molossídeos brasileiros (Mammalia, Chiroptera). *Mastozoología Neotropical*, 9(1):13-32.

Hannah, L. 2011. *Climate Change Biology*. Academic Press, Burlington MA. 402 pp.

IBGE 1993. *Mapa de Vegetação do Brasil*. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IUCN - The World Conservation Union. 2010. *Red list categories and criteria: version 3.1*. Cambridge: IUCN - Species Survival Commission, 32 p.

Jones, K E., Patel, N.G., Levy, M.A. *et al.* 2008. Global trends in emerging infectious diseases. *Nature*, 451:990–993.

Loretto, D. 2012. *Ecologia de pequenos mamíferos arborícolas: estado do conhecimento, métodos de amostragem e estudo populacional, com ênfase no bioma da Mata Atlântica*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ.

MMA 2002. *Biodiversidade brasileira: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira*. Brasília: MMA/SBF. 404 p.

MMA; SCA; IBAMA. *Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil – PPG7. Projeto corredores ecológicos*. 2001. 146 p.

Morens, D.M., Folkers, G.K. & Fauci, A.S. 2004. The challenge of emerging and re-emerging infectious diseases. *Nature* 430: 242-249.

Pedrosa-Ferreira, A. 2013. *Aves do dossel da Mata Atlântica da Paraíba, Brasil: diagnose metodológica, riqueza e conservação*. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Universidade Federal da Paraíba, 90p.

Pessenda, L.C.R., Gouveia, S.E.M., Ribeiro, A.S., Oliveira, P.E. & Aravena, R. 2010. Late Pleistocene and Holocene vegetation changes in northeastern Brazil determined from carbon isotopes and charcoal records in soils. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 297, 597-608.

Rocha, C.F.D., Bergallo, H.G., Alves, M.A.S., Van Sluys, M. 2003. *A biodiversidade nos grandes*

remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas restingas dos corredores da Mata Atlântica. São Carlos, Rima Editora.

Silva J.M.C., Sousa, M.C. & Casteletti, C.H.M., 2004. Areas of endemism for passerine birds in the Atlantic forest, South America. *Global Ecology and Biogeography* 13: 85-92.

Stotz, D.F., Fitzpatrick, J.W., ParkerIII, T.A. & Moskovits, D.K. 1996. *Neotropical birds: Ecology and Conservation*. University of Chicago Press, Chicago, USA, 502p.

Straube, F.C. & Bianconi, G.V. 2002. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de captura com utilização de redes de neblina. *Chiroptera Neotropical*, 8(1-2):150-152.

Vizotto, L.D. & Taddei, V.A. 1973. Chave para Determinação de Quirópteros Brasileiros. *Revista da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de São José do Rio Preto - Boletim de Ciências*, 1:1-72.

ANEXO

Distribution extension of *Ametrida centurio* Gray, 1847 (Chiroptera, Phyllostomidae): First record in the Brazilian Atlantic Forest

Emmanuel Messias Vilar^{1, 2*}, Hannah Nunes^{1, 2}, Jorge Luiz do Nascimento³ and Pedro Cordeiro-Estrela^{1, 2}

1 Universidade Federal da Paraíba, Campus I, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Departamento de Sistemática e Ecologia, Laboratório de Mamíferos. CEP 58059-900, João Pessoa, PB, Brazil

2 Universidade Federal da Paraíba, Campus I, Programa de Pós-Graduação em Zoologia, CEP 58059-900, João Pessoa, PB, Brazil

3 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Reserva Biológica Guaribas, CEP 58280-000, Caixa Postal 9, Mamanguape, PB, Brazil

* Corresponding author. E-mail: messiashp@gmail.com

Abstract: This study reports the first record of *Ametrida centurio* in the Atlantic Forest, including its occurrence in the state of Paraíba, which extends the known distribution for this species ca. 1,500 km from its easternmost locality. The record was made in the Guaribas Biological Reserve, state of Paraíba, northeastern Brazil.

Key words: Guaribas Biological Reserve, biogeography, canopy, Paraíba, Little White-shouldered Bat

Ametrida Gray, 1847 is a monotypic genus with *Ametrida centurio* as the type species, whose holotype correspond to a specimen from the state of Pará (Brazil) deposited at the Natural History Museum, London (Peterson 1965). This small fruit-eating bat is endemic to the Neotropics, occurring in Trinidad and Tobago, Netherland Antilles, Panama, Venezuela, Guyana, Surinam, French Guiana and Brazil (Husson 1962; Gardner 2008; Miller *et al.* 2008). In Brazil, its known distribution is limited to the Amazon basin and has been recorded only in the states of Amapá (Peracchi *et al.* 1984; Silva *et al.* 2013), Pará (Gray 1847), Amazonas (Bernard 2001), and Mato Grosso (Pine *et al.* 1970). Herein, we present the first record of *Ametrida centurio* in the Atlantic Forest biome, extending the range of the species in approximately 1,500 km from its previously known easternmost locality.

The record was made during a campaign within the project Rede BioM.A. Inventários (MCT/CNPq no. 35/2012; belonging to the Programa de Pesquisa em Biodiversidade, PPBIO) in the Guaribas Biological Reserve (GBR), located in the municipality of Mamanguape, state of Paraíba, northeastern Brazil (Figure 1). The area is located within the Atlantic Forest biome and is composed of a mosaic of seasonal semi-deciduous forests and typical savanna formations on sandy soils, with an average annual rainfall and temperature of 1,700 mm and 24°C–26°C, respectively (Barbosa *et al.* 2011). This reserve, established in 1990, comprises 4,054 ha divided into three fragments: Sema 1 (710 ha), Sema 2 (2,982 ha) and Sema 3 (362 ha) and holds some of the last remaining native vegetation within

the Pernambuco Center of Endemism. This biogeographical sub-region of Atlantic Forest has been under long and intense fragmentation scheme, with only 12% of the original vegetation range remaining (Ribeiro *et al.* 2009). A severe process of extinction of vertebrates has been documented in the northeastern Atlantic Forest, and most species have survived only in legally protected areas (Canale *et al.* 2012).

One specimen of *Ametrida centurio* was captured (SISBIO license number: 41683-1) in Sema 2 (06°43'44.9"S, 35°08'22.4"W), on 31 May 2014 at 19:30 h in a mist-net (3.0 m × 2.5 m) placed at canopy level (8.3 m height) during a new moon night with a total sampling effort of 12,450 m²·h (10 nights for all the campaign). The individual was an adult male with testes descended and presents all the diagnostic features listed for *A. centurio* in the literature according to the descriptions of Peterson (1965) and Gardner (2008). The dental formula of the specimen is 2/2, 1/1, 2/2, 3/3 × 2 = 32. Its eyes are relatively large in comparison to other members of the subfamily Stenodermatini, with a swollen pad under each eye and a yellowish iris (Figure 2a). The noseleaf is yellowish and positioned against the face without any spacing (Figure 2b). It has two conspicuous symmetric white spots on each shoulder and two on each side of the neck. The specimen collected also presents pelage previously undescribed for *A. centurio*: two white spots at the mediolateral portion of the thorax and a semicircular spot around the penis (Figure 2c). The individual presented two chest glands and two glands close to the axillae, which have been previously mentioned in the literature (Dobson 1878; Peterson 1965; see Figure 2b). The dorsal fur is composed of hairs with three distinctly colored bands from the base to the tip: brown, white and brown. The skull has a distinctive short rostrum and a rounded cranium (Figure 3). Cranial and external measurements were taken with a digital caliper to the nearest (0.01 mm) and are provided in a comparative table (Table 1). The specimen was prepared as a standard skin and skull voucher and associated tissue samples were deposited in the Collection of Mammals at the Federal University of Paraíba (tissue number: UFPB 9154).

This study extends the distribution of the species and

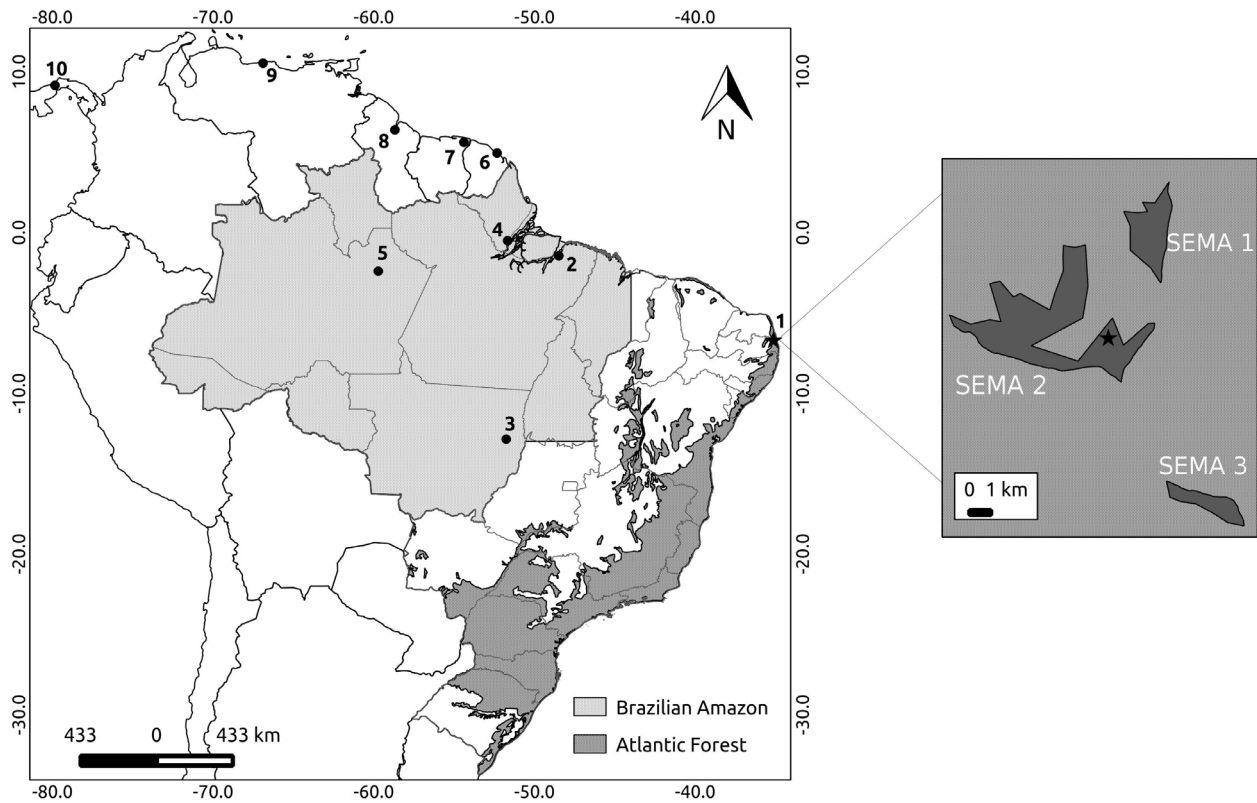


Figure 1. Marginal Localities reported to *Ametrida centurio*, including the new record for the Atlantic Forest in the state of Paraíba (star): (1) Guaribas Biological Reserve, Mamanguape, Paraíba (present study); (2) Belém, Pará (Brazil), type locality (Gray 1847); (3) Serra do Roncador, Mato Grosso (Pine *et al.* 1970); (4) Santa Luzia do Pacuí, Macapá, Amapá (Peracchi *et al.* 1984); (5) 80 km north of Manaus, Amazonas (Bernard 2001); (6) Cayenne, French Guiana (Brosset and Charles-Dominique 1991); (7) Moengo, Surinam (Gardner 2008); (8) Kartabo, Guyana (Gardner 2008); (9) Distrito Federal, Pico Avila, 5 Km NNW Caracas, Venezuela (Gardner 2008); (10) Barro Colorado Island, Canal Zone, Panama (Reid 1997).

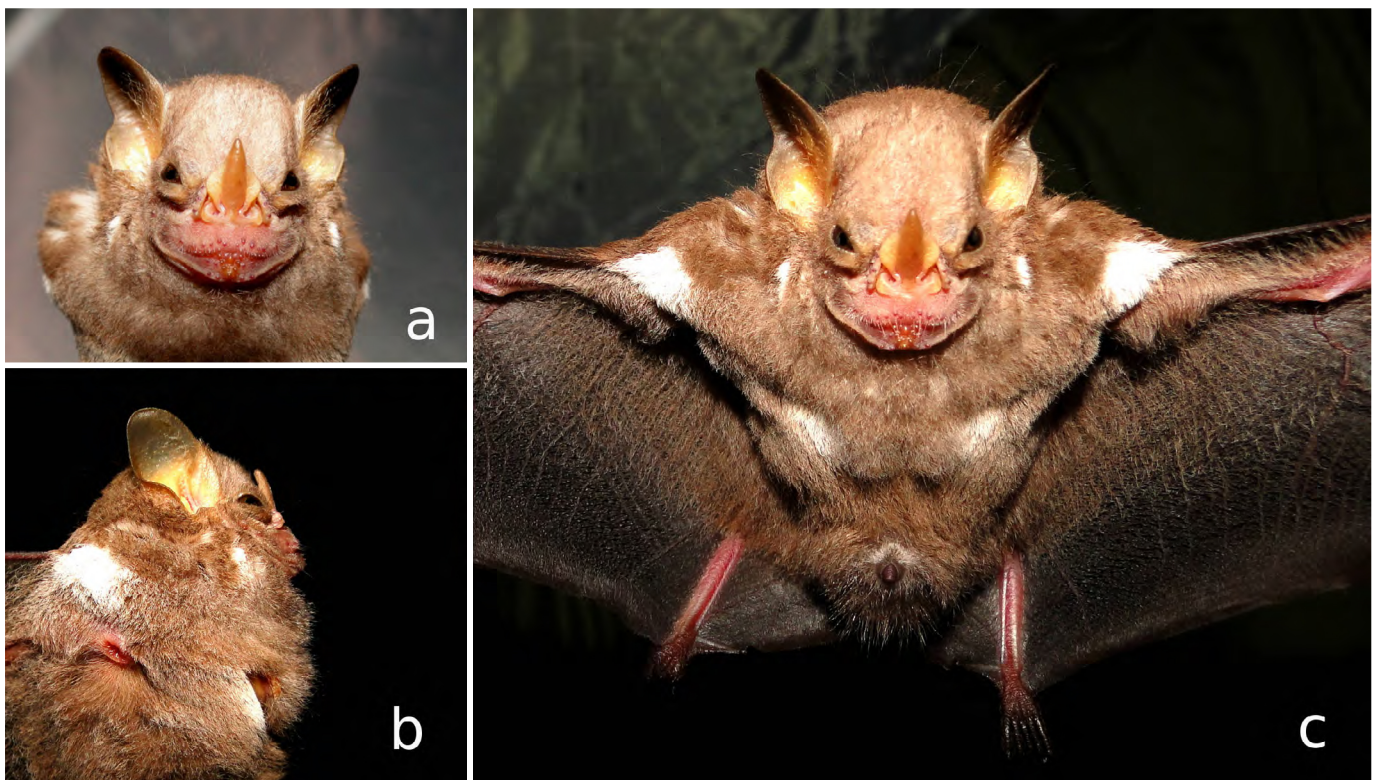


Figure 2. Adult male of *Ametrida centurio* (UFPB 9154) from Guaribas Biological Reserve, municipality of Mamanguape, state of Paraíba, northeastern Brazil (a) Detail of the face, especially the yellowish iris (b) Lateral view, highlighting the glands below the armpits (c) Frontal view, especially the white spots on the shoulders, chest and the semi-circular spot around the penis. The left foot was not properly lit to appear in image c. (Photos by E. M. Vilar).



Figure 3. Skull of *Ametrida centurio* (UFPB 9154) on lateral dorsal and ventral views and mandible on lateral view.

Table 1. External and cranial measurements (in grams [Body mass] and millimeters) of the *Ametrida centurio* collected in the Atlantic Forest, compared with measurements provided by Peterson (1965), N (sample size).

Measurements	Present study (♂UFPB 9154)	Mean ± SD, Range (N)	
		Peterson, 1965	
		Males	Females
Body mass	8	7.8 (1)	10.1 (2)
Total length	44	40, 35–46 (3)	47, 40–53 (4)
Hind foot length	8	—	—
Ear length	15	13, 11–15 (5)	13.7, 11.5–15 (7)
Tragus length	5	—	—
Calcaneus length	5	4.8, 4.3–5.1 (8)	4.8, 3.5–5.5 (10)
Forearm length	25.5	25.4±0.5, 24.6–26.5 (12)	32.1±0.8, 29.8–33.2 (13)
Greatest length of skull	14.65	15±0.3, 14.5–15.7 (11)	16.2±0.3, 15.6–17.1 (10)
Condylobasal length	11.90	12.0±0.2, 11.8–12.7 (11)	13.5±0.1, 13.2–13.6 (9)
Height of braincase	9.13	—	—
Breadth of braincase	8.52	8.3±0.1, 8.1–8.5 (9)	8.7±0.3, 8–9.1 (10)
Mastoid breadth	8.8	8.9±0.1, 8.8–9.2 (8)	9.7±0.2, 9.2–10.1 (8)
Zygomatic breadth	10.34	10.4±0.2, 10.1–10.8 (11)	11.3±0.2, 10.8–11.7 (13)
Postorbital constriction	3.66	3.3±0.08, 3.2–3.5 (9)	4.2±0.1, 3.8–4.5 (11)
Palate length	5.8	—	—
Palate breadth (M3–M3)	4.95	—	—
Palate breadth (M1–M1)	3.92	7.2±0.08, 7.1–7.4 (11)	7.8±0.2, 7.6–8.3 (13)
Breadth across upper canines	4.17	—	—
Breadth across upper molars	7.25	—	—
Length of maxillary tooththrow	4.48	4.3±0.08, 4.2–4.4 (9)	4.7±0.1, 4.5–5.2 (11)
Length of mandible	8.38	—	—
Length of mandibular tooththrow	4.74	—	—
Coronoid process height	3.29	—	—

provide the first record for the Atlantic Forest. Because *Ametrida centurio* is a rare species where it occurs (Peterson 1965; Lee and Dominguez 2000), some comments must be made on this extension of its distribution, first about the biogeographical significance of the finding, secondly about the landscape characteristics where it was collected, the historical sampling effort in the area, and finally about the stratum where it was collected. These comments are intended to evaluate whether this unexpected record is due to the rarity of this species or due to the lack of knowledge regarding the bat fauna from northeast Brazil considering the scarcity of studies that used mist nets placed in different vegetation strata.

The finding of a predominantly distributed Amazonian species in northeastern Brazil is not a surprise since other mammals with a similar geographic distribution are found within the Atlantic Forest of northeastern Brazil: the primate *Alouatta belzebul* (Linnaeus, 1766) (Gregorin 2006; Nascimento *et al.* 2008), the carnivore *Potos flavus* (Schreber, 1774) (Sampaio *et al.* 2013) and the anteater *Cyclopes didactylus* (Linnaeus, 1758) (Hayssen *et al.* 2012; Miranda and Superina 2010). The connection between the two main forested biomes of South America has already been suggested through two routes (Costa *et al.* 2003, one via the northeast of the Atlantic Forest and another one through its southwest Steiner-Souza *et al.* 2008; Percequillo *et al.* 2011). Thus the finding of *A. centurio* supports the existence of a connection between the two major Neotropical rainforests. However, two aspects of this occurrence make it unexpected, the landscape context in which the specimen was collected and the sampling intensity to which the area has been subject to.

The landscape context of the occurrence of *A. centurio* in the Atlantic forest of northeastern Brazil is singular since the region is very fragmented, with few large and many isolated remnants. The GBR was greatly affected by human activities before becoming a protected area. From the 1950s to the 1980s it was subjected to selective logging of hardwoods (especially Brazil wood, *Caesalpinia echinata* Lam.), was used for crop plantation (corn, pineapples, cassava, beans, pumpkins), horse breeding around some human settlements with intense hunting activity (one of the symbols of the Reserve, the primate *Alouatta belzebul*, went extinct before its creation and has since been reintroduced).

The finding of *A. centurio* would be less significant had the area been poorly sampled which is not the case, and reinforces the fact that sampling bats with understory mist nets result in subsamples. For Atlantic Forest regions the minimal effort recommended to sample the majority of phyllostomid species for a site is around 1,000 captures (Bergallo *et al.* 2003). In the Guaribas Biological Reserve (GBR) about 4,000 captures of bats have been made over less than a decade (unpublished data from field notebooks, research reports, and voucher specimens at the collection of mammals of the Universidade Federal da Paraíba).

The finding of *A. centurio* within a fragmented landscape and within a relatively well sampled area might be explained by its capture in the upper canopy stratum. The importance of the upper forest strata to the Neotropical bat communities has been discussed in some studies (*e.g.*, Bernard 2001; Pereira *et al.* 2010; Carvalho *et al.* 2013). However, assessments of the

importance of sampling these strata for estimates of richness and bat community composition have been seldom conducted. The present report reinforces recent findings of two species of aerial insectivorous bats, *Molossops temminckii* (Burmeister, 1854) and *Diclidurus albus* (Wied-Neuwied, 1820), recorded in the same conservation unit for the first time to the state of Paraíba, due to captures at canopy level (Ferreira *et al.* 2013; Nunes *et al.* 2013). Based on these observations, the occurrence of *A. centurio* in the GBR confirms the increasing need to sample in canopies and highlights the regional importance of the GBR at a regional scale in the national system of conservation units of Brazil.

ACKNOWLEDGMENTS

We are deeply indebted to Ewerth Vasconcelos, Natan Diego Alves de Freitas, Karlla Morganna, Margarida Furquim, Renata Pires and the personnel from Rebio Guaribas for their help during field work. We are grateful to Anderson Feijó for discussions on bat systematics. This project was funded by the Rede BioM.A. Inventários: Padrões de diversidade, biogeografia e endemismo de espécies de mamíferos, aves, anfíbios, drosófilas e parasitos na Mata Atlântica (CNPq—Processo: 457524/2012-0). Emmanuel Messias Vilar and Hannah Nunes were funded by a CAPES, masters and doctoral grant.

LITERATURE CITED

- Barbosa, M.R.V., W.W. Thomas, E.L. Zárate, R.B. Lima, M.F. Agra, I.B. Lima, M.C.R. Pessoa, A.R.L. Lourenço, G.C. Delgado Júnior, R.A.S. Pontes, E.C.O. Chagas, J.L., Viana, P.C. Gadelha Neto, C.M.L.R. Araújo, A.A.M. Araújo, G.B. Freita, J.R. Lima, F.O. Silva, L.A.F. Vieira, L.A. Pereira, R.M.T. Costa, R.C. Duré and M.G.V. Sá. 2011. Checklist of the vascular plants of the Guaribas Biological Reserve, Paraíba, Brazil. *Revista Nordestina de Biologia* 20(2): 79–106.
- Bergallo, H.G., C.E.L. Esbérard, M.A.R. Mello, V. Lins, R. Mangolin, G.G.S. Melo and M. Baptista. 2003. Bat Species Richness in Atlantic Forest: What Is the Minimum Sampling Effort? *Biotropica* 35(2): 278–288 (doi: [10.1646/02033](https://doi.org/10.1646/02033)).
- Bernard, E. 2001. Vertical stratification of bat communities in primary forest of Central Amazon, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 17(1): 115–126 (doi: [10.1017/S0266467401001079](https://doi.org/10.1017/S0266467401001079)).
- Brosset, A. and P. Charles-Dominique. 1991. The bats from French Guiana: A taxonomic, faunistic and ecological approach. *Mammalia* 54: 509–560 (doi: [10.1515/mamm.1990.54.4.509](https://doi.org/10.1515/mamm.1990.54.4.509)).
- Canale, G.R., C.A. Peres, C.E. Guidorizzi, C.A.F. Gatto, M.C.M. Kierulff. 2012. Pervasive defaunation of forest remnants in a tropical biodiversity hotspot. *PLoS ONE* 7(8): e41671 (doi: [10.1371/journal.pone.0041671](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041671)).
- Carvalho, F., M.E. Fabián and J. O. Menegheti. 2013. Vertical structure of an assemblage of bats (Mammalia: Chiroptera) in a fragment of Atlantic Forest in southern Brazil. *Zoologia* 30(5): 491–498 (doi: [10.1590/S1984-46702013000500004](https://doi.org/10.1590/S1984-46702013000500004)).
- Costa, L.P. 2003. The historical bridge between the Amazon and the Atlantic forest of Brazil: A study of molecular phylogeography with small mammals. *Journal of Biogeography* 30: 71–86 (doi: [10.1046/j.1365-2699.2003.00792.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2003.00792.x)).
- Dobson, G.E. 1878. Catalogue of the Chiroptera in the collection of the British Museum. British Museum (Natural History), London, United Kingdom (<http://biodiversitylibrary.org/page/37695085>).
- Ferreira, A.P., D.C. Melo and A. Loures-Ribeiro. 2013. *Diclidurus albus* Wied-Neuwied, 1820 (Chiroptera: Emballonuridae): First record of the species in the state of Paraíba, Brazil. *Check List* 9(4): 793–796 (<http://www.checklist.org.br/getpdf?NGD270-12>).

- Gardner, A.L. "2007" [2008]. *Mammals of South America. Vol. 1: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats*. Chicago: University of Chicago Press. 690 pp.
- Gray, J.E. 1847. Characters of six new genera of bats not hitherto distinguished. *Proceedings of the Zoological Society of London* 1847: 14–16 (<http://biodiversitylibrary.org/page/12862798>).
- Gregorin, R. 2006. Taxonomia e variação geográfica das espécies do gênero *Alouatta* Lacépède (Primates, Atelidae) no Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(1): 64–144 (doi: 10.1590/S0101-81752006000100005).
- Hayssen, V., F. Miranda and B. Pasch. 2012. *Cyclopes didactylus* (Pilosa: Cyclopedidae). *Mammalian Species* 44(1): 51–58 (doi: 10.1644/895.1).
- Husson, A.M. 1962. The bats of Suriname. *Zoologische Verhandelingen, Rijksmuseum van Natuurlijke Historie te Leiden* 58:1–282.
- Lee, A.K. and D.J. Dominguez. 2000. *Ametrida centurio*. *Mammalian Species* 640: 1–4 (doi: 10.1644/1545-1410(2000)640<0001:AC>2.0.CO;2).
- Miller, B., F. Reid, J. Arroyo-Cabrales, A.D. Cuarón and P.C. de Grammont. 2008. *Ametrida centurio*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2014.1. Available at <http://www.iucnredlist.org>. Captured on 6, June, 2014.
- Miranda, F. and M. Superina. 2010. New distribution records of the Silky Anteater *Cyclopes didactylus* (Pilosa, Cyclopedidae) in coastal northeastern Brazil. *Mastozoología Neotropical* 17(2): 381–384 (http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0327-93832010000200013).
- Nascimento, F.F.; C.R. Bonvicino, M.M. Oliveira, M.P.C. Schneider and H.N. Seuánez. 2008. Population genetic studies of *Alouatta belzebul* from the Amazonian and Atlantic Forests. *American Journal of Primatology* 70(5): 423–431 (doi: 10.1002/ajp.20507).
- Nunes, H.L., J.A. Feijó, M. Beltrão, L.C.S. Lopez and M.P.A. Fracasso. 2013. First and easternmost record of *Molossops temminckii* (Burmeister, 1854) (Chiroptera, Molossidae) for the state of Paraíba, northeastern Brazil. *Check List* 9(2): 436–439 (<http://www.checklist.org.br/getpdf?NGD204-12>).
- Peracchi, A.L., Raimundo, S.D.L. and A.M. Tannure. 1984. Quirópteros do território Federal do Amapá, Brasil (Mammalia, Chiroptera). *Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro* 7 (2): 89–100.
- Percequillo, A.R., M. Weksler and L.P. Costa. 2011. A new genus and species of rodent from the Brazilian Atlantic Forest (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae: Oryzomyini), with comments on oryzomyine biogeography. *Zoological Journal of the Linnean Society* 161: 357–390 (doi: 10.1111/j.1096-3642.2010.00643.x).
- Pereira, M.J.R., J.T. Marques and J.M. Palmeirim. 2010. Vertical stratification of bat assemblages in flooded and unflooded Amazonian forests. *Current Zoology* 56(4): 469–478.
- Peterson, R.L.A. 1965. Review of the bats of the genus *Ametrida*, family Phyllostomidae. A review of the bats of the genus *Ametrida*, family Phyllostomidae. *Life Science Contributions, Royal Ontario Museum* 65: 1–13 (<http://biodiversitylibrary.org/page/36250460>).
- Pine, R.H., I.R. Bishop and R.L. Jackson. 1970. Preliminary list of mammals of the Xavantina/Cachimbo Expedition (central Brazil). *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 64: 668–670 (doi: 10.1016/0035-9203(70)90003-9).
- Reid, F.A. 1997. *A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico*. New York: Oxford University Press. 334 pp.
- Ribeiro, M.C., J.P. Metzger, A.C. Martensen, F.J. Ponzoni, M.M. Hirota. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* 142(6): 1141–1153 (doi: 10.1016/j.biocon.2009.02.021).
- Sampaio, R. B.M. Beisiegel and A.R.M. Pontes, 2013. Avaliação do risco de extinção do Jupará *Potos flavus* (Schreber, 1774) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira* 3(1): 277–282.
- Silva, C.R., A.C.M. Martins, I.J. Castro, E. Bernard, E.M. Cardoso, D.S. Lima, R. Gregorin, R. V. Rossi, A.R. Percequillo, K.C. Castro and K.C. Castro. 2013. Mammals of Amapá State, Eastern Brazilian Amazonia: a revised taxonomic list with comments on species distributions. *Mammalia* 77(4):409–424. (doi: 10.1515/mammalia-2012-0121)
- Steiner-Souza F., P. Cordeiro-Estrela, A.R. Percequillo, A.F. Testoni, S.L. Althoff. 2008. New records of *Rhagomys rufescens* (Rodentia, Sigmodontinae) in the Atlantic forest of Brazil. *Zootaxa* 1824: 28–34.

Authors' contribution statement: EMV collected the data, PCE and EMV designed the study, EMV, HN, JLN and PCE wrote the text.

Received: July 2014

Accepted: November 2014

Editorial responsibility: Eliécer E. Gutiérrez