



MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

MESTRADO EM ZOOLOGIA – ÁREA: BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

EFEITO DO PLANTIO DE DENDÊ SOBRE A DIVERSIDADE

FUNCIONAL DE AVES NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia, área Biodiversidade e Conservação, do Museu Paraense Emílio Goeldi e da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Zoologia.

Orientador: Dr. Marcos Pérsio Dantas Santos

Linha de pesquisa: Ecologia animal.

BELÉM-PA

2017

LARISSA CARDOSO SILVA

**O EFEITO DO PLANTIO DE DENDE SOBRE A DIVERSIDADE
FUNCIONAL DE AVES NA AMAZONIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia, área Biodiversidade e Conservação, do Museu Paraense Emílio Goeldi e da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Zoologia.

Orientador: Dr. Marcos Pérsio Dantas Santos

Linha de pesquisa: Ecologia animal.

BELÉM-PA

2017

Dados Internacionais de Catalogação- na-Publicação (CIP)
Biblioteca do Instituto de Ciências Biológicas - UFPA

Silva, Larissa Cardoso

Efeito do plantio de dendê sobre a diversidade funcional de aves na Amazônia Oriental / Larissa Cardoso Silva ; Orientador, Marcos Pérsio Dantas Santos. - 2017.

44 f. : il.

Inclui bibliografia

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Museu Paraense Emílio Goeldi, Programa de Pós-graduação em Zoologia, Belém, 2017.

1. Aves - Amazônia. 2. Biodiversidade. 3. Dendezeiro. 4. Solo - uso. I. Santos, Marcos Pérsio Dantas, orientador. II. Título.

CDD – 22 ed. 598.09811

LARISSA CARDOSO SILVA

**EFEITO DO PLANTIO DE DENDÊ SOBRE A DIVERSIDADE
FUNCIONAL DE AVES NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia MPEG/UFPA, Área Biodiversidade e Conservação, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Zoologia, avaliada pela banca examinadora:

Dr. Alexandre Aleixo
Museu Paraense Emilia Goeldi, MPEG.
(Avaliador Interno)

Dr. Luciano Fogaça de Assis Montag
Universidade Federal do Pará, UFPA.
(Avaliador Interno)

Dr. Sergio Henrique Borges
Universidade Federal do Amazonas, UFAM.
(Avaliado Externo)

Dr. Caio Graco Machado
Universidade Estadual de Feira de Santana,
UEFS.
(Avaliado Externo)

Dr. Rafael Ligeiro
Universidade Federal do Pará, UFPA.
(Avaliador Externo)

BELÉM-PA

2017

Agradecimentos

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Zoologia, à Universidade Federal do Pará e ao Museu Paraense Emílio Goeldi pelo apoio institucional.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao PIRE/USAID, Conservação Internacional e aos Grupos Agropalma S. A e Biopalma da Amazônia S. A., pelo apoio financeiro e logístico, sem os quais esse trabalho não seria possível.

Ao meu orientador Marcos Pérsio, pela orientação, pela confiança, pela coleta de dados em campo, e pelos ensinamentos que contribuíram para esse trabalho e para minha vida acadêmica.

Aos colegas ornitólogos que participaram da coleta de dados, na identificação das espécies e discursões, Pablo V. Cerqueira, Gabriela R. Gonçalves, Maíra R. Cardoso, Fernanda C. Barros (minha metade da lista) e Sara M. Almeida, por toda ajuda nas coletas de campo, pela amizade, pelas conversas, por estarem sempre disponíveis, principalmente nas horas de desespero. O campo e os dias elaborando esse trabalho não seriam os mesmos sem vocês.

Aos colegas da turma de mestrado, em especial a “Dona” Alana Patricia M. Guterres, Carolina G. Sarmiento e Yamin Reis, as quatro mosqueteiras da turma de ecologia 2015, por estarem sempre disponíveis, pela ajuda nas disciplinas, pela amizade, e por compartilhar de toda agonia do mestrado.

Aos colegas do Laboratório de Ecologia e Zoologia de Vertebrados (UFPA), por ajudarem com as dúvidas diárias e fazer a alegria dos meus dias na UFPA.

Aos meus pais, minha mãe Regina S. C. Silva e meu pai Francisco F. S. Filho, por todo amor, apoio, pela compreensão, sem isso eu não teria conseguido.

Aos meus irmãos, Tássia Lorena C. S. Moreira e Francisco Welton M. Moreira, pelo apoio em tudo que sempre precisei. Muito obrigada.

Aos meus amigos da vida, que me aguentaram reclamando o tempo todo e compartilharam um pouco das dificuldades da vida acadêmica, Priscila V. Bessa, Danila N. da Silva, Suzana M. Barbosa, Phamella V. Magalhães e Bárbara Dias.

Por fim, agradeço aos funcionarios da empresa Biopalma que me auxiliaram no campo Rosane Furtado e Odair José B. Costa, e a todas as pessoas que colaboraram direta ou indiretamente para que esse trabalho fosse possível.

SUMÁRIO

Resumo.....	07
Introdução.....	09
Materiais e métodos.....	11
Área de Estudo.....	11
Amostragem da Avifauna.....	13
Traços funcionais.....	14
Variáveis ambientais.....	15
Análises estatísticas.....	16
Resultados.....	18
Discussão.....	20
Referências.....	25
ANEXO I.....	33
ANEXO II.....	35

Resumo

As plantações de dendezeiros (*Elaeis guineenses*, Jacq.) estão entre as práticas agrícolas que mais crescem no mundo, e está entre as que mais alteram a paisagem nas regiões tropicais e que conhecidamente afetam a diversidade de espécies. Neste sentido avaliamos a diversidade funcional de aves em 11 pontos de plantio de dendê, 11 em áreas de preservação permanente (APP), que são porções de mata ciliar que inclui as margens de cursos d'água com largura de 10m a 30 m de cada lado da corrente, e 11 em fragmentos florestais adjacentes na Amazônia Oriental. Para testar o efeito dos plantios de dendê sobre a diversidade funcional (DF) de aves, foram calculadas três métricas funcionais, a riqueza funcional (FRic), a equitabilidade funcional (FEve) e a divergência funcional (FDiv). Para testar a resposta das características funcionais às condições ambientais, utilizamos a análise de ordenação RLQ. Registramos 269 espécies de aves, sendo 52 espécies registradas nas plantações de dendê, 158 em APP e 203 nos fragmentos florestais. A FRic foi menor nas plantações de dendê, quando comparadas as APP's e dos fragmentos florestais. No entanto, as áreas de APP não diferiram dos fragmentos florestais. Já a equitabilidade funcional não diferiu entre os tratamentos e a divergência funcional se mostrou maior nos fragmentos florestais em comparação com a APP e palma. Porém, não houve diferença entre palma e APP. A análise de RLQ mostrou uma relação entre traços e variáveis ambientais. Esse declínio na diversidade funcional nos mostra que a perda de espécies florestais não foi compensada pela adição de novas espécies tolerantes a perturbações. Ressaltamos a importância da manutenção e preservação dos fragmentos florestais e das florestas ripárias (APP) em áreas agrícolas, e que esta se mostra uma boa estratégia de conservação dentro de regiões altamente ameaçadas, como é o caso da Amazônia Oriental.

Palavras Chaves: Avifauna, Diversidade funcional, *Elaeis guineensis*, Perda de biodiversidade, Uso da terra.

Abstract

Oil palm plantations (*Elaeis guineenses*, Jacq.) are among the fastest growing agricultural practices in the world, and are among the most disturbing in the landscape in tropical regions and are known to affect species diversity. In this sense, we evaluated the functional diversity of birds in 11 points of palm plantation, 11 in permanent preservation areas (APP), which are portions of ciliary forest that includes the margins of water courses with a width of 10m to 30m of each Side of the stream, and 11 in adjacent forest fragments in the eastern Amazon. To evaluate the effect of palm plantations on the functional diversity (DF) of birds, three functional metrics, functional richness (FRic), functional evenness (FEve) and functional divergence (FDiv) were calculated. To test the response of functional characteristics to environmental conditions, we used RLQ ordering analysis. We recorded 269 bird species, 52 species recorded in palm plantations, 158 in APP and 203 in forest fragments. The FRic was lower in palm plantations when compared to APP and forest fragments. However, the APP did not differ from the forest fragments. Functional evenness did not differ between treatments and the functional divergence was shown to be higher in forest fragments compared to APP and palm. However, there was no difference between palm and APP. The RLQ analysis showed a relationship between traces and environmental variables. This decline in functional diversity shows that the loss of forest species has not been offset by the addition of new, disease tolerant species. We emphasize the importance of the maintenance and preservation of forest fragments and riparian forests (APP) in agricultural areas, and that this is a good conservation strategy within highly endangered regions, such as the Eastern Amazon.

Key words: Avifauna, Functional diversity, *Elaeis guineensis*, Biodiversity loss, Land use.

EFEITO DO PLANTIO DE DENDÊ SOBRE A DIVERSIDADE FUNCIONAL DE AVES NA AMAZÔNIA ORIENTAL

Larissa C. Silva^{1 2 *}; Marcos P. D. Santos^{1 2}

¹ Laboratório de Ecologia e Zoologia de Vertebrados – Ornitologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará - Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá. CEP 66075-110. Caixa 46 postal, 479. Belém - Pará - Brasil.

² Programa de Pós-graduação em Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi/ Universidade Federal do Pará.

* E-mail: lcardosobio@gmail.com

Introdução

A agroindústria, a extração ilegal de madeira e a mineração estão entre as principais causas da diminuição das florestas tropicais, contribuindo com aumento de 29% do desmatamento na Amazônia Legal no ano de 2016, somente nos estados do Pará e Maranhão a área desmatada correspondeu a 3.286 km² (INPE, 2015). Segundo Almeida e Vieira (2010), o leste amazônico já perdeu aproximadamente 76% da vegetação nativa, e atualmente essas áreas desmatadas são ocupadas principalmente por atividades agropecuárias e extração madeireira ilegal (9,7%).

Dentro do macrosetor da agroindústria, umas das práticas que mais tem convertido florestas em áreas de cultivo é o plantio do dendê (*Elaeis guineenses*, Jacq.), com produção de 61,432 milhões de toneladas, dos 176,25 milhões de toneladas das principais oleaginosas produzidas mundialmente (USDA, 2017). Esse crescimento se deve à grande demanda de matéria-prima para as indústrias alimentícias, de cosméticos, produtos de higiene e recentemente de biocombustíveis (Koh, 2008b; Corley, 2009; Rival & Levang, 2014). No Brasil o cultivo do dendê se concentra justamente na região leste da Amazônia brasileira, principalmente no nordeste paraense, que historicamente é a região que mais sofreu com fortes alterações antrópicas relacionadas, a práticas da agroindústria, (Watrin *et al.*, 1998; Abrapalma, 2015). Estudos sugerem que cerca de 31 milhões de hectares na Amazônia sejam aptos ao plantio da palma nos estados do Acre, Amazonas, Amapá, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia e Roraima, mas atualmente os plantios ocupam cerca de 178 mil hectares (Abrapalma, 2015).

Estudos conduzidos no sudeste asiático, onde se localizam as maiores áreas da produção mundial de dendê, a maior parte da expansão do cultivo se deu através da conversão da floresta nativa (Wakker, 2004; Koh & Wilcove, 2008), demonstram que as áreas de plantio de palma possuem uma baixa riqueza de espécies quando comparadas a florestas nativas (Danielsen *et al.*, 2009), podendo levar a modificações na estrutura das comunidades bióticas (Koh, 2008b; Fitzherbert *et al.*, 2008; Danielsen *et al.*, 2009; Savilaakso *et al.*, 2014). Na Amazônia brasileira, estudos demonstraram que áreas de plantio de palma possuem menor riqueza de espécies quando comparadas a floresta nativa (Correa *et al.*, 2015; Lees *et al.*, 2015; Almeida *et al.*, 2016), isso ocorre devido às plantações de palma possuírem estrutura menos complexa, quando comparados às florestas naturais (Fitzherbert *et al.*, 2008), pois apresentam árvores com idade uniforme, pouca cobertura de dossel, sub-bosque esparsos e microclima pouco estável (Foster *et al.*, 2011).

Alterações na estrutura da vegetação influenciam nas distribuições, interações e adaptações dos organismos aos ambientes (Wiens, 1976), uma vez que as espécies dependem da disponibilidade de habitats e recursos para que estas possam realizar suas funções ecológicas, e sabe-se que ambientes heterogêneos são capazes de suportar uma maior variabilidade de nichos das espécies (Bazzaz, 1975; Magurran, 1988; Tews, 2004). As mudanças no uso da terra atraem a atenção devido aos impactos que essas práticas causam sobre a riqueza e diversidade de espécies, e atualmente a diversidade funcional tem obtido maior relevância e vem sendo melhor documentada, em relação aos ecossistemas (Hector & Bagchi, 2007; Luck *et al.*, 2013), devido à grande relação que essa medida tem com a manutenção e funcionamento dos processos ecológicos das comunidades (Díaz & Cabido, 2001; Tilman, 2001; Petchey & Gaston, 2006; Griffin *et al.*, 2009).

Estudos recentes sugerem que o funcionamento do ecossistema depende não apenas do número de espécies e suas abundâncias, mas das características das espécies presentes na comunidade (Tilman, 2001; Cianciaruso *et al.*, 2009). Nesse sentido, avaliar comunidades biológicas do ponto de vista funcional pode complementar os indicadores tradicionais, permitindo uma visão mais complexa dos efeitos que um determinado distúrbio tem sobre a comunidade (Moretti *et al.*, 2009). O ganho ou a perda de espécies

pode determinar o futuro da estrutura funcional de uma comunidade, sendo a perda de espécies únicas um impacto ecológico maior do que a perda de espécies semelhantes funcionalmente (Barbet-Massin & Jetz, 2015), podendo levar a sérias implicações no funcionamento do ecossistema (Luck *et al.*, 2013).

Para este estudo focamos na assembleia de aves, pois estas formam um grupo ecológico importante, realizando diversos serviços ecológicos significativos dentro de um ecossistema, incluindo a dispersão de sementes, controle de pragas, polinização (Nathan & Müller-Landau, 2000; Pizo & Galetti, 2010). As aves possuem atributos ecológicos que se diferenciam de acordo com a localização geográfica, ocupando diferentes nichos, sendo assim sensíveis as mudanças no ambiente (Sekercioglu, 2006; Sekercioglu, 2012; Kissling *et al.*, 2012; Jetz *et al.*, 2007). Nesta perspectiva, nosso objetivo foi avaliar a diversidade funcional de aves em áreas de plantio de palma, áreas de preservação permanente (APP) que transpassam as áreas de plantio e em fragmentos florestais adjacentes as áreas de plantio, na Amazônia Oriental. Buscamos responder se áreas de plantio de palma afetam negativamente a diversidade funcional das comunidades de aves do leste amazônico quando comparadas a remanescentes florestais e quais características funcionais são favorecidas com a conversão da floresta em plantios de dendê.

Materiais e métodos

Área de estudo

A área de estudo esta localizada no nordeste paraense, nos municípios de Tailândia e Concórdia do Pará, dentro dos complexos agroindustriais das empresas Agropalma S.A. e Biopalma da Amazônia S.A. A área dos dois complexos possuem um total de 95 mil *ha* de plantio de palmeira de dendê (o que corresponde a cerca de 50% da área total de Dendê no Brasil) e 159 mil *ha* de reserva natural e preservação permanente (AGROPALMA, 2015; BIOPALMA, 2016). Essas empresas possuem certificação da *Roundtable on Sustainable Palm Oil* (RSPO), que é uma iniciativa global que visa desenvolver e implementar padrões globais para o óleo de palma sustentável (RSPO, 2016), ou seja, as empresas que possuem essa certificação realizam, dentre

vários projetos socioambientais, projetos de monitoramento e conservação de fauna e flora em suas áreas de preservação.

A pluviosidade média anual da região é de 2.451 mm, com clima considerado quente e úmido, com duas estações bem marcadas: estiagem (de junho a novembro) e chuvosa (de dezembro a maio), temperatura média anual em torno de 26°C e a umidade relativa varia em torno 84 a 93% (Albuquerque *et. al.*, 2010); Fig. 1.

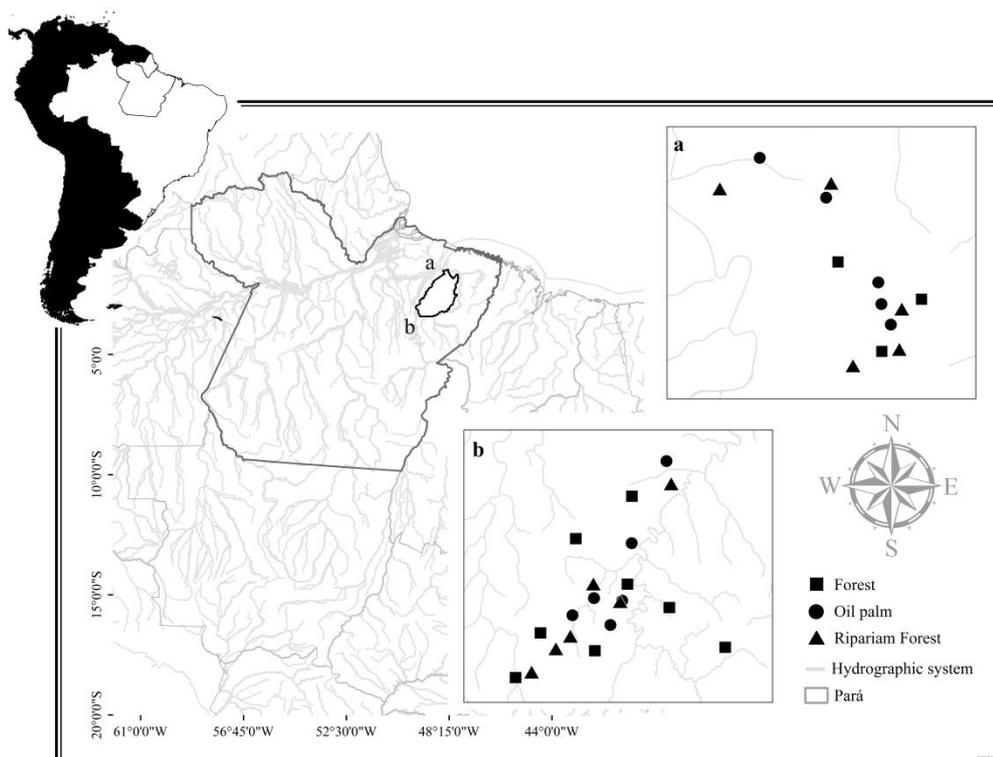


Fig. 1: Mapa do Brasil mostrando o estado do Pará, sítios amostrados no complexo agro-industrial da Biopalma da Amazônia S. A. (a) e Agropalma S. (b).

O presente estudo foi realizado em 33 parcelas, sendo onze em áreas de plantio de dendê, onze em áreas de preservação permanente (APP) e onze em floresta nativa. As parcelas de plantio foram estabelecidas dentro das áreas plantadas exclusivamente com palmeiras de dendê (*Elaeis guineenses*, Jacq.), já as parcelas de APP correspondem a porções de mata ciliar que inclui as margens de cursos d'água com largura de 10m a 30 m de cada lado da corrente, essas áreas de APP, transpassam os plantios de dendê, formando corredores de floresta que conectam os fragmentos florestais. Portanto, a inclusão dos cursos de água nas parcelas de estudo baseou-se no fato de que a mata ciliar além de ser um tipo de habitat protegido pela legislação brasileira

tem potencial para funcionar como corredores ecológicos que se conectam aos fragmentos de reserva natural (Lees & Peres, 2008; Knowlton *et al.*, 2017). A vegetação natural predominante nas parcelas de floresta nativa é floresta de terra firme, caracterizada como Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (Bolfe & Batistella, 2011); Fig. 2.

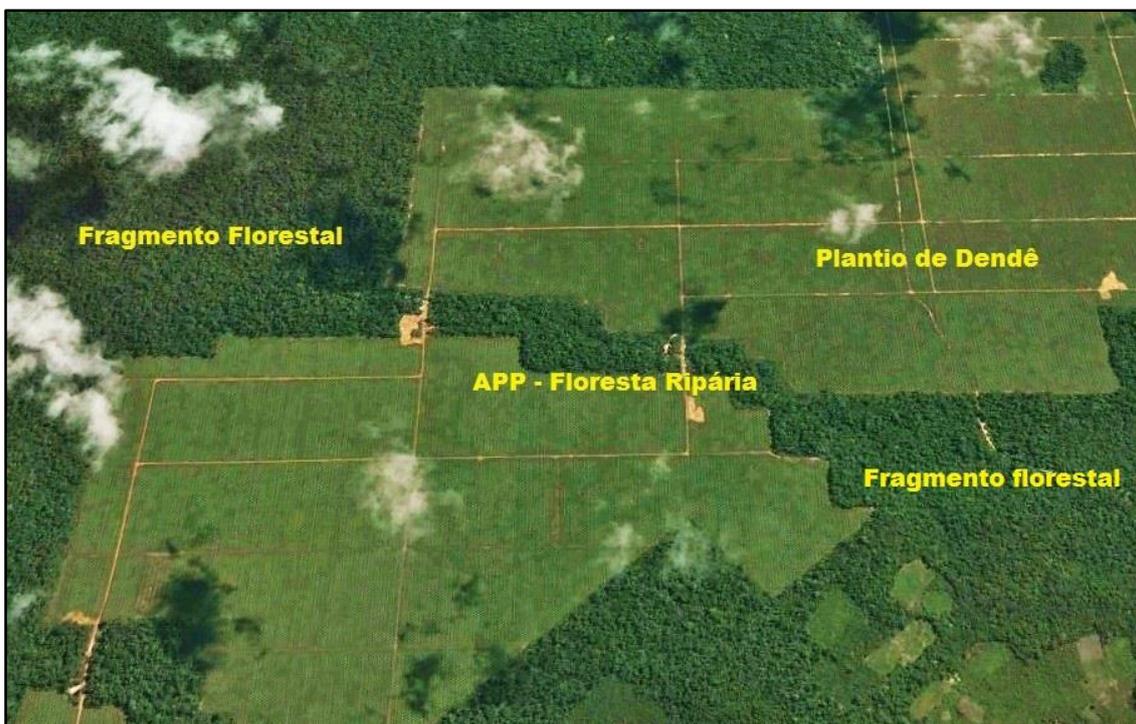


Fig. 2: Aspecto geral da área de estudo, demonstrando a configuração da paisagem com os fragmentos florestais, plantio de dendê e as florestas ripárias (APP's), as quais transpassam o plantio e conectam os fragmentos. Fonte: Google Earth.

Amostragem da Avifauna

A avifauna foi amostrada pelo método de censos por pontos de raio fixo (Blondel *et al.*, 1970; Vielliard *et al.*, 2010), nos anos de 2012 à 2016. Foram estabelecidos 10 pontos de censo em cada parcela, os quais foram separados 200 m entre si, em cada ponto a duração de cada contagem foi de 10 minutos, sendo realizada entre 5h às 10h30min. O número de indivíduos de cada espécie observada e/ou ouvida dentro de um raio de 50 m do observador foi registrado. Nos pontos de APP o raio dos censos foi limitado pela largura da floresta, evitando o registro de espécies fora da APP e consequentemente dentro do plantio de dendê.

Traços funcionais

Para cada espécie registrada, um conjunto de 21 características funcionais foram compilados, provenientes de uma atualização do banco de dados utilizado por Almeida *et al.*, 2016. Estas características possuem relação com os tipos de recursos alimentares consumidos, estrato de forrageio e padrões de atividade, além de parâmetros biométricos obtidos a partir de espécimes depositados na coleção ornitológica Fernando C. Novaes do Museu Paraense Emílio Goeldi, em Belém, Pará, Brasil. Estas características têm sido utilizadas em vários estudos de diversidade funcional em aves (Petchey *et al.*, 2007; Edwards *et al.*, 2013; Hidasi-Neto *et al.*, 2012.), e fornecem uma medida confiável de como as diferentes espécies exploram e competem por recursos (Sekercioglu, 2006); (Tabela 1).

Tabela 1: Tabela de traços utilizados para medir a diversidade funcional das espécies de aves das áreas de plantio de palmeira de dendê, APP e floresta nativa no nordeste paraense.

Característica funcional	Código	Fonte
1. Massa corporal	BodyMass	Wilman et al. 2014
2. Comprimento do bico	BeakL	MPEG
3. Altura do bico	BeakH	MPEG
4. Largura do bico	BeakW	MPEG
5. Comprimento do Tarso	Tarsus	MPEG
6. Dieta de invertebrados	Diet-Inv	Wilman et al. 2014
7. Dieta de vertebrados	Diet-vert	Wilman et al. 2014
8. Dieta de peixes	Diet-Vfish	Wilman et al. 2014
9. Dieta de detritos	Diet-Scav	Wilman et al. 2014
10. Dieta de frutas	Diet-Fruit	Wilman et al. 2014
11. Dieta de néctar	Diet-Nect	Wilman et al. 2014
12. Dieta de grãos	Diet-Seed	Wilman et al. 2014
13. Dieta de partes vegetais	Diet-Plant	Wilman et al. 2014
14. Forrageio na água	Water	Wilman et al. 2014
15. Forrageio no chão	Ground	Wilman et al. 2014
16. Forrageio no sub-bosque	Understory	Wilman et al. 2014
17. Forrageio no estrato médio	Midhigh	Wilman et al. 2014

18. Forrageio no dossel	Canopy	Wilman et al. 2014
19. Forrageio no ar	Aerial	Wilman et al. 2014
20. Atividade noturna	Nocturnal	Wilman et al. 2014
21. Atividade diurna	Diurnal	Wilman et al. 2014

Variáveis Ambientais

A coleta dos dados ambientais foi realizada com método quantitativo adaptado do protocolo de Magalhães *et al.* (2014). Esse protocolo tem por objetivo avaliar diferentes tipos de perturbações antrópicas e quantificar o maior número possível de variáveis ambientais para posteriormente testar seus efeitos sobre a biodiversidade. Com esse mesmo intuito, instalou-se em cada unidade amostral três quadrantes medindo 3x3m separados 300m entre si, para que fossem coletados os dados ambientais.

Para medir a complexidade do sub-bosque e a abertura de dossel foi usada a metodologia adaptada de Marsden *et al.* (2002). As medidas foram determinadas a partir de fotos digitais, obtidas com máquina fotográfica Nikon (Coolpix S3300) a 1,20m acima do solo no sentido vertical para a abertura de dossel e à 3m de distância do fundo de tecido branco para complexidade de sub-bosque. Foram selecionadas três fotos, que em seguida foram convertidas para escala de cinza para que se pudesse calcular a porcentagem de pixels brancos na figura utilizando o programa ENVI 4.5 (ITT Visual Information Solutions, Boulder, CO, USA).

Foram realizadas estimativas visuais das seguintes variáveis: i) características da cobertura vegetal: tipo de vegetação, número de árvores grandes (DAP > 15cm), número de árvores pequenas (DAP < 15cm), altura do dossel (m), número de árvores mortas em pé, número de epífitas, número de palmeiras, número de arbustos, número de gramíneas e número de cipós; e ii) cobertura do solo: porcentagem de solo e rochas expostas, número de troncos caídos e presença de cupimzeiros/formigueiros.

Essas variáveis foram categorizadas de acordo com a frequência de ocorrência e posteriormente transformadas em medidas quantitativas. Além disso, foram mensuradas medidas de altura de serrapilheira (cm) usando uma régua, temperatura (°C) e umidade (%) com o uso de um termohigrômetro. As

variáveis com amplitude de variação igual a zero e/ou coeficiente de variação menor que um ($cV < 10\%$) foram removidas (Anexo 1).

Análises estatísticas

Com base nos dados, construímos três matrizes para análise: uma matriz de abundância de espécies (espécie versus local), uma matriz ambiental (variáveis ambientais versus local) e uma matriz de características funcionais (espécie versus traços).

A matriz de características funcionais foi convertida em uma matriz de semelhança usando a medida de distância de Gower (Pavoine *et al.*, 2009), uma vez que a matriz de dados é mista (com dados qualitativos e quantitativos). Posteriormente foi produzido um dendrograma funcional usando o método de agrupamento UPGMA.

Para testar se os plantios de dendê afetam a diversidade funcional (DF) de aves, foram calculadas três métricas funcionais através do método proposto por Villéger *et al.* 2008: A riqueza funcional (FRic), a equitabilidade funcional (FEve) e a divergência funcional (FDiv), que medem diretamente a distribuição das espécies no espaço funcional e são independentes da riqueza de espécies e entre si, sendo assim, complementares, permitindo comparar comunidades com diferentes riquezas de espécies sem viés (Villéger *et al.*, 2008).

A riqueza funcional quantifica o volume de espaço funcional ocupado pela comunidade (Cornwell *et al.*, 2006; Mouchet *et al.*, 2010; Villéger *et al.*, 2008). Quando uma comunidade apresenta alta FRic, isto significa que esta possui muitos traços e alta utilização dos recursos, enquanto que uma comunidade com baixa FRic não apresentaria algumas características, sugerindo que alguns nichos não estão sendo ocupados (Prescott *et al.*, 2016). A equitabilidade funcional quantifica a regularidade com que o espaço funcional é preenchido pelas espécies, de acordo com a sua abundância (Mason *et al.*, 2005; Villéger *et al.*, 2008). Então uma comunidade com alta FEve teria abundâncias relativamente iguais em todo o espaço de traços, o que teoricamente significaria que recursos estão sendo usados de forma eficiente nesta comunidade (Prescott *et al.*, 2016). A FEve diminui quando a abundância é menos distribuída uniformemente entre as espécies ou quando as distâncias funcionais entre as espécies são menos regulares (Villéger *et al.*, 2008). Já a

divergência funcional mostra como a abundância está distribuída dentro do espaço funcional ocupado pelas espécies. Se a FDiv é alta significa que há altos níveis de diferenciação de nicho e potencialmente menor concorrência por recursos dentro da comunidade (Mason *et al.*, 2005; Villéger *et al.*, 2008; Prescott *et al.*, 2016). Estas análises foram realizadas através da função "dbFD" do pacote "FD" no ambiente R (R Development Core Team 2016).

A riqueza de espécies e FEve foram comparados entre os tratamentos (floresta, App e palma) utilizando o teste ANOVA one-way, com teste *a post hoc* de Tukey para verificar diferenças significativas em pares. Já a FRic e FDiv foram comparados utilizando o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, pois os dados não apresentaram distribuição normal e variância homogênea para esses índices.

Para testar a resposta das características funcionais às condições ambientais, utilizamos a análise de ordenação RLQ (Doledéc *et al.*, 1996) para ligar os traços funcionais das aves às variáveis ambientais através da composição taxonômica (Pavoine *et al.*, 2011; Edwards *et al.*, 2013). Ela utiliza uma matriz R contendo dados ambientais; uma matriz Q contendo dados de características funcionais das espécies, e uma matriz L contendo dados da comunidade que liga as matrizes R e Q. A matriz de abundância das aves (L) contendo o número de indivíduos em cada táxon ocorrente em cada parcela amostral foi analisada por uma análise de correspondência (CA). Posteriormente, foi realizada uma análise de componentes principais (PCA) com as variáveis ambientais (matriz R), usando ponderações obtidas a partir dos resultados da CA e, dessa forma, liga-se a matriz R à matriz L.

Estas ordenações foram combinadas para efetuar a análise RLQ, um tipo de análise de co-inércia que maximiza a co-variância entre as variáveis ambientais (R) e os traços (Q) (Dolédec *et al.*, 1996; Ribera *et al.*, 2001; Shieh *et al.*, 2012). Por fim, usaremos um teste de permutação de Monte-Carlo com 1000 repetições para testar a significância da relação entre nossos dados ambientais e os traços funcionais. A análise será realizada no pacote "ade4" (Dray & Dufour, 2007), implementado no software R.

Resultados

Registramos 269 espécies de aves, sendo 52 espécies registradas nas plantações de dendê, 158 espécies nas áreas de APP e 203 nas florestas nativas (Anexo 2). Em média a riqueza de espécies foi de $83,3 \pm 9,5$ (média e desvio padrão) em parcelas de floresta nativa, $51,2 \pm 6,6$ em parcelas de APP e $20,2 \pm 4,7$ em parcelas de plantio de palma, e estas diferenças foram significativas entre os tratamentos ($F=84$, $df = 30$, $p<0,001$; Fig. 2a).

A diversidade funcional de espécies medida através da riqueza funcional foi menor em ambientes de palma, quando comparadas a APP e floresta nativa ($H = 22$, $p < 0,001$). No entanto, as parcelas de APP não diferiram das parcelas de floresta nativa ($p = 1$; Fig. 2b). Já a equitabilidade funcional não diferiu entre os tratamentos ($F = 0,31$, $Gl = 30$, $p = 0,73$; Fig. 2c). A divergência funcional, por sua vez, se mostrou maior em parcelas florestais ($0,82 \pm 0,01$) em comparação com a APP ($0,79 \pm 0,02$) e palma ($0,79 \pm 0,03$) ($H = 12$, $p = 0,002$). Porém, não houve diferença entre palma e APP ($p = 1$; Fig. 2d).

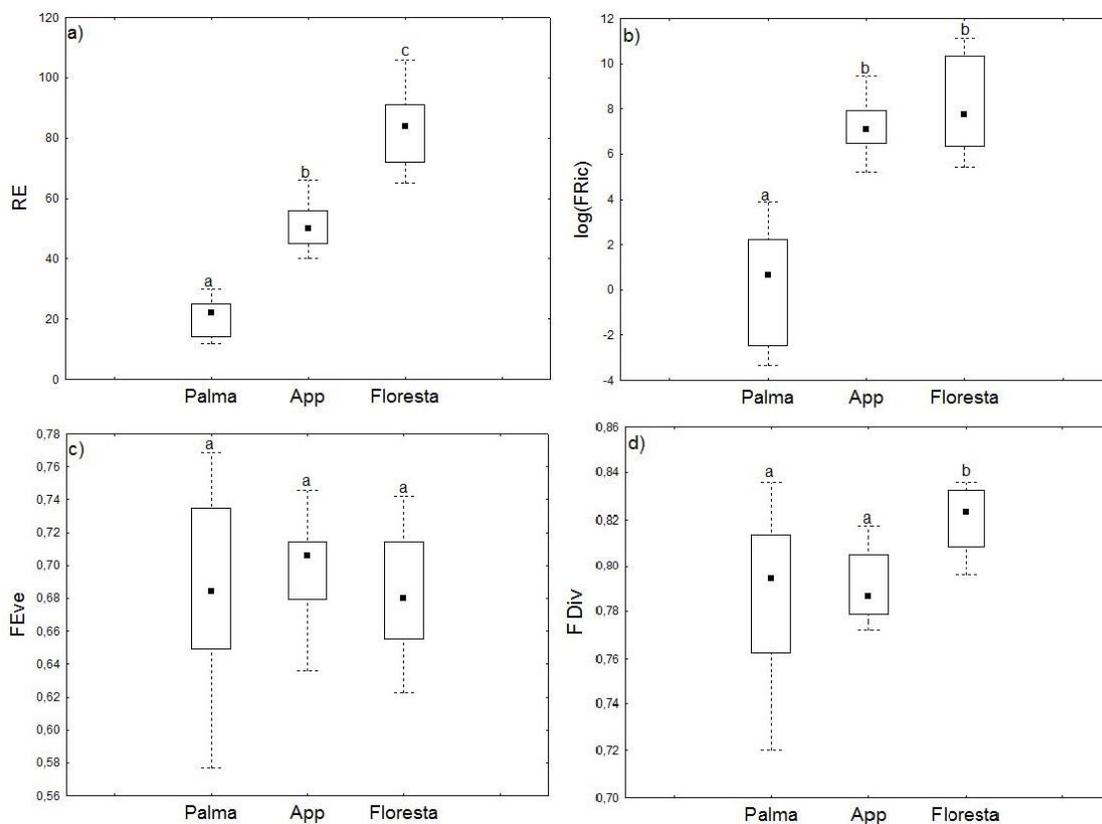


Fig.2: Parâmetros da diversidade funcional da assembleia de aves observadas em ambientes de plantio de palma, app e nos fragmentos florestais no nordeste do estado do Pará, Brasil. RE - Riqueza de espécies (a), FRic – Riqueza Funcional (b), FEve - Equitabilidade Funcional (c), FDiv – Divergência

Funcional (d). O ponto do meio representa a mediana, os limites inferior e superior dos gráficos de caixa representam os percentis 25 e 75 (primeiro e terceiro quartis, respectivamente), os pontilhados mostram valores mínimos e máximos. Valores indicados com letras diferentes são diferentes (de acordo com um teste a *post hoc*).

A análise de RLQ mostrou que as relações entre traços e variáveis ambientais podem ser resumidas pelos dois primeiros eixos (93,8% e 3,9%, respectivamente). A parte esquerda do primeiro eixo da RLQ identifica as características funcionais de forrageio no estrato médio, dieta de frutos, néctar e vertebrados, altura, comprimento e largura do bico e maior massa corporal, (Fig. 3d), associadas a presença de árvores com DAP < 15cm, altura da serapilheira e altura do dossel (Fig. 3b), que são encontrados nos ambientes de floresta (Fig. 3c). As espécies que representam esses ambientes são *Ramphastos tucanus* (Sp196), *R. vitellinus* (Sp197), *Harpia harpyja* (Sp88), *Pteroglossus inscriptus* (Sp189), *Amazona farinosa* (Sp4) ou *Ara chloropterus* (Sp6) (Fig. 3a).

A parte direita do primeiro eixo destaca as características funcionais (dieta de sementes, dieta de detritos, forrageio no chão, associadas a presença de gramíneas, solos expostos, presença de palmeiras, maior abertura de dossel e maiores temperaturas, que são representados pelas parcelas de plantios de palma. As espécies correspondentes são *Columbina talpacoti* (Sp45), *Leptotila rufaxilla* (Sp111), *Coragyps atratus* (Sp47), *Sporophila americana* (Sp113) ou *Sporophila minuta* (Sp115). O segundo eixo da RLQ delineou as características de dieta de invertebrados, dieta de peixes, estrato de forrageio no dossel, estrato de forrageio aéreo, e comprimento do tarso associados com presença de árvores com DAP >15cm, presença de árvores mortas em pé, cipós, cupinzeiros e/ou formigueiros, ambientes de maior complexidade de sub-bosque e de maior umidade, que podem ser encontrados nos ambientes de mata ciliar e alguns ambientes de Floresta. Estes habitats foram caracterizados por espécies de *Chloroceryle aenea* (Sp36), *Ictinia plúmbea* (Sp100), *Buteo nitidus* (Sp18), *Megaceryle torquata* (Sp118), *Chelidoptera tenebrosa* (Sp34) ou *Nyctiphrynus ocellatus* (Sp151).

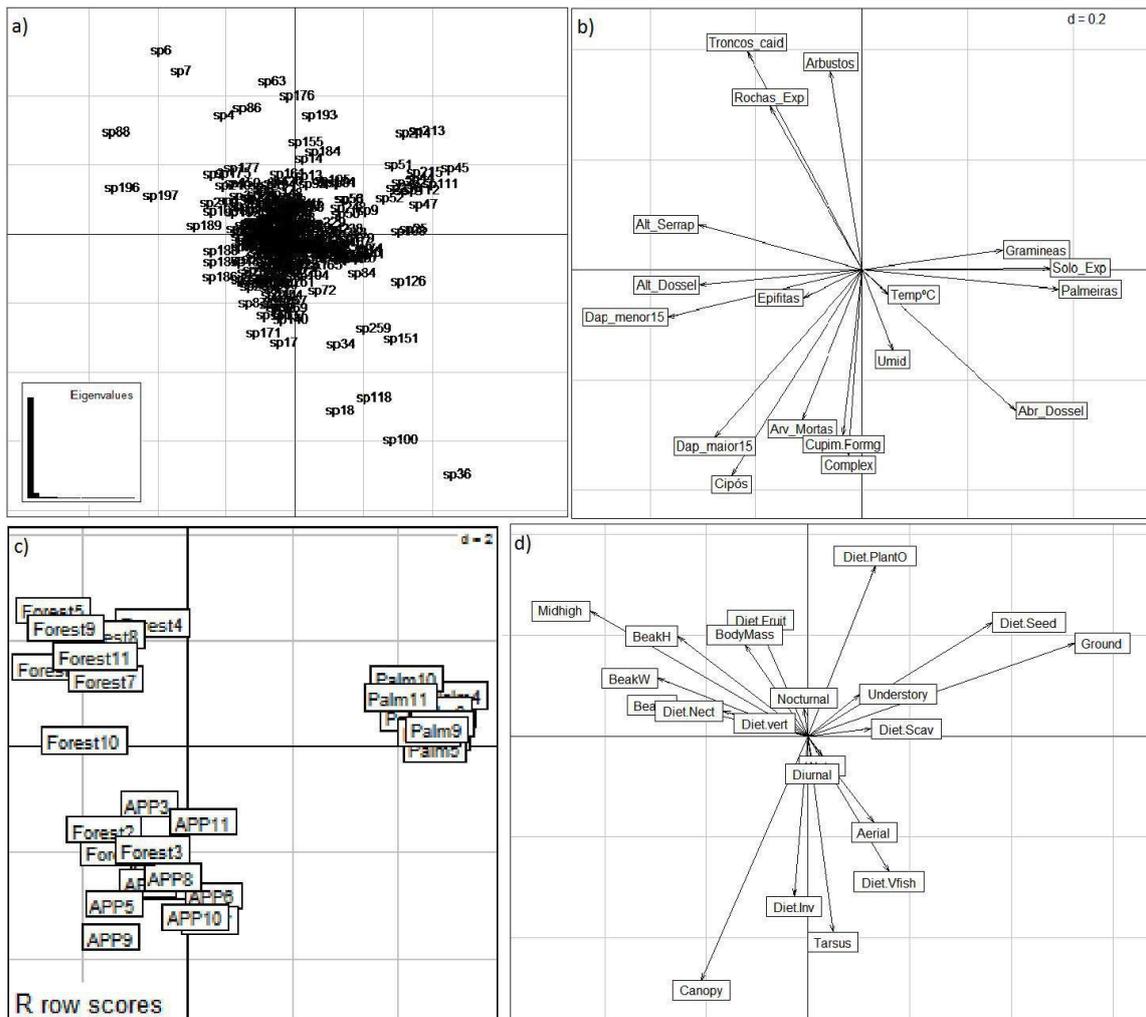


Fig.3: Resultados dos dois primeiros eixos da análise RLQ: (a) autovalores e pontuações de espécies (a inserção apresenta autovalores, com os dois primeiros eixos em preto), (b) Variáveis ambientais, (c) tratamentos (Floresta, App e Palma) e (d) Características funcionais.

Discussão

Nossos resultados mostram que a FRic foi menor nas parcelas de plantios de palma quando comparadas tanto as parcelas de mata ciliar quanto as parcelas de floresta nativa, esse resultado foi observado também em outros estudos realizados em áreas de monocultura.

Edwards *et al.* (2013) estudando besouros de estrume na região do sudeste asiático, encontrou uma maior riqueza funcional em áreas de floresta em relação às áreas de palma. De modo semelhante Prescott *et al.* (2016) estudando aves na ecoregião dos Llanos Orientais da Colômbia encontrou riqueza funcional superior em áreas de florestas em comparação com plantios de dendê e pastagem extensiva. Azhar *et al.* (2013), estudaram guildas tróficas de aves em áreas de plantio de dendê na costa oeste da Malásia, e

observaram um número maior de guildas em ambientes de floresta nativa, quando comparadas aos plantios, onde a maioria das espécies encontradas eram generalistas.

A baixa riqueza funcional encontrada nos plantios indica que a comunidade possui poucos traços funcionais e baixa disponibilidade de recursos para as espécies, sugerindo a atuação dos filtros ambientais, uma vez que as condições ambientais presentes nesses ambientes não permitem a colonização por uma ampla variedade de espécies de aves (Tilman, 1996). Esse declínio na FRic nos mostra que a perda de espécies florestais não foi compensada pela adição de novas espécies tolerantes a perturbações que poderiam preencher nichos funcionais vazios ou ocupar diferentes funções funcionais (Edwards *et al.*, 2010).

Observamos que a conversão da floresta em plantios de dendê não afeta a equitabilidade funcional, indicando que não houve diferença no espaço funcional ocupado pelas espécies nos diferentes tratamentos (ver também Edwards *et al.*, 2013). Já a divergência funcional se mostrou igualmente menor nas parcelas de palma e de mata ciliar, isto indica que ambas possuem um baixo grau de diferenciação de nicho e alta competição por recursos dentro das comunidades (Mason *et al.*, 2005; Prescott *et al.*, 2016). Edwards *et al.* (2013) também encontrou este resultado em comunidades de coleópteros em área de plantio de dendê na Malásia, onde a divergência funcional foi muito mais baixa na palma de dendê do que em qualquer um dos três habitats florestais. Esse resultado mostra a necessidade da preservação e ampliação desses remanescentes florestais dentro e/ou próximos aos cultivos de dendê para manutenção e aumento da diversidade funcional de aves o que levará a benefícios nos processos ecossistêmicos, como Koh (2008a) observou que a exclusão de espécies de aves em plantios de dendê na ilha de Borneo, na Malásia, levou a um aumento na taxa de herbivoria por insetos.

Estudos realizados na Costa Rica verificaram que os fragmentos florestais são fontes de espécies de aves que podem preda pragas em plantações de café (Karp *et al.*, 2013), e que a proximidade dos plantios de florestas preservadas é extremamente importante, pois fornece refúgios para biodiversidade o que possibilita maior riqueza taxonômica e funcional na matriz mitigando os efeitos negativos dos plantios (Koh *et al.*, 2009; Lucey *et al.*, 2014;

Gilroy *et al.*, 2015; Yue *et al.*, 2015; Prescott *et al.*, 2016). Magnago *et al.* (2014), examinou a diversidade funcional através de um gradiente de fragmentação, de pequenos a grandes fragmentos e de borda *versus* habitats interiores na Mata Atlântica, no sudeste do Brasil, e os resultados mostraram que a diversidade funcional está relacionada negativamente com o tamanho do fragmento e que esta é maior no interior dos fragmentos em comparação com a borda da floresta, indicando também que os remanescentes florestais menores têm menor diversidade do que os fragmentos maiores.

A análise RLQ mostrou a associação de algumas características das espécies com as áreas de mata ciliar e floresta nativa (forrageio no estrato médio, dossel e aéreo, dieta de frutos, néctar, invertebrados, vertebrados) indicando que esses traços estão relacionados a ambientes estruturalmente mais complexos (Sekercioglu, 2006). Estão também diretamente relacionadas com um maior fornecimento de recursos e maior variedade de nichos (presença epífitas, cupinzeiros/formigueiros, e árvores com DAP > 15 cm, maior complexidade de sub-bosque e altura do dossel), que possibilitam a manutenção de uma maior diversidade biológica, e como os resultados demonstram são representados por espécies que caracterizam bem esses ambientes, estes resultados demonstram a relação de que ambientes mais heterogêneos e estratificados (como os florestais) disponibilizam uma amplitude maior de nichos e recursos.

O contrário pode ser observado na relação das características das espécies com as áreas de plantio de dendê (dieta de sementes e detritos e forrageio no chão). Nessas áreas há uma maior abertura do dossel, devido a presença somente de palmeiras, solo mais exposto devido a capinação e uso de herbicidas, gerando os maiores valores de temperatura. Nesse sentido as áreas de plantio de dendê possuem uma menor complexidade ambiental resultando na ocorrência exclusiva de espécies com traços que se adaptam facilmente a essas condições de habitat que persistem em plantações (Jacoboski *et al.*, 2016), sendo basicamente espécies que vivem em áreas abertas, resistentes a grandes variações climáticas e grandes impactos antropogênicos.

Essas associações fornecem informações sobre as características das espécies que podem ser afetadas nos sistemas agrícolas, mostrando que cada

espécie responde de forma diferente ao ambiente de acordo com seu grau de especialização (Jacoboski *et al.*, 2016). As mudanças no uso da terra são uma séria ameaça para as aves mais exigentes quanto à qualidade do hábitat, pois leva a um declínio dessas espécies que possuem combinações particulares de características ecológicas (Flynn *et al.*, 2009). Os principais impactos dessas mudanças estão relacionados aos importantes papéis funcionais desempenhados pelas aves, que incluem a polinização, dispersão de sementes e predação (Sekercioglu, 2006).

A diversidade funcional das aves foi afetada negativamente pelos plantios de dendê, como foi observado também por Almeida *et al.* (2016), que realizou um estudo similar na mesma região. Esse padrão de redução da diversidade funcional pode ser encontrado em outras regiões que possuem intensa modificação do uso do solo. Flynn *et al.* (2009) avaliou estudos realizados da Costa Rica ao norte dos Estados Unidos, com aves, plantas e mamíferos em um gradiente de comunidades naturais, seminatural e agrícola, e observou que para aves e mamíferos, tanto a riqueza de espécies quanto a diversidade funcional diminuíram significativamente com a intensificação do uso da terra, enquanto que para as plantas não foi observado um padrão claro. Jacoboski *et al.* (2016) trabalhando em áreas de plantio de eucalipto na região sul do Brasil, verificou que diversidade funcional e taxonômica de aves era maior nas áreas de floresta nativa do que nas plantações de eucalipto. A monocultura de dendê detém um papel muito importante nesse contexto, pois apresenta uma comunidade faunísticas conhecidamente pobre (Aratrakorn *et al.*, 2006; Correa *et al.*, 2015; Lees *et al.*, 2015; Jennings *et al.*, 2015), isso se da pelo fato de que esses ambientes apresentam menor disponibilidade de recursos para as espécies e menor complexidade ambiental, caracterizado por um sub-bosque pouco desenvolvido ou muitas vezes ausente e menor estratificação (Foster *et al.*, 2011; Jacoboski *et al.*, 2016).

A presença de remanescentes florestais foi um fator importante na diversidade funcional da área de estudo, demonstrando que as matas ripárias podem representar uma fonte de riqueza funcional para matriz agrícola, mas que há a necessidade de uma ampliação e maior preservação dessas áreas para que elas possam representar verdadeiros provedores de serviços ecológicos. Knowlton *et al.* (2017), investigou a conectividade funcional da

matriz de plantação de dendê com os remanescentes florestais do centro de endemismo Belém, na área da empresa Agropalma, utilizando a espécie *Thamnomanes caesius*, que é uma espécie de ave insetívora de sub-bosque e dependente de ambientes florestais. Indivíduos da espécie foram capturados e translocados para longe de seus territórios no interior dos fragmentos florestais e liberados no interior do plantio de dendê, de onde tiveram seu deslocamento pós-soltura monitorado. Os resultados mostram que a maioria das aves translocadas, retornou ao seu habitat por rotas mais longas, através de APP's, ao invés de tomar a rota mais curta, o plantio de dendê. Isso sugere que as áreas de plantio possuem conectividade funcional muito baixa entre fragmentos florestais para aves florestais de sub-bosque, e destaca a importância das florestas ripárias (APP's) que estão atuando como corredores biológicos interligando os fragmentos florestais situados no entorno do plantio de dendê.

De um modo geral nossos resultados demonstram que o plantio de dendê tem efeito negativo sobre a diversidade funcional de aves na Amazônia oriental, ressaltamos a importância da manutenção e preservação dos fragmentos florestais e das florestas ripárias (APP) em áreas agrícolas, e que esta se mostra uma boa estratégia de conservação dentro de regiões altamente ameaçadas, como é o caso da Amazônia Oriental, uma vez que mitiga os efeitos negativos provocados pela monocultura do dendê, além de atuar na manutenção dos serviços ecossistêmicos, sendo um refúgio para a biodiversidade local especialmente, espécies que são mais sensíveis a perturbações antrópicas. Essa prática também podem ter benefícios econômicos, devido a crescente preferência do mercado por produtos com certificação ambiental (Edwards & Laurance, 2012).

Referencias

- Associação brasileira dos produtores de óleo de palma. 2015. A palma no Brasil e no mundo. Disponível em : <http://www.abrapalma.org/pt/a-palma-no-brasil-e-no-mundo/>(Acessado em dezembro de 2016).
- Albuquerque M.F., Souza E.B., Oliveira M.C.F., Souza Jr J.A. 2010. Precipitação nas mesorregiões do estado do Pará: climatologia, variabilidade e tendências nas últimas décadas (1978-2008). *Revista Brasileira de Climatologia* 6:152-168.
- Almeida, A. S. & Vieira, I.C.G. 2010. Centro de endemismo Belém: status da vegetação remanescente e desafios para a conservação da biodiversidade e restauração ecológica. *REU, Sorocaba, SP*, v. 36, n. 3, p. 95-111.
- Almeida, S.M.,Silva, L.C., Cardoso, M. R., Cerqueira, P. V., Juen, L e Santos, M. P. D. 2016. The effects of oil palm plantations on the functional diversity of Amazonian birds *Journal of Tropical Ecology*, pp 1 – 16.
- AGROPALMA S. A. 2015. Quem somos. Disponível em : <http://www.agropalma.com.br/quem-somos> (Acessado em dezembro de 2016).
- Azhar, B., D. B. Lindenmayer, J. Wood, J. Fischer, A. Manning, C. McElhinny, and M. Zakaria. 2013. The influence of agricultural system, stand structural complexity and landscape context on foraging birds in oil palm landscapes. *Ibis* 155:297–312. doi: 10.1111/ibi.12025.
- Barbet-Massin, M. & Jetz, W. The effect of range changes on the functional turnover, structure and diversity of bird assemblages under future climate scenarios. *Global Change Biology* (2015), doi: 10.1111/gcb.12905.
- Bazzaz, F. A. 1975. Plant species diversity in old-field successional ecosystems in southern Illinois. *Ecology* 56: 485-488.
- BIOPALMA S. A. 2016. Quem somos. Disponível em: <http://www.biopalma.com.br/quem-somos> (Acessado em dezembro de 2016).

- Blondel, J., C. Ferry and B. Frochot. 1970. La méthode des indices ponctuels d'abundance (IPA) ou des relevés d'avifaune par "stations d'écoute". *Alauda* 38:55-71.
- Bolfe E. L, and M. Batistella. 2011. Análise florística e estrutural de sistemas silviagrícolas em Tomé-Açú, Pará. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 46:1139–1147.
- Cianciaruso, M.V., Silva, I.A. & Batalha, M.A. Phylogenetic and functional diversities: new approaches to community Ecology. *Biota Neotrop.* 9(3):<http://www.biotaneotropica.org.br/v9n3/en/abstract?article+bn01309032009>.
- Corley R.H.V..2009. How much palm oil do we need? *Environmental Science & Policy* 12(2): 134–139.
- Cornwell, W. K., Schilck, D.W. & Ackerly, D. D. 2006. A traitbased test for habitat filtering: convex hull volume. *Ecology* 87:1465– 1471.
- Correa, F. S., Juen, L., Rodrigues, L. C., Silva-Filho, H. S., Santos-Costa, M. C. 2015. Effects of oil palm plantations on anuran diversity in the eastern Amazon. *Animal Biology* 65 (2015) 321–335. DOI 10.1163/15707563-00002481.
- Danielsen F., H. Beukema, N. D. Burgess, F. Parish, and C. A. Brühl. 2009. Biofuel plantations on forested lands: double jeopardy for biodiversity and climate. *Conservation Biology* 23:348–358.
- Dolédec, S., D. Ter Chessel, C. J. F. Braak and S. Champely. 1996. Matching species traits to environmental variables: a new three-table ordination method. *Environmental and Ecological Statistics* 3: 143–146.
- Dray, S. and A. B. Dufour. 2007. The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists. *Journal of Statistical Software* 22: 1–20.
- Edwards, D.P., Hodgson, J.A., Hamer, K.C., Mitchell, S.L., Ahmad, A.H., Cornell, S.J. & Wilcove, D.S. 2010. Wildlife-friendly oil palm plantations fail to protect biodiversity effectively. *Conserv. Lett.* 3, 236–242.
- Edwards, F. A., D. P. Edwards, K. C. Hamer, and R. G. Davies. 2013. Impacts of logging and conversion of rainforest to oil palm on the functional diversity of birds in Sundaland. *Ibis* 155:313–326. doi: 10.1111/ibi.12027.

- Fitzherbert, E. B., M. J. Struebig, A. Morel, F. Danielsen, C. a Brühl, P. F. Donald, and B. Phalan. 2008. How will oil palm expansion affect biodiversity? *Trends in ecology & evolution* 23:538–45.
- Flynn, D. F. B., M. Gogol-Prokurat, T. Nogeire, N. Molinari, B. T. Richers, B. B. Lin, N. Simpson, M. M. Mayfield, F. DeClerck. 2009. Loss of functional diversity under land use intensification across multiple taxa. *Ecology Letters* 12:22–33. doi: 10.1111/j.1461-0248.2008.01255.x.
- Foster W a, Snaddon JL, Turner EC, Fayle TM, Cockerill TD, et al. (2011) Establishing the evidence base for maintaining biodiversity and ecosystem function in the oil palm landscapes of South East Asia. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*366: 3277–3291.
- Gilroy, J.J., Prescott, G.W., Cardenas, J.S., Castañeda, P.G. del P., Sánchez, A., Rojas-Murcia, L.E., Medina Uribe, C.A., Haugaasen, T., Edwards, D.P., 2015b. Minimizing the biodiversity impact of Neotropical oil palm development. *Glob. Chang. Biol.* 21, 1531–1540. <http://dx.doi.org/10.1111/gcb.12696>.
- Griffin L, Decker MJ, Hwang JY, Wang B, Kitchen K, Ding Z, Ivy JL. 2009. Functional electrical stimulation cycling improves body composition, metabolic and neural factors in persons with spinal cord injury. *J Electromyogr Kinesiol.* 2009 Aug;19(4):614-22. doi: 10.1016/j.jelekin.2008.03.002. Epub 2008 Apr 25.
- Hector A, & Bagchi R (2007) Biodiversity and ecosystem multifunctionality. *Nature*, 448, 188–190.
- Hidasi-Neto, J., J. Barlow, and M. V. Cianciaruso. 2012. Bird functional diversity and wildfires in the Amazon: the role of forest structure. *Animal Conservation* 15:407-415. doi: 10.1111/j.1469-1795.2012.00528.x.
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). 2015. Monitoramento da floresta amazônica por satélite: Projeto Prodes. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/index/html> (acesso em dezembro 2016).
- Jacoboski, L. I., Debastiani¹, V. J. , de Mendonça-Lima¹, A and Hartz, S. M. 2016. How do diversity and functional nestedness of bird communities respond to changes in the landscape caused by eucalyptus plantations? *Community Ecology* 17(1): 107-113, 2016.

- Jennings A. P., Naim, N., Advento, A.D., Aryawan, A.A.K., Os, S., Caliman, J., Verwilghen, A & Veron, G. 2015. Diversity and occupancy of small carnivores within oil palm plantations in central Sumatra, Indonesia. *Mamm Res* (2015) 60:181–188. DOI 10.1007/s13364-015-0217-1.
- Jetz W., Wilcove D.S., Dobson A.P. 2007. Projected impacts of climate and land-use change on the global diversity of birds. *PLoS Biology*, 5, 1211–1219.
- Karp, D.S., Mendenhall, C.D., Sandí, R.F., Chaumont, N., Ehrlich, P.R., Hadly, E.A., Daily, G.C., 2013. Forest bolsters bird abundance, pest control and coffee yield. *Ecol. Lett.* 16, 1339–1347. <http://dx.doi.org/10.1111/ele.12173>.
- Kissling W.D., Sekercioglu C.H., Jetz W. (2012) Bird dietary guild richness across latitudes, environments and biogeographic regions. *Global Ecology and Biogeography*, 21, 328–340.
- Koh L.P. 2008a. BIRDS DEFEND OIL PALMS FROM HERBIVOROUS INSECTS. *Ecological Applications*, 18(4), 2008, pp. 821–825.
- Koh L.P. 2008b. Can oil palm plantations be made more hospitable for forest butterflies and birds? *Journal of Applied Ecology* 45: 1002–1009.
- Koh, L.P. and Wilcove, D.S. 2008. Is oil palm agriculture really destroying tropical biodiversity? *Conserv Lett* 2: 1-5.
- KOH, L. P., Levang, P. & Ghazoul, J. 2009. Designer landscapes for sustainable biofuels. *Trends in Ecology and Evolution* 24:431–438.
- Knowlton, J. L., Phifer, C. C., Cerqueira, P.V., Barro, F. C., Oliveira, S. L., Fiser, C. M., Becker, N. M., Cardoso, M. R., Flaspohler, D. J. and Santos, M. P. D. 2017. Oil Palm Plantations Affect Movement Behavior of a Key Member of Mixed-Species Flocks of Forest Birds in Amazonia, Brazil. *Tropical Conservation Science*. Volume 10: 1–10. Doi: 10.1177/1940082917692800.
- Lees, A. C., and C. A. Peres. 2008. Conservation value of remnant riparian forest corridors of varying quality for Amazonian birds and mammals. *Conservation Biology* 22:439–449. doi: 10.1111/j.1523-1739.2007.00870.x.

- Lees, A. C., N. G. Moura, A. S. Almeida, and I. C. G. Vieira. 2015. Poor prospects for avian biodiversity in Amazonian oil palm. *PLoS ONE* **10**: e0122432. doi:10.1371/journal.pone.0122432.
- Lucey, J.M., Tawatao, N., Senior M.J.M., Khen, C.V., Benedick, S., Hamer, K.C., Woodcock, P., Newton, R.J., Bottrell, S.H. and Hill, J.K. 2014. Tropical forest fragments contribute to species richness in adjacent oil palm plantations. *Biological Conservation* **169** . 268–276.
- Luck, G.W., Carter, A., Smallbone, L. 2013. Changes in Bird Functional Diversity across Multiple Land Uses: Interpretations of Functional Redundancy Depend on Functional Group Identity. *PLoS ONE* **8(5)**: e63671. doi:10.1371/journal.pone.0063671.
- Magalhães, J. L. L., Lopes, M. A., Queiroz, H. L. 2014. Development of a Flooded Forest Anthropization Index (FFAI) applied to Amazonian areas under pressure from different human activities. Elsevier. *Ecological Indicators* **48**. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.09.002>.
- Magurran, A.E., 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University, Princeton, 179p.
- Marsden, S.J, Fielding, A.H, Mead, C., Hussin, M.Z. 2002. A technique for measuring the density and complexity of understorey vegetation in tropical forests. *Forest Ecology and Management* **165** (2002)117-123.
- Mason, N.W.H., Mouillot, D., Lee, W.G., Wilson, J.B., 2005. Functional richness, functional evenness and functional divergence: the primary components of functional diversity. *Oikos* **111**, 112–118. <http://dx.doi.org/10.1111/j.0030-1299.2005.13886.x>.
- Mouchet, M. A., S. Villéger, N. W. H. Mason, and D. Mouillot. 2010. Functional diversity measures: an overview of their redundancy and their ability to discriminate community assembly rules. *Functional Ecology* **24**:867–876.
- Moretti, M.; De bello, F.; Roberts, S.P.M. & Potts, S.G. 2009. Taxonomical vs. functional responses of bee communities to fire in two contrasting climatic regions. *Journal of Animal Ecology*, **78**: 98-108, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2656.2008.01462.x>.
- Nathan, R, Muller-Landau, H.C. 2000. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends in Ecology and Evolution*, **15**, 278–285.

- Newbold, T et al (2015) Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature* 520:45–50. doi:10.1038/nature14324.
- Pavoine, S., J. Vallet, A-B. Dufour, S. Gachet, and H. Daniel. 2009. On the challenge of treating various types of variables: application for improving the measurement of functional diversity. *Oikos* 118:391–402. doi: 10.1111/j.1600-0706.2008.16668.x.
- S. Pavoine, M.B. Bonsall. 2011. Measuring biodiversity to explain community assembly: a unified approach. *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.*, 86 (4), pp. 792–812.
- Petchey, O.L. & Gaston, K.J. (2002b) Functional diversity (FD), species richness and community composition. *Ecology Letters*, 5, 402–411.
- Petchey, O. L., and K. J. Gaston. 2006. Functional diversity: back to basics and looking forward. *Ecology Letters* 9:741–758.
- Petchey, O. L., K. L. Evans, I. S. Fishburn, and K. J. Gaston. 2007. Low functional diversity and no redundancy in British avian assemblages. *Journal of Animal Ecology* 76:977–985. doi: 10.1111/j.1365-2656.2007.01271.x.
- Pizo, M.A. & M. Galetti (2010) Métodos e perspectivas do estudo da frugivoria e dispersão de sementes por aves, p. 491-504. *In*: Matter, S.V., F.C. Straube, I.A. Accordi, V.Q. Piacentini & J.F. Cândido-Junior (orgs.). *Ornitologia e Conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento*. Rio de Janeiro: Technical Books.
- Prescott, G. W., Gilroy, J. J., Haugaasen, T., Uribe, C. A. M., Foster, W. A. & Edwards, D. P. 2016. Reducing the impacts of Neotropical oil palm development on functional diversity. *Biological Conservation* 197:139–145.
- R Development Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: <http://www.R-project.org/> (acesso janeiro 2017).
- Ribera, I., Barraclough, T.G., Vogler, A.P., 2001. The effect of habitat type on speciation rates and range movements in aquatic beetles: inferences from species-level phylogenies. *Mol. Ecol.* 10, 721–735.

- Roundtable on Sustainable Palm Oil. 2016. About us. Disponível em : <http://www.rspo.org/about> /(Acessado em dezembro de 2016).
- Savilaakso, S., C. Garcia, J. Garcia-Ulloa, J. Ghazoul, M. Groom, M. R. Guariguata, Y. Laumonier, R. Nasi, G. Petrokofsky, J. Snaddon, and M. Zrust. 2014. Systematic review of effects on biodiversity from oil palm production. *Environmental Evidence* 3:4. doi:10.1186/2047-2382-3-4.
- Sekercioglu, C. H. 2006. Increasing awareness of avian ecological function. *Trends in Ecology and Evolution* 21:464–471.
- SEMAS (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade). 2012. Centro de Endemismos Belém Agrupa maioria das aves em extinção da Amazônia. Disponível em: <http://www.semas.pa.gov.br/2012/11/07/9211/> (acesso em novembro 2015).
- Shieh, S-H., L-K. Wang, and W-F. Hsiao. 2012. Shifts in functional traits of aquatic insects along a subtropical stream in Taiwan. *Zoological Studies* 51:1051-1065.
- D. Tilman. 2001. Biodiversity: population versus ecosystem stability. *Ecology*, vol. 77, Issue 2, pp. 350–363.
- D. Tilman. 2001. Functional diversity. S.A. Levin (Ed.), *Encyclopedia of Biodiversity*, vol. 3, Academic Press, New York, pp. 109–120.
- Turner, E.C, Foster, W.A. 2008. The impact of forest conversion to oil palm on 510 arthropod abundance and biomass in Sabah, Malaysia. *Journal of Tropical Ecology* 25: 23.
- Tews, J., Brose, U., Grimm, V., Tielb, K., Wichmann, M. C., Schwager, M. & Jeltsch, F. 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journal of Biogeography* 31:79–92.
- United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. 2017 Oilseeds: world markets and trade. Washington, DC. 36 p. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf> >. Acesso em: 19 fevereiro 2017.

- Vielliard, J. M. E., M.E.C. Almeida, L. Anjos, and W. R. Silva. 2010. Levantamento quantitativo por pontos de escuta e o Índice Pontual de Abundância (IPA). Pages 47–60.
- Wakker, E. 2004. Greasy palms: The social and ecological impacts of large-scale oil palm plantation development in Southeast Asia. Friends of the Earth, London, UK.
- Watrín, O.S.; Venturieri, A; Sampaio, S.M.N. 1998. Análise Multitemporal do Uso da Terra e suas Interrelações com a Cobertura Vegetal em Comunidades Rurais do Nordeste Paraense. Anais IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, Brasil, 11-18 setembro, INPE, p. 1573-1583.
- Webb, C.O. 2000. Exploring the phylogenetic structure of ecological communities: an example for rain forest trees. *American Naturalist* 156: 145–155.
- Webb, C. O., D. D. Ackerly, and S. W. Kembel. 2008. Phylocom: software for the analysis of phylogenetic community structure and trait evolution. *Bioinformatics* 24: 2098–2100. doi: 10.1093/bioinformatics/btn358.
- Wiens, J.A., 1976. Populations responses to patchy environments. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 7, 81-120.
- Yue, S., Brodie, J.F., Zipkin, E.F. and Bernard, H. 2015. Oil palm plantations fail to support mammal diversity. *Ecological society of America*. Canada.

Anexo I: Protocolo adaptado de coleta de variáveis ambientais.

Identificação do Ponto (ID):	Data: ____/____/____		Resp:			
Coordenada:	0 = Ausente (0%)		TF = Terra Firme			
Estimativas visuais	1 = Esparso (< 10%)		I = Igapó			
	2 = Médio (10-40%)		Cp = Capoeira			
	3 = Denso (40-75%)		Vz = Várzea			
	4 = Muito denso (>75%)					
COBERTURA VEGETAÇÃO (Dossel > 2 m)			Obs.:			
Tipo de vegetação	TF I Vz Cp					
Árvores grandes (DAP > 15 cm)	0 1 2 3 4					
Árvores pequenas (DAP < 15 cm)	0 1 2 3 4					
Complexidade da vegetação (Foto 2 m)	Foto					
Abertura de dossel (Foto 1,2m do solo)	Foto					
Altura de dossel (estimado)						
Número de Árvores Mortas em Pé	Sim		Não	Quant.		
Presença de Epífitas	Sim		Não	0 1 2 3 4		
Presença de Palmeiras	Sim		Não	0 1 2 3 4		
Presença de arbustos	Sim		Não	0 1 2 3 4		
Presença de gramíneas	Sim		Não	0 1 2 3 4		
Presença de Cipós	Sim		Não	0 1 2 3 4		
INFLUÊNCIA HUMANA 0= ausente p= < 15 m C = > 15 m						
Roça (proximidade)	0	P	C	Obs.:		
Queimada (proximidade)	0	P	C	Obs.:		
Caça	Sim		Não	Obs.:		
Corte de árvores	Sim		Não	Obs.:		
Sinal de presença humana	Sim		Não	Obs.:		
Observações:						
SOLO						
Solo sem cobertura vegetal ou serapilheira	0	1	2	3	4	Foto:
Altura serrapilheira régua	Med1		Med2		Med3	
Presença de Rochas Expostas	Sim		Não		Quant.	

Número de troncos caídos	Sim		Não		Quant.	
CORPOS D'ÁGUA	0=ausente; 1= <1,5 m; 2= <1.6 e >3,0;		3= <3.1 e >6,0; 4= <6,1 e >12 m; 5= <12,1 e >24 m;			
Corpos d'água	0 1 2 3 4 5			ID GPS:		
Tamanho do corpo d'água (Estimado)						
DADOS GERAIS						
Temperatura						
Umidade						
Altitude						
Equipe:						

Anexo II: Lista sistemática de espécies de aves registradas na floresta (Flor), plantio de dendê (Palm) e matas ciliares (APPs), nos complexos agroindustriais das empresas Agropalma S.A. e Biopalma da Amazônia S/A, no estado da Pará, Brasil.

*Status de ameaça segundo a lista de 2014 do Ministério do Meio Ambiente do Brasil – MMA (Vu =Vulnerável, En = Em perigo, CR = Criticamente ameaçada).

TAXON	Nome em inglês	Flor	Palm	APPs	MMA(2014)*
Tinamiformes Huxley, 1872					
Tinamidae Gray, 1840					
<i>Tinamus guttatus</i> (Pelzeln, 1863)	White-throated Tinamou	x			
<i>Crypturellus cinereus</i> (Gmelin, 1789)	Cinereous Tinamou	x		x	
<i>Crypturellus soui</i> (Hermann, 1783)	Little Tinamou	x	x	x	
<i>Crypturellus strigulosus</i> (Temminck, 1815)	Brazilian Tinamou	x			
<i>Crypturellus variegatus</i> (Gmelin, 1789)	Variegated Tinamou	x			
Galliformes Linnaeus, 1758					
Cracidae Rafinesque, 1815					
<i>Ortalis superciliaris</i> (Gray, 1867)	Buff-browed Chachalaca			x	
Pelecaniformes Sharpe, 1891					
Threskiornithidae Poche, 1904					
<i>Mesembrinibis cayennensis</i> (Gmelin, 1789)	Green Ibis			x	
Cathartiformes Seebohm, 1890					
Cathartidae Lafresnaye, 1839					
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	Black Vulture		x		
Accipitriformes Bonaparte, 1831					
Accipitridae Vigors, 1824					
<i>Elanoides forficatus</i> (Linnaeus, 1758)	Swallow-tailed Kite	x			
<i>Harpagus bidentatus</i> (Latham, 1790)	Double-toothed Kite	x			
<i>Geranospiza caerulescens</i> (Vieillot, 1817)	Crane Hawk			x	
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	Roadside Hawk	x	x	x	
<i>Buteo brachyurus</i> (Vieillot, 1816)	Short-tailed Hawk	x			
<i>Buteogallus schistaceus</i> (Sundevall, 1851)	Slate-colored Hawk			x	
<i>Buteo nitidus</i> (Latham, 1790)	Gray Hawk		x	x	
<i>Harpia harpyja</i> (Linnaeus, 1758)	Harpy Eagle	x			VU
<i>Spizaetus tyrannus</i> (Wied, 1820)	Black Hawk-Eagle			x	
<i>Ictinia plumbea</i> (Gmelin, 1788)	Plumbeous Kite			x	
Gruiformes Bonaparte, 1854					
Rallidae Rafinesque, 1815					
<i>Laterallus viridis</i> (Statius Muller, 1776)	Russet-crowned Crake		x		
Charadriiformes Huxley, 1867					
Charadriidae Leach, 1820					
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	Southern Lapwing		x		
Columbiformes Latham, 1790					

Columbidae Leach, 1820					
<i>Columbina passerina</i> (Linnaeus, 1758)	Common Ground-Dove		x		
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1811)	Ruddy Ground-Dove		x	x	
<i>Patagioenas cayennensis</i> (Bonaterre, 1792)	Pale-vented Pigeon	x			
<i>Patagioenas plumbea</i> (Vieillot, 1818)	Plumbeous Pigeon	x		x	
<i>Patagioenas subvinacea</i> (Lawrence, 1868)	Ruddy Pigeon	x			
<i>Leptotila verreauxi</i> Bonaparte, 1855	White-tipped Dove			x	
<i>Leptotila rufaxilla</i> (Richard & Bernard, 1792)	Gray-fronted Dove	x	x	x	
<i>Geotrygon montana</i> (Linnaeus, 1758)	Ruddy Quail-Dove	x			
Cuculiformes Wagler, 1830					
Cuculidae Leach, 1820					
<i>Coccyua minuta</i> (Vieillot, 1817)	Little Cuckoo	x			
<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	Squirrel Cuckoo	x		x	
<i>Piaya melanogaster</i> (Vieillot, 1817)	Black-bellied Cuckoo	x			
<i>Coccyzus melacoryphus</i> Vieillot, 1817	Dark-billed Cuckoo	x		x	
<i>Crotophaga ani</i> (Linnaeus, 1758)	Smooth-billed Ani		x	x	
<i>Crotophaga major</i> (Gmelin, 1788)	Greater Ani			x	
<i>Tapera naevia</i> (Linnaeus, 1766)	Striped Cuckoo		x	x	
Strigiformes Wagler, 1830					
Strigidae Leach, 1820					
<i>Megascops usta</i> (Sclater, 1858)	Austral Screech-Owl	x			
<i>Glaucidium hardyi</i> (Vielliard, 1990)	Amazonian Pygmy-Owl	x			
Nyctibiiformes Yuri, Kimball, Harshman, Bowie, Braun, Chojnowski, Han, Hackett, Huddleston, Moore, Reddy, Sheldon, Steadman, Witt & Braun, 2013					
Nyctibiidae Chenu & Des Murs, 1851					
<i>Nyctibius griseus</i> (Gmelin, 1789)	Common Potoo	x			
Caprimulgiformes Ridgway, 1881					
Caprimulgidae Vigors, 1825					
<i>Nyctiphrynus ocellatus</i> (Tschudi, 1844)	Ocellated Poorwill	x			
<i>Lurocalis semitorquatus</i> (Gmelin, 1789)	Short-tailed Nighthawk	x			
<i>Hydropsalis albicollis</i> (Gmelin, 1789)	Pauraque	x	x	x	
<i>Hydropsalis nigrescens</i> (Cabanis, 1848)	Blackish Nightjar			x	
Apodiformes Peters, 1940					
Apodidae Olphe-Galliard, 1887					
Trochilidae Vigors, 1825					
<i>Glaucis hirsutus</i> (Gmelin, 1788)	Rufous-breasted Hermit	x	x	x	
<i>Phaethornis ruber</i> (Linnaeus, 1758)	Reddish Hermit	x	x	x	
<i>Phaethornis superciliosus</i> (Linnaeus, 1766)	Long-tailed Hermit	x		x	
<i>Campylopterus largipennis</i> (Boddaert, 1783)	Gray-breasted Sabrewing	x		x	
<i>Florisuga mellivora</i> (Linnaeus, 1758)	White-necked Jacobin	x		x	

<i>Topaza pella</i> (Linnaeus, 1758)	Crimson Topaz	x			
<i>Thalurania furcata</i> (Gmelin, 1788)	Fork-tailed Woodnymph	x			
<i>Amazilia fimbriata</i> (Gmelin, 1788)	Glittering-throated Emerald	x			
<i>Amazilia versicolor</i> (Vieillot, 1818)	Versicolored Emerald			x	
<i>Anthracothorax nigricollis</i> (Vieillot, 1817)	Black-throated Mango		x		
<i>Chlorostilbon lucidus</i> (Shaw, 1812)	Glittering-bellied Emerald	x			
<i>Chlorostilbon notatus</i> (Reich, 1793)	Blue-chinned Sapphire			x	
<i>Chrysolampis mosquitus</i> (Linnaeus, 1758)	Ruby-topaz Hummingbird			x	
<i>Heliothryx auritus</i> (Gmelin, 1788)	Black-eared Fairy	x		x	
<i>Hylocharis cyanus</i> (Vieillot, 1818)	White-chinned Sapphire			x	
Trogoniformes A. O. U., 1886					
Trogonidae Lesson, 1828					
<i>Trogon melanurus</i> (Swainson, 1838)	Black-tailed Trogon	x			
<i>Trogon viridis</i> (Linnaeus, 1766)	White-tailed Trogon	x		x	
<i>Trogon ramonianus</i> (Deville & DesMurs, 1849)	Amazonian Trogon	x		x	
<i>Trogon rufus</i> (Gmelin, 1788)	Black-throated Trogon	x			
Coraciiformes Forbes, 1844					
Alcedinidae Rafinesque, 1815					
<i>Megaceryle torquata</i> (Linnaeus, 1766)	Ringed Kingfisher			x	
<i>Chloroceryle aenea</i> (Pallas, 1764)	American Pygmy Kingfisher	x			
Momotidae Gray, 1840					
<i>Momotus momota</i> (Linnaeus, 1766)	Amazonian Motmot	x		x	
Galbuliformes Fürbringer, 1888					
Galbulidae Vigors, 1825					
<i>Galbula cyanicollis</i> Cassin, 1851	Blue-cheeked Jacamar	x		x	
<i>Galbula dea</i> (Linnaeus, 1758)	Paradise Jacamar	x		x	
<i>Jacamerops aureus</i> (Statius Muller, 1776)	Great Jacamar	x			
Bucconidae Horsfield, 1821					
<i>Notharchus hyperrhynchus</i> (Sclater, 1856)	White-necked Puffbird	x			
<i>Notharchus tectus</i> (Boddaert, 1783)	Pied Puffbird	x		x	
<i>Bucco tamatia</i> (Gmelin, 1788)	Spotted Puffbird	x		x	
<i>Bucco capensis</i> (Linnaeus, 1766)	Collared Puffbird	x			
<i>Nystalus torridus</i> (Pelzeln, 1856)	Eastern Striolated-Puffbird	x		x	
<i>Malacoptila rufa</i> (Spix, 1824)	Rufous-necked Puffbird	x			
<i>Monasa nigrifrons</i> (Spix, 1824)	Black-fronted Nunbird	x			
<i>Monasa morphoeus</i> (Hahn & Küster, 1823)	White-fronted Nunbird	x		x	
<i>Chelidoptera tenebrosa</i> (Pallas, 1782)	Swallow-winged Puffbird	x			
Piciformes Meyer & Wolf, 1810					

Ramphastidae Vigors, 1825					
<i>Ramphastos tucanus</i> (Linnaeus, 1758)	White-throated Toucan	x		x	
<i>Ramphastos vitellinus</i> (Lichtenstein, 1823)	Channel-billed Toucan	x		x	
<i>Selenidera gouldii</i> (Natterer, 1837)	Gould's Toucanet	x		x	
<i>Pteroglossus inscriptus</i> (Swainson, 1822)	Lettered Aracari			x	
<i>Pteroglossus bitorquatus bitorquatus</i> (Vigors, 1826)	Red-necked Aracari	x	x	x	VU
<i>Pteroglossus aracari</i> (Linnaeus, 1758)	Black-necked Aracari	x		x	
Picidae Leach, 1820					
<i>Melanerpes cruentatus</i> (Boddaert, 1783)	Yellow-tufted Woodpecker	x		x	
<i>Veniliornis affinis</i> (Swainson, 1821)	Red-stained Woodpecker	x			
<i>Piculus flavigula</i> (Boddaert, 1783)	Yellow-throated Woodpecker	x		x	
<i>Piculus paraensis</i> (Snethlage, 1907)	Belem Golden-green Woodpecker	x			EN
<i>Celeus undatus</i> (Linnaeus, 1766)	Waved Woodpecker	x			
<i>Celeus elegans</i> (Statius Muller, 1776)	Chestnut Woodpecker	x			
<i>Celeus flavus</i> (Statius Muller, 1776)	Cream-colored Woodpecker	x		x	
<i>Celeus torquatus pieteroyensi</i> (Oren, 1992)	Ringed Woodpecker	x			VU
<i>Dryocopus lineatus</i> (Linnaeus, 1766)	Lineated Woodpecker	x		x	
<i>Campephilus rubricollis</i> (Boddaert, 1783)	Red-necked Woodpecker	x		x	
Falconiformes Bonaparte, 1831					
Falconidae Leach, 1820					
<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	Southern Caracara		x		
<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	Yellow-headed Caracara		x	x	
<i>Herpetotheres cachinnans</i> (Linnaeus, 1758)	Laughing Falcon		x	x	
<i>Micrastur ruficollis</i> (Vieillot, 1817)	Barred Forest-Falcon	x			
<i>Micrastur mintoni</i> Whittaker, 2002	Cryptic Forest-Falcon	x			
<i>Falco rufigularis</i> (Daudin, 1800)	Bat Falcon			x	
Psittaciformes Wagler, 1830					
Psittacidae Rafinesque, 1815					
<i>Ara macao</i> (Linnaeus, 1758)	Scarlet Macaw	x		x	
<i>Ara chloropterus</i> Gray, 1859	Red-and-green Macaw	x		x	
<i>Pyrrhura lepida lepida</i> (Wagler, 1832)	Pearly Parakeet	x			VU
<i>Pyrrhura amazonum</i> (Hellmayr, 1906)	Santarem Parakeet	x			
<i>Brotogeris versicolurus</i> (Statius Muller, 1776)	Canary-winged Parakeet	x			
<i>Brotogeris chrysoptera</i> (Linnaeus, 1766)	Golden-winged Parakeet	x		x	
<i>Pionites leucogaster</i> (Kuhl, 1820)	White-bellied Parrot	x			
<i>Pyrrhura leucogaster</i> (Kuhl, 1820)	Vulturine Parrot	x			VU
<i>Primolius maracana</i> ((Vieillot, 1816)	Blue-winged Macaw			x	

<i>Pionus menstruus</i> (Linnaeus, 1766)	Blue-headed Parrot	x		x	
<i>Pionus fuscus</i> (Statius Muller, 1776)	Dusky Parrot	x		x	
<i>Amazona farinosa</i> (Boddaert, 1783)	Mealy Parrot	x		x	
<i>Amazona amazonica</i> (Linnaeus, 1766)	Orange-winged Parrot	x		x	
<i>Deropterus accipitrinus</i> (Linnaeus, 1758)	Red-fan Parrot	x			
<i>Aratinga jandaya</i> (Gmelin, 1788)	Jandaya Parakeet			x	
<i>Guaruba guarouba</i> (Gmelin, 1788)	Golden Parakeet		x		EN
Passeriformes Linnaeus, 1758					
Thamnophilidae Swainson, 1824					
	Amazonian Streaked-Antwren				
<i>Pygiptila stellaris</i> (Spix, 1825)	Spot-winged Antshrike	x			
<i>Myrmotherula multostriata</i> (Sclater, 1858)	Amazonian Streaked-Antwren	x		x	
<i>Myrmotherula axillaris</i> (Vieillot, 1817)	White-flanked Antwren	x		x	
<i>Myrmotherula longipennis</i> (Pelzeln, 1868)	Long-winged Antwren	x			
<i>Myrmotherula menetriesii</i> (d'Orbigny, 1837)	Gray Antwren	x			
<i>Formicivora grisea</i> (Boddaert, 1783)	White-fringed Antwren		x	x	
<i>Isleria hauxwelli</i> (Sclater, 1857)	Plain-throated Antwren	x			
<i>Thamnomanes caesius</i> (Temminck, 1820)	Cinereous Antshrike	x		x	
<i>Dysithamnus mentalis</i> (Temminck, 1823)	Plain Antvireo	x		x	
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i> (Temminck, 1822)	Rufous-winged Antwren	x			
<i>Thamnophilus palliatus</i> (Lichtenstein, 1823)	Chestnut-backed Antshrike	x		x	
<i>Thamnophilus stictocephalus</i> Pelzeln, 1868	Natterer's Slaty-Antshrike	x			
<i>Thamnophilus aethiops</i> (Sclater, 1858)	White-shouldered Antshrike	x		x	
<i>Thamnophilus amazonicus</i> (Sclater, 1858)	Amazonian Antshrike	x		x	
<i>Taraba major</i> (Vieillot, 1816)	Great Antshrike		x	x	
<i>Hypocnemoides maculicauda</i> (Pelzeln, 1868)	Band-tailed Antbird	x			
<i>Sclateria naevia</i> (Gmelin, 1788)	Silvered Antbird	x		x	
<i>Pyriglena leuconota</i> (Spix, 1824)	White-backed Fire-eye	x		x	
<i>Cercomacra cinerascens</i> (Sclater, 1857)	Gray Antbird	x		x	
<i>Cercomacra laeta</i> (Todd, 1920)	Willis's Antbird	x	x	x	
<i>Willisornis vidua</i> (Hellmayr, 1905)	Xingu Scale-backed Antbird	x		x	
<i>Phlegopsis nigromaculata paraensis</i> (Hellmayr, 1904)	Black-spotted Bare-eye	x			VU
Conopophagidae Sclater & Salvin, 1873					
<i>Conopophaga roberti</i> (Hellmayr, 1905)	Hooded Gnateater	x		x	
Grallariidae Sclater & Salvin, 1873					
<i>Grallaria varia</i> (Boddaert, 1783)	Variegated Antpitta	x			VU
Formicariidae Gray, 1840					

<i>Formicarius colma</i> (Boddaert, 1783)	Rufous-capped Anthrush	x		x	
<i>Formicarius analis</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	Black-faced Anthrush	x			
Scleruridae Swainson, 1827					
<i>Sclerurus macconnelli</i> (Chubb, 1919)	Tawny-throated Leaf-tosser	x			
Dendrocolaptidae Gray, 1840					
<i>Dendrocincla fuliginosa</i> (Vieillot, 1818)	Plain-brown Woodcreeper	x		x	
<i>Deconychura longicauda</i> (Pelzeln, 1868)	Long-tailed Woodcreeper	x			
<i>Glyphorhynchus spirurus</i> (Vieillot, 1819)	Wedge-billed Woodcreeper	x		x	
<i>Xiphorhynchus spixii</i> (Lesson, 1830)	Spix's Woodcreeper	x		x	
<i>Xiphorhynchus obsoletus</i> (Lichtenstein, 1820)	Striped Woodcreeper	x			
<i>Xiphorhynchus guttatus</i> (Lichtenstein, 1820)	Buff-throated Woodcreeper	x			
<i>Dendroplex picus</i> (Gmelin, 1788)	Straight-billed Woodcreeper	x	x	x	
<i>Lepidocolaptes layardi</i> (Sclater, 1873)	Layard's Woodcreeper	x		x	
<i>Dendrocolaptes medius</i> (Todd, 1920)	Todd's Woodcreeper	x		x	VU
Xenopidae Bonaparte, 1854					
<i>Xenops minutus</i> (Sparrman, 1788)	Plain Xenops	x			
Furnariidae Gray, 1840					
<i>Automolus paraensis</i> (Hartert, 1902)	Para Foliage-gleaner	x		x	
<i>Synallaxis albescens</i> (Temminck, 1823)	Pale-breasted Spinetail		x		
<i>Synallaxis rutilans</i> (Temminck, 1823)	Ruddy Spinetail	x			
<i>Synallaxis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	Plain-crowned Spinetail	x			
<i>Philydor erythrocerum</i> (Pelzeln, 1859)	Rufous-rumped Foliage-gleaner	x			
Pipridae Rafinesque, 1815					
<i>Tyrannetes stolzmanni</i> (Hellmayr, 1906)	Dwarf Tyrant-Manakin	x			
<i>Pipra fasciicauda</i> Hellmayr, 1906	Band-tailed Manakin	x		x	
<i>Ceratopipra rubrocapilla</i> (Temminck, 1821)	Red-headed Manakin	x		x	
<i>Manacus manacus</i> (Linnaeus, 1766)	White-bearded Manakin	x		x	
<i>Dixiphia pipra</i> (Linnaeus, 1758)	White-crowned Manakin	x		x	
<i>Chiroxiphia pareola</i> (Linnaeus, 1766)	Blue-backed Manakin	x		x	
Onychorhynchidae Tello, Moyle, Marchese & Cracraft, 2009					
<i>Onychorhynchus coronatus</i> (Statius Muller, 1776)	Royal Flycatcher	x		x	
<i>Terenotriccus erythrurus</i> (Cabanis, 1847)	Ruddy-tailed Flycatcher	x			
<i>Myiobius barbatus</i> (Gmelin, 1789)	Whiskered Flycatcher	x			
Tityridae Gray, 1840					
<i>Schiffornis turdina</i> (Wied, 1831)	Thrush-like Schiffornis	x			
<i>Iodopleura isabellae</i> Parzudaki, 1847	White-browed Purple-tuft	x			

<i>Tityra inquisitor</i> (Lichtenstein, 1823)	Black-crowned Tityra	x			
<i>Tityra cayana</i> (Linnaeus, 1766)	Black-tailed Tityra	x			
<i>Tityra semifasciata</i> (Spix, 1825)	Masked Tityra	x			
<i>Pachyramphus marginatus</i> (Lichtenstein, 1823)	Black-capped Becard	x		x	
<i>Pachyramphus polychopterus</i> (Vieillot, 1818)	White-winged Becard			x	
<i>Laniocera hypopyrra</i> (Vieillot, 1817)	Cinereous Mourner	x			
Cotingidae Bonaparte, 1849					
<i>Lipaugus vociferans</i> (Wied, 1820)	Screaming Piha	x		x	
<i>Xipholena lamellipennis</i> (Lafresnaye, 1839)	White-tailed Cotinga	x			
<i>Querula purpurata</i> (Statius Muller, 1776)	Purple-throated Fruitcrow	x		x	
<i>Phoenicircus carnifex</i> (Linnaeus, 1758)	Guianan Red-Cotinga	x			
Pipritidae Ohlson, Irestedt, Ericson & Fjeldså, 2013					
<i>Piprites chloris grisescens</i> (Novaes, 1964)	Wing-barred Piprites	x			VU
Platyrrhynchidae Bonaparte, 1854					
<i>Platyrrhynchus saturatus</i> (Salvin & Godman, 1882)	Cinnamon-crested Spadebill	x			
<i>Platyrrhynchus platyrhynchos</i> (Gmelin, 1788)	White-crested Spadebill	x			
Rhynchocyclidae Berlepsch, 1907					
<i>Mionectes macconnelli</i> (Chubb, 1919)	McConnell's Flycatcher	x			
<i>Mionectes oleagineus</i> (Lichtenstein, 1823)	Ochre-bellied Flycatcher			x	
<i>Rhynchocyclus olivaceus</i> (Temminck, 1820)	Olivaceous Flatbill	x			
<i>Tolmomyias sulphureus</i> (Spix, 1825)	Yellow-olive Flycatcher	x			
<i>Tolmomyias assimilis</i> (Pelzeln, 1868)	Yellow-margined Flycatcher	x		x	
<i>Tolmomyias poliocephalus</i> (Taczanowski, 1884)	Gray-crowned Flycatcher	x		x	
<i>Tolmomyias flaviventris</i> (Wied, 1831)	Yellow-breasted Flycatcher	x	x	x	
<i>Todirostrum maculatum</i> (Desmarest, 1806)	Spotted Tody-Flycatcher			x	
<i>Poecilatriccus sylvia</i> (Desmarest, 1806)	Slate-headed Tody-Flycatcher			x	
<i>Myiornis ecaudatus</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	Short-tailed Pygmy-Tyrant	x			
<i>Taeniotriccus andrei</i> (Berlepsch & Hartert, 1902)	Black-chested Tyrant	x			
<i>Lophotriccus galeatus</i> (Boddaert, 1783)	Helmeted Pygmy-Tyrant	x		x	
Tyrannidae Vigors, 1825					
<i>Zimmerius gracilipes</i> (Sclater & Salvin, 1868)	Slender-footed Tyrannulet	x		x	
<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	Southern Beardless-Tyrannulet		x	x	
<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	Yellow-bellied Elaenia		x	x	
<i>Myiopagis gaimardii</i> (d'Orbigny, 1839)	Forest Elaenia	x		x	
<i>Myiopagis viridicata</i> (Vieillot, 1817)	Greenish Elaenia			x	

<i>Tyrannulus elatus</i> (Latham, 1790)	Yellow-crowned Tyrannulet	x		x	
<i>Phaeomyias murina</i> (Spix, 1825)	Mouse-colored Tyrannulet		x		
<i>Attila cinnamomeus</i> (Gmelin, 1789)	Cinnamon Attila	x	x	x	
<i>Attila spadiceus</i> (Gmelin, 1789)	Bright-rumped Attila	x		x	
<i>Legatus leucophaeus</i> (Vieillot, 1818)	Piratic Flycatcher	x		x	
<i>Ramphotricon ruficauda</i> (Spix, 1825)	Rufous-tailed Flatbill	x			
<i>Myiarchus tuberculifer</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	Dusky-capped Flycatcher			x	
<i>Myiarchus ferox</i> (Gmelin, 1789)	Short-crested Flycatcher	x	x	x	
<i>Myiarchus tyrannulus</i> (Statius Muller, 1776)	Brown-crested Flycatcher	x		x	
<i>Rhytipterna simplex</i> (Lichtenstein, 1823)	Grayish Mourner	x		x	
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	Great Kiskadee		x	x	
<i>Myiodynastes maculatus</i> (Statius Muller, 1776)	Streaked Flycatcher		x	x	
<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	Boat-billed Flycatcher			x	
<i>Myiozetetes cayanensis</i> (Linnaeus, 1766)	Rusty-margined Flycatcher		x	x	
<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	Social Flycatcher			x	
<i>Tyrannus melancholicus</i> (Vieillot, 1819)	Tropical Kingbird		x	x	
<i>Empidonomus varius</i> (Vieillot, 1818)	Variegated Flycatcher		x	x	
<i>Cnemotriccus fuscatus</i> (Wied, 1831)	Fuscous Flycatcher		x	x	
<i>Myiophobus fasciatus</i> (Statius Muller, 1776)	Bran-colored Flycatcher	x		x	
<i>Ornithion inerme</i> (Hartlaub, 1853)	White-lored Tyrannulet	x		x	
<i>Phylodor lictor</i> (Lichtenstein, 1823)	Lesser Kiskadee			x	
Vireonidae Swainson, 1837					
<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	Rufous-browed Peppershrike	x	x	x	
<i>Vireo chivi</i> (Vieillot, 1817)	Chivi Vireo	x			
<i>Hylophilus semicinereus</i> Sclater & Salvin, 1867	Gray-chested Greenlet	x		x	
<i>Hylophilus pectoralis</i> (Sclater, 1866)	Ashy-headed Greenlet	x		x	
<i>Hylophilus ochraceiceps rubrifrons</i> (Sclater & Salvin, 1867)	Tawny-crowned Greenlet	x			VU
Troglodytidae Swainson, 1831					
<i>Microcerculus marginatus</i> (Sclater, 1855)	Scaly-breasted Wren	x			
<i>Troglodytes musculus</i> (Naumann, 1823)	Southern House Wren	x	x	x	
<i>Pheugopedius genibarbis</i> (Swainson, 1838)	Moustached Wren	x	x	x	
Polioptilidae Baird, 1858					
<i>Ramphocaenus melanurus</i> (Vieillot, 1819)	Long-billed Gnatwren	x		x	
<i>Polioptila plumbea</i> (Gmelin, 1788)	Tropical Gnatcatcher		x		
Turdidae Rafinesque, 1815					
<i>Turdus leucomelas</i> (Vieillot, 1818)	Pale-breasted Thrush		x	x	

<i>Turdus fumigatus</i> (Lichtenstein, 1823)	Cocoa Thrush	x			
<i>Turdus albicollis</i> (Vieillot, 1818)	White-necked Thrush	x			
Passerellidae Cabanis & Heine, 1850					
<i>Arremon taciturnus</i> (Hermann, 1783)	Pectoral Sparrow	x		x	
Icteridae Vigors, 1825					
<i>Psarocolius viridis</i> (Statius Muller, 1776)	Green Oropendola	x		x	
<i>Psarocolius bifasciatus</i> (Spix, 1824)	Olive Oropendola	x		x	
<i>Cacicus haemorrhous</i> (Linnaeus, 1766)	Red-rumped Cacique	x			
<i>Cacicus cela</i> (Linnaeus, 1758)	Yellow-rumped Cacique	x		x	
<i>Icterus cayanensis</i> (Linnaeus, 1766)	Epulet Oriole			x	
Mitrospingidae Barker, Burns, Klicka, Lanyon & Lovette, 2013					
<i>Lamprospiza melanoleuca</i> (Vieillot, 1817)	Red-billed Pied Tanager	x			
Thraupidae Cabanis, 1847					
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	Bananaquit	x		x	
<i>Saltator azarae</i> (d'Orbigny, 1839)	Amazonian Grayish Saltator		x	x	
<i>Saltator maximus</i> (Statius Muller, 1776)	Buff-throated Saltator	x		x	
<i>Saltator grossus</i> (Linnaeus, 1766)	Slate-colored Grosbeak	x		x	
<i>Tachyphonus rufus</i> (Boddaert, 1783)	White-lined Tanager		x	x	
<i>Ramphocelus carbo</i> (Pallas, 1764)	Silver-beaked Tanager	x	x	x	
<i>Lanio cucullatus</i> (Statius Muller, 1776)	Red-crested Finch		x	x	
<i>Lanio surinamus</i> (Linnaeus, 1766)	Fulvous-crested Tanager	x		x	
<i>Tangara gyrola</i> (Linnaeus, 1758)	Bay-headed Tanager	x			
<i>Tangara mexicana</i> (Linnaeus, 1766)	Turquoise Tanager	x			
<i>Tangara punctata</i> (Linnaeus, 1766)	Spotted Tanager	x			
<i>Tangara episcopus</i> (Linnaeus, 1766)	Blue-gray Tanager	x	x	x	
<i>Tangara palmarum</i> (Wied, 1823)	Palm Tanager	x	x	x	
<i>Tangara cayana</i> (Linnaeus, 1766)	Burnished-buff Tanager	x		x	
<i>Schistochlamys melanopsis</i> (Latham, 1790)	Black-faced Tanager		x		
<i>Dacnis cayana</i> (Linnaeus, 1766)	Blue Dacnis	x		x	
<i>Cyanerpes caeruleus</i> (Linnaeus, 1758)	Purple Honeycreeper	x		x	
<i>Cyanerpes cyaneus</i> (Linnaeus, 1766)	Red-legged Honeycreeper				
<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	Blue-black Grassquit		x		
<i>Sporophila americana</i> (Gmelin, 1789)	Wing-barred Seed eater		x		
<i>Sporophila minuta</i> (Linnaeus, 1758)	Ruddy-breasted Seed eater		x		
<i>Sporophila nigricollis</i> (Vieillot, 1823)	Yellow-bellied Seed eater		x		
<i>Sporophila angolensis</i> (Linnaeus, 1766)	Chestnut-bellied Seed-Finch		x	x	
<i>Tersina viridis</i> (Illiger, 1811)	Swallow Tanager	x			
Cardinalidae Ridgway, 1901					
<i>Granatellus pelzelni</i> (Sclater, 1865)	Rose-breasted Chat	x			

<i>Caryothraustes canadensis</i> (Linnaeus, 1766)	Yellow-green Grosbeak	x		x	
<i>Periporphyrus erythromelas</i> (Gmelin, 1789)	Red-and-black Grosbeak	x			
<i>Cyanoloxia rothschildii</i> (Bartlett, 1890)	Rothschild's Blue Grosbeak	x			
Parulidae Wetmore, Friedmann, Lincoln, Miller, Peters, van Rossem, Van Tyne & Zimmer 1947					
<i>Myiothlypis mesoleuca</i> (Sclater, 1866)	Riverside Warbler			x	
Fringillidae Leach, 1820					
<i>Euphonia violacea</i> (Linnaeus, 1758)	Violaceous Euphonia			x	
<i>Euphonia cayennensis</i> (Gmelin, 1789)	Golden-sided Euphonia	x			