

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA E
CONSERVAÇÃO NOS TRÓPICOS**

LAHERT WILLIAM LOBO DE ARAÚJO

**EFEITOS DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL SOBRE A RIQUEZA DE ESPÉCIES
DE AVES NO CENTRO DE ENDEMISMO PERNAMBUCO, NORDESTE DO
BRASIL**

**MACEIÓ
2013**

LAHERT WILLIAM LOBO DE ARAÚJO

**EFEITOS DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL SOBRE A RIQUEZA DE ESPÉCIES
DE AVES NO CENTRO DE ENDEMISMO PERNAMBUCO, NORDESTE DO
BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Conservação da Biodiversidade Tropical.

Orientador: Prof. Dr. Richard James Ladle

Co-orientador: Prof. Dr. Márcio Amorim Efe

MACEIÓ

2013

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Responsável: Fabiana Camargo dos Santos

A663e Araújo, Lahert William Lobo de.
Efeitos da fragmentação florestal sobre a riqueza de espécies de aves no
Centro de Endemismo Pernambuco, Nordeste do Brasil / Lahert William
Lobo de Araújo. – 2013.
91 f. : il.

Orientador: Richard James Ladle.

Co-orientador: Márcio Amorim Efe.

Dissertação (Mestrado em Diversidade Biológica e Conservação nos
Trópicos) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências
Biológicas e da Saúde. Maceió, 2013.

Inclui Bibliografia.

1. Mata Atlântica – Fragmentação. 2. Fragmentação florestal –
Impacto ecológico. 3. Avifauna – Conservação. I. Título.

CDU: 598.2:502.7

Folha de aprovação

Lahert William Lobo de Araújo

EFEITOS DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL SOBRE A RIQUEZA DE ESPÉCIES DE AVES NO CENTRO DE ENDEMISMO PERNAMBUCO, NORDESTE DO BRASIL

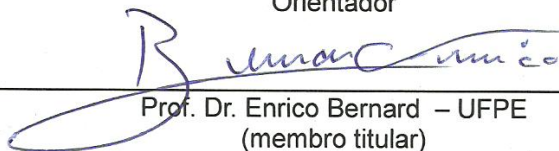
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Conservação da Biodiversidade Tropical.

Dissertação aprovada em 18 de fevereiro de 2013.



Prof. Dr. Richard James Ladle - UFAL

Orientador



Prof. Dr. Enrico Bernard – UFPE
(membro titular)



Profa. Dra. Flávia de Barros Prado Moura – UFAL
(membro titular)



Profa. Dra. Tamí Mott – UFAL
(membro titular)

MACEIÓ - AL

Fevereiro / 2013

Aos Meus pais (Laerço e Heliane), minha esposa (Anny Cecília), meus irmãos, demais familiares e amigos, que me deram muito apoio nos momentos mais difíceis dessa etapa da minha vida e foram compreensivos com minha ausência sempre que precisei abdicar dos momentos em família e com os amigos; ao amigo e Prof. Dr. Gabriel Omar Skuk Sugliano (in memorian), pelo incentivo e apoio a minha carreira acadêmica, desde a graduação até o início do mestrado, e pelo exemplo de vida a qual o terei sempre como uma referência.

AGRADECIMENTOS

A todos que colaboraram, em maior ou menor grau, de forma direta ou indireta, para a realização dessa dissertação, que foi resultado de dedicação, muito esforço físico e intelectual, horas de sono, trabalho e luta contra diversos obstáculos, além de persistência em alcançar os objetivos originais do projeto, deixo aqui os meus sinceros agradecimentos, especialmente:

Aos meus pais, Laerço e Heliane, e irmãos, pelo incentivo aos estudos, apoio sempre que foi necessário e compreensão nos momentos em que estive ausente.

A minha querida esposa, Anny Cecília, por compreender os momentos em que, durante as campanhas de campo, tive que me ausentar por vários dias, tendo mesmo assim o seu apoio, juntamente com o dos meus sogros, Osvaldo e Nena, para que eu prosseguisse com os meus objetivos e não desistisse.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Richard Ladle, e sua esposa, Profa. Dra. Ana Malhado, e ao meu co-orientador, Prof. Dr. Márcio Efe, pela amizade, confiança, paciência e pelas valiosas orientações com sugestões e contribuições indispensáveis para o desenvolvimento e conclusão da dissertação, me ajudando a trilhar no caminho certo da excelência acadêmica.

Ao CNPq, pelo suporte no projeto de fragmentação.

À Fundação Boticário, pelo suporte no projeto de monitoramento.

À CAPES, pela bolsa de estudos.

Aos amigos e estudantes do LABECAN – ICBS/UFAL e aos amigos da Fazenda Santa Rosa (Tapado) - Murici, pela assistência no trabalho de campo.

Aos amigos professores do IGDEMA/UFAL, Esdras e Melquior, pelas dicas e pelo geoprocessamento dos dados necessários ao cálculo das métricas de paisagem.

Aos ornitólogos Glauco Pereira e Ciro Albano, pelo auxílio na identificação da vocalização de algumas espécies de aves.

Aos amigos, Prof. Dr. Renato Gaban, Guilherme Toledo, Phoeve, Bruno Paranha, Jakson e Mário Toledo, pelas conversas e sugestões.

Aos amigos e estagiários do Setor de herpetologia do Museu de História Natural – MHN/22UFAL e simpatizantes da ornitologia, Micheline, Barnagleidson,

Ingrid, Neto e Filipe Augusto pela conversa, ajuda, companhia e algumas vezes, auxílio nos trabalhos de campo.

À banca de avaliação continuada, Prof. Dr. Luis Fábio Silveira (USP), Profa. Dra. Tami Mott (UFAL) e Profa. Dra. Nídia Noemi Fabr e (UFAL), e   banca examinadora, Prof. Dr. Enrico Bernard (UFPE), Profa. Dra. Tami Mott (UFAL) e Profa. Dra. Flávia de Barros Prado Moura (UFAL), pela disposi o, críticas e sugestões.

  Coordena o do Programa de Pós-Gradua o em Diversidade Biológica e Conserva o nos Trópicos, aos professores e aos funcionários da Universidade Federal de Alagoas, por proporcionarem minha forma o no curso.

“Dedicação é a capacidade de se entregar à realização de um objetivo. Não conheço ninguém que tenha progredido na carreira sem trabalhar pelo menos doze horas por dia nos primeiros anos. Não conheço ninguém que conseguiu realizar seu sonho sem sacrificar sábados e domingos pelo menos uma centena de vezes. A realização de um sonho depende da dedicação.”

(Roberto Shinyashiki)

RESUMO

A literatura sobre fragmentação de habitat é ampla e diversificada, refletindo a complexidade de seus impactos ecológicos, que dependem da escala, do grau de perda de habitat, do isolamento e tamanho dos fragmentos, bem como da natureza da matriz da paisagem. A Teoria da Biogeografia de Ilhas tem sido aplicada, por assumir que fragmentos comportam-se como ilhas num mar de paisagem inabitável. A Mata Atlântica do Brasil é um exemplo de habitat altamente fragmentado, restando apenas 11,4-16% da floresta original. As florestas do Nordeste possuem áreas importantes para espécies raras e ameaçadas de extinção, por exemplo, a região de Murici em Alagoas. O objetivo deste trabalho é avaliar a influência das características dos fragmentos (tamanho, forma e isolamento) sobre as comunidades de aves da Mata Atlântica em uma área com 116.100 ha, a APA de Murici (09°15'14"S e 35°47'59"W), Centro de Endemismo Pernambuco, Nordeste do Brasil. O levantamento da avifauna foi realizado em 15 remanescentes (18 localidades) divididos em três categorias de tamanho, seis pequenos (15 ha < FRP < 100 ha), seis médios (100 ha ≤ FRM < 1.000 ha) e três grandes (FRG ≥ 1.000 ha). Na inexistência de manchas florestais maiores que 5.000 ha, os três fragmentos grandes foram considerados como "áreas controle", com dois locais de amostragem cada. Foram demarcados 228 pontos de escuta de raio ilimitado e equidistantes 150 m. As coletas de dados ocorreram de fevereiro a novembro de 2012, nas três primeiras horas do dia. Cada localidade foi visitada três vezes, sendo sorteados oito pontos para amostragem por visita. O tempo de permanência em cada ponto foi de dez minutos. O esforço total foi de 54 dias de campo, nos quais foram amostrados 432 pontos de escuta (72 horas). Foram utilizados binóculos Ecotone 8 x 28 mm e um gravado Marantz PMD 661 com microfone Sennheiser ME66. As curvas de rarefação, para verificar a suficiência amostral, e o cálculo do Chao 1, para a estimativa da riqueza de espécies, foram obtidos no programa *ESTIMATE S*. A influência das características dos fragmentos na riqueza de espécies foi analisada por análise de regressão múltipla (*Forward Stepwise Regression*) usando SPSS v 19 para Windows. As métricas para os fragmentos foram calculadas no FRAGSTATS 3.3. Foram realizados 4.806 registros para 130 espécies, distribuídas em 12 ordens e 33 famílias. Foram observadas 37-64 espécies e estimadas 45,3-94,2 espécies por fragmento. Respectivamente para os fragmentos grandes, médios e pequenos, a riqueza observada foi de 103, 88 e 89 espécies, enquanto que a riqueza estimada foi de 117,2, 96,0 e 101,1 espécies. Quanto ao uso do habitat, 88 espécies (26 táxons ameaçados de extinção) foram classificadas como dependentes de floresta, 31 como semi-dependentes e 11 como independentes. Houve uma forte correlação positiva entre tamanho do fragmento e o número de espécies registradas ($r = 0,570$, $n = 18$, $p = 0,014$) e entre o tamanho do fragmento e o número de espécies que dependem de floresta ($r = 0,818$, $n = 18$, $p < 0,001$). As riquezas de espécies de aves independentes e semi-dependentes foram maiores em fragmentos com maior efeito de borda, geralmente pequenos, isolados e/ou de forma mais complexa. Além disso, nem todas as espécies classificadas como "dependentes de floresta" demonstraram ser sensíveis à fragmentação. Forma do fragmento foi a melhor métrica para explicar a riqueza de espécies de aves dependentes de floresta em cada fragmento.

Palavras-chave: Mata Atlântica. Fragstats. Avifauna.

ABSTRACT

[Effects of forest fragmentation on bird species richness in the Pernambuco Center of Endemism, Northeastern Brazil] The literature on habitat fragmentation is broad and diverse, reflecting the complexity of their ecological impacts. These impacts depend on spatial scale, the degree of habitat loss, isolation and size of the fragments, as well as the nature of the landscape matrix. The Theory of Island Biogeography has been cautiously applied to habitat fragments by assuming that fragments behave as islands in a sea of uninhabitable landscape. The Atlantic Forest of Brazil is an example of a highly fragmented habitat, remaining only 11.4 to 16% of the original forest. The forests of the Northeast, and particularly the area around Murici, contain a large number of rare and endangered species. The objective of this study is to measure the influence of the physical characteristics of the fragments (e.g. size, shape and isolation) on the bird communities of the Atlantic Forest in an area of 116,100 ha, the APA Murici (09°15'14"S, 35°47'59"W), Pernambuco Endemism Center, Northeast Brazil. An avifauna survey was conducted in 15 remaining (18 sites) divided into three size categories: six small (15 ha < SFR < 100 ha), six medium (100 ha ≤ MFR < 1,000 ha) and three large (LFR ≥ 1,000 ha). In the absence of patches larger than 5,000 ha, the three large fragments was considered as "control area" with two sampling sites each. Were demarcated 228 points counts of limited radius and at least 150 m from all other points. Data collection occurred from February to November 2012, in the first three hours of the day. Each site was visited three times and just eight points was randomly chosen for sampling visit. The length of stay in each point count was ten minutes. The total effort was 54 days in the field, where we sampled 432 point counts (72 hours). We used Ecotone 8 x 28 mm binoculars and a recorded Marantz PMD 661 with Sennheiser ME66 microphone. Rarefaction curves were constructed to verify the sampling sufficiency, and Chao 1 estimates were obtained using the program ESTIMATE S to estimate species richness for each fragment. The influence of the characteristics of the fragments in species richness was analyzed by multiple regression analysis. The metrics were calculated for the fragments in FRAGSTATS 3.3. We recorded 4,806 specimens belonging to 130 species (12 Orders and 33 Families) in 18 areas sampled. Were observed 37-64 species and predicted 45.3-94.2 species per fragment. Respectively for large, medium and small fragments, the observed richness was 103, 88 and 89 species, while the predicted richness was 117.2, 96.0 and 101.1 species. Regarding the use of habitat, 88 species (26 taxa threatened) were classified as forest dependent, 31 as semi-dependent and 11 as forest independent. There was a strong positive correlation between (log) fragment size and species richness ($r = 0.570$, $n = 18$, $p = 0.014$) and number of species that depend on forest ($r = 0.818$, $n = 18$, $p < 0.001$). The bird species richness of forest independent and semi-dependent were higher in the fragments with more edge effect, usually small, isolated and/or of the more complex shape. Moreover, not all species classified as "forest dependent" be demonstrated highly sensitive to fragmentation. Fragment shape was the fragment metric that best explained the species richness of forest-dependent birds in each fragment.

Key-word: Atlantic Forest. Fragstats. Avifauna.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Curva hipotética na qual a riqueza de espécies de aves aumenta com o tamanho do fragmento.....	15
Figura 2.1 - Quadro comparativo entre modelos ruins e bons de reservas, desenvolvido com base na Teoria da Biogeografia de Ilhas. Edited by R. J. Ladle and R. J. Whittaker. Wiley-Blackwell.....	20
Figura 2.2 - Mapa de localização do Centro de Endemismo Pernambuco com fragmentos florestais remanescentes.	22
Figure 3.1 - Map of location and identification of the Atlantic forest fragments sampled in Murici Environmental Protection Area, Alagoas, Brazil. Legend: SFR = small fragment, MFR = medium fragment; and LFR = large fragment.	34
Figure 3.2 - Rarefaction curves of observed and predicted (Chao1) species richness to total recorded bird species for the three size classes of Atlantic Forest fragments: 15 ha < small fragment (SFR) < 100 ha; 100 ha ≤ medium fragment (MFR) < 1000 ha; and large fragment (LFR) ≥ 1000 ha. The curves were prepared using the program ESTIMATE S (Colwell 2000). Sampling completeness more than 80% (according to Shiu & Lee 2003) in all size categories.	42
Figure 3.3 - Correlation between (log) size of Atlantic Forest fragment and both total number of recorded Bird species and number of forest dependent bird species.....	43
Apêndice 1 - Curvas cumulativas para riqueza observada (Mao Tau), com riqueza estimada (Chao1), das espécies de aves de cada fragmento pequeno (15 ha < SFR < 100 ha). As curvas foram preparadas usando o programa ESTIMATE S (Colwell 2000). Appendix 1 - Accumulation curves to observed richness (Mao Tau), with richness predicted (Chao1), of bird species to each small fragment (15 ha < SFR < 100 ha). The curves were prepared using the program ESTIMATE S (Colwell 2000).....	59
Apêndice 2 – Curvas cumulativas para riqueza observada (Mao Tau), com riqueza estimada (Chao1), das espécies de aves em cada fragmento médio (100 ha < MFR < 1.000 ha). As curvas foram preparadas usando o programa ESTIMATE S (Colwell 2000). Appendix 2 - Accumulation curves to observed richness (Mao Tau), with richness predicted (Chao1), of bird species to each medium fragment (100 ha < MFR < 1,000 ha). The curves were prepared using the program ESTIMATE S (Colwell 2000).	60
Apêndice 3 - Curvas cumulativas para riqueza observada (Mao Tau), com riqueza estimada (Chao1), das espécies de aves em cada fragmento grande (LFR > 1.000 ha). As curvas foram preparadas usando o programa ESTIMATE S (Colwell 2000). Appendix 3 - Accumulation curves to observed richness (Mao Tau), with richness predicted (Chao1), of bird species to each large fragment (LFR > 1,000 ha). The curves were prepared using the program ESTIMATE S (Colwell 2000).	61
Apêndice 7 - Mapa de localização do fragmento da Faz. Sta Rosa / Sítio Tapado (SFR1), Murici - AL, com trilhas e pontos de escuta (P1 à P6). Appendix 7 - Location map of the fragment in the Farm Sta Rosa / Fruit Farm Tapado (SFR1), Murici - AL, with trails and points counts (P1 to P6).	74

Apêndice 8 - Mapa de localização do fragmento da Faz. Cavaleiro (SFR2), Murici - AL, com trilhas e pontos de escuta (P13 à P18). Appendix 8 - Location map of the fragment in the Farm Cavaleiro (SFR2), Murici - AL, with trails and points counts (P13 to P18).....	75
Apêndice 9 - Mapa de localização do fragmento da Faz. Corte Novo (SFR3), Flexeiras - AL, com trilhas e pontos de escuta (P7 à P12). Appendix 9 - Location map of the fragment in the Farm Corte Novo (SFR3), Flexeiras - AL, with trails and points counts (P7 to P12).	76
Apêndice 10 - Mapa de localização do fragmento da Faz. Solidade I (SFR4), Joaquim Gomes - AL, com trilhas e pontos de escuta (P19 à P24). Appendix 10 - Location map of the fragment in the Farm Solidade I (SFR4), Joaquim Gomes - AL, with trails and points counts (P19 to P24).....	77
Apêndice 11 - Mapa de localização do fragmento da Faz. Boa Vontade (SFR5), Joaquim Gomes - AL, com trilhas e pontos de escuta (P25 à P30). Appendix 11 - Location map of the fragment in the Farm Boa Vontade (SFR5), Joaquim Gomes - AL, with trails and points counts (P25 to P30).....	78
Apêndice 12 - Mapa de localização do fragmento da Faz. Sta Maria (SFR6), Joaquim Gomes - AL, com trilhas e pontos de escuta (P49 à P60). Appendix 12 - Location map of the fragment in the Farm Sta Maria (SFR6), Joaquim Gomes - AL, with trails and points counts (P49 to P60).....	79
Apêndice 13 - Mapa de localização do fragmento da Faz. Solidade I (MFR1), Joaquim Gomes - AL, com trilhas e pontos de escuta (P73 à P84). Appendix 13 - Location map of the fragment in the Farm Solidade I (MFR1), Joaquim Gomes - AL, with trails and points counts (P73 to P84).....	80
Apêndice 14 - Mapa de localização do fragmento das Fazendas Sta Fé, Barra Nova e Limeira (MFR2), Murici e Messias - AL, com trilhas e pontos de escuta (P61 à P72). Appendix 14 - Location map of the fragment in the Farms Sta Fé, Barra Nova and Limeira (MFR2), Murici and Messias - AL, with trails and points counts (P61 to P72).	81
Apêndice 15 - Mapa de localização do fragmento das Fazendas Sítio Velho, Sumaré, Boa Vontade e Assentamento Serrana (MFR3), Joaquim Gomes - AL, com trilhas e pontos de escuta (P85 à P96). Appendix 15 - Location map of the fragment in the Farms Sítio Velho, Sumaré, Boa Vontade and Settlement Serrana (MFR3), Joaquim Gomes - AL, with trails and points counts (P85 to P96).....	82
Apêndice 16 - Mapa de localização do fragmento das Fazendas Santos Apóstolos, Ribeiro, Riacho Branco e Flor de Maria (MFR4), Joaquim Gomes - AL, com trilhas e pontos de escuta (P199 à P216). Appendix 16 - Location map of the fragment in the Farms Santos Apóstolos, Ribeiro, Riacho Branco and Flor de Maria (MFR4), Joaquim Gomes - AL, with trails and points counts (P199 to P216).....	83
Apêndice 17 - Mapa de localização do fragmento das Fazendas Bom Futuro e Sítio Canto I (MFR5), Joaquim Gomes - AL, com trilhas e pontos de escuta (P97 à P108).	

Appendix 17 - Location map of the fragment in the Farms Bom Futuro and Sítio Canto I (MFR5), Joaquim Gomes - AL, with trails and points counts (P97 to P108).	84
Apêndice 18 - Mapa de localização do fragmento das Fazendas Solidade I, Solidade II e Assentamento Galho Seco (MFR6), Flexeiras - AL, com trilhas e pontos de escuta (P109 à P124).	
Appendix 18 - Location map of the fragment in the Farms Solidade I, Solidade II and Settlement Galho Seco (MFR6), Flexeiras - AL, with trails and points counts (P109 to P124).....	85
Apêndice 19 - Mapa de localização do fragmento da Usina Serra Grande: Faz. Petrópolis e Faz. Coimbra (LFR 1A), Ibateguara - AL, com trilhas e pontos de escuta (P181 à P198).	
Appendix 19 - Location map of the fragment in the Usina Serra Grande: Farms Petrópolis and Coimbra (LFR 1A), Ibateguara - AL, with trails and points counts (P181 to P198).....	86
Apêndice 20 - Mapa de localização do fragmento da Faz. São Roque (LFR 1B), Joaquim Gomes - AL, com trilhas e pontos de escuta (P127 à P144).	
Appendix 20 - Location map of the fragment in the Farm São Roque (LFR 1B), Joaquim Gomes - AL, with trails and points counts (P127 to P144).....	87
Apêndice 21 - Mapa de localização do fragmento da Faz. Corte Novo (LFR 2A), Flexeiras, Messias e Murici - AL, com trilhas e pontos de escuta (P163 à P180).	
Appendix 21 - Location map of the fragment in the Farm Corte Novo (LFR 2A), Flexeiras, Messias and Murici - AL, with trails and points counts (P163 to P180).....	88
Apêndice 22 - Mapa de localização do fragmento do Sítio Socorró e Faz. Bananeira (LFR 2B), Murici-AL, com trilhas e pontos de escuta (P37 à P48).	
Appendix 22 - Location map of the fragment in the Fruit Farm Socorró and Farm Bananeira (LFR 2B), Murici - AL, with trails and points counts (P37 to P48).	89
Apêndice 23 - Mapa de localização do fragmento das Fazendas Bananeira, Angelin, Pedra Branca e Retiro (LFR 3A), Murici e Flexeiras - AL, com trilhas e pontos de escuta (P217 à P234).	
Appendix 23 - Location map of the fragment in the Farms Bananeira, Angelin, Pedra Branca and Retiro (LFR 3A), Murici e Flexeiras - AL, with trails and points counts (P217 to P234).	
Apêndice 24 - Mapa de localização do fragmento do Assentamento Pacas (LFR 3B), Murici - AL, com trilhas e pontos de escuta (P145 à P162).	91
Appendix 24 - Location map of the fragment in the Settlement Pacas (LFR 3B), Murici - AL, with trails and points counts (P145 to P162).	91

LISTA DE TABELAS

Table 3.1 – Identification, location, birdspecies richness and independent variables of the sites studied in fragments of Atlantic Forest in southern Pernambuco Center of Endemism, Murici APA, Alagoas, Brazil. Legend: SFR: small fragment; MFR: medium fragment, LFR: large fragment or site control.	37
Table 3.2 - Correlation matrix for explanatory variables (Size, Core, NCore, Shape, Isolation and Elevation) entering the forward stepwise regression.	39
Table 3.3 - Status, observed richness (Mao Tau), predicted richness (Chao 1) and sampling sufficiency (Mao Tau/Chao1) by fragment with forest-dependent species, Core, NCore, Shape e Proxim (Prox). Legend: Core = central area, in this case exluindo the edge of 60m; NCore = cores number of the fragment; Shape = measures the complexity of the shape compared to a circle, where the higher the value, the greater the edge effects in the fragment; and Proxim = proximity index, wherein the smaller the value, the higher is the degree of isolation.	40
Table 3.4: Observed richness (Mao Tau), predicted richness (Chao 1) and sampling sufficiency (Mao Tau/Chao1) of the birds by patch size category with total species and threatened species for groups forest-dependents and independents / semi-dependents.	40
Apêndice 4 - Índice pontual de Abundância (IPA) por categoria de tamanho do fragmento, estatus de ameaça (BRASIL 2008, IUCN 2012) e uso do habitat (Parker <i>et al.</i> 1996, Sick 1997, Roda 2003) das espécies de aves registradas. Legenda: SFR = fragment pequeno, MFR = fragment médio e LFR = fragmento grande; DEP = dependente, SDE = semi-dependente e IND = independente. Classificação taxonômica de acordo com CRBO (2011). Appendix 4 - Abundance Index (IPA) per size category of the fragment, endangered status (BRASIL 2008, IUCN 2012) and habitat use (Parker <i>et al.</i> 1996, Sick 1997, Roda 2003) of the species birds recorded. Legend: SFR = small fragment, MFR = medium fragment and LFR = large fragment; DEP = dependent, SDE = semi-dependent and IND = independent. Taxonomic classification according CRBO (2011).	62
Apêndice 5 - Lista dos táxons de aves ameaçados de extinção por categoria de fragmento. Legenda: SFR = fragment pequeno, MFR = fragmento médio e LFR = fragmento grande. Appendix 5 - List of endangered bird taxa per size category of the fragment. Legend: SFR = small fragment, MFR = medium fragment and LFR = large fragment.	66
Apêndice 6 - Coordenada geográfica e altitude dos 228 pontos de escuta nos 18 fragmentos na Área de Proteção Ambiental (APA) de Murici, Alagoas, onde foram realizados levantamentos da avifauna. Legenda: SFR = fragmento pequeno; MFR = fragmento médio e LFR = fragmento grande. Appendix 6 - Geographic coordinate and elevation of the 228 points counts in the 18 fragments in the Environmental Protection Area (APA) of Murici, Alagoas, in which the bird surveys were carried. Legend: SFR = small fragment; MFR = medium fragment and LFR = large fragment.....	67

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO.....	14
	REFERÊNCIAS.....	16
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	18
2.1	Fragmentação.....	18
2.1.1	A Teoria da Biogeografia de Ilhas.....	19
2.1.2	A fragmentação da Mata Atlântica.....	21
2.2	Aves como bioindicadores dos efeitos da fragmentação florestal.....	23
2.3	Cenário da conservação da avifauna no Centro de Endemismo Pernambuco (CEP).....	25
	REFERÊNCIAS.....	26
3	EFFECTS OF FOREST FRAGMENTATION ON BIRD SPECIES RICHNESS IN THE PERNAMBUCO CENTER OF ENDEMISM, NORTHEASTERN BRAZIL*..	32
3.1	Introduction.....	32
3.2	Methods.....	34
3.2.1	Study Area.....	34
3.2.2	Sampling design.....	35
3.2.3	Data Collection.....	36
3.2.4	Data analysis.....	38
3.3	Results.....	39
3.4	Discussion.....	43
3.5	Conclusions.....	47
	REFERENCES.....	47
4	DISCUSSÃO GERAL.....	53
	REFERÊNCIAS.....	57
5	CONCLUSÕES.....	58
	APÊNDICES / APPENDICES.....	59

1 APRESENTAÇÃO

A Mata Atlântica ao norte do rio São Francisco, chamada de Centro de Endemismo Pernambuco conforme sugestões de Prance (1982) e Brown (1982) é o setor mais ameaçado em consequência do desmatamento (SILVA; TABARELLI 2000; RIBEIRO et al., 2009). Nesta região (Murici, Alagoas) encontra-se uma das florestas mais importantes do mundo, que está entre as áreas prioritárias no hemisfério ocidental para a conservação das aves por possuir a maior concentração de táxons de aves ameaçados de extinção no Brasil, incluindo espécies globalmente ameaçadas (OLMOS 2005; BENCKE et al., 2006; RODA et al., 2011).

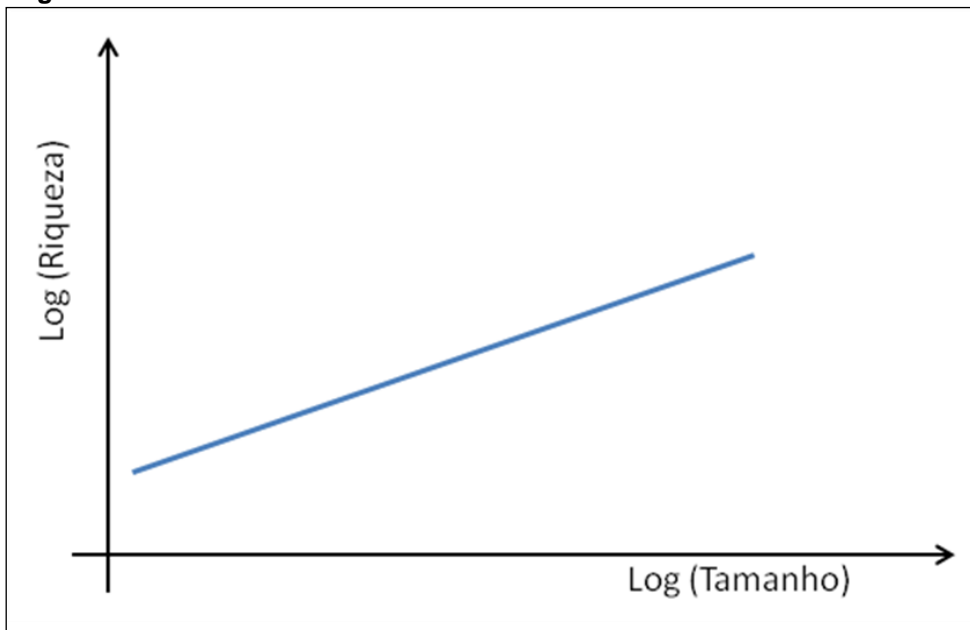
Mesmo sendo uma área extremamente importante, até uma década atrás o Centro de Endemismo Pernambuco era o mais desmatado, o mais desconhecido (em termos de número de pesquisas) e o menos protegido setor da Mata Atlântica (SILVA; TABARELLI, 2001, RIBON et al., 2003), onde a fragmentação das suas paisagens naturais também foi ainda mais exacerbadas por atividades humanas como a expansão das terras agrícolas (ANDRÉN, 1994). Nos últimos dez anos esse quadro vem mudando, sendo cada vez maior o número de pesquisas voltadas para o maior conhecimento da biodiversidade e para conservação das espécies nessa região, como os trabalhos realizados por Silveira et al. (2003), Roda e Carlos (2003), Silva et al. (2004), Lyra-Neves et al. (2004) e Roda et al. (2011).

O interesse em estudar os efeitos da fragmentação de habitats antropogênicos sobre a dinâmica espacial de populações e comunidades cresceu bastante nas últimas décadas (WATSON et al., 2005). Estudos que abordem a fragmentação florestal são extremamente importantes, pois permitem a interpretação dos impactos antropogênicos sobre as populações animais, e auxiliam na identificação dos elementos necessários às implementações de medidas efetivas de conservação. Porém, a produção de conhecimento sobre o estado atual de conservação das espécies exige rapidez e eficiência diante da velocidade com que vem sendo degradados os ambientes e afetada a biodiversidade (PIMM; RAVEN, 2000).

A presente dissertação é resultado de um levantamento rápido, porém em grande escala, da avifauna em diversos fragmentos de Mata Atlântica na Área de Preservação Ambiental (APA) de Murici – AL, com o objetivo de avaliar os efeitos da fragmentação florestal, mais especificamente das características dos fragmentos (tamanho, forma e isolamento) sobre as comunidades de espécies de aves nos remanescentes florestais.

Neste contexto, este estudo foi desenvolvido sobre a óptica de encontrar respostas para duas perguntas: “Fragmentos maiores possuem maior riqueza de espécies de aves dependentes de floresta?”; e “Quais espécies de aves dependentes de floresta são sensíveis à perda de área, forma e isolamento do fragmento?” Dessa forma é proposta a hipótese de que a riqueza de espécies de aves florestais é influenciada pela proporção de borda do fragmento (Figura 1.1), ou seja, fragmentos maiores possuem menor efeito de borda, sendo menos afetado pela forma e isolamento, o que acarretaria em maior riqueza de espécies de aves. Esta dissertação é apresentada com um capítulo em forma de artigo e tem a seguinte estrutura: (i) Apresentação, (ii) Revisão da literatura, (iii) Effects of forest fragmentation on bird species richness in the APA de Murici, Northeastern Brazil, (iv) Discussão geral e (v) Conclusões.

Figura 1.1 - Curva hipotética na qual a riqueza de espécies de aves aumenta com o tamanho do fragmento.



Fonte: Autor, 2013

REFERÊNCIAS

- ANDRÉN, H. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat – a review. **Oikos**, v. 71, p. 355-366. 1994.
- BENCKE, G. A. et al. **Áreas Importantes para a Conservação das Aves no Brasil. Parte I – Estados do Domínio da Mata Atlântica.** São Paulo: SAVE Brasil. 2006.
- BROWN, K. Jr. Biogeografia e conservação das florestas atlântica e amazônica brasileiras. In: **Anais Seminário Impacto Ambiental em Áreas de Trópico Úmido: a Experiência da CVRD.** Rio de Janeiro. 1982. p. 85-92.
- LYRA-NEVES, R. M. et al. Comunidade de aves da reserva estadual de Gurjaú, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, p. 962-973. 2004.
- OLMOS, F. Aves ameaçadas, prioridades e políticas de conservação no Brasil. **Natureza & Conservação**, v. 3, p. 21-42. 2005.
- PIMM, S. L.; RAVEN, P. Biodiversity - Extinction by numbers. **Nature**, v. 403, p. 843-845. 2000.
- PRANCE, G. T. Forest refuges: evidences from woody angiosperms. In: PRANCE, G. T. (ed.). **Biological diversification in the tropics.** Columbia University Press, New York. 1982. p. 137-158.
- RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141-1153. 2009.
- RIBON, R. et al. Bird extinctions in Atlantic forest fragments of the Viçosa region, southeastern Brazil. **Conservation Biology**, v. 17, p. 1827-1839. 2003.
- RODA, S. A. et al. **Conservação de aves endêmicas e ameaçadas do Centro de Endemismo Pernambuco.** Recife: Ed. Universitária da UFPE. 79 p. 2011.
- RODA, S. A.; CARLOS, C. J. New records for some poorly known birds of the Atlantic Forest in north-east Brazil. **Cotinga**, v. 20, p. 17-20. 2003.
- SILVA, J. M. C. et al. Áreas of endemism for passerine birds in the Atlantic forest, South America. **Global Ecology and Biogeography**, v. 13, p. 85-92. 2004.
- SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. The future of Atlantic forest in northeastern Brazil. **Conservation Biology**, v. 15, p. 819-820. 2001.
- SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic Forest of northeast Brazil. **Nature**, v. 404, p. 72-74. 2000.

SILVEIRA, L. F. et al. Birds in Atlantic Forest fragments in north-east Brazil. **Cotinga**, v. 20, p. 32-46. 2003.

WATSON, J. E. M. et al. Bird community responses to habitat fragmentation: how consistent are they across landscapes? **Journal of Biogeography**, v. 32, p. 1353-1370. 2005.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Fragmentação

Fragmentação de habitat é geralmente vista, pela maioria dos pesquisadores, como um processo em escala de paisagem que envolve a perda de habitat (enorme efeito negativo para a biodiversidade) e “*breaking apart of habitat*”, ou seja, a fragmentação do habitat propriamente dita (efeito muito fraco, positivo ou negativo), embora a maioria das pesquisas não faça distinção entre estes dois efeitos (FAHRIG, 2003).

O interesse em estudar os efeitos da fragmentação de habitats antropogênicos sobre a dinâmica espacial de populações e comunidades vem crescendo bastante nos últimos anos (WATSON et al., 2005). Importantes informações e teorias sobre as respostas das espécies aos problemas causados pela fragmentação dos habitats tem sido discutidos em trabalhos recentes (RICKETTS, 2001, PARDINI, 2004, WATSON et al., 2005, FARIA et al., 2007, DIXO; METZGER, 2010, GULDEMOND; VanAARDE 2010). Ranta et al. (1998) estudaram tamanho, forma e distribuição de fragmentos florestais localizados em nove municípios Pernambucanos. A biodiversidade nesses fragmentos é afetada por problemas direta e indiretamente relacionados ao processo de fragmentação, tal como o efeito da distância entre eles; o tamanho e a forma do fragmento; o tipo de matriz circundante e o efeito de borda (BIERREGAARD et al., 1992, DEVICTOR; JIGUET, 2007, UMETSU et al., 2008, PREVEDELLO, VIEIRA, 2010). Nesse contexto, determinadas populações de aves podem ser reduzidas ou mesmo extintas localmente, como insetívoros de subosque, grandes frugívoros e rapineiros (ALEIXO; VIELLIARD, 1995, OFFERMAN et al., 1995).

Um aspecto importante da fragmentação do habitat, a criação de diferentes matrizes que rodeiam os fragmentos e seus impactos sobre as comunidades animais têm sido menos estudada (MALCOLM, 1997, LINDENMAYER; FRANKLIN, 2002, BROTONS et al., 2003). A porção da paisagem que, em algum momento no passado sofreu perturbação antrópica intensa alterando a vegetação original é definida como matriz (JOLY et al. 2001, JONSEN et al., 2001, RICKETTS, 2001, GOBEIL; VILLARD, 2002, PERFECTO; VANDERMEER, 2002, RAY et al., 2002). A

matriz é muitas vezes uma área heterogênea, composta de vários diferentes tipos de uso e cobertura da terra (DAVIES et al., 2001, LINDENMAYER; FRANKLIN, 2002). A importância da matriz na resposta das espécies à fragmentação varia de acordo com as características estruturais da matriz e das características biológicas da espécie (ANTONGIOVANNI; METZGER, 2005). Matrizes diferentes têm diferentes recursos dentro de si e, portanto, têm uma capacidade diferenciada para as diferentes espécies (COOK et al., 2002, LINDENMAYER et al., 2003, MOURA et al., 2012). A matriz pode ter uma influência considerável sobre a forma como as espécies de aves são afetadas pela fragmentação da floresta na região e a gestão da matriz deve ser incluída nas estratégias de conservação de paisagens fragmentadas (WATSON et al., 2005). Para as aves que habitam fragmentos florestais, a incapacidade de algumas espécies de utilizar a matriz é o principal fator citado por declínios populacionais e extinções (DIAMOND et al., 1987, OPDAM et al., 1995, GASCON et al., 1999).

Apesar da literatura sobre os efeitos da fragmentação do habitat na biodiversidade ser ampla e diversificada (SAUNDERS et al., 1991, ANDRÉN, 1994, FAHRIG, 2003, ANTONGIOVANNI; METZGER, 2005, RIBEIRO et al., 2009, GULDEMOND; VANAARDE, 2010, UEZU; METZGER 2011), esse conceito tem sido avaliado de diversas maneiras, com estudos nem sempre em escala de paisagem ou em que não se distingue entre a perda de habitat e “*breaking apart of habitat*”, o que dificulta a interpretação empírica dos estudos (FAHRIG, 2003).



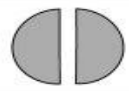


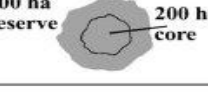








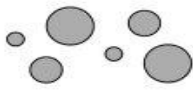
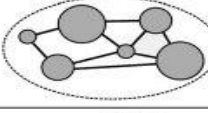


2.1.1 A Teoria da Biogeografia de Ilhas

A Teoria da Biogeografia de Ilhas (MacARTUR; WILSON, 1967), desenvolvida para ilhas oceânicas cercadas por uma matriz de água, se baseia principalmente na relação espécie-área (o número de espécies se incrementa com a área), nas taxas de imigração e extinção, na relação espécie-distância (o número de espécies diminui com o aumento da distância entre as ilhas ou até o continente) e no modelo de equilíbrio (TRIAANTIS; BHAGWAT, 2011). Na aplicação desta Teoria em ambientes terrestres, as implicações da fragmentação do habitat sobre o equilíbrio do número de espécies é definida pela imigração e extinção (TRIAANTIS; BHAGWAT, 2011). Embora possam ser estabelecidos diferentes equilíbrios do número de espécies,

dependendo da complexidade da área e do isolamento dos fragmentos, é esperada que a taxa de extinção seja maior em pequenas ilhas florestais do que em grandes fragmentos (TRANTIS; BHAGWAT, 2011).

Nesse contexto, de forma a beneficiar positivamente a diversidade de espécies, foram formulados princípios para modelos de reservas (Figura 2.1) com base na Teoria da Biogeografia de Ilhas, sugerindo, por exemplo, que as reservas tenham grandes extensões (propicia a inclusão de novos tipos de habitat), que a distância entre elas sejam minimizadas através de corredores florestais ou fragmentos pontes (favorece a migração e diversidade) e que sua forma seja arredondada, por causa dos problemas potenciais causados pelos efeitos de borda em fragmentos de formas mais alongadas (TRANTIS; BHAGWAT, 2011).

Figura 2.1 - Quadro comparativo entre modelos ruins e bons de reservas, desenvolvido com base na Teoria da Biogeografia de Ilhas. Edited by R. J. Ladle and R. J. Whittaker. Wiley-Blackwell.

	WORSE	BETTER
a)	Small reserve 	Large reserve 
b)	Fragmented reserve 	Unfragmented reserve 
c)	Higher edge effects  500 ha reserve	Lower edge effects  500 ha reserve 200 ha core
d)	Isolated reserves 	Increased connectivity (corridors) 
e)	Isolated reserves 	Increased connectivity (stepping stones) 
f)	Partial protection 	Complete protection 
g)	Uniform habitat 	Increased habitat diversity 
h)	Local perspective 	Regional perspective 
i)	Humans excluded 	Human integration (buffer zones) 

2.1.2 A fragmentação da Mata Atlântica

Após inúmeras tentativas de uma definição consensual, em 1992 o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) aprovou como conceito para o termo Mata Atlântica, a área originalmente ocupada pelas formações de Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, Manguezais, Restingas, Campos de Altitudes, Brejos de Altitude e Encraves Florestais do Nordeste, posteriormente publicado no Mapa da Vegetação Brasileira do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 1993 (MOURA, 2006).

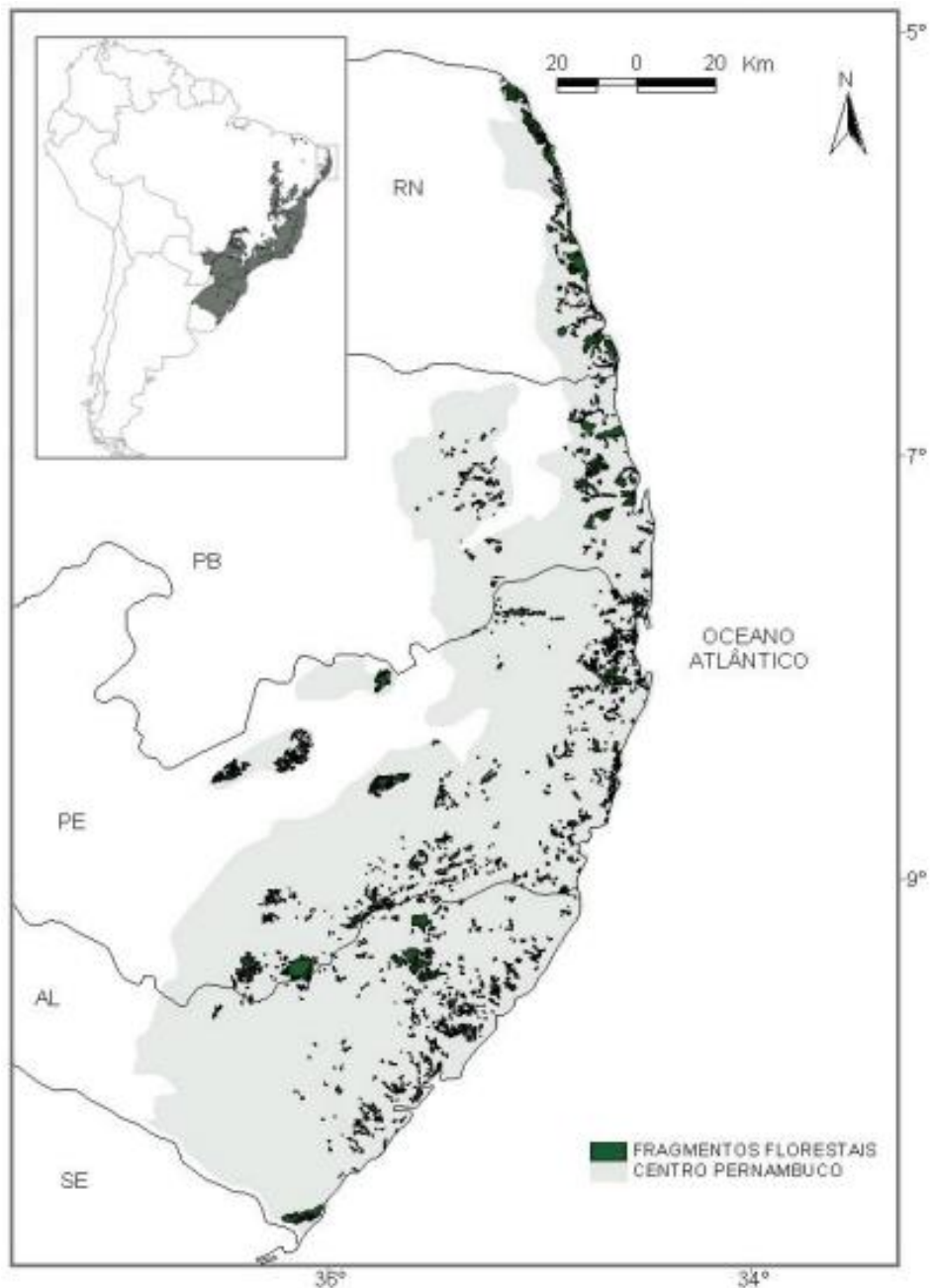
A Mata Atlântica estendia-se originalmente de forma contínua ao longo da costa brasileira (TABARELLI et al., 2005) e ocupava área de 148.194.638 ha de 3°S para 31°S, e de 35°W para 60°W (RIBEIRO et al., 2009). A Mata Atlântica, um dos 25 *hotspots* mundiais de biodiversidade (TABARELLI et al., 2005), abriga mais de 8.000 espécies endêmicas de mamíferos, aves, répteis, anfíbios e plantas vasculares (MYERS et al., 2000). O elevado nível tanto de riqueza de espécies como de endemismo (75,6%) são características marcantes da Mata Atlântica o que contrasta com a grande perda de área sofrida pela floresta original, fazendo do bioma o mais crítico para a conservação de aves no Brasil (MARINI; GARCIA, 2005).

Existem pelo menos cinco Centos de Endemismos reconhecidos atualmente para a Mata Atlântica no Brasil com base na distribuição de vertebrados terrestres e plantas: Brejos Nordestinos, Pernambuco, Bahia Central, Costa da Bahia e Serra do Mar (SILVA; CASTELETTI, 2003, SILVA et al., 2004).

A estreita faixa de Mata Atlântica, situada ao norte do rio São Francisco que abrange parte dos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte, biogeograficamente é denominada Centro de Endemismo Pernambuco (CEP) pela quantidade de grupos de aves (STATTERSFIELD et al., 1998), vertebrados terrestres (MÜLLER, 1973), plantas vasculares (PRANCE, 1987) e borboletas (BROWN, 1982) que ocorrem apenas nesta região (RODA et al., 2011). No CEP podem ser encontrados cinco tipos florestais: Formações Pioneiras, Área de Tensão Ecológica, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Densa e Floresta

Ombrófila Aberta (NETO; TABARELLI, 2002). A situação atual do CEP é preocupante, existindo menos de 5% de sua cobertura florestal original (GALINDO-LEAL; CÂMARA, 2003) e poucos trechos com características primárias, visto que o bloco original foi reduzido a arquipélagos de pequenos fragmentos florestais (SILVA; TABARELLI, 2000)

Figura 2.2 - Mapa de localização do Centro de Endemismo Pernambuco com fragmentos florestais remanescentes.



Fonte: Roda et al., 2011

No Centro de Endemismo Pernambuco, a região de Murici em Alagoas tem uma das florestas mais importantes do mundo, que está entre as áreas prioritárias do Hemisfério Ocidental para a conservação das aves por possuir a maior concentração de táxons de aves ameaçados de extinção no Brasil, muitos reconhecidos mundialmente (OLMOS, 2005, BENCKE et al., 2006, RODA et al., 2011). Nessa região ocorrem dois tipos florestais, a Floresta Ombrofila, nos limites da faixa bioclimática dos 90 dias biologicamente secos, e a Floresta Estacional, em sua extremidade mais a oeste (ASSIS, 2000). Devido sua importância para a proteção de inúmeras espécies, foram criadas nessa região duas Unidades de Conservação, a Área de Proteção ambiental de Murici – APA de Murici (09°15'14''S / 35°47'59''W) com extensão de 116.100 ha, criada por meio da Lei Estadual nº 5.907 de 14 de março de 1997; e em seu interior a Estação Ecológica de Murici – ESEC Murici, criada por meio do Decreto Federal S/N, datado de 28 de maio de 2001, com uma área de 6.116 ha (MENEZES et al., 2004)

Depois de mais 500 anos de desmatamento e degradação, atualmente a Mata Atlântica do Brasil é um arquetípico exemplo de habitat altamente fragmentado, restando apenas 11.4-16% (considerando-se os erros de omissão nos mapas) da floresta original espalhada em inúmeros remanescentes ao longo dos estados costeiros do Brasil (RIBEIRO et al., 2009). A situação da biodiversidade na Mata atlântica do Brasil tem se agravado nos últimos anos porque fragmentos menores que 50 ha correspondem a mais de 80% do total, quase metade da floresta remanescente possui menos de 100 metros entre suas bordas, existe grande distância média entre os fragmentos (1440 m) e por último, as áreas protegidas representam apenas 9% da floresta remanescente e 1% da floresta original (RIBEIRO et al., 2009). A tendência é que as paisagens fiquem cada vez mais hiperfragmentadas em decorrência das perturbações antrópicas, levando à secundarização da floresta com a proliferação das espécies mais adaptadas aos distúrbios (TABARELLI et al., 2008).

2.2 Aves como bioindicadores dos efeitos da fragmentação florestal

Bioindicadores são espécies, grupos de espécies ou comunidades biológicas cuja presença, qualidade e distribuição indicam a magnitude de impactos ambientais

em um ecossistema (CALLISTO; GONÇALVES, 2002). As aves são consideradas excelentes bioindicadores (LARSEN et al., 2010, HOLT; MILLER, 2011), porque possuem comportamento conspícuo, são de fácil e rápida identificação, têm elevada diversidade e especialização ecológica, são de fácil amostragem, há riqueza de informações sobre elas e são altamente sensíveis a distúrbios ambientais (STOTZ et al., 1996, LARSEN et al., 2010, HOLT; MILLER, 2011).

A avaliação dos efeitos da fragmentação florestal sobre as espécies de aves foi iniciado por Willis (1979) e posteriormente continuada nos trabalhos de Aleixo e Vielliard (1995), Machado (1995), Maldonado-Coelho e Marini (2003), Marsden et al. (2001), Galetti et al. (2003) e Ribon et al. (2003). Estudos mais recentes ampliaram a avaliação destes efeitos em escala macro regional (GULDEMOND; VanAARDE, 2010, BANKS-LEITE et al., 2011, BOSCOLO; METZGER, 2011, UEZU; METZGER, 2011), proporcionando diversas interpretações dos efeitos da fragmentação em nível de paisagem.

Para Guldemond e VanAarde (2010) a presença de espécies de aves raras e endêmicas em alguns dos 30 fragmentos florestais estudados em Maputaland, Mozambique, provavelmente contribuiu para que as assembleias de aves dependentes da floresta e generalistas não fossem explicadas pelas características dos fragmentos consideradas (Tamanho, Isolamento, Perímetro, Dimensão fractal, Forma e Área nuclear). Banks-Leite et al. (2011) provou que o uso de espécies de aves indicadoras para a identificação de áreas para conservação é eficaz, no entanto, pode apresentar resultados variáveis e sensíveis a alterações na escala. Boscolo e Metzger (2011), ao investigar a ocorrência de três espécies de aves em paisagens fragmentadas na Mata Atlântica brasileira, concluiu que a presença de espécies de aves é, em geral, mais influenciada pelo isolamento dos fragmentos do que pelo tamanho por si só; e que em paisagens altamente fragmentadas, algumas espécies de aves podem ser capazes de superar curtas distâncias através da matriz para complementar suas necessidades de recursos. Uezu e Metzger (2011) investigaram como as espécies de aves, estrutura do habitat e fatores da paisagem estão relacionados e como eles afetam a persistência das espécies, concluindo que o Tamanho do fragmento afeta fortemente a riqueza de espécies e abundância da população, com alguns grupos funcionais sendo mais afetados que outros; além de

que o efeito da estrutura da vegetação ocorre principalmente a nível de espécie, sendo que para as espécies mais afetadas, que geralmente têm baixa capacidade de dispersão, tamanho da mancha e qualidade foram os fatores mais relevantes, ao passo que o isolamento do fragmento foi associado com a riqueza de grupos com mais espécies generalistas.

2.3 Cenário da conservação da avifauna no Centro de Endemismo Pernambuco (CEP)

Das 1.801 espécies de aves com evidência documental para o território brasileiro (CBRO, 2011), 457 espécies ocorrem no Centro de Endemismo Pernambuco (RODA, 2003). Excluindo-se as aves marinhas, aproximadamente 2/3 (434 espécies) de todas as aves que ocorrem na Mata Atlântica brasileira, distribuídas em 55 famílias e 17 ordens, são encontradas no CEP (RODA, 2003). Nessa região são encontrados aproximadamente 40 táxons de aves ameaçados de extinção, um considerado extinto na natureza (*Pauxi mitu*), cinco criticamente em perigo, 17 em perigo e 19 na categoria de vulnerável, além de 26 táxons endêmicos ao CEP e 28 espécies endêmicas da floresta Atlântica (RODA et al., 2011). Do total de táxons ameaçados de extinção existentes no CEP, sete espécies biológicas ocorrem de forma restrita nesta região de floresta Atlântica: *Glaucidium mooreorum*, *Philydor novaesi*, *Terenura sicki*, *Myrmotherula snowi*, *Synallaxis infuscata*, *Phylloscartes ceciliae* e *Tangara fastuosa* (RODA et al., 2011).

Devido a redução do bloco florestal original do CEP a arquipélagos de pequenos fragmentos florestais, principalmente para a criação de gado e a exploração de madeira (TABARELLI et al., 2004), nessa região há, infelizmente, o “cenário” ideal para que ocorram extinções locais, regionais e globais de espécies de aves (TABARELLI; PERES, 2002). A situação de duas espécies é crítica, a primeira, *G. mooreorum*, apesar de intensos trabalhos de campo em sua localidade-tipo e em outros fragmentos nas proximidades, não tem sido registrada; a segunda, *Philydor novaesi*, nunca mais foi registrada em sua localidade-tipo (Murici-AL), existindo atualmente apenas duas populações conhecidas no estado de Pernambuco: uma na RPPN Frei Caneca e outra na Fazenda Pedra Dantas (RODA et al., 2011).

REFERÊNCIAS

- ALEIXO, A.; VIELLIARD, J. M. E. Composição e dinâmica da avifauna da Mata de Santa Genebra, Campinas, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12, p. 493-511. 1995.
- ANDRÉN, H. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat – a review. **Oikos**, v. 71, p. 355-366. 1994.
- ANTONGIOVANNI, M.; METZGER, J. P. Influence of matrix habitats on the occurrence of insectivorous bird species in Amazonian forest fragments. **Biological Conservation**, v. 122, p. 441-451. 2005.
- ASSIS, J. S. **Biogeografia e Conservação da Biodiversidade: projeções para Alagoas**. Maceió: Edições Catavento. 200 p. 2000.
- BANKS-LEITE, C. et al. Comparing species and measures of landscape structure as indicators of conservation importance. **Journal of Applied Ecology**, v. 48, p. 706-714. 2011.
- BENCKE, G. A. et al. **Áreas Importantes para a Conservação das Aves no Brasil**. Parte I – Estados do Domínio da Mata Atlântica. São Paulo: SAVE Brasil. 2006.
- BIERREGAARD, R. O. et al. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. **Bioscience**, v. 42, p. 859-866. 1992.
- BOSCOLO, D.; METZGER, J. P. Isolation determines patterns of species presence in highly fragmented landscapes. **Ecography**, v. 34, p. 1018-1029. 2011.
- BROTONS, L. et al. Are fragments islands? Landscape context and density-area relationships in boreal forest birds. **The American Naturalist**, v. 162, p. 343-357. 2003.
- BROWN JR, K. S. Paleoeecology and regional patterns of evolution in neotropical forest butterflies. In: PRANCE, G. T. (Ed.). **Biological Diversification in the Tropics** - Proceedings of the Fifth International Symposium of the Association for Tropical Biology, held at Macuto Beach, Caracas, Venezuela, 8-13, 1979. New York: Columbia University Press. p. 255-308. 1982.
- CALLISTO, M.; GONÇALVES, J. F. Jr. A vida nas águas das montanhas. **Ciência Hoje**, v. 31, p. 68-71. 2002.
- CBRO - Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. **Listas das aves do Brasil**. 10ª Edição, 25/1/2011, Available in<<http://www.cbro.org.br>>. Accessed on: [24/12/2012]. 2011.

COOK, W. M. et al. Island theory, matrix effects and species richness patterns in habitat fragments. **Ecology Letters**, v. 5, p. 619-623. 2002.

DAVIES, K. F. Habitat fragmentation: consequences, management, and future research priorities. In: SOULÉ, M. E.; ORIAN, G. H. (eds.). **Conservation Biology: Research Priorities for the Next Decade**. Washington, Island Press, p. 81-97. 2001.

DEVICTOR, V.; JIGUET, F. Community richness and stability in agricultural landscapes: the importance of surrounding habitats. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 120, p. 179–184. 2007.

DIAMOND, J. M. et al. Bird survival in an isolated Javan woodland: island or mirror? **Conservation Biology**, v. 1, p. 132-142. 1987.

DIXON, M.; METZGER, J. The matrix-tolerance hypothesis: an empirical test with frogs in the Atlantic Forest. **Biodiversity and Conservation**, v. 19, p. 3059-3071. 2010.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on Biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 34, p. 487-515. 2003.

FARIA, D. et al. Ferns, frogs, lizards, birds and bats in forest fragments and shade cacao plantations in two contrasting landscapes in the Atlantic forest, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 16, p. 2335-2357. 2007.

GALETTI, M. et al. Effects of forest fragmentation, anthropogenic edges and fruit colour on the consumption of ornithocoric fruits. **Biological Conservation**, v. 111, p. 269-273. 2003.

GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. Atlantic forest hotspots status: an overview. In GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. (Eds.). **The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook**. Center for Applied Biodiversity Science e Island Press, Washington, D.C. p. 3-11. 2003.

GASCON, C. et al. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. **Biology Conservation**, v. 91, p. 223-229. 1999.

GOBEIL, J. F.; VILLARD M. A. Permeability of three boreal forest landscape types to bird movements as determined from experimental translocations. **Oikos**, v. 98, p. 447-458. 2002.

GULDEMOND, R. A. R.; VAN AARDE, R. J. Forest patch size and isolation as drivers of bird species richness in Maputaland, Mozambique. **Journal of Biogeography**, v. 37, p. 1884-1893. 2010.

HOLT, E. A.; MILLER, S. W. Bioindicators: Using Organisms to Measure Environmental Impacts. **Nature Education Knowledge**, v. 3, p. 8. 2011.

JOLY, P. et al. Habitat matrix effects on pond occupancy in Newts. **Conservation Biology**, v. 15, p. 239-248. 2001.

JONSEN, I. D. et al. The influence of matrix habitat on *Aphthona* flea beetle immigration to leafy spurge patches. **Oecologia**, v. 127, p. 287-294. 2001.

LARSEN, S. et al. Riparian birds indicators of human impacts along mediterranean streams. **Environmental Management**, v. 45, p. 261–273. 2010.

LINDENMAYER, D. B. et al. Birds in eucalypt and pine forests: landscape alteration and its implications for research models of faunal habitat use. **Biological Conservation**, v. 110, p. 45-53. 2003.

LINDENMAYER, D. B.; FRANKLIN, J.F. **Conserving Forest Biodiversity. A Comprehensive Multiscale Approach**. Washington, Island Press. 2002.

MacARTUR, R. H.; WILSON, E. O. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton: Princeton University Press. 2003 p. 1967.

MACHADO, R. B. **Padrão de fragmentação da Mata Atlântica em três municípios da bacia do Rio Doce (Minas Gerais) e suas conseqüências para a avifauna**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil. 1995.

MALCOLM, J. R. Biomass and diversity of small mammals in Amazonian forest fragments. In: LAURANCE, W.F.; BIERREGAARD, R.O. (eds.). **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago, University of Chicago Press, p. 207-221. 1997.

MALDONADO-COELHO, M.; MARINI, M. A. Mixed-species bird flocks from Brazilian Atlantic Forest: the effects of forest fragmentation on their size, richness, and stability. **Biological Conservation**, v. 116, p. 19-26. 2003.

MARINI, M. A.; GARCIA, F. I. Bird Conservation in Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, p. 665-671. 2005.

MARSDEN, S. J. et al. Bird diversity and abundance in forest fragments and Eucalyptus plantations around an Atlantic forest reserve, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 10, p. 737-751. 2001.

MENEZES, A. F. et al. *A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Estado de Alagoas*. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. 2004.

MOURA, F. B. P. (Org.). **A Mata Atlântica em Alagoas**. Série: Conversando sobre ciências em Alagoas. Maceió: EDUFAL. 88 p. 2006.

MOURA, F. B. P. et al. The influence of land use on edge effect in an Atlantic forest fragment in north-east Brazil. **BOSQUE**, v. 33, p. 281-285. 2012.

MÜLLER, P. Dispersal centers of terrestrial vertebrates in the neotropical. **Realm. Biogeographica**, v. 2, p. 1-244. 1973.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858. 2000.

NETO, C. A. M. U.; TABARELLI, M. **Diagnóstico e estratégia de conservação do Centro de Endemismo Pernambuco**. Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste – CEPAN. Termo de Referência N° CS FY02 / 00X. Conservation International do Brasil. Recife. 69 p. 2002.

OFFERMAN, H. L. et al. Effects of forest fragmentation on neotropical fauna: current research and data availability. **Environmental Reviews**, v. 3, p. 191-211. 1995.

OLMOS, F. Aves ameaçadas, prioridades e políticas de conservação no Brasil. **Natureza & Conservação**, v. 3, p. 21-42. 2005.

OPDAM, P. et al. The landscape ecological approach in bird conservation: integrating the metapopulation concept into spatial planning. **Ibis**, v. 137, p. S139-S146. 1995.

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

PERFECTO, I.; VANDERMEER, J. Quality of agroecological matrix in a tropical montane landscape: ants in coffee plantations in southern Mexico. **Conservation Biology**, v. 16, p. 174-182. 2002.

PRANCE, G. T. Biogeography of neotropical plants. In: WHITMORE, T. C.; PRANCE, G. T. **Biogeography and Quaternary history in Tropical America**. Oxford: Clarendon Press. p. 46-65. 1987.

PREVEDELLO, J. A.; VIEIRA, M. V. Does the type of matrix matter? A quantitative review of the evidence. **Biodiversity and Conservation**, v. 19, p. 1205-1223. 2010.

RANTA, P. et al. The fragmented Atlantic Rain Forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. **Biodiversity and Conservation**, v. 7, p. 385-403. 1998.

RAY, N. et al. Modeling spatial distribution of amphibian populations: a GIS approach based on habitat matrix permeability. **Biodiversity and Conservation**, v. 11, p. 2143-2165. 2002.

RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141-1153. 2009.

- RIBON, R. et al. Bird extinctions in Atlantic Forest fragments of the Viçosa region, southeastern Brazil. **Conservation Biology**, v. 17, p. 1827-1839. 2003.
- RICKETTS, T. H. The matrix matters: effective isolation in fragmented landscapes. **The American Naturalist**, v. 158, p. 87-99. 2001.
- RODA, S. A. **Aves do Centro de Endemismo Pernambuco: composição, biogeografia e conservação**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Pará, Belém. 2003.
- RODA, S. A. et al. **Conservação de aves endêmicas e ameaçadas do Centro de Endemismo Pernambuco**. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 79 p. 2011.
- SAUNDERS, D. A. et al. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. **Conservation Biology**, v. 5, p. 18-32. 1991.
- SILVA, J. M. C. et al. Areas of endemism for passerine birds in the Atlantic Forest. **Global Ecology and Biogeography**, v. 13, p. 85-92. 2004.
- SILVA, J. M. C.; CASTELETTI, C. H. M. 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, trends, and outlook**. Center for Applied Biodiversity Science e Island Press, Washington, D.C. p. 43-59. 2003.
- SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic Forest of northeast Brazil. **Nature**, v. 404, p. 72-74. 2000.
- STATTERSFIELD, A. J. et al. **Endemic bird areas of the world**. Priorities for biodiversity conservation. Cambridge, U.K.: BirdLife International. 1998.
- STOTZ, D. F. et al. **Neotropical birds: Ecology and Conservation**. Chicago: The University of Chicago. 1996.
- TABARELLI, M. et al. Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica Brasileira. **Megadiversidade**, v. 1, p. 132-138. 2005.
- TABARELLI, M. et al. Edge-effects Drive Tropical Forest Fragments Towards an Early-Successional System. **Biotropica**, v. 40, p. 657-661. 2008.
- TABARELLI, M. et al. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, p. 1419-1425. 2004.
- TABARELLI, M.; PERES, C. A. Abiotic and vertebrate seed dispersal in the Brazilian Atlantic forest: implications for forest regeneration. **Biological Conservation**, v. 106, p. 165-176. 2002.

TRIANANTIS, K. A.; BHAGWAT, S. A. Applied Island Biogeography. In: LADLE, R. J.; WHITTAKER, R. J. **Conservation Biogeography, First edition**. Published by Blackwell Publishing Ltd. 2011.

UEZU, A.; METZGER, J. P. Vanishing bird species in the Atlantic Forest: relative importance of landscape configuration, forest structure and species characteristics. **Biodiversity and Conservation**, v. 20, p. 3627-3643. 2011.

UMETSU, F. et al. Importance of estimating matrix quality for modeling species distribution in complex tropical landscape: a test with Atlantic Forest small mammals. **Ecography**, v. 31, p. 359-370. 2008.

WATSON, J. E. M. et al. Bird community responses to habitat fragmentation: how consistent are they across landscapes? **Journal of Biogeography**, v. 32, p. 1353-1370. 2005.

WILLIS, E. O. The composition on avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 33, p. 1-25. 1979.

3 EFFECTS OF FOREST FRAGMENTATION ON BIRD SPECIES RICHNESS IN THE PERNAMBUCO CENTER OF ENDEMISM, NORTHEASTERN BRAZIL*

3.1 Introduction

Habitat fragmentation can be defined as the process of dissecting large and contiguous areas of similar native vegetation types into smaller units, separated by different vegetation types and/or areas of intensive human activity (SAUNDERS et al., 1991). Fragmentation is often mistakenly measured at the level of remnant and/or studies fail to distinguish between habitat loss and the breaking apart of habitat, which complicates the interpretation of empirical studies (FAHRIG, 2003). Overall, empirical and conceptual studies suggest that habitat loss has consistently large negative effects on biodiversity, whereas fragmentation without accompanying loss has weak effects that can be both positive and negative for biodiversity (FAHRIG, 2003).

There is a large and diverse literature about the effects of habitat fragmentation on biodiversity (McGARIGAL; McCOMB, 1995, TSCHARNTKE et al., 2002, HERZOG et al., 2002, FAHRIG, 2003, UEZU; METZGER, 2011). This reflects the complex, interacting and scale dependent ecological impacts of fragmentation, which depend upon biophysical factors such as the degree of habitat loss, isolation of the fragments, patch size and shape, and the nature of the landscape matrix (see SAUNDERS et al., 1991, ANDRÉN, 1994, DEBINSKI; HOLT, 2000, FAHRIG, 2003, ANTONGIOVANNI; METZGER, 2005).

The most commonly used conceptual framework for understanding the impacts of habitat fragmentation on biodiversity is Island Biogeography Theory (IBT) (reviewed in TRIANTIS; BHAGWAT, 2011). One of the key assumptions for applying IBT to fragments is that the fragments behave like 'islands' in a sea of uninhabitable landscape (the matrix). Under IBT, the number of species within a fragment is a dynamic equilibrium defined by the relative rates of immigration and (local) extinction. All other things being equal, extinction rates will be higher in small forest 'islands' than in larger patches, and these smaller fragments will therefore have less species

*Nota: Artigo com co-autoria a ser publicado em periódico internacional.

than their larger counterparts. Isolation also has an important influence on immigration - more geographically isolated fragments having lower rates of colonization and re-colonization. IBT has had an important influence on the development of guidelines for models of reserves, indicating that conservationists should protect larger fragments, that the distance between fragments should be minimized by corridors or 'stepping stones', and that a circular reserve is better than a more linear shape due to the potential problems created by edge effects (TRIANZIS; BHAGWAT, 2011).

The Atlantic Forest of Brazil is an archetypical example of a highly fragmented habitat. After more than 500 years of deforestation and degradation only 11.4% to 16% (considering the omission errors for the maps) of the original forest (148,194,638 ha) survives in numerous remnants scattered across nearly all of the coastal states of Brazil, from 3°S to 31°S, and from 35°W to 60°W (RIBEIRO et al., 2009). Moreover, the forest is noted for its high levels of species richness and endemism (MORELLATO; HADDAD, 2000) and is thus a priority area for the global conservation effort (MYERS et al., 2000). The current situation of the Brazilian Atlantic Forest is especially worrying because fragments smaller than 50 ha account for more than 80% of the total, the average distance between fragments (1440 m) is large and, finally, protected areas represent only 9% of the remaining forest and 1% of the original forest (RIBEIRO et al., 2009).

Although the Atlantic forest has been highly fragmented throughout its range, the forests of Northeastern Brazil are commonly considered to be the most threatened (SILVA; TABARELLI, 2000, RIBEIRO et al., 2009). Moreover, this region contains some of the most important areas for rare and endangered species. For example, one region of high conservation importance is the forest north of the São Francisco River, known as the Pernambuco Center of Endemism (PCE) due to its characteristic flora and fauna (PRANCE, 1987, BROWN, 1982). In this region, the Murici Environmental Protection Area (APA de Murici) in Alagoas state has one of the most important forests in the world, which is among the priority areas in the Western Hemisphere for the conservation of birds to contain the largest concentration of threatened taxa of birds in Brazil, many globally recognized (OLMOS, 2005, BENCKE et al., 2006, RODA et al., 2011).

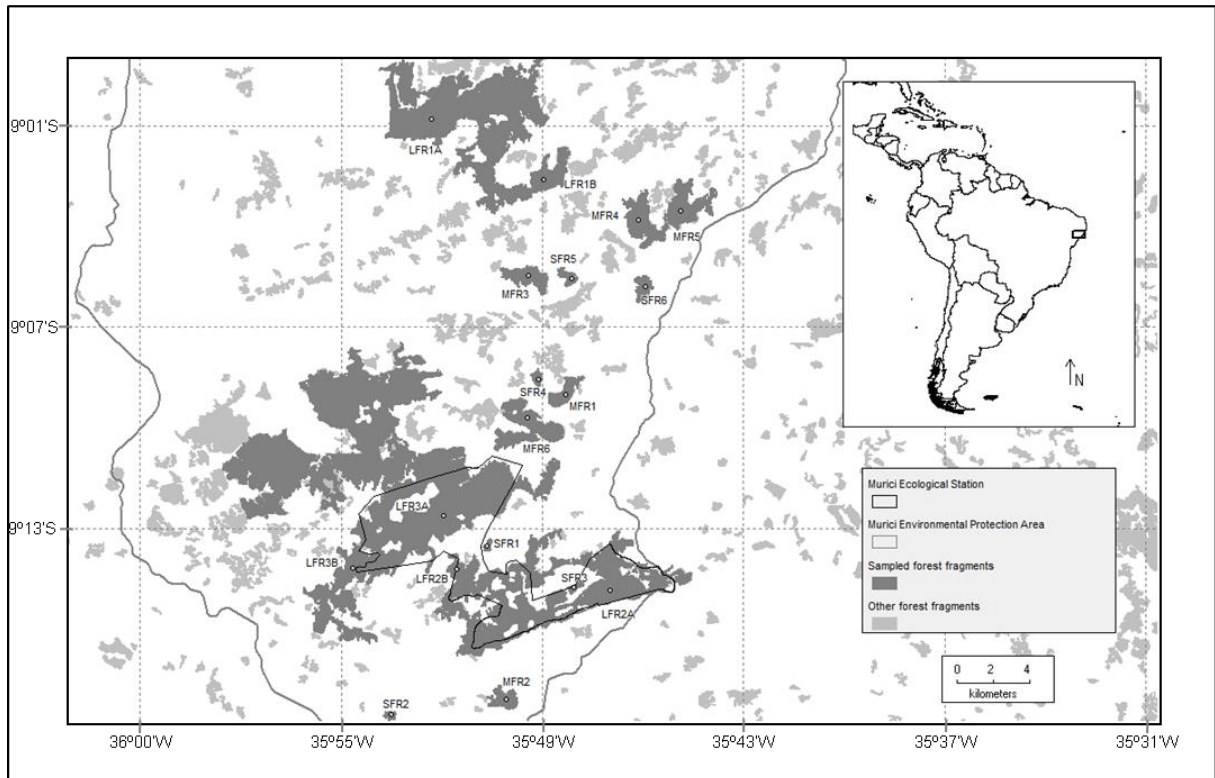
Birds are excellent bioindicators because they are very sensitive to anthropogenic interference (LARSEN et al., 2010, HOLT; MILLER, 2011), and are relatively easy to identify and survey (BIBBY et al., 2000). The objective of this paper is thus to investigate the influence of fragment characteristics (e.g. size, shape and isolation) on the Atlantic Forest bird communities of the Murici area of the Pernambuco Center of Endemism in Northeastern Brazil.

3.2 Methods

3.2.1 Study Area

Bird surveys were conducted in forest remnants of Atlantic Forest in the region located to the South of Pernambuco Center of Endemism (PCE), Alagoas, northeastern Brazil (Figure 3.1). Only fragments located within the “Area of Environmental Protection (EPA)” Murici were considered, with efforts focused on the Ombrophilous Forest vegetation type region (according to ASSIS, 2000).

Figure 3.1 - Map of location and identification of the Atlantic forest fragments sampled in Murici Environmental Protection Area, Alagoas, Brazil. Legend: SFR = small fragment, MFR = medium fragment; and LFR = large fragment.



Source: Autor, 2013

The PCE is located north of the São Francisco river and corresponds to a narrow strip of coastal forests that passes through the states of Alagoas, Pernambuco, Paraíba and Rio Grande do Norte, where, by his own denomination, occur several taxa of terrestrial vertebrates (MÜLLER, 1973), vascular plants (PRANCE, 1987), butterflies (BROWN, 1982) and birds (CRACRAFT, 1985, HAFFER, 1985, STATTERSFIELD et al., 1998, SILVA et al., 2004, RODA et al., 2011).

The study area is within a designated protected area (EPA) situated within the PCE in the State of Alagoas (09°15'14"S, 35°47'59"W). The EPA has an area of 116,100 ha and its perimeter crosses 10 municipalities. It contains several endemic and highly endangered species and is considered to be the largest remaining area of Atlantic forest north of the Sao Francisco River. The EPA also hosts the Ecological Station (ECST) of Murici within its borders. Ecological Stations are strictly protected areas that are created through federal decree and which allow no extraction. All sampling took place within the ECST, which has an area of 6,116 ha and which covers two municipalities, Murici and Messias (MENEZES et al., 2004). The ECST of Murici is a priority area within the Biosphere Reserve of the Atlantic Forest (RBMA) and contains a very high number of threatened species (WEGE; LONG, 1995).

3.2.2 Sampling design

Bird surveys were conducted in 15 fragments of various sizes (Figure 3.1). Fragments were divided into three categories according to their length: six small (15 ha < SFR <100 ha) and six medium (≤ 100 ha MFR <1000 ha), plus three forests fragments of the largest area (LFR ≥ 1000 ha) with two sample sites within each. In total 18 different sites were sampled.

Trails were identified and mapped in ARCGIS 10 using the database of the map of the vegetation of Alagoas (MENEZES, 2010), provided by the Environmental Institute of Alagoas (IMA). Sample areas were chosen that were as widely distributed as possible according to vegetation type (Ombrophilous Forest) and size within the study site, with preference given to fragments which possessed similar edge characteristics (e.g. a more rounded shape).

3.2.3 Data Collection

Data were collected from February to November 2012, by point counts with unlimited range (VIELLIARD; SILVA, 1990). Inside each fragment, we placed point counts 150 m apart on transects and at least 60 meters from the edge. The time remaining at each randomly selected point was 10 minutes (BIBBY et al., 2000). In total, each fragment or site was visited three times, totaling 54 days of field and 432 sample point counts (72 hours).

The surveys were carried out within the first three hours of daylight. Eight point counts in two transects were made in each sampling trip. The first transect generally took 1 hour and 10 minutes and was conducted immediately after dawn, with an average of 10 minutes travelling between the points. It typically took 30 minutes from the last point of the first transect to the first point of the second transect. The direction of travel was alternated during the return visit to account for systematic effects of sampling location.

In small fragments, due to size restrictions, usually only six points (one transect) could be marked. Thus, re-sampling was required to make total of eight points per visit. Re-sampling was performed in the same direction (because it is the same visit) to avoid the temporal proximity with the first point the second sample, so that even if a point was repeated this would take place at least 1 hour and 40 minutes after the time period utilized for the first sample. Mid-size fragments usually contained 12 points (two transects) while large fragments contained 18 points (three transects). In total, 38 transects and 228 points were distributed across 15 fragments or 18 sites (Table 3.1).

To assist in the registration and identification of birds we used binoculars and a Marantz recorder with Sennheiser microphone. Confirmation of species identification was performed by consulting the specialized literature (SICK, 1997, SOUZA, 1998, SIGRIST, 2009, GRANTSAU, 2010). The taxonomic classification of the bird species was according CBRO (2011) and endangered status was according BRASIL (2008) and IUCN (2012). Regarding the habitat use the bird species were categorized in independent, semi-dependent and forest dependent (according to PARKER et al., 1996, SICK, 1997, RODA, 2003).

At each point leaf litter was removed from two circular areas allowing the researcher to move without disturbing the environment or influencing the recordings. To confirm the occurrence of the bird species, the audio was recorded at each point (10 minutes per point), using a non-directional microphone and alternating the direction of the microphone to record every new bird call. Audio recorded in point counts was deposited in the sector of ornithology at the Museum of Natural History of the UFAL (MUFAL).

Table 3.1 – Identification, location, birdspecies richness and independent variables of the sites studied in fragments of Atlantic Forest in southern Pernambuco Center of Endemism, Murici APA, Alagoas, Brazil. Legend: SFR: small fragment; MFR: medium fragment, LFR: large fragment or site control.

Fragment code	Locality	Location	Mean elevation (m)	Size (ha)	Points count
SFR1	Farm Santa Rosa / Fruit farm Tapado, Murici.	09°13'33.6"S / 35°50'58.9"W	447.2±25.7	22.9	P001T01 to P006T01
SFR2	Farm Cavaleiro, Murici.	09°18'39.3"S / 35°53'52.0"W	135.5±19.0	24.4	P013T03 to P018T03
SFR3	Farm Corte Novo, Flexeiras.	09°14'48.5"S / 35°48'21.2"W	362.1±10.9	26.1	P007T02 to P012T02
SFR4	Farm Solidade I, Joaquim Gomes.	09°08'33.6"S / 35°49'30.6"W	277.9±20.1	34.1	P019T04 to P024T04
SFR5	Farm Boa Vontade, Joaquim Gomes.	09°05'36.1"S / 35°48'32.1"W	349.0±26.8	47.4	P025T05 to P030T05
SFR6	Farm Santa Maria, Joaquim Gomes.	09°05'54.5"S / 35°46'22.9"W	262.4±32.9	76.6	P049T09 to P060T10
MFR1	Farm Solidade I, Joaquim Gomes.	09°09'10.0"S / 35°48'53.6"W	257.7±33.9	128.5	P073T13 to P084T14
MFR2	Farms Santa Fé, Barra Nova and Limeira, Murici and Messias.	09°18'12.6"S / 35°50'25.8"W	157.6±12.0	155.5	P061T11 to P072T12
MFR3	Farms Sítio Velho, Sumaré, Boa Vontade and Settlement Serrana, Joaquim Gomes.	09°05'39.2"S / 35°49'41.3"W	437.3±26.6	198.1	P085T15 to P096T16
MFR4	Farms Santos Apóstolos, Ribeiro, Riacho Branco and Flor de Maria, Joaquim Gomes.	09°03'58.8"S / 35°46'16.2"W	372.5±30.4	315.3	P199T34 to P216T36
MFR5	Farms Bom Futuro and Sítio Canto I, Joaquim Gomes.	09°03'40.8"S / 35°45'07.8"W	419.0±56.8	338.1	P097T17 to P108T18
MFR6	Farms Solidade I, Solidade II and Settlement Galho Seco, Flexeiras.	09°09'56.0"S / 35°49'33.4"W	302.6±73.4	454.1	P109T19 to P126T21
LFR1A	Usina Serra Grande: Farms Petrópolis and Coimbra, Ibataguara.	09°00'22.4"S / 35°52'00.5"W	467.5±19.6	3227.3	P181T31 to P198T33
LFR1B	Farm São Roque, Joaquim Gomes.	09°02'47.1"S / 35°49'22.4"W	272.9±24.0	3227.3	P127T22 to P144T24
LFR2A	Farm Corte Novo, Messias and Flexeiras.	09°15'08.6"S / 35°47'56.4"W	360.3±34.7	2861.6	P163T28 to P180T30
LFR2B	Fruit farm Socorró and Farm Bananeiras, Murici.	09°14'16.1"S / 35°51'51.6"W	373.4±32.8	2861.6	P037T07 to P048T08
LFR3A	Farms Bananeira, Angelin, Pedra Branca and Retiro, Murici and Flexeiras.	09°12'46.0"S / 35°52'16.3"W	605.3±27.2	7787.5	P217T37 to P234T39
LFR3B	Settlement Pacas, Murici.	09°14'18.4"S / 35°55'03.0"W	330.6±30.4	7787.5	P145T25 to P162T27

Source: Autor, 2013

3.2.4 Data analysis

To estimate the abundance of bird species per size category of the fragment was calculated the Abundance Index (IPA) according Vielliard and Silva (1990). Rarefaction curves of observed richness were generated to verify the completeness of the sampling. Despite the accuracy (proximity to the parameter) and precision (degree of consistency with the average) (MÔNICO et al., 2009) of each estimator for neotropical forest bird communities are still poorly known, studies in ten large blocks of different types of Atlantic forest and Caatinga indicate that the bootstrap is, in general, the most precise method, and Chao is the most accurate (RIBON, 2007). Thus, to estimate the species richness and confidence intervals, we calculated the non-parametric estimator (Chao 1) with the program ESTIMATE S (COLWELL, 2000).

Following Fernández-Jurecic (2000), multiple regression analysis was performed to identify significant patch level variables that explained (i) total species number per patch and (ii) number of forest dependent bird species per patch. Six potential patch-level explanatory variables were derived from Fragstats 3.3 (McGARIGAL et al., 2002), a software extension of ArcView 3.3. The six variables were: Area, Core (the interior area of patches, in which was considered the elimination edge of the 60 m), NCore (number of core areas in each patch), Shape (the complexity of patch shape compared to a square shape of the same size), Proximity (the size and distance to all neighboring patches of the same type within the study area) and Average Elevation. Proximity measures the degree of isolation of forest remnants and was computed considering a buffer of 3 km. Proximity is based on the distances between the edges of the fragments within a certain radius relative to the focal fragment, taking into account the sizes of all (GULDEMOND; VanAARDE, 2010). Of the six explanatory variables, Size, Core, NCore, Shape, Isolation and Elevation were significantly correlated (Table 3.2). To determine which of these variables better account for the dependent variables, controlling for their covariation (SOULÉ et al., 1988), a multiple regression analysis was performed with forward stepwise selection procedures using SPSS v. 19 for Windows.

Table 3.2 - Correlation matrix for explanatory variables (Size, Core, NCore, Shape, Isolation and Elevation) entering the forward stepwise regression.

		Size	Core	NCore	Shape	Isolation	Elevation
Size	Pearson Correlation	1	.999**	.980**	.937**	-.086	.663**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000	.760	.007
	N	15	15	15	15	15	15
Core	Pearson Correlation	.999**	1	.976**	.927**	-.083	.664**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000	.770	.007
	N	15	15	15	15	15	15
NCore	Pearson Correlation	.980**	.976**	1	.944**	-.098	.626*
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.000	.727	.012
	N	15	15	15	15	15	15
Shape	Pearson Correlation	.937**	.927**	.944**	1	-.130	.644**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000		.643	.010
	N	15	15	15	15	15	15
Isolation	Pearson Correlation	-.086	-.083	-.098	-.130	1	.114
	Sig. (2-tailed)	.760	.770	.727	.643		.685
	N	15	15	15	15	15	15
Elevation	Pearson Correlation	.663**	.664**	.626*	.644**	.114	1
	Sig. (2-tailed)	.007	.007	.012	.010	.685	
	N	15	15	15	15	15	15

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Source: Autor, 2013

3.3 Results

A total of 4,806 contacts with birds, representing 130 species (Appendix 4), were recorded in the 15 fragments (18 sites). These species are distributed over 12 Orders and 33 Families - plus the species *Platyrinchus mystaceus* whose taxonomy is still uncertain (*incertae sedis*) according to CBRO (2011). Were observed 37-64 species and predicted, by Chao1 non-parametric estimator, 45.3-94.2 species per fragment (Table 3.3). The observed species richness and the predicted species richness for the three categories of fragment size was 103 and 117.2 species to large fragments, 88 and 96.0 species to medium fragments and 89 and 101.1 species to small fragments, respectively (Table 3.4).

Regarding habitat use, 88 species were classified as forest dependent, 31 as semi-dependent and 11 as independent (according to PARKER et al., 1996, SICK, 1997, RODA, 2003). Despite higher richness and a greater number of threatened taxa in the three large fragments (Table 3.4), there was considerable variation in the response of different forest dependent species to the effects of habitat loss (Appendix 4). Semi-dependent and independent species had higher richness in small fragments (Table 3.4).

Table 3.3 - Status, observed richness (Mao Tau), predicted richness (Chao 1) and sampling sufficiency (Mao Tau/Chao1) by fragment with forest-dependent species, Core, NCore, Shape e Proxim (Prox). Legend: Core = central area, in this case excluindo the edge of 60m; NCore = cores number of the fragment; Shape = measures the complexity of the shape compared to a circle, where the higher the value, the greater the edge effects in the fragment; and Proxim = proximity index, wherein the smaller the value, the higher is the degree of isolation.

Fragment code	Status	Sobs (Mao Tau)	Chao 1	Sampling sufficiency	Forest dependent	Core (ha)	NCore	Shape	Proxim
SFR1	Isolated	37	49.1	75%	19	6.3	2	2.2	656.9
SFR2	Isolated	51	59.0	86%	25	7.2	1	1.9	0.6
SFR3	Isolated	40	45.3	88%	25	9.5	1	1.8	9345.9
SFR4	Isolated	44	49.5	89%	25	19.5	1	1.4	36.0
SFR5	Isolated	46	94.2	49%	30	20.9	2	2.3	36.0
SFR6	Isolated	51	65.1	78%	33	39.6	4	2.4	8.2
MFR1	Isolated	58	78.6	74%	40	87.1	1	2.0	206.6
MFR2	Isolated	44	47.1	93%	29	109.4	3	2.3	12.0
MFR3	Isolated	50	57.7	87%	36	142.9	1	2.1	66.6
MFR4	Isolated	53	78.6	67%	39	228.6	4	3.2	723.2
MFR5	Isolated	39	45.7	85%	30	222.6	5	3.9	831.9
MFR6	Isolated	55	62.0	89%	43	322.8	3	3.5	352.0
LFR1A	Continuous	53	66.5	80%	45	2699.5	15	8.1	368.7
LFR1B	Continuous	49	79.1	62%	33	2699.5	15	8.1	368.7
LFR2A	Continuous	53	73.1	73%	40	2222.1	24	8.2	395.3
LFR2B	Continuous	56	81.0	69%	39	2222.1	24	8.2	395.3
LFR3A	Continuous	51	63.8	80%	44	6711.6	44	10.6	641.5
LFR3B	Continuous	64	68.6	93%	52	6711.6	44	10.6	641.5

Source: Autor, 2013

The analysis of abundance of bird species for each of the three categories of fragment size demonstrated that *Picumnus exilis pernambucensis*, *Myrmotherula axillaris*, *Herpsilochmus rufimarginatus*, *Conopophaga melanops nigrifrons*, *Pipra rubrocapilla* and *Chiroxiphia pareola* were the six taxa which more increased progressively the Abundance Index (IPA) with increasing fragment size (see Appendix 4). In contrast, the IPA of the *Leptotila verreauxi*, *Formicivora grisea*, *Manacus manacus*, *Leptopogon amaurocephalus*, *Tolmomyias flaviventris*, *Vireo olivaceus*, *Arremon taciturnus* and *Basileuterus culicivorus* (eight species) was higher in smaller fragments (see Appendix 4).

Table 3.4: Observed richness (Mao Tau), predicted richness (Chao 1) and sampling sufficiency (Mao Tau/Chao1) of the birds by patch size category with total species and threatened species for groups forest-dependents and independents / semi-dependents.

SIZE CATEGORY	Mao Tau	Chao 1	Sampling sufficiency	Forest-dependents		Independents and semi-dependents	
				Total	Threatened	Total	Threatened
SFR	89	101.1	88%	54	13	35	0
MFR	88	96.0	92%	64	19	24	0
LFR	103	117.2	88%	76	20	27	0

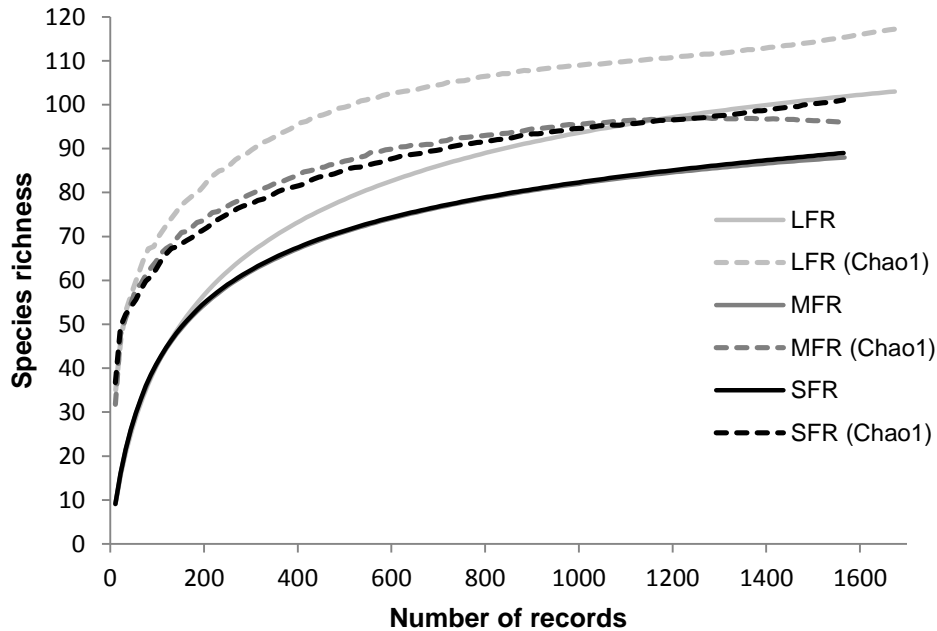
Source: Autor, 2013

Considering only forest dependent species and subspecies, 26 taxa were classified as under threat of extinction, including vulnerable, endangered and critically endangered species, of which eight are endangered on a global scale (according BRASIL, 2008 and/or the IUCN, 2012) (see Appendix 5). Out of this total, 20 were recorded in large fragments, 19 in medium fragments, 13 in small fragments and ten taxa were omnipresent in all three categories of fragments, as *Thamnophilus aethiops distans* and *Dendrocincla fuliginosa taunayi* (Table 3.4 and Appendix 5). Among the threatened taxa, six (*Momotus momota macgraviana*, *Terenura sicki*, *Myrmeciza ruficauda soror*, *Schiffornis turdina intetmedia*, *Procnias averano* and *Carpornis melanocephala*) were almost exclusively found in the large fragments (Appendix 4 and Appendix 5).

Other forest-dependent bird species (e.g. *Crypturellus soui*, *Trogon rufus*, *Drymophila squamata*, *Xiphorhynchus guttatus* and *Lipaugus vociferans*), although not endangered, were also highly sensitive to the effect of fragment size and interestingly, three species (*Conopophaga lineata cearae*, *Tangara fastuosa* and *T. cyanocephala corallina*) are endangered but were only recorded in small and medium fragments (Appendix 4).

All of the species accumulation curves (Figure 3.2) in relation to the number of records for each fragment class are approaching the asymptote. The accumulation curve for the large fragments (LFR) is considerably higher than that for the smaller fragments, indicating a positive association between fragment size and bird species richness (Figure 3.2), possibly a typical effect of the species-area relationship, one of the main points of the Island Biogeography Theory. Smaller fragments produce curves closer to the asymptote, indicating that a higher proportion of the species present in these fragments were recorded (Figure 3.2).

Figure 3.2 - Rarefaction curves of observed and predicted (Chao1) species richness to total recorded bird species for the three size classes of Atlantic Forest fragments: 15 ha < small fragment (SFR) < 100 ha; 100 ha ≤ medium fragment (MFR) < 1000 ha; and large fragment (LFR) ≥ 1000 ha. The curves were prepared using the program ESTIMATE S (COLWELL, 2000). Sampling completeness more than 80% (according to Shiu and Lee 2003) in all size categories.

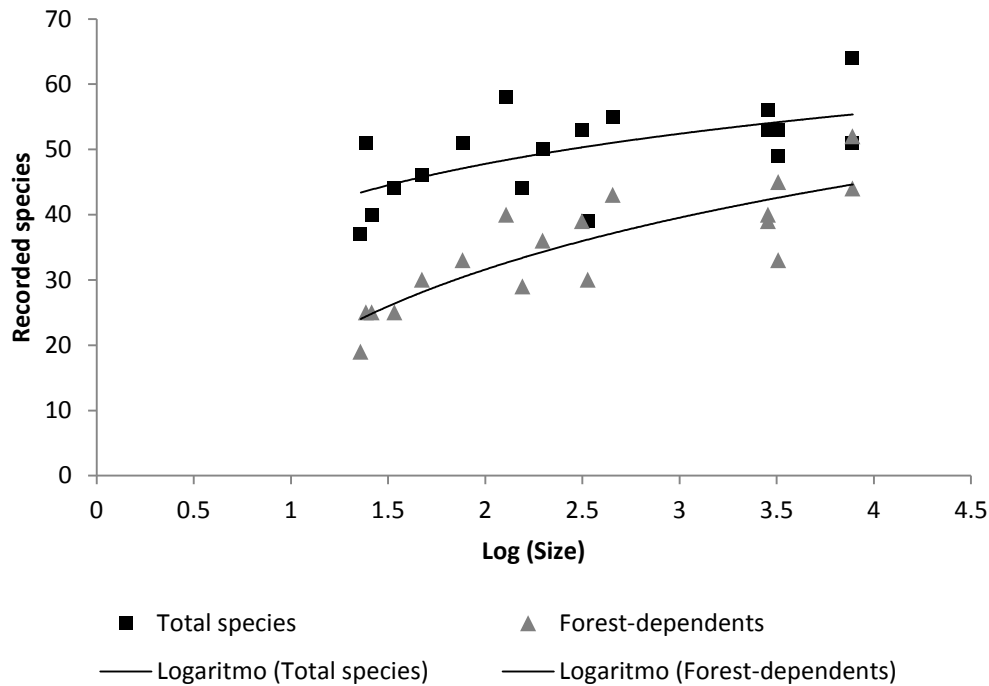


Source: Autor, 2013

There was a strong positive correlation between (log) size of fragment and both number of recorded species ($r = 0.570$, $n = 18$, $p = 0.014$) and number of forest dependent species ($r = 0.818$, $n = 18$, $p < 0.001$) (Figure 3.3).

The multiple regression model for total species numbers (independent, semi-dependent and forest dependent bird species) was not significant, with no explanatory variables entering the equation. For forest dependent species, the explanatory variable Shape (the complexity of patch shape compared to a square shape of the same size) was the first and only variable to enter the regression model, accounting for 44.7% of variability in the number of forest dependent species among patches (Forest Dependent Species Richness = 26.317×1.924 ; Shape $F_{1,14} = 10.499$, $R^2 = 0.447$, $P = 0.006$).

Figure 3.3 - Correlation between (log) size of Atlantic Forest fragment and both total number of recorded Bird species and number of forest dependent bird species.



Source: Autor, 2013

3.4 Discussion

Despite the high bird species richness for all the fragments studied, including several threatened taxa and certain species associated with large or small fragments, only forest-dependent species generated a more significant correlation with the fragment metrics, highlighting the Shape variable.

The species richness found the fragments studied in the region of the APA Murici represents 30% of the birds recorded in the Pernambuco Center of Endemism (according to RODA et al., 2011) indicate a good potential for conservation.

In addition, the number of threatened sub-species or species was also high, accounting for 65% of total taxa for the Pernambuco Endemism Centre (according to RODA et al., 2011). Larger fragments corresponded to areas where they were registered the highest number of threatened taxa, however the others fragments also deserve attention in terms of conservation. The number of threatened species in the

region of Murici is certainly higher, but due to the rarity of these species they are self-evidently difficult to sample.

In our study the largest fragment had more species, while medium and small fragments had fewer species, generally conforming to the predictions of IBT (TRIANZIS; Bhagwat, 2011). Semi-dependent and forest independent bird species experience an opposite effect of forest fragmentation as compared to forest dependent species and had higher richness in small and medium fragments, which is expected since many of these birds actively benefit from fragmented habitats (GIMENES; ANJOS, 2003). Moreover, the isolation of these fragments can be linked a greater abundance of generalist species (UEZU; METZGER, 2011). Thus, small and medium fragments with strong edge effects may be more attractive to generalist species (semi-dependent and forest independent) in terms of food resources and nesting sites, for example.

Similarly, forest dependent bird species (including endangered species) were more abundant in large fragments (Table 3.4) (e.g. *Herpsilochmus rufimarginatus*, *Conopophaga melanops nigrifrons*, *Picumnus exilis pernambucensis* and *Chiroxiphia pareola*). This reflects a species loss process, where some forest dependent bird species were less abundant (e.g. *Dendrocincla fuliginosa taunayi*) or absent (e.g. *Caryothraustes canadensis frontalis*) in small fragments. The loss of forest dependent bird species can be partially attributed to habitat loss which has a large negative effect on biodiversity (FAHRIG, 2003) by influencing the rate of population growth, reducing the length of trophic chain, altering the interaction between species, reducing the number of large species, affecting reproductive success, dispersal, predation and the rate of successful foraging. In contrast, the species less sensitive to the landscape matrix experience an expansion of their habitats with fragmentation (WARBURTON, 1997).

We found two different cases for the abundance pattern in relation to variable fragment size to some endangered bird species. In the first case, in smaller fragments some bird species were typically less abundant or absent. In two small fragments, farm Santa Rosa / fruit farm Tapado forest (22.9 ha) and farm Corte Novo (26.1 ha), were recorded respectively *T. a. distans* and *C. m. nigrifrons* with

populations of one and three specimens, possibly the final remnants of a population verging on unviable and close to local extinction (GIMENES; ANJOS, 2003). In the second case, some endangered species were more abundant in smaller fragments (e.g. *T. fastuosa*, *T. c. corallina* and *C. l. cearae*), demonstrating that not all such species are equally sensitive to forest fragmentation, which can mean habitat expansion for these species. This is anticipated as different degrees of sensitivity to fragment size can result in positive, negative or no effects on patterns of abundance (UEZU et al., 2005). Because of the importance of fragments of different sizes for preservation of the endangered bird species, in general, conservation efforts should be focused on the remaining landscape as a whole, while encouraging further studies on the biology, management of viable populations and the monitoring these species.

Rarefaction curves representing the smaller fragments were closer to their asymptote, confirming that small fragments have fewer species and therefore need a smaller sampling effort to achieve a robust sample. Overall, none of the curves reached an asymptote (this is nearly always the case for forest birds), suggesting that the sampling methodology was effective, but did not succeed in recording all of the bird species present in the fragments (see Appendix 1, Appendix 2 and Appendix 3). The sampling completeness was above 80% (SHIU; LEE, 2003) allowing the comparison of species richness in the fragment categories (Table 3.4). The subsequent analysis took into account the effect of independent variables (fragment metrics) and assumed that fragments with greater species richness had more species recorded. It is undeniable that a larger sample would have made the data more robust, but there are many logistical problems in work on this scale. For example, a great expenditure of time, effort and cost is needed for each sample. An alternative would be to apply a less labour intensive sampling method that is more efficient, for example, the method 10 species-list (MACKNON; PHILLIPPS, 1993, BIBBY et al., 2000, HERZOG et al., 2002, O'DEA et al., 2004). This has been suggested by Cavarzere et al. (2012) as more efficient than 10 minute counts (VIELLIARD, 1990, BIBBY et al., 2000) to survey the species richness in a short time. However, such a method does not provide such robust data on abundance. Moreover, since point counts are the standard method, quantitative comparisons with other studies are facilitated.

The multiple regression analysis yielded no significant models for the explanatory variables considered (Area, Core, Ncore, Shape, Proximity and Average Elevation) for total species richness, probably due to the mix of forest dependent, semi-dependent and non-forest dependent species. But, when considering only forest dependent species, the multiple regression model suggested that fragment Shape is the most important of the suite of correlated variables used in the analysis. This result confirms the importance of carefully delineating functional groups when assessing the influence of fragmentation on bird species. Similar results have been described by Guldemon and VanAarde (2010) for forest-dependent and generalists bird species in 30 forest fragments in southern Mozambique's Maputaland. In both studies the number of species in each group was not explained satisfactorily by any of fragment characteristics such as Size (area), Proximity (Isolation), Shape and Core. This suggests that other variables (e.g. vegetation structure) may sometimes need to be included to better explain the richness of species dependent in forest remnants.

The relationship between shape and forest dependent species may reflect the importance of the complexity of fragments in heterogeneous environments offering more resources and a greater number of niches, supporting greater diversity of species than simpler environments (MacARTHUR; MacARTHUR, 1961). Moreover more complex fragment shapes can expose more of the forest to edge effects (BANKS-LEITE et al., 2010), which can penetrate forest an average distance of 100m (BROADBENT et al., 2008). Thus the significance of shape entering the regression model before area probably reflects the pre-eminent importance of edge effects in structuring bird communities in fragments of Atlantic Forest in the Murici area. However, it should be noted that in this study the shape metric was strongly correlated with fragment area - small fragments tended to have regular shapes and large fragments were typically more complex. Such colinearity makes it difficult to tease apart the effects of different variables and it is likely that area, core area and number of core areas also influenced the species richness of forest dependent birds.

3.5 Conclusions

The mix of the different bird species groups is inappropriate to explain the species richness per fragment because the semi-dependent and forest-independent bird species experience an opposite effect of forest fragmentation as compared to forest-dependent species. Fragment shape was the fragment metric that best explained the species richness of forest-dependent birds in each fragment. These results highlight both the importance of carefully identifying habitat use of each species and the importance of edge effects on limiting the distribution of forest-dependent birds.

Our results suggest that conservation actions in Murici region should be focused on the remaining landscape as a whole, especially in large fragments with regular shapes. These are responsible for the maintenance of viable populations of forest-dependent birds, many of which are rare and/or endangered species. Actions that may afford forest restoration in the edges or clearings in the interior of the fragments may be a more efficient strategy than creating corridors. The management and monitoring of endangered populations should also be a priority, with many populations seen merely at the brink of local extinction.

This study provides a preliminary analysis of the complex issue of the effects of fragmentation on bird communities in the Atlantic Forest. A better understanding of this process needs more research that considers other qualitative variables such as vegetation structure. Finally, it would also be interesting to conduct research on the ecology and behavior of birds in central and edge habitats.

REFERENCES

ANDRÉEN, H. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat – a review. **Oikos**, v. 71, p. 355-366. 1994.

ANTONGIOVANNI, M.; METZGER, J. P. Influence of matrix habitats on the occurrence of insectivorous bird species in Amazonian forest fragments. **Biological Conservation**, v. 122, p. 441-451. 2005.

ASSIS, J. S. **Biogeografia e Conservação da Biodiversidade: projeções para Alagoas**. Maceió: Edições Catavento. 200 p. 2000.

BANKS-LEITE, C. et al. Edge effects as the principal cause of area effects on birds in fragmented secondary forest. **Oikos**, v. 119, p. 918-926. 2010.

BENCKE, G. A. et al. **Áreas Importantes para a Conservação das Aves no Brasil**. Parte I – Estados do Domínio da Mata Atlântica. São Paulo: SAVE Brasil. 2006.

BIBBY, C. J. et al. **Bird Census Techniques, 2nd ed.** Academic Press, London. 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas. (Biodiversidade: 19). 2 v. 1420 p. 2008.

BROADBENT, E. N. et al. Forest fragmentation and edge effects from deforestation and selective logging in the Brazilian Amazon. **Biological Conservation**, v. 141, p. 1745-1757. 2008.

BROWN JR, K. S. Paleoeecology and regional patterns of evolution in neotropical forest butterflies. p. 255-308. In: PRANCE, G. T. (Ed.). **Biological Diversification in the Tropics** - Proceedings of the Fifth International Symposium of the Association for Tropical Biology, held at Macuto Beach, Caracas, Venezuela, 8-13, 1979. New York: Columbia University Press. 1982.

CAVARZERE, V. et al. On the use of 10-minute point counts and 10-species lists for surveying birds in lowland atlantic forests in southeastern Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 52, p. 333-340. 2012.

CBRO - Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. **Listas das aves do Brasil**. 10ª Edição, 25/1/2011, Available in <<http://www.cbro.org.br>>. Accessed on: [24/12/2012]. 2011.

COLWELL, R. K. **ESTIMATE S: statistical estimation of species richness and shared species from samples**. Version 8.2.0. University of Connecticut, Storrs. Available at <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates> (accessed August 2012).

CRACRAFT, J. Historical biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna areas of endemism. **Ornithological Monographs**, v. 36, p. 49-84. 1985.

DEBINSKI, D. M.; HOLT, R. D. A survey and overview of habitat fragmentation experiments. **Conservation Biology**, v. 14, p. 342-355. 2000.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on Biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 34, p. 487-515. 2003.

FERNÁNDEZ-JURECIC, E. Bird community composition patterns in urban parks of Madrid: The role of age, size and isolation. **Ecological Research**, v. 15, p. 373-383. 2000.

GIMENES, M. R.; ANJOS, L. Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, v. 25, p. 391-402. 2003.

GRANTSAU, R. **Guia completo para a identificação das aves do Brasil**. São Carlos. Vento Verde. 624 p. 2010.

GULDEMOND, R. A. R.; VanAARDE R. J. V. Forest patch size and isolation as drivers of bird species richness in Maputaland, Mozambique. **Journal of Biogeography**, v. 37, p. 1884-1893. 2010.

HAFFER, J. Avian zoogeography of the neotropical lowland. **Ornithological Monographs**, v. 36, p. 113-146. 1985.

HERZOG, S. K. et al. Estimating species richness of tropical bird communities from rapid assessment data. **Auk**, p. 119: 749-769. 2002.

HOLT, E. A.; MILLER, S. W. Bioindicators: Using Organisms to Measure Environmental Impacts. **Nature Education Knowledge**, v. 3, p. 8. 2011.

IUCN. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 01 December 2012.

LARSEN, S. et al. Riparian birds indicators of human impacts along mediterranean streams. **Environmental Management**, v. 45, p. 261–273. 2010.

MacARTHUR, R. H.; MacARTHUR, J. W. On bird species diversity. **Ecology**, v. 42, p. 594-598. 1961.

MacKINNON, S.; PHILLIPPS, K. **A Field Guide to the Birds of Borneo, Sumatra, Java and Bali**. Oxford University Press, Oxford, 491 p. 1993

McGARIGAL, K. et al. **FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for categorical maps - version 3.3 build 5**. Manual do programa. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available in: <www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>. Accessed on: [20/12/2012].

McGARIGAL, K.; McCOMB, W. C. Relationships between landscape structure and breeding birds in the Oregon Coast Range. **Ecological Monographs**, v. 65, p. 235-60. 1995.

- MENEZES, A. F. (Coordenador do projeto). **Cobertura vegetal do estado de Alagoas & mangues de Alagoas**. Maceió: Instituto do Meio Ambiente de Alagoas: PETROBRAS. 220 p. 2010.
- MENEZES, A. F. et al. **A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Estado de Alagoas**. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. 2004.
- MÔNICO, J. F. G. et al. Acurácia e precisão: revendo os conceitos de forma acurada. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 15, p. 469-483. 2009.
- MORELLATO, L. P. C.; HADDAD, C. F. B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 32, p. 786-792. 2000.
- MÜLLER, P. Dispersal centers of terrestrial vertebrates in the neotropical. *Realm. Biogeographica*, v. 2, p. 1-244. 1973.
- MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots fo conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858. 2000.
- O'DEA, N. et al. Rapid assessment in conservation research: a critique of avifaunal assessment techniques illustrated by Ecuadorian and Madagascan case study data. **Diversity and Distributions**, v. 10, p. 55-63. 2004.
- OLMOS, F. Aves ameaçadas, prioridades e políticas de conservação no Brasil. **Natureza & Conservação**, v. 3, p. 21-42. 2005.
- PARKER, T. A. et al. Ecological and distributional databases. In: STOTZ, D. F. et al. (eds.). **Neotropical birds: ecology and conservation**. Chicago, University of Chicago Press. p. 113-436. 1996.
- PRANCE, G. T. Biogeography of neotropical plants. In: WHITMORE, T. C.; PRANCE, G. T. **Biogeography and Quaternary history in Tropical America**. Oxford: Clarendon Press. p. 46-65. 1987.
- RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141-1153. 2009.
- RIBON, R. Estimativa de riqueza de espécies de aves pelo método de listas de Mackinnon. In: FONTANA, C. S. (org.). **Livro de Resumos do XV Congresso Brasileiro de Ornitologia, Porto Alegre, RS**. PUCRS. p. 24-25. 250 p. 2007.
- RODA, S. A. **Aves do centro de Endemismo Pernambuco, composição, biogeografia e conservação**. Tese (Doutorado) UFPA, Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas. Pará. 2003.

- RODA, S. A. et al. **Conservação de aves endêmicas e ameaçadas do Centro de Endemismo Pernambuco**. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 79 p. 2011.
- SAUNDERS, D. A. et al. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. **Conservation Biology**, v. 5, p. 18-32. 1991.
- SHIU, H. J.; LEE, P. F. Assessing avian point-count duration and sample size using species accumulation functions. **Zoological Studies**, v. 42, p. 357-367. 2003.
- SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. Ed. Nova Fronteira, Rio de Janeiro. 912 p. 1997.
- SIGRIST, T. **Guia decampo Avis Brasilis: Avifauna brasileira - descrição das espécies**. São Paulo: Ed. Matecorp. 2009.
- SILVA, J. M. C. et al. Áreas of endemism for passerine birds in the Atlantic forest, South America. **Global Ecology and Biogeography**, v. 13, p. 85-92. 2004.
- SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic Forest of northeast Brazil. **Nature**, v. 404, p. 72-74. 2000.
- SOULÉ, M. E. et al. Reconstructed dynamics of rapid extinctions of chaparral-requiring birds in urban habitat islands. **Conservation Biology**, v. 2, p. 61-67. 1988.
- SOUZA, D. G. S. **Todas as aves do Brasil – Guia de campo para identificação**. Feira de Santana: DALL. 1998.
- STATTERSFIELD, A. J. et al. **Endemic bird areas of the world**. Priorities for biodiversity conservation. Cambridge, U.K.: BirdLife International. 1998.
- TRIANSTIS, K. A.; BHAGWAT, S. A. Applied Island Biogeography. In: LADLE, R. J.; WHITTAKER, R. J. Conservation Biogeography, First edition. Published by Blackwell Publishing Ltd. 2011.
- TSCHARNTKE, T. et al. Contribution of small habitat fragments to conservation of insect communities of grassland-cropland landscapes. **Ecological Applications**, 2002. v. 12, p. 354-63. 2002.
- UEZU, A. et al. Effects of structural and functional connectivity and patch size on the abundance of seven Atlantic Forest bird species. **Biological Conservation**, v. 123, p. 507-519. 2005.
- UEZU, A.; METZGER, J. P. Vanishing bird species in the Atlantic Forest: relative importance of landscape configuration, forest structure and species characteristics. **Biodiversity and Conservation**, v. 20, p. 3627-3643. 2011.
- VIELLIARD, J. E. M.; SILVA, W. R. **Nova metodologia de levantamento quantitativo da avifauna e primeiros resultados no interior do Estado de São**

Paulo, Brasil. In: MENDES, S. (Ed.). Anais do IV Encontro de Anilhadores de Aves, Recife, p. 117-151. 1990.

WARBURTON, N. H. Structure and conservation of forest avifauna in isolated rainforest remnants in tropical Australia. In: LAURANCE, W. F.; BIERREGAARD, R. O. (Ed.). **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities.** Chicago: The University of Chicago Press, cap. 13, p. 190-206. 1997.

WEGE, D. C.; LONG, A. **Key areas for threatened birds in the tropics.** BirdLife International, Cambridge. 1995.

4 DISCUSSÃO GERAL

As espécies de aves registradas nos fragmentos estudados na Área de Proteção Ambiental (APA) de Murici representam 30% do total de espécies de aves que ocorrem no Centro de Endemismo Pernambuco excluindo as aves marinhas (434 espécies, RODA et al., 2011) indicando bom potencial para conservação.

O número de táxons de aves ameaçados de extinção também foi elevado, sendo superior ao registrado por Silveira et al. (2003) e correspondendo a 65% do total para o Centro de Endemismo Pernambuco (40 espécies, RODA et al., 2011). Os fragmentos maiores corresponderam às áreas onde foram registradas a maior abundância e número de espécies de aves ameaçadas de extinção, no entanto devido a importância dos fragmentos menores em abrigar pequenas populações remanescentes de algumas espécies de aves ameaçadas, os esforços de conservação devem ser voltados para a paisagem remanescente como um todo. O número de espécies de aves ameaçadas de extinção na APA de Murici é certamente maior, mas devido à raridade destas espécies, foram evidentemente difíceis de serem registradas.

O agrupamento dos fragmentos estudados em categorias de tamanho, de modo geral indicou que fragmentos maiores tiveram um maior número de espécies totais de aves (dependentes, semi-dependentes e independentes de floresta) que fragmentos menores. Isto é previsto pela Teoria da Biogeografia de Ilhas (TRIAANTIS; BHAGWAT, 2011) através da relação espécie-área, uma vez que quanto maior o tamanho do fragmento, maior o número de espécies em decorrência da inclusão de novos tipos de habitat.

Espécies de aves dependentes de floresta (incluindo espécies ameaçadas de extinção) foram mais abundantes em fragmentos grandes (Table 3.3) (ex.: *Herpsilochmus rufimarginatus*, *Conopophaga melanops nigrifrons*, *Picumnus exilis pernambucensis* e *Chiroxiphia pareola*). Isso reflete um processo de perda de espécies, onde algumas espécies de aves dependentes de floresta foram menos abundantes (ex.: *Dendrocincla fuliginosa taunayi*) ou ausentes (ex.: *Caryothraustes canadensis frontalis*) em fragmentos menores. A perda de habitat tem um grande efeito negativo sobre a biodiversidade, reduzindo o comprimento da cadeia trófica, e

o número de grandes espécies, além de influenciar na taxa de crescimento da população, interação entre as espécies, sucesso reprodutivo, dispersão, predação e taxa de sucesso de forrageamento (FAHRIG, 2003), sendo provavelmente um dos principais fatores responsáveis pela perda de espécies de aves dependentes de floresta nesses fragmentos menores. Em contraste, as espécies menos sensíveis à matriz da paisagem circundante tendem a expandir seus habitats com a fragmentação (WARBURTON, 1997).

Espécies de aves semi-dependentes e independentes de floresta demonstraram vivenciar um efeito oposto da fragmentação florestal, se comparado com as espécies de aves dependentes de floresta, tendo maior riqueza de espécies em fragmentos menores, uma vez que muitas destas espécies se beneficiam de habitats fragmentados (GIMENES; ANJOS, 2003). Além disso, uma maior abundância de espécies generalistas (independentes e semi-dependentes) também pode estar ligada ao isolamento destes fragmentos (UEZU; METZGER, 2011). Assim, fragmentos pequenos e médios com muito efeito de borda podem ser mais atraentes para as espécies generalistas em termos de recursos alimentares e locais de nidificação, por exemplo.

Encontramos dois casos diferentes para o padrão de abundância de algumas espécies de aves ameaçadas de extinção em relação a variável tamanho do fragmento. No primeiro caso, algumas espécies de aves foram tipicamente menos abundantes ou ausentes em fragmentos menores. Em dois fragmentos pequenos, a Mata da fazenda Santa Rosa ou Sítio Tapado (22,9 ha) e a Mata da fazenda Corte Novo (26,1 ha), foram registrados, respectivamente e de forma separada *T. a. distans* e *C. m. nigrifrons* com respectivas populações de um e três espécimes, possivelmente os resquícios de uma população inviável e à beira da extinção local (GIMENES; ANJOS, 2003). No segundo caso, algumas espécies ameaçadas de extinção foram mais abundantes em fragmentos menores (ex.: *T. fastuosa*, *T. c. corallina* e *C. l. cearae*), demonstrando que nem todas essas espécies são igualmente sensíveis à fragmentação conforme abordagem em Uezu et al. (2005). Assim, os esforços de conservação na região de Murici devem ser focados na paisagem remanescente como um todo e não apenas nos fragmentos grandes,

devendo-se incentivar estudos sobre a biologia, manejo de populações viáveis e monitoramento das espécies de aves ameaçadas de extinção.

No geral, nenhuma das curvas de rarefação atingiu sua assíntota, o que é comum em ambientes florestais. No entanto a amostragem foi eficaz, devido a sua integralidade (>80%) da riqueza de espécies estimada permitindo a comparação entre os vários fragmentos (SHIU; LEE, 2003). Por outro lado as curvas que representam os fragmentos pequenos chegaram mais próximas da assíntota confirmando que estes fragmentos têm menos espécies e, portanto, necessidade de menor esforço amostral.

A análise de regressão múltipla não produziu modelos significativos para as variáveis explicativas consideradas (Área, Core, Ncore, Forma, Proximidade e Altitude média) para a riqueza total de espécies, provavelmente devido à mistura de espécies dependentes, semi-dependentes e independentes de floresta. Porém ao considerar apenas as espécies dependentes de floresta, o modelo de regressão múltipla sugere que Forma do fragmento é a variável mais importante. Este resultado confirma a importância de identificar cuidadosamente as espécies quanto ao uso do habitat quando se avalia a influência da fragmentação sobre a avifauna. Resultado semelhante foi descrito por Guldmond e VanAarde (2010) para espécies de aves dependentes de floresta e generalistas em 30 fragmentos florestais, em Maputaland, sul de Moçambique. Em ambos os estudos, o número de espécies em cada grupo não foi satisfatoriamente explicado por nenhuma das características dos fragmentos, como Tamanho (área), Proximidade (isolamento), Forma e Área nuclear. Isto sugere que outras variáveis (por exemplo, estrutura da vegetação) às vezes precisam ser incluídas para explicar melhor a riqueza de espécies dependentes em cada remanescente florestal.

A relação entre a variável Forma do fragmento e o número de espécies de aves dependentes de floresta pode refletir a importância de formas complexas de fragmentos, que pode contribuir proporcionando maior heterogeneidade de ambientes e conseqüentemente maior número de recursos e nichos, suportes para uma maior diversidade de espécies (MacARTHUR; MacARTHUR, 1961). Além disso, formas mais complexas de fragmentos podem tornar a floresta mais exposta a efeitos de borda (BANKS-LEITE et al., 2010), que penetram a uma distância média

de 100m (BROADBENT et al., 2008), podendo atrair espécies de ambientes mais simples. Assim, o fato de Forma ser mais significativo do que Área, provavelmente reflete a importância preeminente dos efeitos de borda na estruturação de comunidades de aves em fragmentos de Mata Atlântica na região de Murici. No entanto, deve notar-se que, neste estudo, a métrica Forma foi fortemente correlacionada com a área do fragmento - fragmentos pequenos tendem a ter formas regulares e fragmentos grandes possuem tipicamente formas mais complexa. Tal colinearidade torna difícil separar os efeitos de diferentes variáveis e é provável que a área, área central e número de áreas centrais também influenciem na riqueza de espécies de aves dependentes de floresta.

REFERÊNCIAS

- BANKS-LEITE, C. et al. Edge effects as the principal cause of area effects on birds in fragmented secondary forest. **Oikos**, v. 119, p. 918-926. 2010.
- BROADBENT, E. N. et al. Forest fragmentation and edge effects from deforestation and selective logging in the Brazilian Amazon. **Biological Conservation**, v. 141, p. 1745-1757. 2008.
- FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on Biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 34, p. 487-515. 2003.
- GIMENES, M. R.; ANJOS, L. Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, v. 25, p. 391-402. 2003.
- GULDEMOND, R. A. R.; VanAARDE, R. J. V. 2010. Forest patch size and isolation as drivers of bird species richness in Maputaland, Mozambique. **Journal of Biogeography**, v. 37, p. 1884-1893.
- MacARTHUR, R. H.; MacARTHUR, J. W. On bird species diversity. **Ecology**, v. 42, p. 594-598. 1961.
- RODA, S. A. et al. **Conservação de aves endêmicas e ameaçadas do Centro de Endemismo Pernambuco**. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 79p. 2011.
- SHIU, H. J.; LEE, P. F. Assessing avian point-count duration and sample size using species accumulation functions. **Zoological Studies**, v. 42, p. 357-367. 2003.
- SILVEIRA, L. F. et al. Birds in Atlantic Forest fragments in north-east Brazil. **Cotinga**, v. 20, p. 32-46. 2003.
- TRIANANTIS, K. A.; BHAGWAT, S. A. Applied Island Biogeography. In: LADLE, R. J.; WHITTAKER, R. J. **Conservation Biogeography, First edition**. Published by Blackwell Publishing Ltd. 2011.
- UEZU, A. et al. Effects of structural and functional connectivity and patch size on the abundance of seven Atlantic Forest bird species. **Biological Conservation**, v. 123, p. 507-519. 2005.
- UEZU, A.; METZGER, J. P. Vanishing bird species in the Atlantic Forest: relative importance of landscape configuration, forest structure and species characteristics. **Biodiversity and Conservation**, v. 20, p. 3627-3643. 2011.
- WARBURTON, N. H. Structure and conservation of forest avifauna in isolated rainforest remnants in tropical Australia. In: LAURANCE, W. F.; BIERREGAARD, R. O. (Ed.). **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago: The University of Chicago Press, cap. 13, p.190-206. 1997.

5 CONCLUSÕES

A mistura dos diferentes grupos de espécies de aves quanto ao uso do habitat é inadequada para explicar a riqueza de espécies por fragmento. As espécies de aves semi-dependentes e independentes de floresta respondem ao processo de fragmentação florestal de forma oposta às espécies dependentes de floresta. Forma do fragmento foi a melhor métrica que explicou a riqueza de espécies de aves dependentes de floresta em cada fragmento. Estas conclusões evidenciam tanto a importância de identificar cuidadosamente cada espécie quanto ao uso do habitat, como a importância dos efeitos de borda, através da variável Forma, sobre a limitação da distribuição de aves dependentes da floresta.

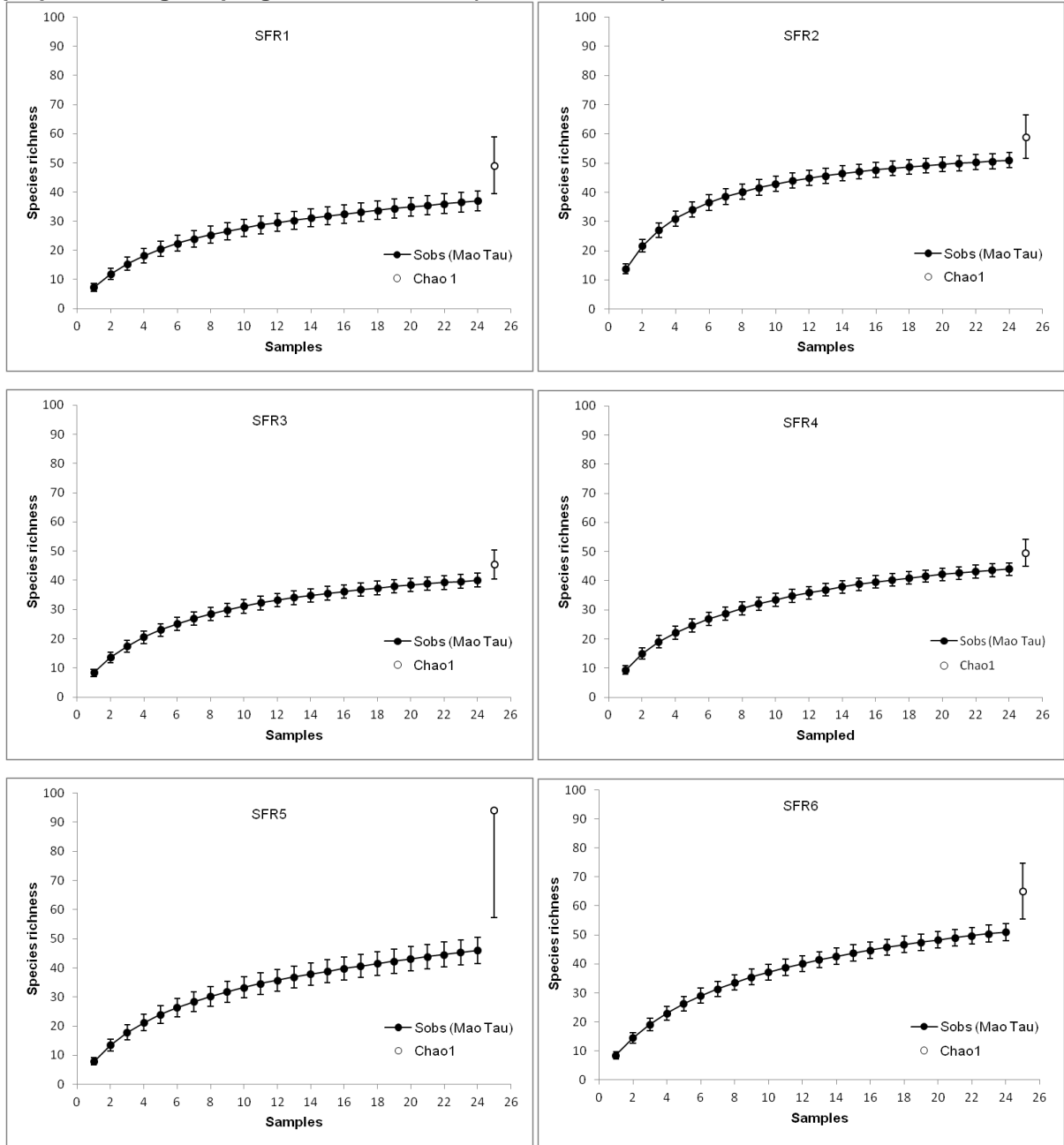
Nossos resultados sugerem que os esforços de conservação na região de Murici devem ser focados na paisagem remanescente como um todo, principalmente nos grandes fragmentos com formas regulares. Estes são responsáveis pela manutenção das maiores populações de aves que dependem de floresta, muitas das quais formadas por espécies ameaçadas de extinção. Ações que possam proporcionar a restauração florestal nas bordas ou clareiras no interior dos fragmentos pode ser uma estratégia mais eficiente do que a criação de corredores. O gerenciamento e monitoramento de populações ameaçadas de extinção também deve ser uma prioridade, uma vez que existem muitas populações isoladas à beira da extinção local em determinados fragmentos.

Este estudo apresenta uma análise preliminar da questão complexa dos efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves na Mata Atlântica na região da Área de Preservação Ambiental (APA) de Murici, Alagoas. Para uma melhor compreensão deste processo são necessárias mais pesquisas, principalmente que considerem variáveis qualitativas, como a estrutura da vegetação. Por fim, também são necessárias pesquisas sobre a ecologia e comportamento de aves em habitats centrais e de borda.

APÊNDICES / APPENDICES

Apêndice 1 - Curvas cumulativas para riqueza observada (Mao Tau), com riqueza estimada (Chao1), das espécies de aves de cada fragmento pequeno (15 ha < SFR < 100 ha). As curvas foram preparadas usando o programa ESTIMATE S (COLWELL, 2000).

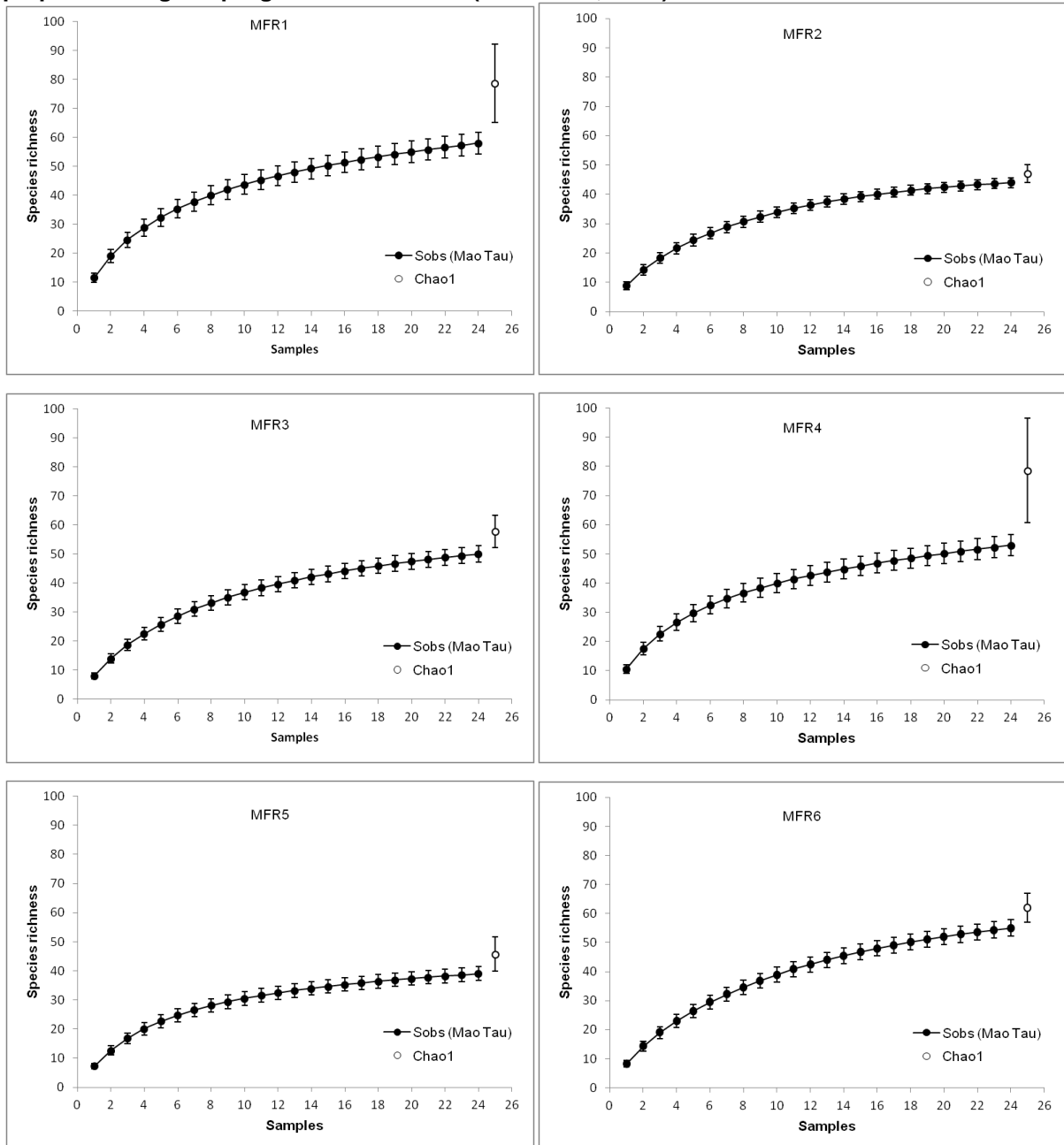
Appendix 1 - Accumulation curves to observed richness (Mao Tau), with richness predicted (Chao1), of bird species to each small fragment (15 ha < SFR < 100 ha). The curves were prepared using the program ESTIMATE S (COLWELL, 2000).



Fonte: Autor, 2013 / Source: Autor, 2013

Apêndice 2 – Curvas cumulativas para riqueza observada (Mao Tau), com riqueza estimada (Chao1), das espécies de aves em cada fragmento médio (100 ha < MFR < 1.000 ha). As curvas foram preparadas usando o programa ESTIMATE S (COLWELL, 2000).

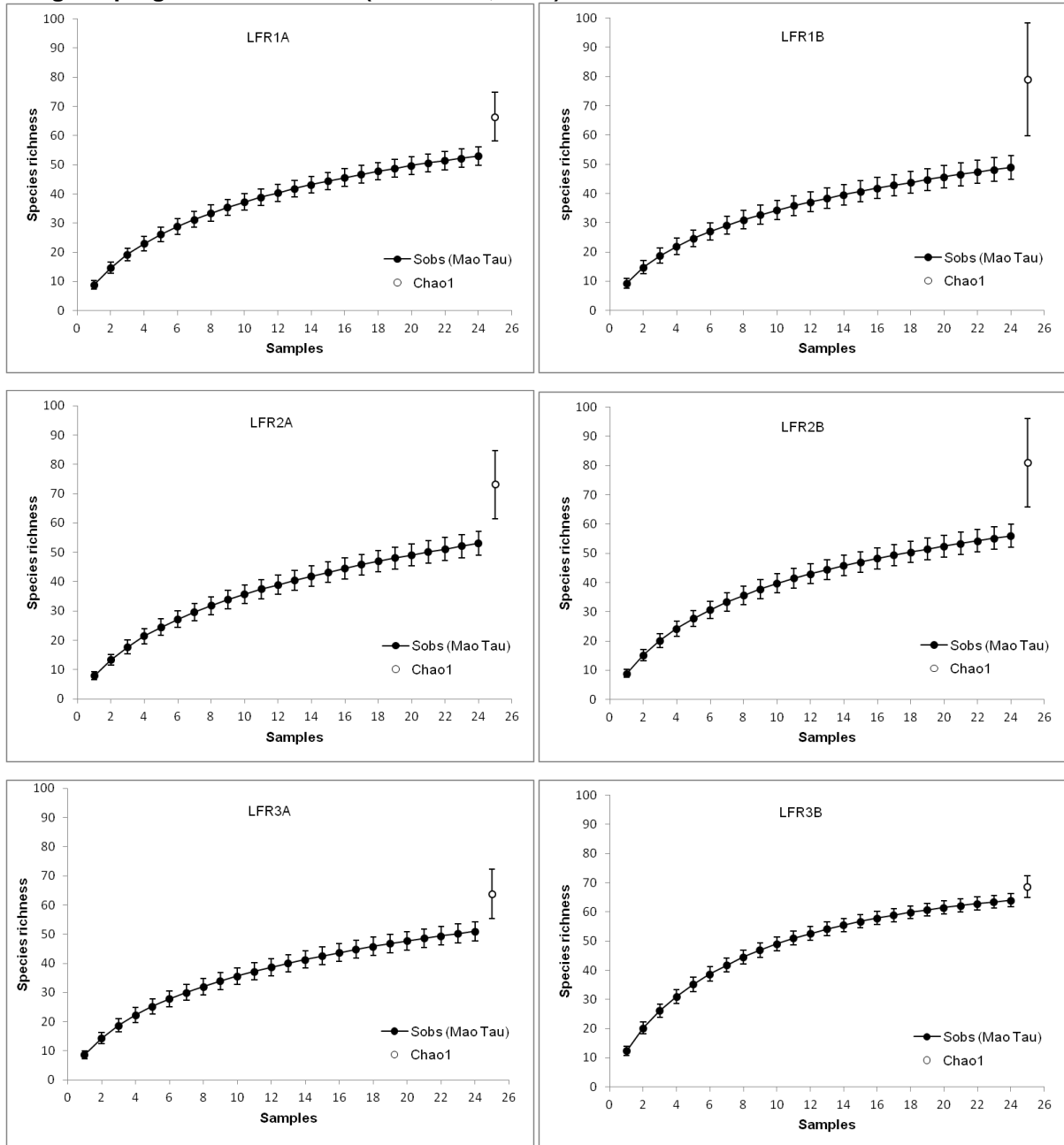
Appendix 2 - Accumulation curves to observed richness (Mao Tau), with richness predicted (Chao1), of bird species to each medium fragment (100 ha < MFR < 1,000 ha). The curves were prepared using the program ESTIMATE S (COLWELL, 2000).



Fonte: Autor, 2013 / Source: Autor, 2013

Apêndice 3 - Curvas cumulativas para riqueza observada (Mao Tau), com riqueza estimada (Chao1), das espécies de aves em cada fragmento grande (LFR > 1.000 ha). As curvas foram preparadas usando o programa ESTIMATE S (COLWELL, 2000).

Appendix 3 - Accumulation curves to observed richness (Mao Tau), with richness predicted (Chao1), of bird species in each large fragment (LFR > 1,000 ha). The curves were prepared using the program ESTIMATE S (COLWELL, 2000).



Fonte: Autor, 2013 / Source: Autor, 2013

Apêndice 4 - Índice pontual de Abundância (IPA) por categoria de tamanho do fragmento, estatus de ameaça (BRASIL 2008, IUCN 2012) e uso do habitat (PARKER et al., 1996, SICK, 1997, RODA, 2003) das espécies de aves registradas. Legenda: SFR = fragment pequeno, MFR = fragment médio e LFR = fragmento grande; DEP = dependente, SDE = semi-dependente e IND = independente. Classificação taxonômica de acordo com CRBO (2011).

Appendix 4 - Abundance Index (IPA) per size category of the fragment, endangered status (BRASIL 2008, IUCN 2012) and habitat use (PARKER et al., 1996, SICK, 1997, RODA, 2003) of the species birds recorded. Legend: SFR = small fragment, MFR = medium fragment and LFR = large fragment; DEP = dependent, SDE = semi-dependent and IND = independent. Taxonomic classification according CRBO (2011). (Continua)

Táxon name	IPA			Endangered	Habitat use
	SFR	MF R	LFR		
TINAMIFORMES					
Tinamidae					
<i>Crypturellus soui</i>	0.00	0.00	0.33		DEP
<i>Crypturellus parvirostris</i>	0.38	0.00	0.04		IND
GALLIFORMES					
Cracidae					
<i>Penelope superciliaris alagoensis</i>	0.00	0.04	0.00	x	DEP
ACCIPITRIFORMES					
Accipitridae					
<i>Leptodon forbesi</i>	0.00	0.13	0.13	x	DEP
<i>Rupornis magnirostris</i>	0.25	0.21	0.13		IND
<i>Buteo nitidus</i>	0.08	0.00	0.04		IND
<i>Buteo brachyurus</i>	0.00	0.04	0.00		SDE
<i>Buteo albonotatus</i>	0.04	0.00	0.00		DEP
<i>Spizaetus tyrannus</i>	0.00	0.00	0.08		DEP
FALCONIFORMES					
Falconidae					
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	0.13	0.21	0.29		SDE
<i>Micrastur semitorquatus</i>	0.00	0.00	0.04		DEP
COLUMBIFORMES					
Columbidae					
<i>Columbina talpacoti</i>	0.25	0.04	0.00		IND
<i>Patagioenas speciosa</i>	0.38	0.38	0.63		DEP
<i>Leptotila verreauxi</i>	1.67	0.33	0.08		SDE
<i>Leptotila rufaxilla</i>	0.54	0.88	0.75		DEP
<i>Geotrygon montana</i>	0.04	0.00	0.17		DEP
PSITTACIFORMES					
Psittacidae					
<i>Diopsittaca nobilis</i>	1.75	0.88	1.38		SDE
<i>Forpus xanthopterygius</i>	0.04	0.00	0.00		IND
<i>Brotogeris tirica</i>	0.00	0.00	0.08		DEP
<i>Touit surdus</i>	0.04	0.08	0.04	x	DEP
<i>Pionus reichenowi</i>	0.04	0.13	0.17		DEP
CUCULIFORMES					
Cuculidae					
<i>Piaya cayana</i>	0.38	0.25	0.33		SDE
<i>Tapera naevia</i>	0.00	0.00	0.08		IND
APODIFORMES					
Trochilidae					
<i>Phaethornis ruber</i>	2.79	2.54	1.71		DEP
<i>Phaethornis pretrei</i>	0.13	0.00	0.00		SDE
<i>Florisuga fusca</i>	0.00	0.00	0.04		DEP
<i>Chlorostilbon notatus</i>	0.00	0.04	0.00		DEP

Apêndice 4 - Índice pontual de Abundância (IPA) por categoria de tamanho do fragmento, estatus de ameaça (BRASIL 2008, IUCN 2012) e uso do habitat (PARKER et al., 1996, SICK, 1997, RODA, 2003) das espécies de aves registradas. Legenda: SFR = fragment pequeno, MFR = fragment médio e LFR = fragmento grande; DEP = dependente, SDE = semi-dependente e IND = independente. Classificação taxonômica de acordo com CRBO (2011).

Appendix 4 - Abundance Index (IPA) per size category of the fragment, endangered status (BRASIL 2008, IUCN 2012) and habitat use (PARKER et al., 1996, SICK, 1997, RODA, 2003) of the species birds recorded. Legend: SFR = small fragment, MFR = medium fragment and LFR = large fragment; DEP = dependent, SDE = semi-dependent and IND = independent. Taxonomic classification according CRBO (2011). (Continuação)

Táxon name	IPA			Endangered	Habitat use
	SFR	MFR	LFR		
<i>Chlorostilbon lucidus</i>	0.04	0.04	0.00		SDE
<i>Thalurania watertonii</i>	0.00	0.08	0.00	x	DEP
<i>Polytmus guainumbi</i>	0.00	0.00	0.04		IND
<i>Amazilia fimbriata</i>	0.00	0.00	0.04		SDE
TROGONIFORMES					
Trogonidae					
<i>Trogon rufus</i>	0.00	0.00	0.13		DEP
CORACIIFORMES					
Momotidae					
<i>Momotus momota macgraviana</i>	0.00	0.00	0.29	x	DEP
GALBULIFORMES					
Galbulidae					
<i>Galbula ruficauda</i>	0.13	0.63	0.21		DEP
PICIFORMES					
Ramphastidae					
<i>Ramphastos vitellinus</i>	0.08	0.08	0.25		DEP
<i>Pteroglossus inscriptus</i>	0.00	0.13	0.04		DEP
<i>Pteroglossus aracari</i>	0.00	0.21	0.17		DEP
Picidae					
<i>Picumnus exilis pernambucensis</i>	0.38	0.63	0.88	x	DEP
<i>Veniliornis affinis</i>	0.38	0.29	0.33		DEP
<i>Veniliornis passerinus</i>	0.00	0.00	0.04		SDE
PASSERIFORMES					
Thamnophilidae					
<i>Terenura sicki</i>	0.00	0.00	0.17	x	DEP
<i>Myrmeciza ruficauda soror</i>	0.00	0.00	0.38	x	DEP
<i>Myrmotherula axillaris</i>	1.21	1.67	2.08		DEP
<i>Formicivora grisea</i>	1.04	0.50	0.33		SDE
<i>Dysithamnus mentalis</i>	0.04	0.00	1.08		DEP
<i>Herpsilochmus atricapillus</i>	0.00	0.04	0.08		DEP
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i>	0.25	2.63	6.00		DEP
<i>Thamnophilus palliatus</i>	0.17	0.00	0.21		SDE
<i>Thamnophilus pelzelni</i>	0.00	0.00	0.08		DEP
<i>Thamnophilus caerulescens pernambucensis</i>	0.92	1.54	0.38	x	DEP
<i>Thamnophilus aethiops distans</i>	0.46	0.46	0.54	x	DEP
<i>Taraba major</i>	0.29	0.00	0.04		SDE
<i>Pyriglena leuconota pernambucensis</i>	0.13	1.17	0.79	x	DEP
<i>Cercomacra laeta sabinoi</i>	0.50	0.13	0.17	x	DEP
<i>Drymophila squamata</i>	0.00	0.00	0.13		DEP
Conopophagidae					
<i>Conopophaga lineata cearae</i>	0.21	0.13	0.00	x	DEP
<i>Conopophaga melanops nigrifrons</i>	0.63	1.17	1.96	x	DEP
Dendocolaptidae					
<i>Dendrocincla fuliginosa taunayi</i>	0.04	0.25	0.46	x	DEP
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	0.88	0.58	0.58		DEP

Apêndice 4 - Índice pontual de Abundância (IPA) por categoria de tamanho do fragmento, estatus de ameaça (BRASIL 2008, IUCN 2012) e uso do habitat (PARKER et al., 1996, SICK, 1997, RODA, 2003) das espécies de aves registradas. Legenda: SFR = fragmento pequeno, MFR = fragmento médio e LFR = fragmento grande; DEP = dependente, SDE = semi-dependente e IND = independente. Classificação taxonômica de acordo com CRBO (2011).

Appendix 4 - Abundance Index (IPA) per size category of the fragment, endangered status (BRASIL 2008, IUCN 2012) and habitat use (PARKER et al., 1996, SICK, 1997, RODA, 2003) of the species birds recorded. Legend: SFR = small fragment, MFR = medium fragment and LFR = large fragment; DEP = dependent, SDE = semi-dependent and IND = independent. Taxonomic classification according CRBO (2011). (Continuação)

Táxon name	IPA			Endangered	Habitat use
	SFR	MFR	LFR		
<i>Xiphorhynchus atlanticus</i>	0.00	0.08	0.00	x	DEP
<i>Xiphorhynchus guttatus</i>	0.00	0.00	0.21		DEP
<i>Dendroplex picus</i>	0.92	1.25	0.54		DEP
Furnariidae					
<i>Xenops minutus alagoanus</i>	0.33	0.96	0.71	x	DEP
Pipridae					
<i>Neopelma pallescens</i>	0.21	0.25	0.21		DEP
<i>Pipra rubrocapilla</i>	2.50	2.71	4.46		DEP
<i>Manacus manacus</i>	1.58	1.50	1.38		DEP
<i>Chiroxiphia pareola</i>	3.04	5.58	8.71		DEP
Tityridae					
<i>Schiffornis turdina intermedia</i>	0.00	0.00	0.63	x	DEP
<i>Pachyramphus polychopterus</i>	0.13	0.04	0.04		DEP
Cotingidae					
<i>Lipaugus vociferans</i>	0.00	0.00	0.50		DEP
<i>Xipholena atropurpurea</i>	0.00	0.21	0.08	x	DEP
<i>Procnias averano</i>	0.00	0.00	0.08	x	DEP
<i>Carpornis melanocephala</i>	0.00	0.00	0.25	x	DEP
Incertae sedis					
<i>Platyrinchus mystaceus niveigularis</i>	0.25	0.38	0.33	x	DEP
Rhynchocyclidae					
<i>Mionectes oleagineus</i>	0.04	0.00	0.00		SDE
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	0.75	0.29	0.17		DEP
<i>Phylloscartes ceciliae</i>	0.00	0.04	0.00	x	DEP
<i>Rhynchocyclus olivaceus</i>	0.08	0.00	0.00		DEP
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	0.04	0.00	0.00		SDE
<i>Tolmomyias poliocephalus</i>	0.04	0.00	0.00		DEP
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	4.50	2.83	2.92		DEP
<i>Todirostrum cinereum</i>	0.50	0.00	0.00		SDE
<i>Poecilotriccus fumifrons</i>	0.04	0.00	0.00		SDE
<i>Hemitriccus griseipectus</i>	3.13	3.63	3.00		DEP
Tyrannidae					
<i>Ornithion inerme</i>	0.38	0.33	0.33		DEP
<i>Camptostoma obsoletum</i>	0.75	0.42	0.00		IND
<i>Elaenia flavogaster</i>	1.13	0.42	0.13		SDE
<i>Elaenia chilensis</i>	0.13	0.08	0.13		SDE
<i>Myiopagis gaimardii</i>	0.13	0.25	0.38		DEP
<i>Capsiempis flaveola</i>	0.33	0.17	0.00		SDE
<i>Attila spadiceus</i>	0.33	0.00	0.83		DEP
<i>Legatus leucophaeus</i>	0.13	0.08	0.00		DEP
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	0.08	0.38	0.04		DEP
<i>Myiarchus ferox</i>	0.58	0.04	0.00		SDE
<i>Rhytipterna simplex</i>	0.29	0.17	1.67		DEP
<i>Pitangus sulphuratus</i>	2.83	0.71	0.92		IND

Apêndice 4 - Índice pontual de Abundância (IPA) por categoria de tamanho do fragmento, estatus de ameaça (BRASIL 2008, IUCN 2012) e uso do habitat (PARKER et al., 1996, SICK, 1997, RODA, 2003) das espécies de aves registradas. Legenda: SFR = fragment pequeno, MFR = fragment médio e LFR = fragmento grande; DEP = dependente, SDE = semi-dependente e IND = independente. Classificação taxonômica de acordo com CRBO (2011).

Appendix 4 - Abundance Index (IPA) per size category of the fragment, endangered status (BRASIL 2008, IUCN 2012) and habitat use (PARKER et al., 1996, SICK, 1997, RODA, 2003) of the species birds recorded. Legend: SFR = small fragment, MFR = medium fragment and LFR = large fragment; DEP = dependent, SDE = semi-dependent and IND = independent. Taxonomic classification according CRBO (2011). (Conclusão)

Táxon name	IPA			Endangered	Habitat use
	SFR	MFR	LFR		
<i>Megarynchus pitangua</i>	0.33	0.17	0.17		DEP
<i>Myiozetetes similis</i>	0.79	0.42	0.58		SDE
<i>Tyrannus melancholicus</i>	0.96	0.79	0.13		IND
<i>Lathrotriccus euleri</i>	0.67	0.63	0.58		DEP
Vireonidae					
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	1.42	2.04	0.54		DEP
<i>Vireo olivaceus</i>	1.54	1.13	1.00		DEP
Troglodytidae					
<i>Troglodytes musculus</i>	0.58	0.04	0.04		IND
<i>Pheugopedius genibarbis</i>	2.71	4.00	1.38		DEP
Poliopitidae					
<i>Ramphocaenus melanurus</i>	0.92	2.17	1.38		DEP
<i>Poliopitila plumbea</i>	0.08	0.00	0.00		SDE
Turdidae					
<i>Turdus leucomelas</i>	1.88	2.13	1.58		SDE
<i>Turdus amaurochalinus</i>	0.04	0.00	0.04		SDE
Coerebidae					
<i>Coereba flaveola</i>	0.92	0.96	2.21		SDE
Thraupidae					
<i>Saltator fuliginosus</i>	0.00	1.00	0.13		DEP
<i>Saltator maximus</i>	0.13	1.25	0.50		DEP
<i>Nemosia pileata</i>	0.08	0.00	0.00		SDE
<i>Tachyphonus rufus</i>	0.00	0.08	0.00		SDE
<i>Lanio cristatus</i>	0.00	0.33	0.83		DEP
<i>Tangara fastuosa</i>	0.21	0.00	0.04	x	DEP
<i>Tangara cyanocephala corallina</i>	0.08	0.04	0.00	x	DEP
<i>Tangara palmarum</i>	4.71	1.67	2.42		SDE
<i>Tangara cayana</i>	1.29	0.54	0.33		SDE
<i>Dacnis cayana</i>	0.29	0.88	0.46		DEP
<i>Cyanerpes cyaneus</i>	0.00	0.08	0.17		DEP
<i>Hemithraupis guira</i>	0.00	0.17	0.17		DEP
<i>Hemithraupis flavicollis</i>	0.00	0.04	0.17		DEP
Emberizidae					
<i>Arremon taciturnus</i>	1.04	0.75	0.13		DEP
Cardinalidae					
<i>Caryothraustes canadensis frontalis</i>	0.00	0.08	0.13	x	DEP
Parulidae					
<i>Parula pitiayumi</i>	0.00	0.00	0.08		DEP
<i>Basileuterus culicivorus</i>	1.46	1.29	0.67		DEP
<i>Basileuterus flaveolus</i>	0.00	0.21	0.00		DEP
Icteridae					
<i>Icterus cayanensis</i>	0.00	0.00	0.04		SDE
Fringillidae					
<i>Euphonia chlorotica</i>	0.92	0.29	0.21		SDE
<i>Euphonia violacea</i>	0.33	0.83	0.63		DEP

Fonte: Autor, 2013 / Source: Autor, 2013

Apêndice 5 - Lista dos táxons de aves ameaçados de extinção por categoria de fragmento. Legenda: SFR = fragment pequeno, MFR = fragmento médio e LFR = fragmento grande.

Appendix 5 - List of endangered bird taxa per size category of the fragment. Legend: SFR = small fragment, MFR = medium fragment and LFR = large fragment.

Táxon name	Size category fragment			Threat categories	
	SFR	MFR	LFR	IUCN 2012	BRASIL 2008
<i>Penelope superciliaris alagoensis</i>		x		-	Endangered
<i>Leptodon forbesi</i>		x	x	Critically Endangered	-
<i>Touit surdus</i>	x	x	x	Vulnerable	-
<i>Thalurania watertonii</i>		x		-	Vulnerable
<i>Momotus momota macgraviana</i>			x	-	Endangered
<i>Picumnus exilis pernambucensis</i>	x	x	x	-	Vulnerable
<i>Terenura sicki</i>			x	Endangered	Endangered
<i>Myrmeciza ruficauda soror</i>			x	Endangered	Endangered
<i>Thamnophilus caeruleus pernambucensis</i>	x	x	x	-	Vulnerable
<i>Thamnophilus aethiops distans</i>	x	x	x	-	Endangered
<i>Pyriglena leuconota pernambucensis</i>	x	x	x	-	Vulnerable
<i>Cercomacra laeta sabinoi</i>	x	x	x	-	Vulnerable
<i>Conopophaga lineata cearae</i>	x	x		-	Vulnerable
<i>Conopophaga melanops nigrifrons</i>	x	x	x	-	Vulnerable
<i>Dendrocincla fuliginosa taunayi</i>	x	x	x	-	Endangered
<i>Xiphorhynchus atlanticus</i>		x		-	Vulnerable
<i>Xenops minutus alagoanus</i>	x	x	x	-	Vulnerable
<i>Schiffornis turdina intermedia</i>			x	-	Vulnerable
<i>Xipholena atropurpurea</i>		x	x	Endangered	Endangered
<i>Procnias averano</i>			x	-	Vulnerable
<i>Carpornis melanocephala</i>			x	Vulnerable	Vulnerable
<i>Platyrinchus mystaceus niveigularis</i>	x	x	x	-	Vulnerable
<i>Phylloscartes ceciliae</i>		x		Endangered	Endangered
<i>Tangara fastuosa</i>	x		x	Vulnerable	Vulnerable
<i>Tangara cyanocephala corallina</i>	x	x		-	Vulnerable
<i>Caryothraustes canadensis frontalis</i>		x	x	-	Vulnerable

Fonte: Autor, 2013 / Source: Autor, 2013

Apêndice 6 - Coordenada geográfica e altitude dos 228 pontos de escuta nos 18 fragmentos na Área de Proteção Ambiental (APA) de Murici, Alagoas, onde foram realizados levantamentos da avifauna. Legenda: SFR = fragmento pequeno; MFR = fragmento médio e LFR = fragmento grande.

Appendix 6 - Geographic coordinate and elevation of the 228 points counts in the 18 fragments in the Environmental Protection Area (APA) of Murici, Alagoas, in which the bird surveys were carried. Legend: SFR = small fragment; MFR = medium fragment and LFR = large fragment.

(Continua)

Código do Fragmento	Localidade	Ponto de escuta	Coordenada geográfica	Altitude
SFR1	Fazenda Santa Rosa / Sítio Tapado, Murici	P001T01	09°13'25.2"S e 35°50'53.4"W	411.6 m
		P002T01	09°13'29.3"S e 35°50'55.9"W	432.7 m
		P003T01	09°13'32.3"S e 35°50'59.7"W	456.5 m
		P004T01	09°13'35.6"S e 35 51'03.1"W	473.8 m
		P005T01	09°13'40.6"S e 35°51'03.4"W	475.9 m
		P006T01	09°13'38.9"S e 35°50'58.2"W	432.7 m
SFR2	Fazenda Cavaleiro, Murici	P013T03	09°18'44.3"S e 35°53'50.4"W	148.3 m
		P014T03	09°18'41.1"S e 35°53'46.2"W	142.8 m
		P015T03	09°18'36.5"S e 35°53'47.7"W	158.3 m
		P016T03	09°18'39.1"S e 35°53'52.7"W	109.3 m
		P017T03	09°18'35.5"S e 35°53'56.3"W	138.3 m
		P018T03	09°18'39.5"S e 35°53'59.1"W	116.1 m
SFR3	Fazenda Corte Novo, Flexeiras	P007T02	09°14'44.7"S e 35°48'09.8"W	357.8 m
		P008T02	09°14'45.1"S e 35°48'15.1"W	352.8 m
		P009T02	09°14'46.9"S e 35°48'19.1"W	379.4 m
		P010T02	09°14'49.1"S e 35°48'23.9"W	349.9 m
		P011T02	09°14'52.1"S e 35°48'27.2"W	366.9 m
		P012T02	09°14'53.7"S e 35°48'32.3"W	365.8 m
SFR4	Fazenda Solidade I, Joaquim Gomes	P019T04	09°08'41.8"S e 35°49'28.1"W	273.5 m
		P020T04	09°08'36.9"S e 35°49'28.7"W	280.8 m
		P021T04	09°08'32.4"S e 35°49'26.4"W	304.2 m
		P022T04	09°08'29.6"S e 35°49'30.4"W	296.4 m
		P023T04	09°08'28.3"S e 35°49'35.2"W	257.4 m
		P024T04	09°08'33.3"S e 35°49'34.9"W	254.8 m
SFR5	Fazenda Boa Vontade, Joaquim Gomes	P025T05	09°05'41.2"S e 35°48'33.7"W	354.8 m
		P026T05	09°05'42.3"S e 35°48'28.7"W	348.3 m
		P027T05	09°05'36.8"S e 35°48'28.4"W	374.8 m
		P028T05	09°05'34.9"S e 35°48'33.5"W	375.6 m
		P029T05	09°05'31.3"S e 35°48'36.7"W	336.3 m
		P030T05	09°05'30.2"S e 35°48'31.9"W	304.1 m
SFR6	Fazenda Santa Maria, Joaquim Gomes	P049T09	09°06'11.5"S e 35°46'26.8"W	212.7 m
		P050T09	09°06'06.9"S e 35°46'29.1"W	222.0 m
		P051T09	09°06'02.5"S e 35°46'30.7"W	260.5 m
		P052T09	09°05'58.4"S e 35°46'28.2"W	280.9 m
		P053T09	09°05'54.7"S e 35°46'24.8"W	268.0 m
		P054T09	09°05'50.3"S e 35°46'23.3"W	244.3 m

Apêndice 6 - Coordenada geográfica e altitude dos 228 pontos de escuta nos 18 fragmentos na Área de Proteção Ambiental (APA) de Murici, Alagoas, onde foram realizados levantamentos da avifauna. Legenda: SFR = fragmento pequeno; MFR = fragmento médio e LFR = fragmento grande.

Appendix 6 - Geographic coordinate and elevation of the 228 points counts in the 18 fragments in the Environmental Protection Area (APA) of Murici, Alagoas, in which the bird surveys were carried. Legend: SFR = small fragment; MFR = medium fragment and LFR = large fragment.

(Continuação)

Código do Fragmento	Localidade	Ponto de escuta	Coordenada geográfica	Altitude
SFR6	Fazenda Santa Maria, Joaquim Gomes	P055T10	09°05'45.5"S e 35°46'23.7"W	272.4 m
		P056T10	09°05'43.5"S e 35°46'19.2"W	291.2 m
		P057T10	09°05'43.9"S e 35°46'14.2"W	318.7 m
		P058T10	09°05'48.6"S e 35°46'15.8"W	295.2 m
		P059T10	09°05'53.1"S e 35°46'17.8"W	264.5 m
		P060T10	09°05'55.4"S e 35°46'22.0"W	218.7 m
MFR1	Fazenda Solidade I, Joaquim Gomes	P073T13	09°09'22.6"S e 35°49'01.0"W	204.1 m
		P074T13	09°09'18.4"S e 35°49'03.8"W	193.4 m
		P075T13	09°09'14.1"S e 35°49'06.0"W	228.6 m
		P076T13	09°09'10.6"S e 35°49'02.7"W	253.0 m
		P077T13	09°09'07.3"S e 35°48'59.1"W	266.6 m
		P078T13	09°09'04.7"S e 35°48'54.1"W	272.6 m
		P079T14	09°09'14.0"S e 35°48'55.4"W	276.4 m
		P080T14	09°09'09.5"S e 35°48'52.9"W	259.9 m
		P081T14	09°09'06.1"S e 35°48'49.6"W	290.8 m
		P082T14	09°09'05.4"S e 35°48'44.7"W	304.9 m
MFR2	Fazenda Santa Fé, Fazenda Barra Nova e Fazenda Limeira, Murici e Messias	P083T14	09°09'03.8"S e 35°48'40.0"W	285.2 m
		P084T14	09°09'03.7"S e 35°48'35.0"W	256.7 m
		P061T11	09°18'22.7"S e 35°50'17.1"W	158.7 m
		P062T11	09°18'18.2"S e 35°50'15.9"W	166.6 m
		P063T11	09°18'14.3"S e 35°50'18.6"W	168.8 m
		P064T11	09°18'09.3"S e 35°50'19.5"W	143.8 m
		P065T11	09°18'05.1"S e 35°50'22.3"W	139.9 m
		P066T11	09°18'05.1"S e 35°50'27.2"W	154.0 m
		P067T12	09°18'19.3"S e 35°50'25.1"W	146.4 m
		P068T12	09°18'15.8"S e 35°50'28.5"W	167.9 m
MFR3	Fazenda Sítio Velho, Fazenda Sumaré, Fazenda Boa Vontade e Assentamento Serrana, Joaquim Gomes	P069T12	09°18'11.4"S e 35°50'30.8"W	179.3 m
		P070T12	09°18'06.8"S e 35°50'31.5"W	163.5 m
		P071T12	09°18'09.7"S e 35°50'35.5"W	146.7 m
		P072T12	09°18'13.5"S e 35°50'38.5"W	155.6 m
		P085T15	09°05'53.2"S e 35°49'17.1"W	399.1 m
MFR3	Fazenda Sítio Velho, Fazenda Sumaré, Fazenda Boa Vontade e Assentamento Serrana, Joaquim Gomes	P086T15	09°05'48.5"S e 35°49'18.5"W	399.0 m
		P087T15	09°05'44.0"S e 35°49'20.4"W	441.3 m
		P088T15	09°05'39.4"S e 35°49'22.1"W	469.1 m
		P089T15	09°05'34.7"S e 35°49'23.8"W	476.6 m
		P090T15	09°05'33.3"S e 35°49'28.5"W	448.8 m

Apêndice 6 - Coordenada geográfica e altitude dos 228 pontos de escuta nos 18 fragmentos na Área de Proteção Ambiental (APA) de Murici, Alagoas, onde foram realizados levantamentos da avifauna. Legenda: SFR = fragmento pequeno; MFR = fragmento médio e LFR = fragmento grande.

Appendix 6 - Geographic coordinate and elevation of the 228 points counts in the 18 fragments in the Environmental Protection Area (APA) of Murici, Alagoas, in which the bird surveys were carried. Legend: SFR = small fragment; MFR = medium fragment and LFR = large fragment.

(Continuação)

Código do Fragmento	Localidade	Ponto de escuta	Coordenada geográfica	Altitude
MFR3	Fazenda Sítio Velho, Fazenda Sumaré, Fazenda Boa Vontade e Assentamento Serrana, Joaquim Gomes	P091T16	09°05'30.7"S e 35°49'44.8"W	405.0 m
		P092T16	09°05'30.4"S e 35°49'49.9"W	463.0 m
		P093T16	09°05'31.0"S e 35°49'54.7"W	446.7 m
		P094T16	09°05'32.0"S e 35°49'59.6"W	434.5 m
		P095T16	09°05'33.7"S e 35°50'04.7"W	444.0 m
		P096T16	09°05'38.7"S e 35°50'05.1"W	420.2 m
MFR4	Fazenda Santos Apóstolos, Fazenda Ribeiro, Fazenda Riacho Branco e Fazenda Flor de Maria, Joaquim Gomes	P199T34	09°04'21.9"S e 35°46'06.1"W	314.0 m
		P200T34	09°04'20.1"S e 35°46'01.2"W	341.6 m
		P201T34	09°04'15.7"S e 35°46'03.4"W	360.5 m
		P202T34	09°04'10.8"S e 35°46'03.6"W	385.6 m
		P203T34	09°04'05.8"S e 35°46'03.2"W	379.4 m
		P204T34	09°04'02.1"S e 35°46'06.5"W	384.0 m
		P205T35	09°03'57.7"S e 35°46'08.7"W	396.5 m
		P206T35	09°03'58.8"S e 35°46'13.5"W	371.2 m
		P207T35	09°03'58.4"S e 35°46'18.4"W	355.9 m
		P208T35	09°04'03.3"S e 35°46'18.7"W	323.9 m
		P209T35	09°04'04.6"S e 35°46'23.6"W	396.8 m
		P210T35	09°03'59.7"S e 35°46'23.4"W	372.6 m
		P211T36	09°03'55.4"S e 35°46'25.3"W	364.1 m
		P212T36	09°03'50.5"S e 35°46'25.6"W	368.0 m
		P213T36	09°03'45.7"S e 35°46'26.6"W	369.9 m
		P214T36	09°03'40.7"S e 35°46'27.2"W	359.9 m
P215T36	09°03'35.9"S e 35°46'27.0"W	433.9 m		
P216T36	09°03'32.2"S e 35°46'30.5"W	427.7 m		
MFR5	Fazenda Bom Futuro e Sítio Canto I, Joaquim Gomes	P097T17	09°03'27.3"S e 35°44'50.1"W	451.5 m
		P098T17	09°03'28.3"S e 35°44'55.1"W	463.9 m
		P099T17	09°03'33.4"S e 35°44'56.1"W	489.2 m
		P100T17	09°03'35.1"S e 35°45'05.1"W	491.5 m
		P101T17	09°03'36.6"S e 35°44'59.9"W	469.7 m
		P102T17	09°03'40.1"S e 35°45'03.5"W	378.3 m
		P103T18	09°03'42.3"S e 35°45'08.1"W	395.6 m
		P104T18	09°03'41.6"S e 35°45'13.0"W	424.3 m
		P105T18	09°03'45.0"S e 35°45'17.2"W	412.3 m
		P106T18	09°03'48.8"S e 35°45'20.2"W	393.8 m
P107T18	09°03'53.3"S e 35°45'22.4"W	342.9 m		
P108T18	09°03'58.1"S e 35°45'23.6"W	314.5 m		

Apêndice 6 - Coordenada geográfica e altitude dos 228 pontos de escuta nos 18 fragmentos na Área de Proteção Ambiental (APA) de Murici, Alagoas, onde foram realizados levantamentos da avifauna. Legenda: SFR = fragmento pequeno; MFR = fragmento médio e LFR = fragmento grande.

Appendix 6 - Geographic coordinate and elevation of the 228 points counts in the 18 fragments in the Environmental Protection Area (APA) of Murici, Alagoas, in which the bird surveys were carried. Legend: SFR = small fragment; MFR = medium fragment and LFR = large fragment.

(Continuação)

Código do Fragmento	Localidade	Ponto de escuta	Coordenada geográfica	Altitude
MFR6	Fazenda Solidade I e II, Assentamento Galho Seco, Flexeiras	P109T19	09°10'16.7"S e 35°48'50.3"W	189.0 m
		P110T19	09°10'15.2"S e 35°48'55.1"W	217.2 m
		P111T19	09°10'12.4"S e 35°48'59.2"W	235.4 m
		P112T19	09°10'11.7"S e 35°49'04.1"W	270.3 m
		P113T19	09°10'09.9"S e 35°49'08.7"W	275.5 m
		P114T19	09°10'05.9"S e 35°49'11.7"W	322.0 m
		P115T20	09°10'03.9"S e 35°49'16.1"W	319.7 m
		P116T20	09°09'59.6"S e 35°49'18.5"W	374.9 m
		P117T20	09°09'58.4"S e 35°49'23.4"W	411.0 m
		P118T20	09°09'57.1"S e 35°49'28.1"W	409.0 m
		P119T20	09°09'57.4"S e 35°49'33.0"W	416.9 m
		P120T20	09°09'55.9"S e 35°49'37.7"W	409.7 m
		P121T21	09°09'46.7"S e 35°50'04.7"W	262.3 m
		P122T21	09°09'42.8"S e 35°50'07.7"W	255.8 m
		P123T21	09°09'39.6"S e 35°50'11.6"W	234.7 m
		P124T21	09°09'35.6"S e 35°50'14.6"W	246.0 m
		P125T21	09°09'31.2"S e 35°50'16.8"W	295.0 m
		P126T21	09°09'28.6"S e 35°50'20.9"W	302.1 m
LFR1A	Usina Serra Grande: Fazenda Petrópolis e Fazenda Coimbra, Ibateguara	P181T31	09°00'03.2"S e 35°51'58.2"W	462.9 m
		P182T31	09°00'04.8"S e 35°52'02.9"W	483.7 m
		P183T31	09°00'07.1"S e 35°52'07.2"W	468.9 m
		P184T31	09°00'10.3"S e 35°52'11.0"W	478.2 m
		P185T31	09°00'13.6"S e 35°52'15.1"W	479.5 m
		P186T31	09°00'18.2"S e 35°52'17.3"W	465.3 m
		P187T32	09°00'19.9"S e 35°52'12.4"W	431.4 m
		P188T32	09°00'21.7"S e 35°52'07.7"W	448.5 m
		P189T32	09°00'25.9"S e 35°52'04.8"W	485.2 m
		P190T32	09°00'30.8"S e 35°52'05.2"W	454.4 m
		P191T32	09°00'35.3"S e 35°52'02.6"W	481.1 m
		P192T32	09°00'37.7"S e 35°51'58.3"W	460.1 m
		P193T33	09°00'35.7"S e 35°51'53.9"W	468.6 m
		P194T33	09°00'37.3"S e 35°51'49.1"W	499.8 m
		P195T33	09°00'32.8"S e 35°51'47.1"W	494.3 m
		P196T33	09°00'28.3"S e 35°51'44.7"W	472.8 m
		P197T33	09°00'23.1"S e 35°51'45.0"W	451.5 m
		P198T33	09°00'18.8"S e 35°51'47.3"W	427.8 m

Apêndice 6 - Coordenada geográfica e altitude dos 228 pontos de escuta nos 18 fragmentos na Área de Proteção Ambiental (APA) de Murici, Alagoas, onde foram realizados levantamentos da avifauna. Legenda: SFR = fragmento pequeno; MFR = fragmento médio e LFR = fragmento grande.

Appendix 6 - Geographic coordinate and elevation of the 228 points counts in the 18 fragments in the Environmental Protection Area (APA) of Murici, Alagoas, in which the bird surveys were carried. Legend: SFR = small fragment; MFR = medium fragment and LFR = large fragment.

(Continuação)

Código do Fragmento	Localidade	Ponto de escuta	Coordenada geográfica	Altitude
LFR1B	Fazenda São Roque, Joaquim Gomes	P127T22	09°02'33.5"S e 35°48'46.4"W	241.1 m
		P128T22	09°02'35.5"S e 35°48'50.9"W	258.1 m
		P129T22	09°02'35.2"S e 35°48'55.9"W	259.7 m
		P130T22	09°02'37.7"S e 35°49'00.2"W	255.6 m
		P131T22	09°02'41.6"S e 35°49'03.3"W	279.8 m
		P132T22	09°02'40.4"S e 35°49'08.2"W	276.9 m
		P133T23	09°02'37.8"S e 35°49'12.2"W	327.4 m
		P134T23	09°02'38.7"S e 35°49'17.2"W	316.9 m
		P135T23	09°02'42.6"S e 35°49'20.1"W	291.9 m
		P136T23	09°02'46.5"S e 35°49'23.2"W	281.6 m
		P137T23	09°02'51.1"S e 35°49'25.0"W	275.4 m
		P138T23	09°02'53.6"S e 35°49'29.2"W	267.5 m
		P139T24	09°02'56.8"S e 35°49'37.3"W	289.7 m
		P140T24	09°02'57.1"S e 35°49'42.5"W	282.0 m
		P141T24	09°02'59.9"S e 35°49'46.3"W	247.0 m
		P142T24	09°03'00.8"S e 35°49'51.2"W	252.5 m
P143T24	09°03'02.3"S e 35°49'55.9"W	238.1 m		
P144T24	09°02'57.7"S e 35°49'59.5"W	269.9 m		
LFR2A	Fazenda Corte Novo, Murici, Messias e Flexeiras	P163T28	09°14'50.6"S e 35°47'22.2"W	402.7 m
		P164T28	09°14'55.2"S e 35°47'24.2"W	389.1 m
		P165T28	09°14'58.9"S e 35°47'27.6"W	376.1 m
		P166T28	09°15'00.4"S e 35°47'32.3"W	359.8 m
		P167T28	09°15'00.6"S e 35°47'37.3"W	360.2 m
		P168T28	09°15'01.1"S e 35°47'42.2"W	363.7 m
		P169T29	09°15'01.6"S e 35°47'47.2"W	355.2 m
		P170T29	09°15'04.9"S e 35°47'50.8"W	349.7 m
		P171T29	09°15'03.9"S e 35°47'56.0"W	340.9 m
		P172T29	09°15'08.2"S e 35°47'59.1"W	311.6 m
		P173T29	09°15'12.9"S e 35°48'00.6"W	302.8 m
		P174T29	09°15'13.7"S e 35°48'05.7"W	300.8 m
		P175T30	09°15'16.4"S e 35°48'09.8"W	330.4 m
		P176T30	09°15'17.8"S e 35°48'14.7"W	357.4 m
P177T30	09°15'19.5"S e 35°48'19.4"W	370.8 m		
P178T30	09°15'21.4"S e 35°48'24.0"W	387.2 m		
P179T30	09°15'23.0"S e 35°48'29.1"W	398.4 m		
P180T30	09°15'24.4"S e 35°48'34.0"W	428.9 m		

Apêndice 6 - Coordenada geográfica e altitude dos 228 pontos de escuta nos 18 fragmentos na Área de Proteção Ambiental (APA) de Murici, Alagoas, onde foram realizados levantamentos da avifauna. Legenda: SFR = fragmento pequeno; MFR = fragmento médio e LFR = fragmento grande.

Appendix 6 - Geographic coordinate and elevation of the 228 points counts in the 18 fragments in the Environmental Protection Area (APA) of Murici, Alagoas, in which the bird surveys were carried. Legend: SFR = small fragment; MFR = medium fragment and LFR = large fragment.

(Continuação)

Código do Fragmento	Localidade	Ponto de escuta	Coordenada geográfica	Altitude
LFR2B	Sítio Socorró e Fazenda Bananeiras, Murici	P037T07	09°14'14.2"S e 35°51'44.4"W	357.3 m
		P038T07	09°14'17.9"S e 35°51'47.9"W	370.8 m
		P039T07	09°14'21.9"S e 35°51'50.7"W	355.8 m
		P040T07	09°14'27.9"S e 35°51'50.3"W	322.3 m
		P041T07	09°14'24.1"S e 35°51'45.8"W	350.5 m
		P042T07	09°14'19.6"S e 35°51'43.1"W	377.3 m
		P043T08	09°14'02.6"S e 35°51'53.7"W	410.8 m
		P044T08	09°14'07.7"S e 35°51'53.0"W	408.8 m
		P045T08	09°14'09.3"S e 35°51'58.5"W	441.9 m
		P046T08	09°14'12.2"S e 35°51'54.6"W	369.5 m
		P047T08	09°14'15.6"S e 35°51'58.2"W	370.3 m
P048T08	09°14'20.3"S e 35°51'59.7"W	345.6 m		
LFR3A	Fazenda Bananeiras, Fazenda Angelin, Fazenda Pedra Branca e Fazenda Retiro, Murici e Flexeiras	P217T37	09°12'54.5"S e 35°52'23.8"W	598.9 m
		P218T37	09°12'51.7"S e 35°52'19.8"W	608.4 m
		P219T37	09°12'50.9"S e 35°52'14.8"W	642.6 m
		P220T37	09°12'52.4"S e 35°52'10.2"W	645.6 m
		P221T37	09°12'50.6"S e 35°52'05.6"W	645.8 m
		P222T37	09°12'47.7"S e 35°52'01.6"W	644.2 m
		P223T38	09°12'43.5"S e 35°51'59.0"W	615.3 m
		P224T38	09°12'39.0"S e 35°51'56.8"W	575.0 m
		P225T38	09°12'38.3"S e 35°52'01.6"W	556.4 m
		P226T38	09°12'38.5"S e 35°52'06.5"W	585.0 m
		P227T38	09°12'40.5"S e 35°52'11.4"W	575.7 m
		P228T38	09°12'42.8"S e 35°52'16.3"W	628.2 m
		P229T39	09°12'45.4"S e 35°52'20.2"W	617.0 m
		P230T39	09°12'45.2"S e 35°52'24.9"W	596.1 m
		P231T39	09°12'43.3"S e 35°52'29.7"W	591.7 m
P232T39	09°12'43.8"S e 35°52'34.5"W	588.1 m		
P233T39	09°12'47.8"S e 35°52'37.5"W	594.4 m		
P234T39	09°12'52.2"S e 35°52'39.6"W	587.8 m		
LFR3B	Assentamento Pacas, Murici	P145T25	09°14'46.0"S e 35°55'20.0"W	308.6 m
		P146T25	09°14'41.7"S e 35°55'17.7"W	325.8 m
		P147T25	09°14'38.8"S e 35°55'14.4"W	335.6 m
		P148T25	09°14'34.3"S e 35°55'13.1"W	324.6 m
		P149T25	09°14'30.8"S e 35°55'09.6"W	279.8 m
		P150T25	09°14'32.4"S e 35°55'05.3"W	343.6 m

Apêndice 6 - Coordenada geográfica e altitude dos 228 pontos de escuta nos 18 fragmentos na Área de Proteção Ambiental (APA) de Murici, Alagoas, onde foram realizados levantamentos da avifauna. Legenda: SFR = fragmento pequeno; MFR = fragmento médio e LFR = fragmento grande.

Appendix 6 - Geographic coordinate and elevation of the 228 points counts in the 18 fragments in the Environmental Protection Area (APA) of Murici, Alagoas, in which the bird surveys were carried. Legend: SFR = small fragment; MFR = medium fragment and LFR = large fragment.

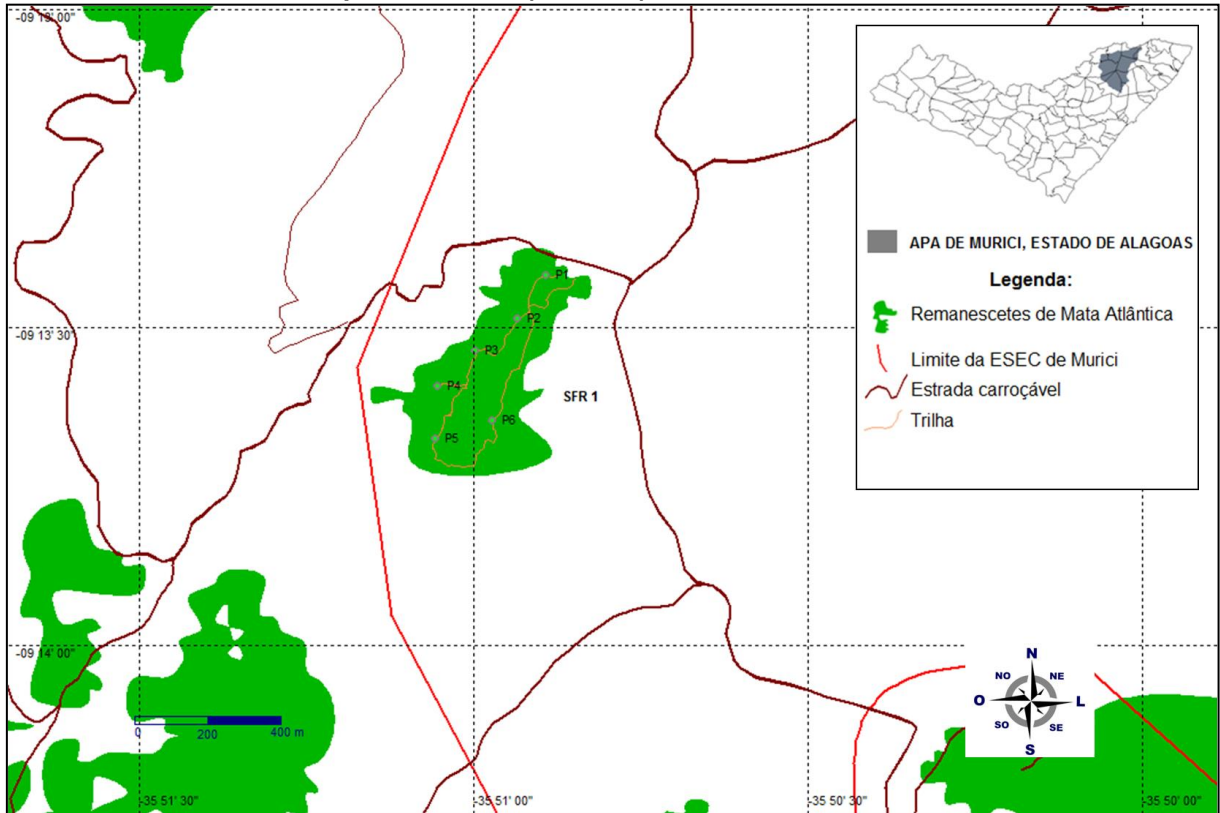
(Conclusão)

Código do Fragmento	Localidade	Ponto de escuta	Coordenada geográfica	Altitude
		P151T26	09°14'25.8"S e 35°55'09.5"W	282.0 m
		P152T26	09°14'22.7"S e 35°55'05.6"W	309.0 m
		P153T26	09°14'18.3"S e 35°55'03.1"W	326.0 m
		P154T26	09°14'14.0"S e 35°55'01.0"W	341.9 m
		P155T26	09°14'09.9"S e 35°54'58.8"W	375.8 m
LFR3B	Assentamento Pacas, Murici	P156T26	09°14'05.2"S e 35°55'00.8"W	371.0 m
		P157T27	09°14'00.6"S e 35°54'59.4"W	358.5 m
		P158T27	09°13'56.3"S e 35°54'56.8"W	327.0 m
		P159T27	09°13'57.7"S e 35°54'51.9"W	303.7 m
		P160T27	09°14'00.6"S e 35°54'47.6"W	300.3 m
		P161T27	09°14'05.3"S e 35°54'49.0"W	352.9 m
		P162T27	09°14'08.9"S e 35°54'52.3"W	383.9 m

Fonte: Autor, 2013 / Source: Autor, 2013

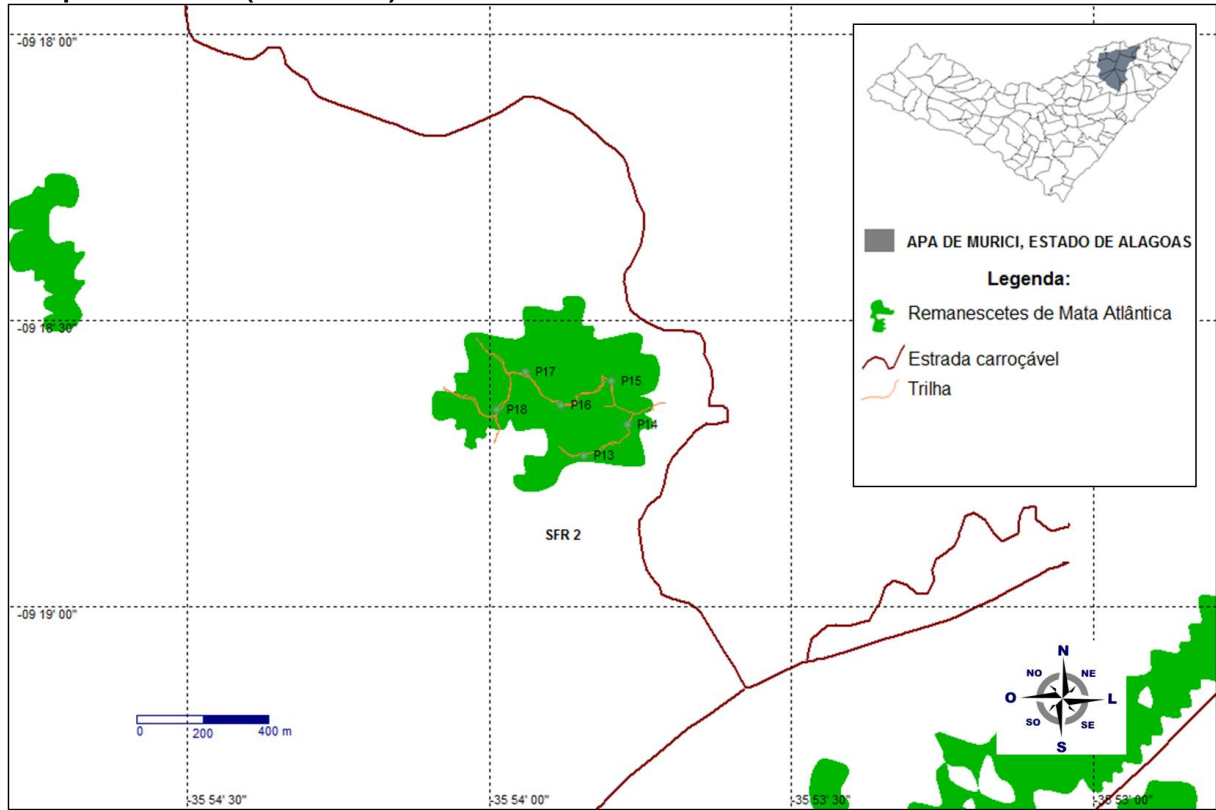
Apêndice 7 - Mapa de localização do fragmento da Faz. Sta Rosa / Sítio Tapado (SFR1), Murici - AL, com trilhas e pontos de escuta (P1 à P6).

Appendix 7 - Location map of the fragment in the Farm Sta Rosa / Fruit Farm Tapado (SFR1), Murici - AL, with trails and points counts (P1 to P6).



Apêndice 8 - Mapa de localização do fragmento da Faz. Cavaleiro (SFR2), Murici - AL, com trilhas e pontos de escuta (P13 à P18).

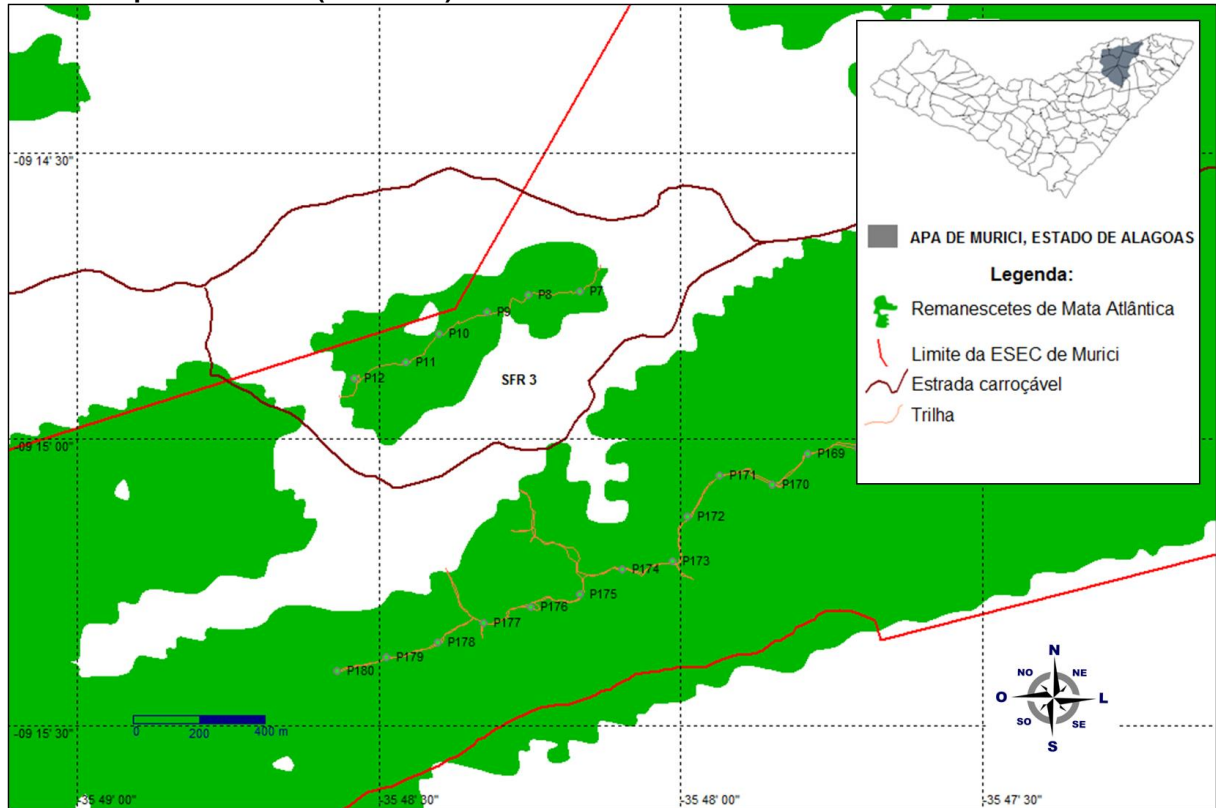
Appendix 8 - Location map of the fragment in the Farm Cavaleiro (SFR2), Murici - AL, with trails and points counts (P13 to P18).



Fonte: Autor, 2013 / Source: Autor, 2013

Apêndice 9 - Mapa de localização do fragmento da Faz. Corte Novo (SFR3), Flexeiras - AL, com trilhas e pontos de escuta (P7 à P12).

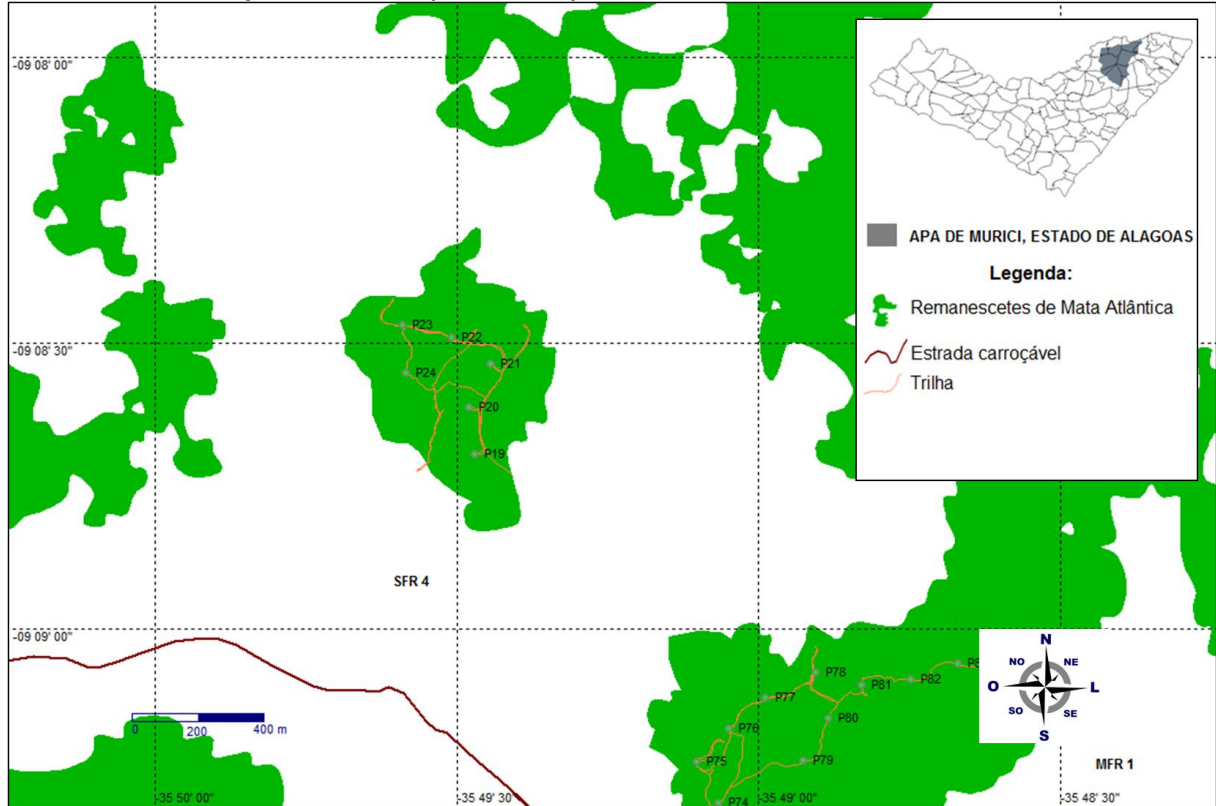
Appendix 9 - Location map of the fragment in the Farm Corte Novo (SFR3), Flexeiras - AL, with trails and points counts (P7 to P12).



Fonte: Autor, 2013 / Source: Autor, 2013

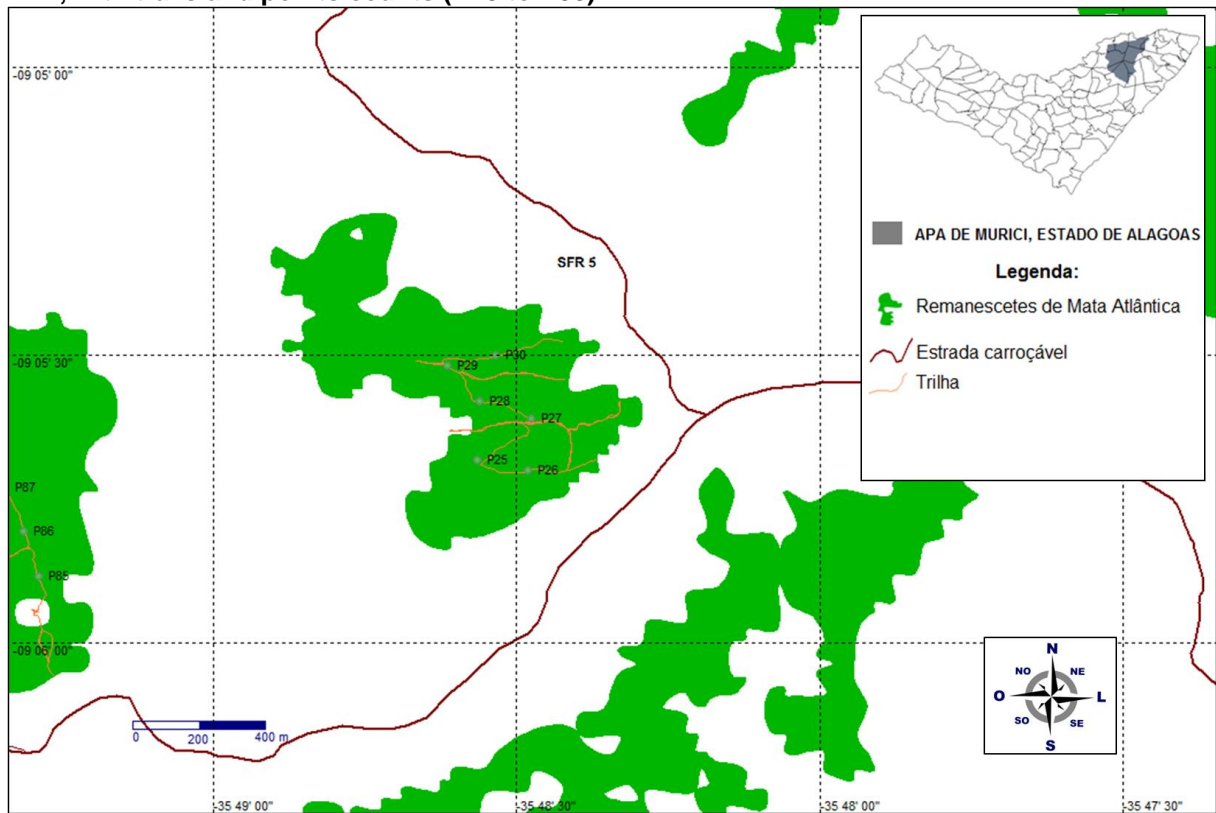
Apêndice 10 - Mapa de localização do fragmento da Faz. Solidade I (SFR4), Joaquim Gomes - AL, com trilhas e pontos de escuta (P19 à P24).

Appendix 10 - Location map of the fragment in the Farm Solidade I (SFR4), Joaquim Gomes - AL, with trails and points counts (P19 to P24).



Fonte: Autor, 2013 / Source: Autor, 2013

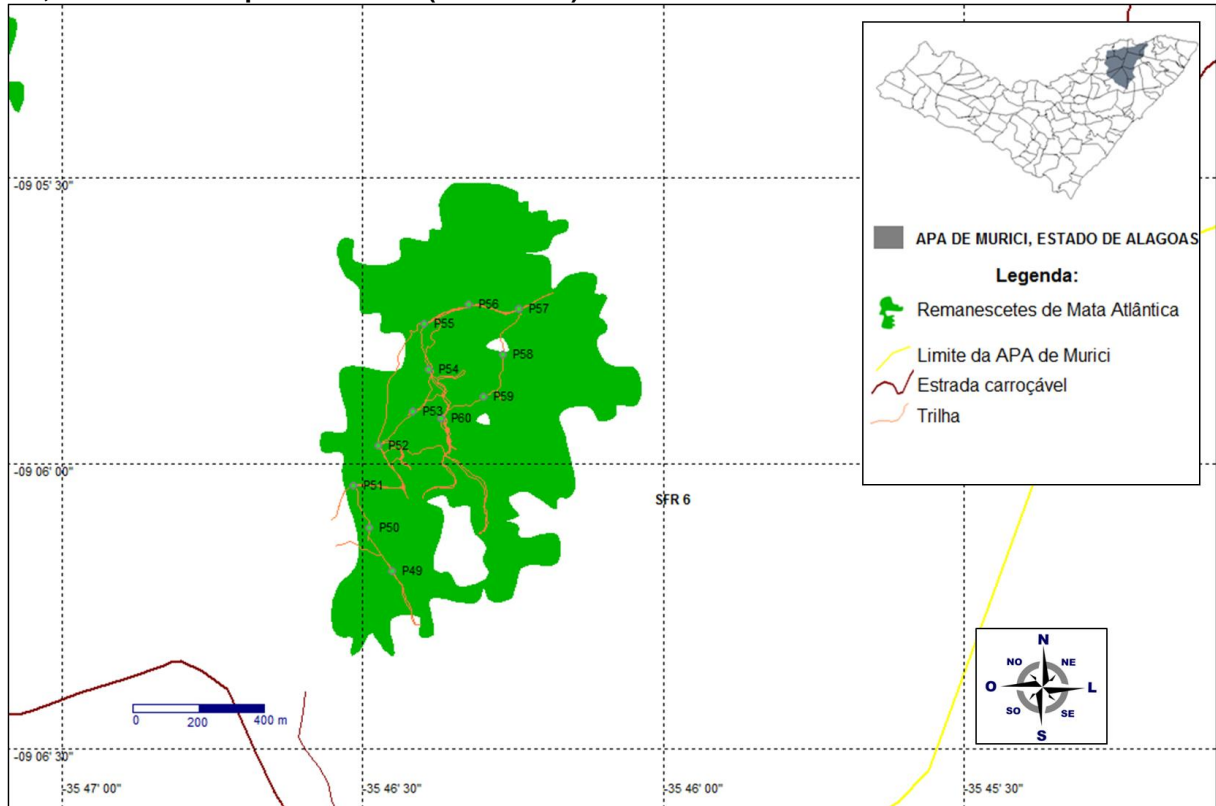
Apêndice 11 - Mapa de localização do fragmento da Faz. Boa Vontade (SFR5), Joaquim Gomes - AL, com trilhas e pontos de escuta (P25 à P30)
Appendix 11 - Location map of the fragment in the Farm Boa Vontade (SFR5), Joaquim Gomes - AL, with trails and points counts (P25 to P30).



Fonte: Autor, 2013 / Source: Autor, 2013

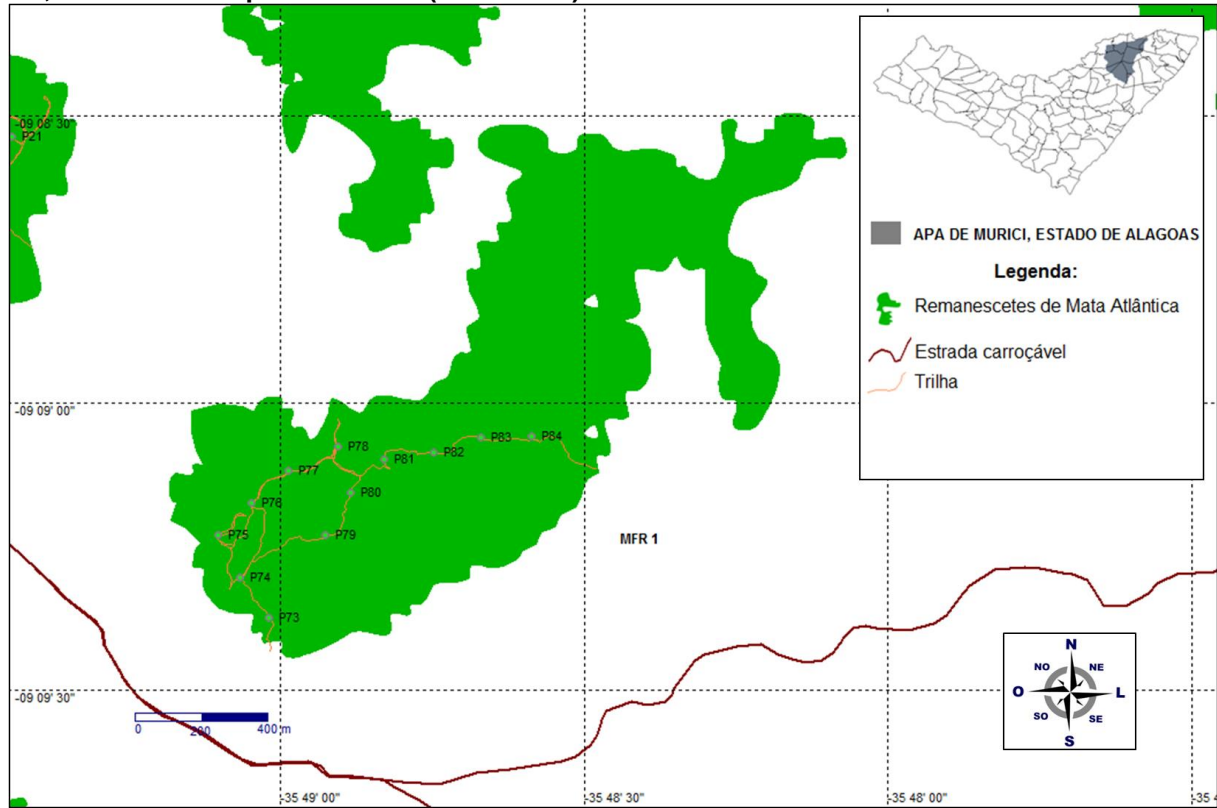
Apêndice 12 - Mapa de localização do fragmento da Faz. Sta Maria (SFR6), Joaquim Gomes - AL, com trilhas e pontos de escuta (P49 à P60).

Appendix 12 - Location map of the fragment in the Farm Sta Maria (SFR6), Joaquim Gomes - AL, with trails and points counts (P49 to P60).



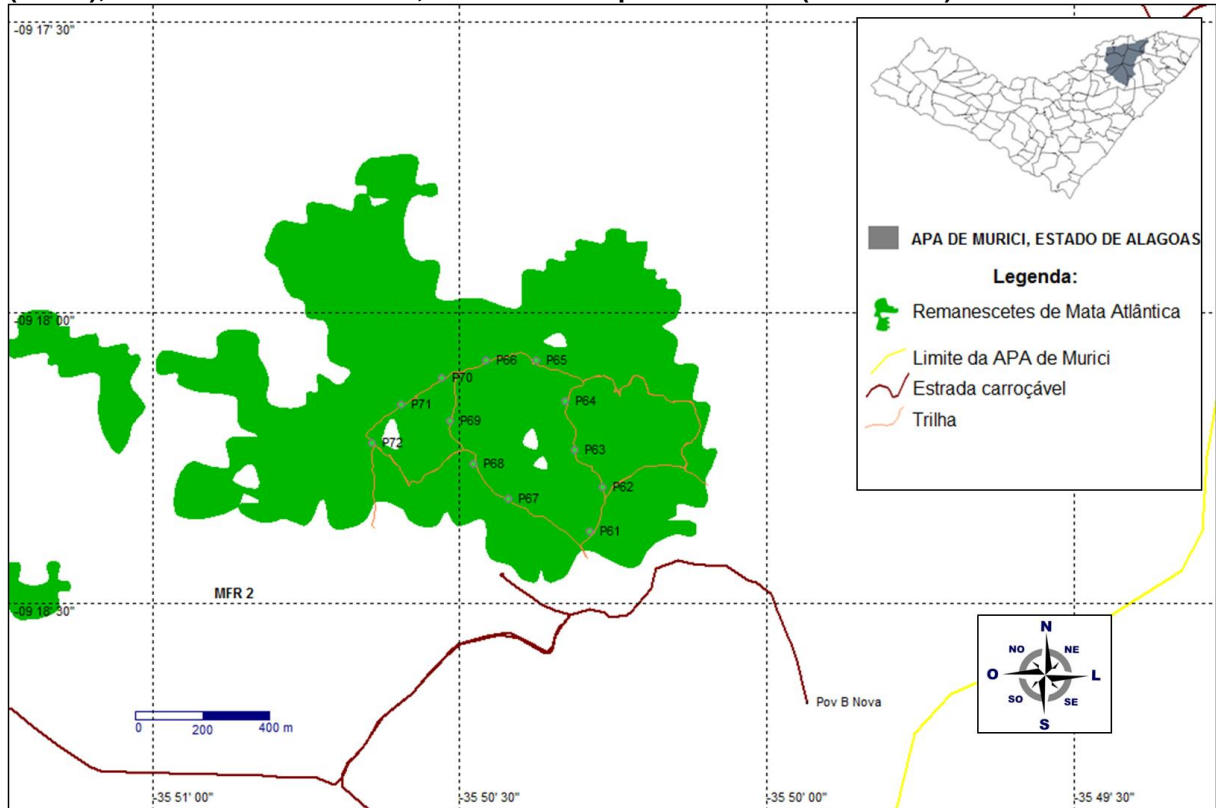
Fonte: Autor, 2013 / Source: Autor, 2013

Apêndice 13 - Mapa de localização do fragmento da Faz. Solidade I (MFR1), Joaquim Gomes - AL, com trilhas e pontos de escuta (P73 à P84)
Appendix 13 - Location map of the fragment in the Farm Solidade I (MFR1), Joaquim Gomes - AL, with trails and points counts (P73 to P84).



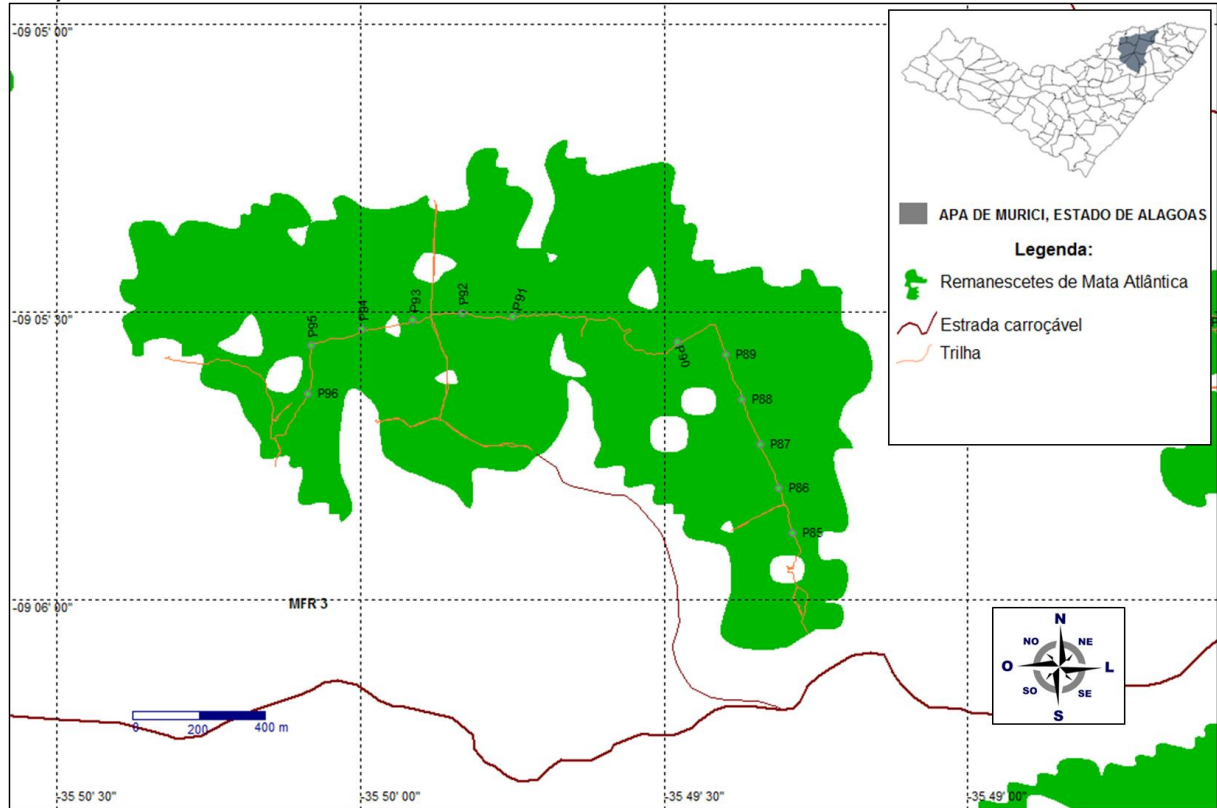
Fonte: Autor, 2013 / Source: Autor, 2013

Apêndice 14 - Mapa de localização do fragmento das Fazendas Sta Fé, Barra Nova e Limeira (MFR2), Murici e Messias - AL, com trilhas e pontos de escuta (P61 à P72).
Appendix 14 - Location map of the fragment in the Farms Sta Fé, Barra Nova and Limeira (MFR2), Murici and Messias - AL, with trails and points counts (P61 to P72).



Apêndice 15 - Mapa de localização do fragmento das Fazendas Sítio Velho, Sumaré, Boa Vontade e Assentamento Serrana (MFR3), Joaquim Gomes - AL, com trilhas e pontos de escuta (P85 à P96).

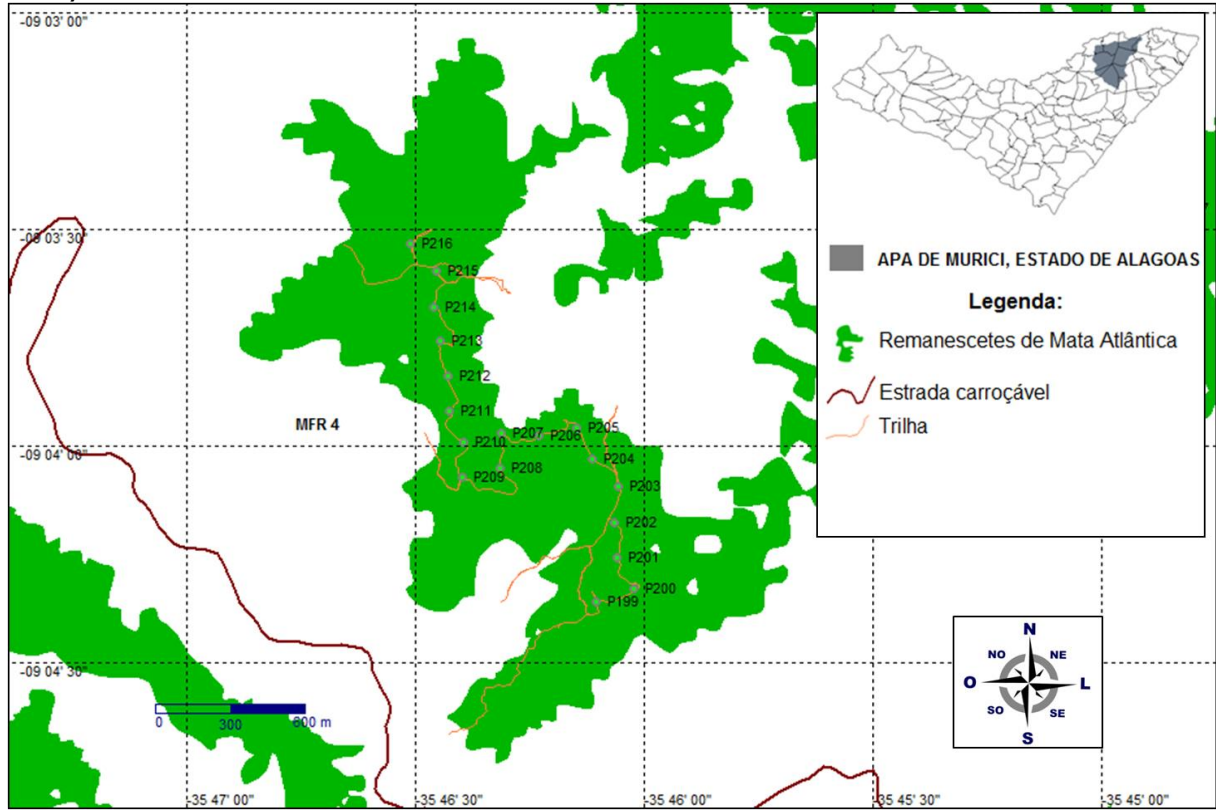
Appendix 15 - Location map of the fragment in the Farms Sítio Velho, Sumaré, Boa Vontade and Settlement Serrana (MFR3), Joaquim Gomes - AL, with trails and points counts (P85 to P96).



Fonte: Autor, 2013 / Source: Autor, 2013

Apêndice 16 - Mapa de localização do fragmento das Fazendas Santos Apóstolos, Ribeiro, Riacho Branco e Flor de Maria (MFR4), Joaquim Gomes - AL, com trilhas e pontos de escuta (P199 à P216).

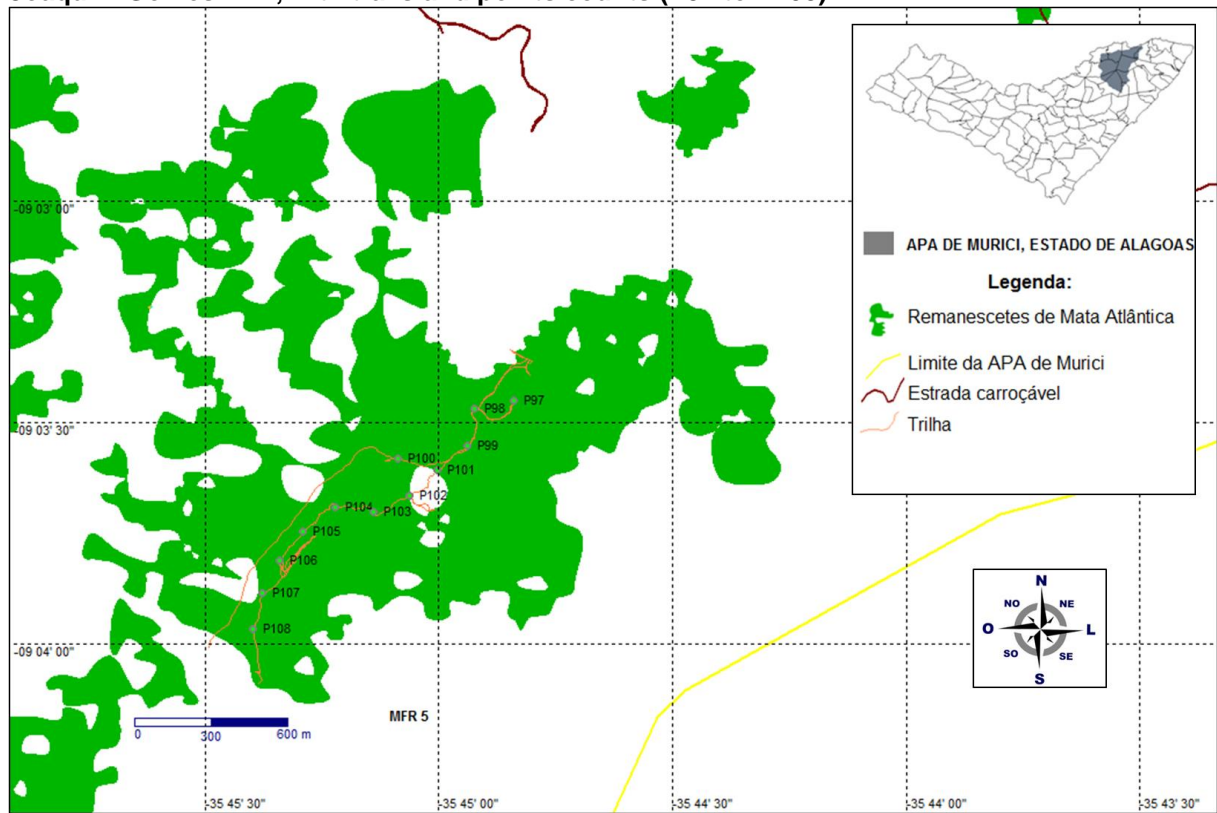
Appendix 16 - Location map of the fragment in the Farms Santos Apóstolos, Ribeiro, Riacho Branco and Flor de Maria (MFR4), Joaquim Gomes - AL, with trails and points counts (P199 to P216).



Fonte: Autor, 2013 / Source: Autor, 2013

Apêndice 17 - Mapa de localização do fragmento das Fazendas Bom Futuro e Sítio Canto I (MFR5), Joaquim Gomes - AL, com trilhas e pontos de escuta (P97 à P108).

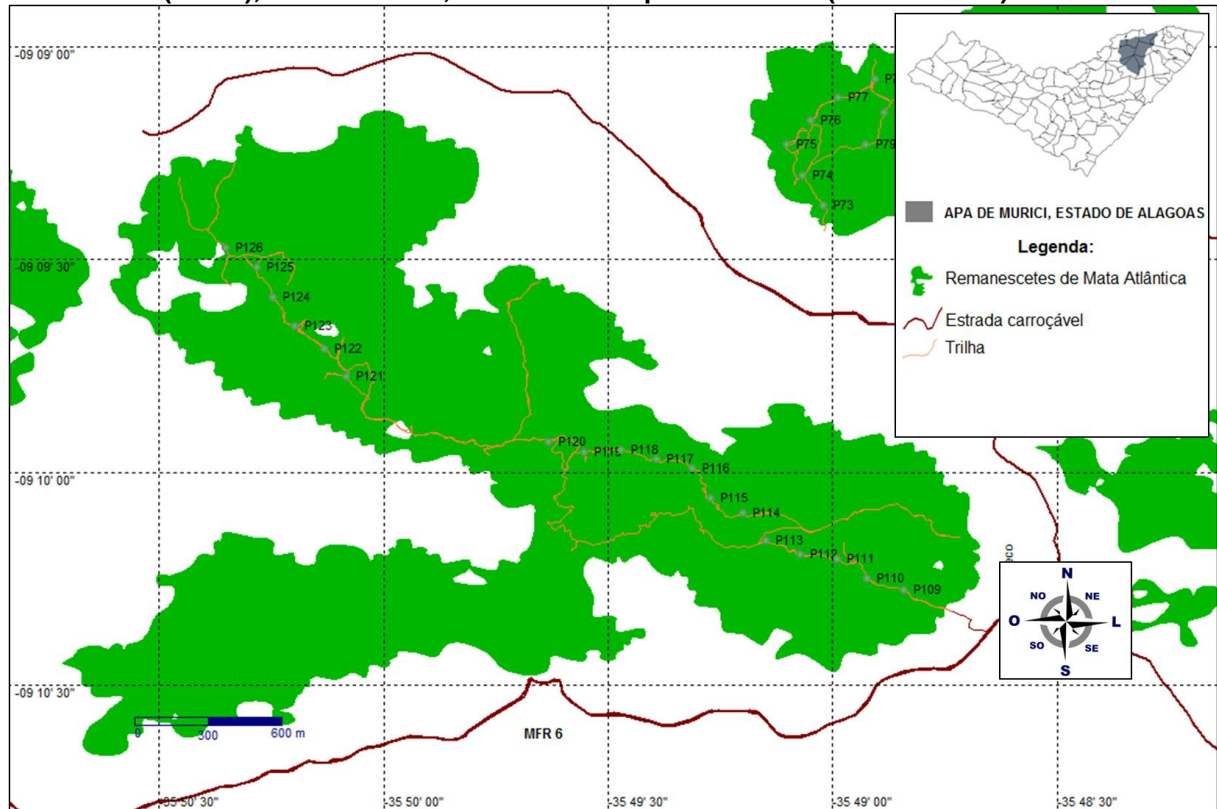
Appendix 17 - Location map of the fragment in the Farms Bom Futuro and Sítio Canto I (MFR5), Joaquim Gomes - AL, with trails and points counts (P97 to P108).



Fonte: Autor, 2013 / Source: Autor, 2013

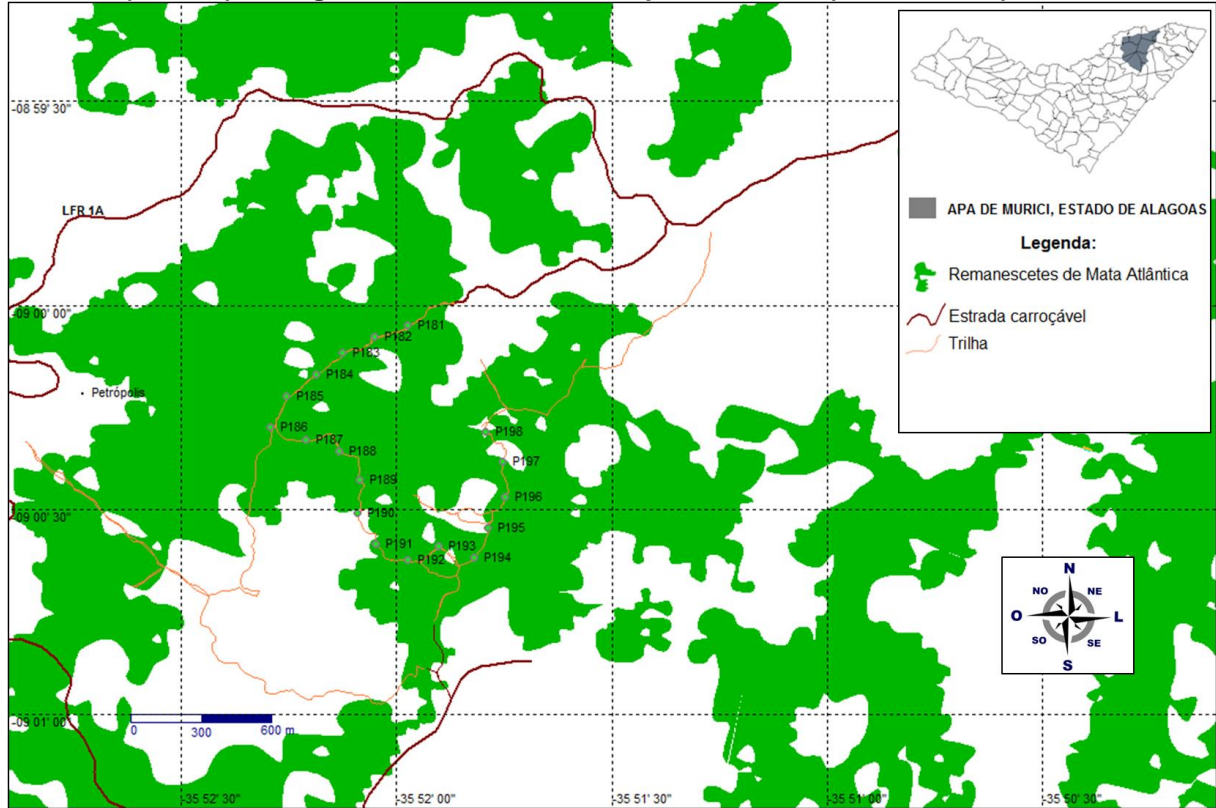
Apêndice 18 - Mapa de localização do fragmento das Fazendas Solidade I, Solidade II e Assentamento Galho Seco (MFR6), Flexeiras - AL, com trilhas e pontos de escuta (P109 à P124)

Appendix 18 - Location map of the fragment in the Farms Solidade I, Solidade II and Settlement Galho Seco (MFR6), Flexeiras - AL, with trails and points counts (P109 to P124).



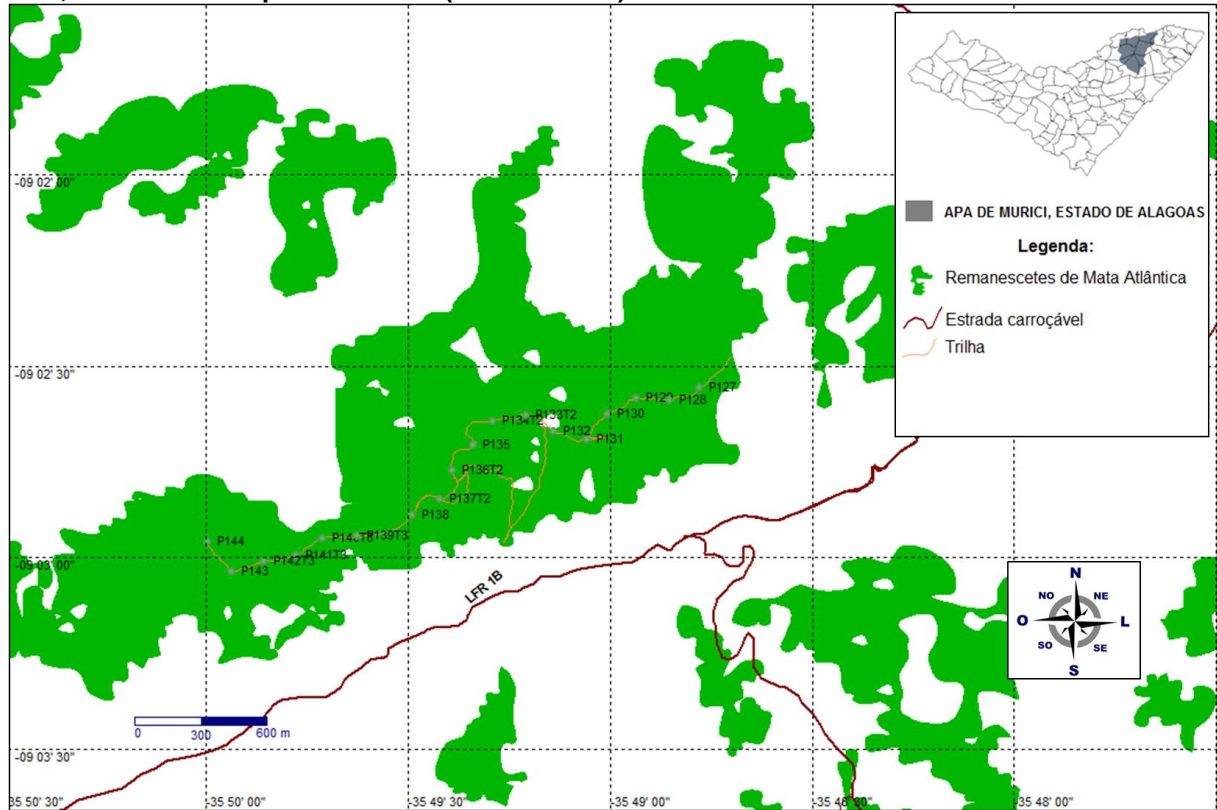
Fonte: Autor, 2013 / Source: Autor, 2013

Apêndice 19 - Mapa de localização do fragmento da Usina Serra Grande: Faz. Petrópolis e Faz. Coimbra (LFR 1A), Ibataguara - AL, com trilhas e pontos de escuta (P181 à P198)
Appendix 19 - Location map of the fragment in the Usina Serra Grande: Farms Petrópolis and Coimbra (LFR 1A), Ibataguara - AL, with trails and points counts (P181 to P198).



Fonte: Autor, 2013 / Source: Autor, 2013

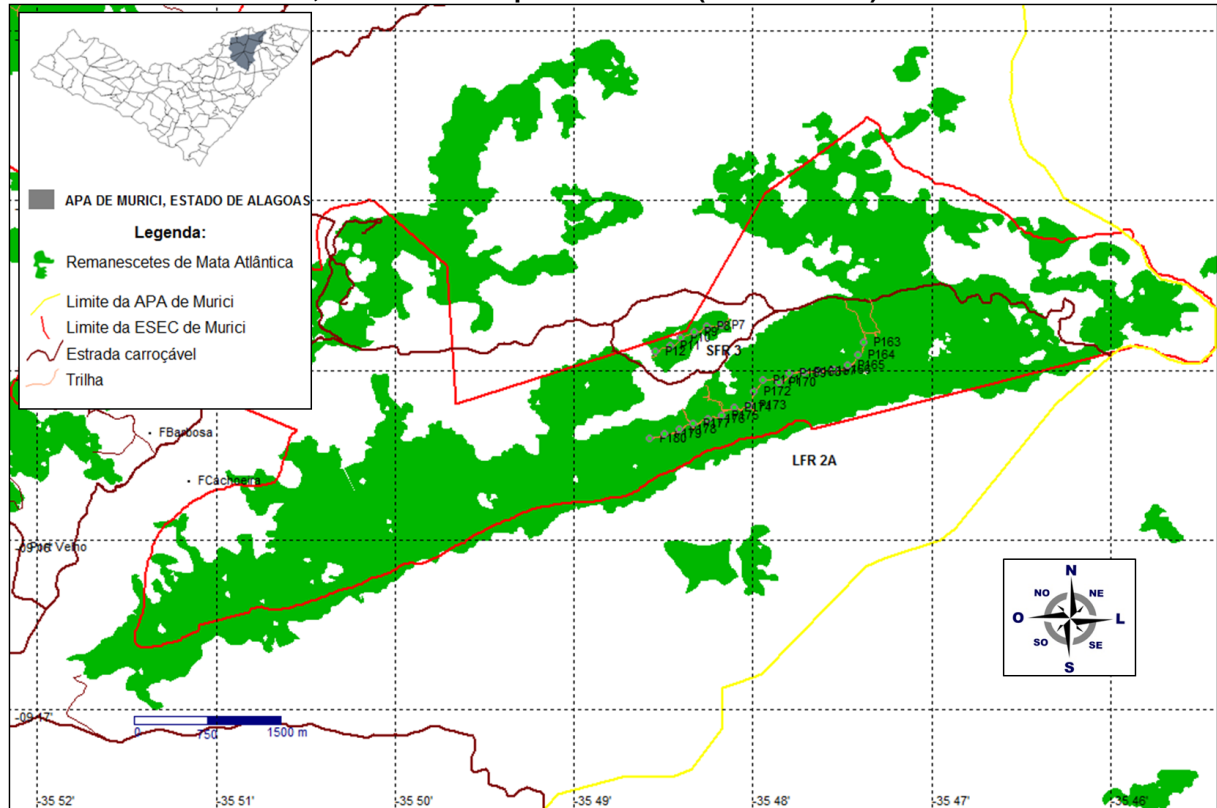
Apêndice 20 - Mapa de localização do fragmento da Faz. São Roque (LFR 1B), Joaquim Gomes - AL, com trilhas e pontos de escuta (P127 à P144)
Appendix 20 - Location map of the fragment in the Farm São Roque (LFR 1B), Joaquim Gomes - AL, with trails and points counts (P127 to P144).



Fonte: Autor, 2013 / Source: Autor, 2013

Apêndice 21 - Mapa de localização do fragmento da Faz. Corte Novo (LFR 2A), Flexeiras, Messias e Murici - AL, com trilhas e pontos de escuta (P163 à P180)

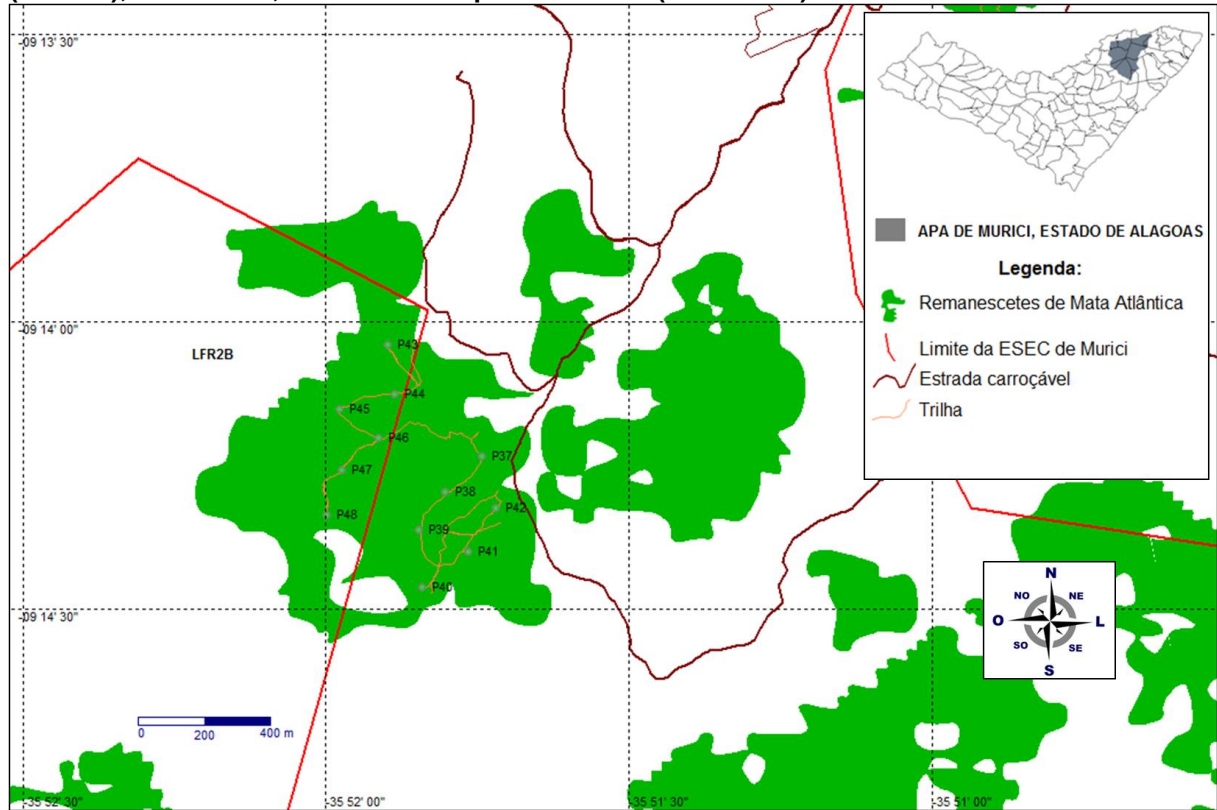
Appendix 21 - Location map of the fragment in the Farm Corte Novo (LFR 2A), Flexeiras, Messias and Murici - AL, with trails and points counts (P163 to P180).



Fonte: Autor, 2013 / Source: Autor, 2013

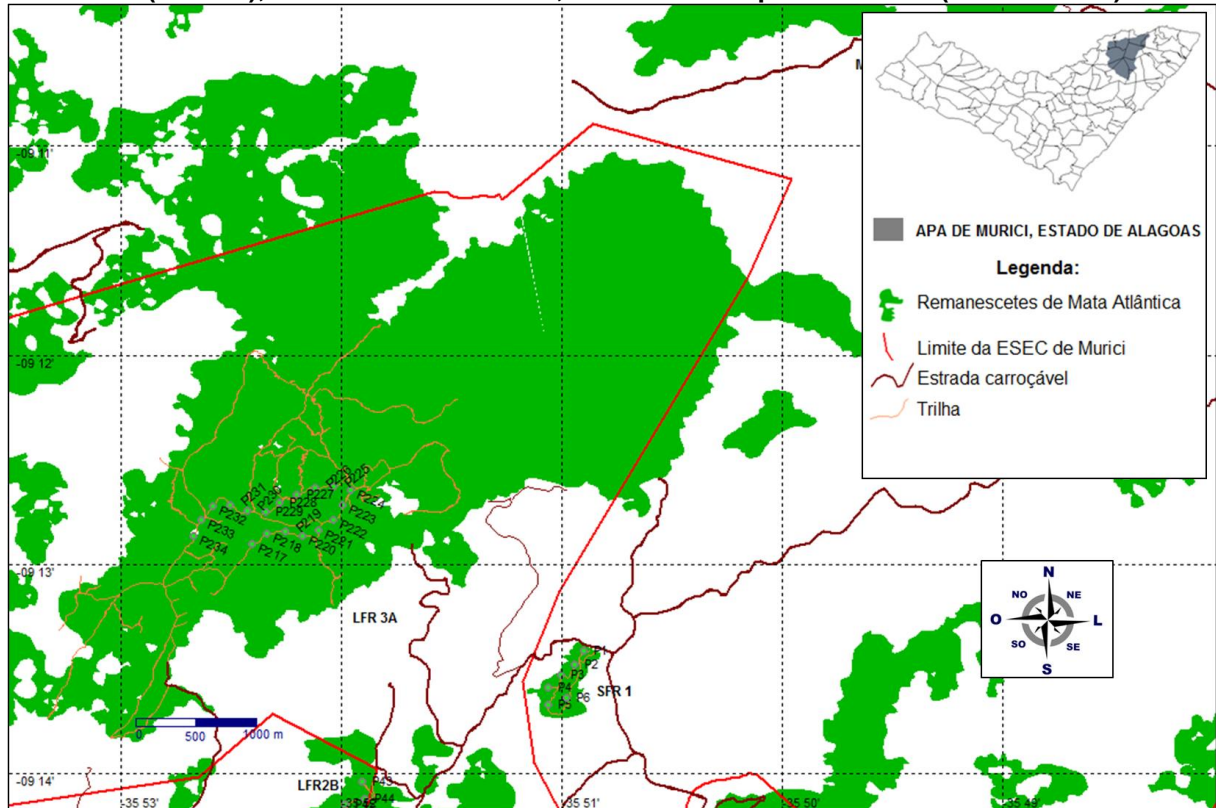
Apêndice 22 - Mapa de localização do fragmento do Sítio Socorró e Faz. Bananeira (LFR 2B), Murici-AL, com trilhas e pontos de escuta (P37 à P48)

Appendix 22 - Location map of the fragment in the Fruit Farm Socorró and Farm Bananeira (LFR 2B), Murici - AL, with trails and points counts (P37 to P48).



Fonte: Autor, 2013 / Source: Autor, 2013

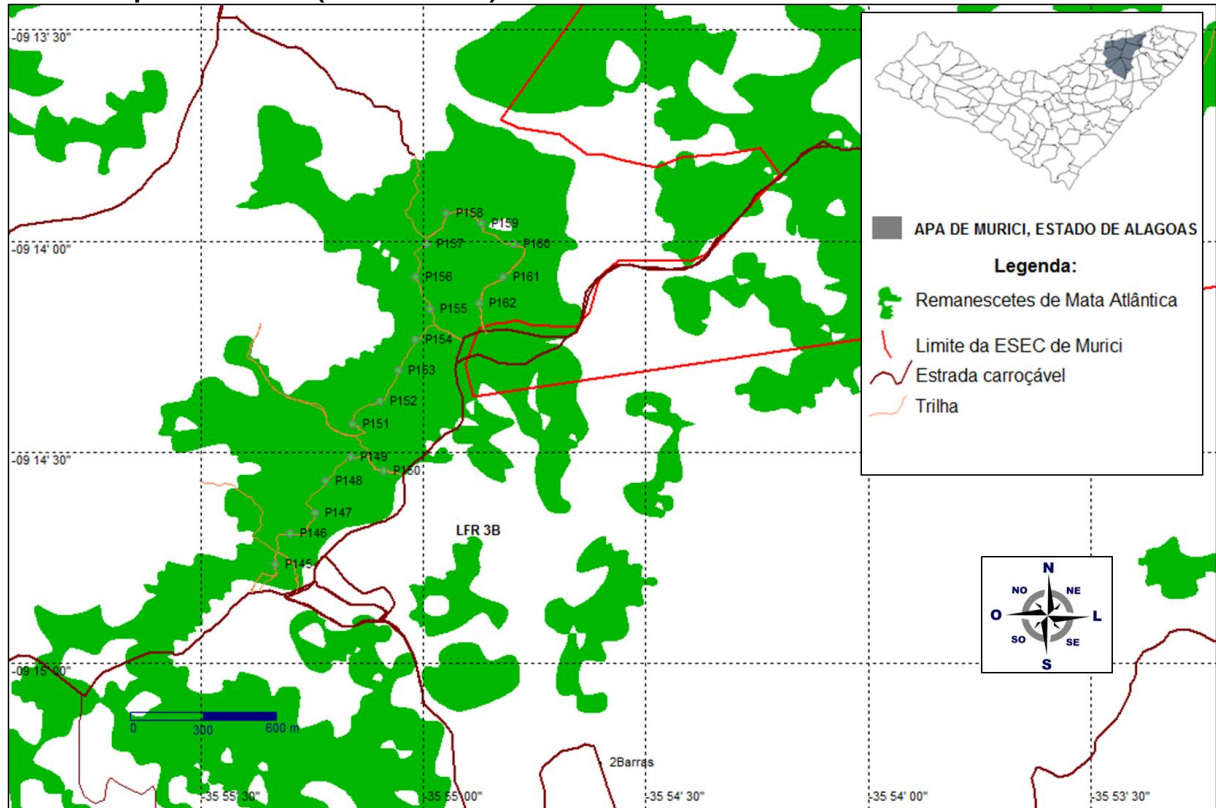
Apêndice 23 - Mapa de localização do fragmento das Fazendas Bananeira, Angelin, Pedra Branca e Retiro (LFR 3A), Murici e Flexeiras - AL, com trilhas e pontos de escuta (P217 à P234)
Appendix 23 - Location map of the fragment in the Farms Bananeira, Angelin, Pedra Branca and Retiro (LFR 3A), Murici e Flexeiras - AL, with trails and points counts (P217 to P234).



Fonte: Autor, 2013 / Source: Autor, 2013

Apêndice 24 - Mapa de localização do fragmento do Assentamento Pacas (LFR 3B), Murici - AL, com trilhas e pontos de escuta (P145 à P162).

Appendix 24 - Location map of the fragment in the Settlement Pacas (LFR 3B), Murici - AL, with trails and points counts (P145 to P162).



Fonte: Autor, 2013 / Source: Autor, 2013