



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

ESTRUTURA DE COMUNIDADE DE AVES EM FLORESTAS
SECA E ÚMIDA NO NORDESTE DA AMÉRICA DO SUL

ARNALDO HONORATO VIEIRA FILHO

JOÃO PESSOA-PB

2017

ARNALDO HONORATO VIEIRA FILHO

**ESTRUTURA DE COMUNIDADE DE AVES EM FLORESTAS SECA E ÚMIDA
NO NORDESTE DA AMÉRICA DO SUL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Paraíba, Área Zoologia, como requisito à obtenção de grau de Doutor em Ciências Biológicas.

Orientador:

Prof. Dr. Helder Farias Pereira de Araujo

JOÃO PESSOA-PB

2017

Catálogo na publicação
Seção de Catálogo e Classificação

V658e Vieira-Filho, Arnaldo Honorato.

ESTRUTURA DE COMUNIDADE DE AVES EM FLORESTAS SECA E
ÚMIDA NO NORDESTE DA AMÉRICA DO SUL / Arnaldo Honorato
Vieira-Filho. - João Pessoa, 2017.

140 f. : il.

Orientação: Dr Helder Farias Pereira de Araujo.
Tese (Doutorado) - UFPB/CCEN.

1. Diversidade filogenética e funcional, Networks. I.
de Araujo, Dr Helder Farias Pereira. II. Título.

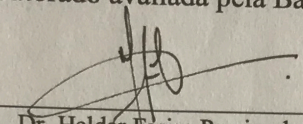
UFPB/CCEN

**ESTRUTURA DE COMUNIDADE DE AVES EM FLORESTAS SECA E ÚMIDA
NO NORDESTE DA AMÉRICA DO SUL**

ARNALDO HONORATO VIEIRA FILHO

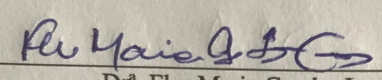
Tese de Doutorado avaliada pela Banca Examinadora:

Orientador:



Dr. Helder Farias Pereira de Araujo
Universidade Federal da Paraíba - UFPB
Orientador

Examinadores:

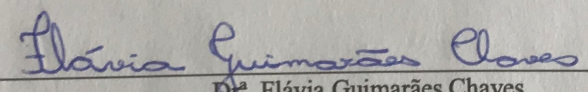


Dr. Flor Maria Guedes Las-Casas
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
Titular

Dr. Thiago Gonçalves-Souza
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE
Titular

Dr. Bráulio A. Santos
Universidade Federal da Paraíba - UFPB
Titular

Dr. Daniel de Oliveira Mesquita
Universidade Federal da Paraíba – UFPB
Titular



Dr. Flávia Guimarães Chaves
Universidade Estadual do Rio de Janeiro - UERJ
Suplente

Dr. Taís Borges Costa
Instituto Federal da Paraíba - IFPB
Suplente

Data: ____/____/____

JOÃO PESSOA-PB

2017

**ESTRUTURA DE COMUNIDADE DE AVES EM FLORESTAS SECA E ÚMIDA
NO NORDESTE DA AMÉRICA DO SUL**

ARNALDO HONORATO VIEIRA FILHO

Tese de Doutorado avaliada pela Banca Examinadora:

Orientador:

Dr. Helder Farias Pereira de Araujo
Universidade Federal da Paraíba - UFPB
Orientador

Examinadores:

Dr^a. Flor Maria Guedes Las-Casas
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
Titular

Dr. Thiago Gonçalves-Souza
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE
Titular

Dr. Bráulio A. Santos
Universidade Federal da Paraíba - UFPB
Titular

Dr. Daniel de Oliveira Mesquita
Universidade Federal da Paraíba – UFPB
Titular

Dr^a. Flávia Guimarães Chaves
Universidade Estadual do Rio de Janeiro - UERJ
Suplente

Dr^a. Taís Borges Costa
Instituto Federal da Paraíba - IFPB
Suplente

Data: ____/____/____

JOÃO PESSOA-PB

2017

Dedico esta tese aos meus pais Izabel Cristina M. Nunes e F^{co} Luiz Thelmo C. Mendes e a Maria Clara B. T. Cavalcanti, que tanto me apoiaram e me incentivaram durante a minha vida.

AGRADECIMENTOS

- À minha família pelo apoio, mesmo de longe, e pelo carinho que sempre me deram, especialmente à minha mãe que sempre esteve do meu lado me apoiando e incentivando em todos os momentos e, principalmente, confiando nas minhas escolhas.
- A Maria Clara B. T. Cavalcanti pelo amor, carinho, amizade, discussões e enorme paciência ao longo desses seis anos e meio, principalmente nesses últimos meses. Simplesmente não tenho palavras que consigam expressar toda a minha gratidão por ter você sempre ao meu lado.
- Ao Prof. Dr. Helder Farias Pereira de Araújo pelos ensinamentos e orientações e pela amizade e confiança construídas ao longo de quase dez anos de trabalho, período o qual me ensinou muito sobre aves e assuntos correlacionados.
- A Diniz França pela colaboração na construção das matrizes de interações e a Ana Cláudia e Mônica pela colaboração na construção das matrizes de diversidade funcional. A todos aqueles que me acompanharam e me ajudaram em algum momento nas atividades ligadas a esse trabalho.
- A Lenyneves Araújo, Bráulio Santos, Taís Costa e Edyla Andrade pelas discussões e esclarecimentos de várias questões associadas a este trabalho. Também agradeço a José Hidasi-Neto pela revisão crítica do primeiro capítulo ainda em fase inicial.
- A Renato Magnum e Pedro Gadelha Neto e a todos que ajudaram na identificação das plantas e sementes durante o trabalho. A Carol Liberal, Nilson Mimoso e Janderson Alencar pela identificação dos artrópodes. A Célia Machado pela confecção dos mapas de localização das comunidades amostradas.
- Aos curadores das coleções de aves da UFPE (Dr. Luciano Naka), UFRJ (Dr. Marcos Raposo) e MUZusp (Dr. Luíz Fábio Silveira) por liberar a visita às

respectivas coleções. Também agradeço a Daniele Mariz, Daniel Figueira e Marcelo Félix pela total disponibilidade e atenção durante a visita à coleção.

- Ao Laboratório de Síntese Ecológica (SintECO), em especial ao Prof. Dr. Marco Mello e aos MsC. Renata Maylaert e Pavel Dodonov pela disponibilidade dos scripts para realização das análises das redes de interações.
- Aos meus amigos da graduação que, apesar da distância, sempre proporcionaram boas conversas mesmo pelo *WhatsApp*. Aos novos e antigos amigos dos laboratórios de ornitologia da UFPB campus Areia e da UFCG campus Patos.
- Aos amigos do curso de pós-graduação em Ciências Biológicas da UFPB, especialmente à toda a velha guarda, pelos excelentes momentos de distração e pelas ótimas conversas acadêmicas. Aos amigos de Areia (Cayo Lima, Caio Brito, Wylde Vieira e Magna Marinho) e de Patos (Erich Mariano e Nicolay Negreiros, Bruno Campos e Flávia Moura e Stephenson e Marcela Abrantes) que sempre tinham uma cerveja gelada ou um prato de comida para acompanhar uma conversa descontraída.
- A todos os professores do curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) pelos ensinamentos que tanto contribuíram para minha formação.
- Ao FUNBIO pelo financiamento das atividades de campo realizadas na Serra de Santa Catarina.
- À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) da Universidade Federal da Paraíba pela oportunidade da realização do trabalho. A CAPES pela bolsa concedida durante o desenvolvimento deste trabalho.
- Por fim, um agradecimento em especial a seu Josimar e Dona Esmerinda pela atenção e cuidado durante as atividades de campo na Serra Santa Catarina e a todos aqueles que participaram das animadíssimas idas à serra ao longo de dois anos.

SUMÁRIO

Lista de figuras.....	viii
Lista de tabelas.....	xii
Resumo.....	15
Abstract.....	16
Apresentação.....	17
Referências Bibliográficas.....	18
Capítulo I: Estruturação filogenética e funcional em comunidades de aves em florestas secas e úmidas no nordeste da América do Sul.....	21
Resumo.....	23
Abstract.....	24
Introdução.....	25
Materiais e métodos.....	27
Área de estudo.....	27
Definindo o <i>pool</i> regional.....	29
Relações filogenéticas.....	30
Atributos funcionais.....	30
Verificando a estruturação filogenética e funcional das comunidades.....	33
Resultados.....	36
Escala local.....	36
Escala regional.....	38
Discussão.....	52
Conclusão.....	57
Agradecimentos.....	58
Referências Bibliográficas.....	58

Material suplementar.....	67
Capítulo II: Redes de interações tróficas de aves em florestas seca e úmida no nordeste da América do Sul.....	92
Resumo.....	94
Abstract.....	95
Introdução.....	96
Materiais e métodos.....	99
Área de estudo.....	99
Levantamento de dados.....	101
Matrizes e redes de interações.....	104
Analisando as redes de interações.....	104
Resultados.....	107
Discussão.....	115
Conclusão.....	118
Agradecimentos.....	119
Referências Bibliográficas.....	120
Material suplementar.....	129

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I: Estruturação filogenética e funcional em comunidades de aves em florestas secas e úmidas no nordeste da América do Sul

Figura 1. Localização geográfica das comunidades estudadas. Localização geográfica das 29 localidades amostradas em seu respectivo domínio vegetacional. BETA – Betânia; FALM – Fazenda Almas, AIUA – Aiuaba; SOBR – Sobradinho, MILA – Milagres, SERI – ESEC Seridó, FTAM – Fazenda Tamanduá, ARA – Chapada do Araripe, SALM – Serra das Almas, SNE, Serra Negra, SCAT – Serra de Santa Catarina, SPJ – Serra do Pico do Jabre, TRI – Trinfo, APON – APA das Onças, VVER – Venha-ver, GURJ - RE de Gurjaú, GUAD - APA de Guadalupe, RGUA – RE Guaribas, USAJ – Usina São João, LSPB – Litoral Sul da Paraíba, RCAE - ESEC de Caetés, PTAL – Pedra Talhada, BONI – Brejos de Bonito, SVF – Mata do Estado, MPF – PE Mata do Pau Ferro, BITU – Mata do Bituri, BCA – Brejos dos Cavalos, BATU – Maciço de Baturité, BRGA – Brejos de Brejão e Garanhuns). CAA - Caatinga (comunidades com vegetação arbórea/arbustiva seca típica de ambientes com vegetação de caatinga *strictu sensu*); DFM – Floresta seca de altitude (comunidades com vegetação típica de florestas sazonalmente secas localizadas atualmente em áreas com maior altitude na região semiárida); CAF – Floresta úmida litorânea (comunidades com vegetação típica da Floresta Atlântica costeira); e RFM – Floresta úmida de altitude (comunidades com vegetação típica de ambientes úmidos, porém localizadas em regiões de maior altitude no interior do nordeste). RE – Reserva Estadual; PE – Parque Estadual; APA – Área de Proteção Ambiental; EE – Estação Ecológica..... 28

Figura 2. Retirada das medidas. Medidas dos traços morfométricos das aves. (A) comprimento do bico; (B) altura do bico; (C) largura do bico; (D) comprimento da asa; (E) comprimento da cauda e (F) comprimento do tarso. Retirado de Sick (1997)..... 33

Figura 3. Índices de diversidade filogenética e funcional em escala local. Índice de parentesco líquido - NRI (A) e Índice do táxon mais próximo - NTI (B) das 29 comunidades de aves florestais localizadas no Nordeste brasileiro. SDTF foi subdividido em CAA - Caatinga (comunidades com vegetação arbórea/arbustiva seca típica de ambientes com vegetação de caatinga *strictu sensu*); DFM – Floresta seca de altitude (comunidades com vegetação típica de florestas sazonalmente secas localizadas atualmente em áreas com maior altitude na região semiárida). Enquanto RF foi subdividida em CAF – Floresta úmida litorânea (comunidades com vegetação típica da Floresta Atlântica costeira); e RFM – Floresta úmida de altitude (comunidades com vegetação típica de ambientes úmidos, porém localizadas em regiões de maior altitude no interior do Nordeste brasileiro). ^uniformidade filogenética; *agrupamento filogenético; **agrupamento funcional; ***agrupamento filogenético e funcional..... 37

Figura 4. Índices de diversidade filogenética e funcional em escala regional. Índice de parentesco líquido - NRI (A) e Índice do táxon mais próximo - NTI (B) considerando os quatro subgrupos formados pelas 29 comunidades de aves florestais localizadas no Nordeste brasileiro. SDTF foi subdividido em CAA - Caatinga (comunidades com vegetação arbórea/arbustiva seca típica de ambientes com vegetação de caatinga *strictu sensu*); DFM – Floresta seca de altitude (comunidades com vegetação típica de florestas

sazonalmente secas localizadas atualmente em áreas com maior altitude na região semiárida). Enquanto RF foi subdividida em CAF – Floresta úmida litorânea (comunidades com vegetação típica da Floresta Atlântica costeira); e RFM – Floresta úmida de altitude (comunidades com vegetação típica de ambientes úmidos, porém localizadas em regiões de maior altitude no interior do Nordeste brasileiro)..... 40

Figura 5. Anova *one way* comparando PDNRI e FDNRI. Índice de parentesco líquido médio (NRI médio: PDNRI -Diversidade filogenética, à esquerda. FDNRI - Diversidade funcional, à direita) dos subgrupos formado pelas 29 comunidades de aves analisadas. SDTF foi subdividido em CAA - Caatinga (comunidades com vegetação arbórea/arbustiva seca típica de ambientes com vegetação de caatinga strictu sensu); DFM – Floresta seca de altitude (comunidades com vegetação típica de florestas sazonalmente secas localizadas atualmente em áreas com maior altitude na região semiárida). Enquanto RF foi subdividida em CAF – Floresta úmida litorânea (comunidades com vegetação típica da Floresta Atlântica costeira); e RFM – Floresta úmida de altitude (comunidades com vegetação típica de ambientes úmidos, porém localizadas em regiões de maior altitude no interior do Nordeste brasileiro)..... 41

Figura 6: Anova *one way* comparando PDNTI e FDNTI. Índice do táxon mais próximo médio (NTI médio: PDNTI -Diversidade filogenética, à esquerda. FDNTI - Diversidade funcional, à direita) dos subgrupos formado pelas 29 comunidades de aves analisadas. CAA - Caatinga (comunidades com vegetação arbórea/arbustiva seca típica de ambientes com vegetação de caatinga strictu sensu); DFM – Floresta seca de altitude (comunidades com vegetação típica de florestas sazonalmente secas localizadas atualmente em áreas com maior altitude na região semiárida); CAF – Floresta úmida litorânea (comunidades com vegetação típica da Floresta Atlântica costeira); e RFM – Floresta úmida de altitude (comunidades com vegetação típica de ambientes úmidos, porém localizadas em regiões de maior altitude no interior do Nordeste brasileiro)..... 43

Figura 7: Resultado da PCoA. Análise de coordenadas principais (PCoA) em função dos valores de CWM (*Community Weighted Mean*) por comunidade, incluindo os atributos mais correlacionados com cada eixo da análise. De D1a D15 - Comunidades de aves associadas à vegetação sazonalmente seca na região nordeste da América do Sul; de R1 a R14 – Comunidades de aves associadas à vegetação tipicamente úmida na região nordeste da América do Sul..... 45

Figura 8. Resultado da pPCA na floresta seca. Resultado da análise filogenética de componentes principais (pPCA) para as comunidades de aves associadas a vegetação sazonalmente seca no nordeste da América do Sul. Lado esquerdo (topo) – Autovalores correspondente aos valores positivos (PC1) e negativos (PC21). Lado esquerdo (inferior) – *Loadings* dos principais traços para o componente global e local. $d = 2$ refere-se ao tamanho da malha do gride. C- Filogenia da comunidade de aves estuda e o resultado da pPCA. Escores positivos e negativos para o componente global (PC1) e local (PC21) são indicados pelos círculos pretos e brancos com o tamanho do círculo sendo proporcional aos valores dos escores. Legenda dos traços funcionais relacionados a dieta e estrato de forrageio: Dieta – Invertebrados (Diet_Inv); Insetívoros de folha (Ins_Lea); Insetívoros de tronco (Ins_Truc); Insetívoros aéreos (Ins_Aer); Insetívoros de chão (Ins_Gro); Vertebrados endotérmicos (Diet_Vend); Vertebrados ectotérmicos (Diet_Vect); Vertebrados em geral (Diet_Vunk); Frutos (Diet_Fruit); Nectar (Diet_Nect); Sementes (Diet_Seed); Material vegetal (Diet_PlantO), Estrato de forrageio – Sobre a superfície da

água (FSt_wataroundsurf); Terrestre (FSt_ground); Sub-bosque (FStr_understory);
Médio-bosque (FSt_midhigh); Dossel (FSt_canopy); Aéreo (FSt_aerial)..... 48

Figura 9. Resultado da pPCA na floresta úmida. Resultado da análise filogenética de componentes principais (pPCA) para as comunidades de aves associadas à vegetação úmida no nordeste da América do Sul. Lado esquerdo (topo) – Autovalores correspondente aos valores positivos (PC1) e negativos (PC21). Lado esquerdo (inferior) – Loadings dos principais traços para o componente global e local. d = 2 refere-se ao tamanho da malha do gride. C- Filoegenia da comunidade de aves estuda e o resultado da pPCA. Escores positivos e negativos para o componente global (PC1) e local (PC21) são indicados pelos círculos pretos e brancos com o tamanho do círculo sendo proporcional aos valores dos escores. Legenda dos traços funcionais relacionados a dieta e estrato de forrageio: Dieta – Invertebrados (Diet_Inv); Insetívoros de folha (Ins_Lea); Insetívoros de tronco (Ins_Tr); Insetívoros aéreos (Ins_Aer); Insetívoros de chão (Ins_Gro); Vertebrados endotérmicos (Diet_Vend); Vertebrados ectotérmicos (Diet_Vect); Vertebrados em geral (Diet_Vunk); Frutos (Diet_Fruit); Nectar (Diet_Nect); Sementes (Diet_Seed); Material vegetal (Diet_PlantO), Estrato de forrageio – Sobre a superfície da água (FSt_wataroundsurf); Terrestre (FSt_ground); Sub-bosque (FStr_understory); Médio-bosque (FSt_midhigh); Dossel (FSt_canopy); Aéreo (FSt_aerial)..... 50

Figura S1. Divisão das comunidades em grupo 1 e grupo 2. Análise de agrupamento (UGPMA) de acordo do índice de similaridade de *Jaccard*, a partir dos dados de ocorrência das espécies aves pertencentes às 29 comunidades amostradas. Linha pontilhada indicando o Grupo 1 – Comunidades com vegetação típica das florestas secas localizada na região semiárida (BETA – Betânia; FALM – Fazenda Almas, AIUA – Aiuaba; SOBR – Sobradinho, MILA – Milagres, SERI – ESEC Seridó, FTAM – Fazenda Tamanduá, ARA – Chapada do Araripe, SALM – Serra das Almas, SNE, Serra Negra, SCAT – Serra de Santa Catarina, SPJ – Serra do Pico do Jabre, TRI – Trinco, APON – APA das Onças, VVER – Venha-ver e Linha continua evidenciando o Grupo 2 – Comunidades com vegetação típica das florestas úmidas litorâneas (GURJ - Reserva Estadual de Gurjaú, GUAD - Área de Proteção Ambiental de Guadalupe, RGUA – Reserva Guaribas, USAJ – Usina São João, LSPB – Litoral Sul do estado da Paraíba, RCAE - ESEC de Caetés, PTAL – Pedra Talhada, BONI – Brejos de Bonito, SVF – Mata do Estado, MPF – PE Mata do Pau Ferro, BITU – Mata do Bituri, BCA – Brejos dos Cavalos, BATU – Maciço de Baturité, BRGA – Brejos de Brejão e Garanhuns). *RE – Reserva Estadual, PE – Parque Estadual, APA – Área de Proteção Ambiental, ESEC – Estação Ecológica..... 67

Capítulo II: Redes de interações tróficas de aves em florestas seca e úmida no nordeste da América do Sul

Figura 1. Localização geográfica com os gradientes de temperatura e precipitação da floresta úmida (Parque Estadual Mata do Pau Ferro) e seca (Serra de Santa Catarina) estudada no nordeste da América do Sul..... 101

Figura 2. Redes de interações ecológicas entre aves e itens alimentares em duas florestas de altitude localizadas no Nordeste da América do Sul: A) Floresta úmida; B) Floresta

seca. À esquerda são apresentadas as espécies de aves e à direita os itens alimentares. A altura dos retângulos é proporcional ao número de interações ocorridas e a largura das linhas representa a frequência de interações observadas..... 109

Figura 3. Matriz de interações evidenciando os módulos de acordo com o algoritmo QuanBiMo (Dormann e Strauss 2014): A) Módulos indentificados por QuanBiMo (com $steps=1e6$; $Q = 0.30$) das redes de interação floresta úmida. Quadrantes azuis indicam interações entre as espécies de aves e os itens alimentares. Quanto mais escura a tonalidade do azul, mais interações observadas. Os quadros vermelhos indicam os módulos observados dentro da rede de interações ave-item alimentar..... 112

Figura 3 continuação. Matriz de interações evidenciando os módulos de acordo com o algoritmo QuanBiMo (Dormann e Strauss 2014): B) Módulos identificados por QuanBiMo (com $steps=1e6$; $Q = 0.42$) da rede de interações na floresta seca. Quadrantes azuis indicam interações entre as espécies de aves e os itens alimentares. Quanto mais escura a tonalidade do azul, mais interações observadas. Os quadros vermelhos indicam os módulos observados dentro da rede de interações ave-item alimentar..... 113

Figura 4. Valores de conexão (c) e participação (z) para as espécies de aves nas redes de interação de duas florestas de altitude localizadas no nordeste da América do Sul. Linhas vermelhas indicam os valores críticos segundo Olesen et al. (2007). A) Floresta úmida; B) Floresta seca..... 114

LISTA DE TABELAS

Capítulo I: Estruturação filogenética e funcional em comunidades de aves em florestas secas e úmidas no nordeste da América do Sul

Tabela 1. Idade média estimada. Idade média estimada (AEA) das comunidades de aves associadas as florestas seca: CAA - Caatinga (comunidades com vegetação arbórea/arbustiva seca típica de ambientes com vegetação de caatinga <i>strictu sensu</i>); DFM – Floresta seca de altitude (comunidades com vegetação típica de florestas sazonalmente secas localizadas atualmente em áreas com maior altitude na região semiárida); CAF – Floresta úmida litorânea (comunidades com vegetação típica da Floresta Atlântica costeira); e RFM – Floresta úmida de altitude (comunidades com vegetação típica de ambientes úmidos, porém localizadas em regiões de maior altitude no interior do nordeste). pd.obs – Diversidade filogenética observada.....	39
Tabela 2. Teste a posteriori considerando PDNRI e FDNRI. Teste de Tukey, evidenciando as diferenças entre o Índice de parentesco líquido médio (NRI médio) dos subgrupos formados pelas 29 comunidades de aves analisadas. CAA - Caatinga (comunidades com vegetação arbórea/arbustiva seca típica de ambientes com vegetação de caatinga <i>strictu sensu</i>); DFM – Floresta seca de altitude (comunidades com vegetação típica de florestas sazonalmente secas localizadas atualmente em áreas com maior altitude na região semiárida); CAF – Floresta úmida litorânea (comunidades com vegetação típica da Floresta Atlântica costeira); e RFM – Floresta úmida de altitude (comunidades com vegetação típica de ambientes úmidos, porém localizadas em regiões de maior altitude no interior do nordeste).* em destaque os valores de $p < 0.05$	42
Tabela 3. Teste a posteriori considerando PDNRI e FDNRI. Teste de Tukey, evidenciando as diferenças entre o Índice do táxon mais próximo médio (NTI médio) dos subgrupos formados pelas 30 comunidades de aves analisadas. CAA - Caatinga (comunidades com vegetação arbórea/arbustiva seca típica de ambientes com vegetação de caatinga <i>strictu sensu</i>); DFM – Floresta seca de altitude (comunidades com vegetação típica de florestas sazonalmente secas localizadas atualmente em áreas com maior altitude na região semiárida); CAF – Floresta úmida litorânea (comunidades com vegetação típica da Floresta Atlântica costeira); e RFM – Floresta úmida de altitude (comunidades com vegetação típica de ambientes úmidos, porém localizadas em regiões de maior altitude no interior do nordeste). * em destaque os valores de $p < 0.05$	44
Tabela 4. Resultado da correlação. Resultado da correlação linear de Pearson com o primeiro (PCoA1) e segundo (PCoA2) componente da Análise de Coordenadas Principais (PCoA). *destaca as correlações mencionadas no texto.....	46
Tabela S1. Formação do pool regional. Estudos utilizados para a construção do banco regional de espécies utilizadas nas análises de estruturação filogenética e funcional. Com – Comunidade em escala local. Loc – Localidade.	68
Tabela S2. Descrição das comunidades. Lista das 29 localidades que foram analisadas em escala local no presente trabalho, indicando as suas respectivas siglas,	

municípios e estados (UF) onde estão inseridas, precipitação anual média (milímetros), altitude média (metros). Regional - Comunidades em escala regional: CAA – reúne as localidades caracterizadas por uma vegetação característica das regiões de baixada do semiárido; DFM – reúne as localidades com florestas secas de altitude situadas na região semiárida; CAF – reúne as localidades com florestas úmidas localizadas na região litorânea; RFM – reúne as localidades com florestas úmidas de altitudes situadas na região semiárida. *RE – Reserva Estadual; PE – Parque Estadual; APA – Área de Proteção Ambiental; EE - Estação Ecológica. 71

Tabela S3. Lista taxonômica das espécies de aves que formaram o *pool* regional.

Lista de espécies de aves que compõem o conjunto regional de espécies de aves segundo o CBRO (2016). Bridtree.org – nomenclatura utilizada por Jetz *et al.* (2012).... 72

Tabela S4. Matriz utilizada na análise de diversidade filogenética. Matriz de dados contendo as espécies de aves registradas nas 29 localidades amostradas PR – Conjunto regional de espécies, BETA – Betânia; FALM – Fazenda Almas, AIUA – Aiuaba; SOBR – Sobradinho, MILA – Milagres, SERI – ESEC Seridó, FTAM – Fazenda Tamanduá, ARA – Chapada do Araripe, SALM – Serra das Almas, SNE, Serra Negra, SCAT – Serra de Santa Catarina, SPJ – Serra do Pico do Jabre, TRI – Trinfo, APON – APA das Onças, VVER – Venha-ver , GURJ - RE de Gurjaú, GUAD - APA de Guadalupe, RGUA – RE Guaribas, USAJ – Usina São João, LSPB – Litoral Sul do estado da Paraíba, RCAE - ESEC de Caetés, PTAL – Pedra Talhada, BONI – Brejos de Bonito, SVF – Mata do Estado, MPF – PE Mata do Pau Ferro, BITU – Mata do Bituri, BCA – Brejos dos Cavalos, BATU – Maciço de Baturité, BRGA – Brejos de Brejão e Garanhuns). *RE – Reserva Estadual, PE – Parque Estadual, APA – Área de Proteção Ambiental, ESEC – Estação Ecológica. 81

Tabela S5. Resultados dos índices de diversidade filogenética e funcional das comunidades de aves estudadas. Índice de parentesco líquido filogenético (PDNRI) e funcional (FDNRI) e Índice do táxon mais próximo filogenético (PDNTI) e funcional (FDNTI) para as 29 comunidades de aves florestais localizadas no nordeste da América do Sul em escala local. Veg – Tipo de vegetação predominante: SDTF – comunidades com vegetação típica das florestas sazonalmente secas; RF – comunidades com vegetação típica das florestas úmidas localizadas no nordeste da América do Sul. Regional – Comunidades analisadas em escala regional. Local – Comunidades analisadas em escala local: BETA – Betânia; FALM – Fazenda Almas, AIUA – Aiuaba; SOBR – Sobradinho, MILA – Milagres, SERI – ESEC Seridó, FTAM – Fazenda Tamanduá; DFM – comunidades localizadas em áreas do semiárido com maior altitude (ARA – Chapada do Araripe, SALM – Serra das Almas, SNE, Serra Negra, SCAT – Serra de Santa Catarina, SPJ – Serra do Pico do Jabre, TRI – Trinfo, APON – APA das Onças, VVER – Venha-ver); CAF – comunidades com florestas úmidas na região litorânea (GURJ - Reserva Estadual de Gurjaú, GUAD - Área de Proteção Ambiental de Guadalupe, RGUA – Reserva Guaribas, USAJ – Usina São João, LSPB – Litoral Sul da Paraíba, RCAE - ESEC de Caetés) e RFM – comunidades com florestas úmidas de altitudes localizadas na região semiárida (PTAL – Pedra Talhada, BONI – Brejos de Bonito, SVF – Mata do Estado, MPF – PE Mata do Pau Ferro, BITU – Mata do Bituri, BCA – Brejos dos Cavalos, BATU – Maciço de Baturité, BRGA – Brejos de Brejão e Garanhuns); Riqueza – Número de espécies de aves registradas em cada localidade; Em vermelho - Índices significativamente diferente do acaso. *RE – Reserva Estadual; PE – Parque Estadual; APA – Área de Proteção Ambiental; ESEC - Estação Ecológica..... 90

Capítulo II: Redes de interações tróficas de aves em florestas seca e úmida no nordeste da América do Sul

Tabela 1. Parâmetros descritores das redes de interações na floresta úmida e na floresta seca..... 111

Tabela S1. Matriz ponderada de interações entre as espécies de aves-itens alimentares em uma floresta úmida de altitude localizadas no Nordeste da América do Sul (Parque Estadual Mata do Pau Ferro, Areia, Brasil. Matriz de interação entre ave-item alimentar na floresta úmida. Nas linhas encontram-se as espécies de aves. Nas colunas os itens-alimentares – FNC – Frutos não categorizados; Fsp – morfoespécie vegetal baseada no fruto/semente; Flsp – morfoespécie vegetal baseada na flor. Os valores nas células correspondem ao número de interações (links) observada entre a espécie de ave i e os item alimentar j. Grau – Total de links realizada pela espécie de ave i ou item alimentar j na rede de interações..... 129

Tabela S2. Tabela S2. Matriz ponderada de interações entre as espécies de aves-itens alimentares em uma floresta seca de altitude localizadas no Nordeste da América do Sul (Serra de Santa Catarina, Aguiar, Brasil. Matriz de interação entre ave-item alimentar na floresta seca. Nas linhas encontram-se as espécies de aves. Nas colunas os itens-alimentares – FNC – Frutos não categorizados; Fsp – morfoespécie vegetal baseada no fruto/semente; Flsp – morfoespécie vegetal baseada na flor. Os valores nas células correspondem ao número de interações (links) observada entre as espécies de ave i e os item alimentar j. Grau – Total de links realizada pela espécie de ave i ou item alimentar j na rede de interações..... 132

Tabela S3. Composição dos módulos identificados utilizando a função *listModuleInformation* do pacote *bipartite* (Dormann et al. 2009). O Estrato de forrageio, a dieta e a guilda seguiu (Wilman et al. 2014) com modificações baseado em estudos realizados em ambientes úmido e seco no nordeste da América do Sul (Telino Júnior et al. 2005; Araujo 2009) além de descrições da dieta de aves na plataforma on-line del Hoyo et al. (2016). ^Espécies de aves com mais interações (maiores graus) nas redes. Composição dos módulos nas redes de interações nas florestas úmida e seca. Estrato de forrageio: gro – chão; und – sub-bosque; mid – médio bosque; can – dossel; aer – aéreo; wat – sobre a superfície da água. Dieta: Ins – inseto; InsGro – inseto no chão; InsTru - inseto no tronco; InsLea – inseto na folha; InseAer – inseto no ar; Vect - Vertebrados ectotérmicos; Vunk - Vertebrados em geral; Fruit – fruto; Nec – néctar; See – sementes; Gran – grãos; Plant – Material vegetal.....

136

RESUMO

Nos últimos anos, diversos estudos têm buscado explicar os padrões de diversidade em resposta a um variado número de processos que envolvem a coexistência das espécies e a organização das comunidades. Para tanto, têm sido utilizadas ferramentas filogenéticas e funcionais, bem como redes de interações ecológicas. Dentro dessa perspectiva, neste estudo buscamos avaliar como as comunidades de aves são organizadas do ponto de vista ecológico e histórico (Primeiro capítulo) e das interações ecológicas entre os organismos (Segundo capítulo) em florestas de altitude do nordeste da América do Sul. Inicialmente, foram selecionadas 29 comunidades de aves localizadas tanto em ambientes com vegetação úmida como em ambientes sazonalmente secos. Com base nisso, foi verificada a estruturação filogenética e funcional destas comunidades em diferentes escalas a partir da utilização do índice de parentesco líquido (NRI) e o índice do táxon mais próximo (NTI). Ainda foi verificado quais traços funcionais poderiam influenciar na organização das comunidades, utilizando uma análise de coordenadas principais (PCoA) e análise filogenética de componentes principais (pPCA). Foi observado que as comunidades de aves associadas a floresta úmida são organizadas de forma distinta das comunidades de aves associadas a floresta seca tanto filogeneticamente como funcionalmente. Por fim, verificamos características estruturais das redes de interações ave-itens alimentares em uma área com floresta úmida e outra com floresta seca, ambas de altitude. Com base nas características estruturais das redes encontradas, observamos que ambas as redes foram modulares e não aninhadas, indicando uma similaridade estrutural nas duas florestas. Entretanto, as diferenças quanto à disponibilidade e periodicidade do recurso podem revelar particularidades em cada rede de interação aves-itens alimentares.

Palavras chaves: Diversidade filogenética e funcional, Networks.

ABSTRACT

In the past few years, many researches have been trying to explain biological diversity patterns as consequences of many processes involving species coexistence and community organization. Some phylogenetic and functional tools, as well as complex ecological networks, have been used for this purpose. Under this perspective, in this study we aimed to assess how bird assemblages are organized, considering both their ecology and history (First chapter) and the ecological interactions among organisms (Second chapter) in altitude forests of South America Northeast region. First, we selected 29 bird assemblages both in rain forest and in seasonally dry environments. We assessed the phylogenetic and functional structure of these assemblages in different scales through the net related index (NRI) and the nearest taxon index (NTI). Also, we verified which functional traits could have influenced the community assembly through a principal coordinate analysis (PCoA) and a phylogenetic principal component analysis (pPCA). We found that the rain forest-related bird assemblage differs from the seasonally dry forest-related assemblage regarding their phylogenetic and functional organization. Lastly, we analyzed the structural characteristics of the bird-food items networks of two altitude forests, one being a rain forest and the other a seasonally dry forest. Based on the networks characteristics found here, we observed that both networks were modular and not-nested, which points to a structural similarity between both forests. Nevertheless, differences regarding resource availability and seasonality may reveal particularities of each bird-food item network.

Key words: Phylogenetic and functional diversities, networks

APRESENTAÇÃO

Historicamente, ecólogos tem tentado explicar os padrões de diversidade em resposta a um variado número de processos que envolvem a coexistência das espécies e a organização das comunidades (Mayfield & Levine 2010). Esses processos podem ser influenciados tanto por diferentes condições físicas do ambiente como por fatores em larga escala, que controlam a sobrevivência e extinção de espécies em determinada região (Ricklefs 2006).

Nessa linha, uma série de estudos têm buscado elucidar os processos que dirigem os padrões que atuam sobre a estruturação das comunidades ecológicas em diversas escalas com foco na biodiversidade (ver Pavoine & Bonsall 2010; Mouquet *et al.* 2012; Tucker *et al.* 2016). Dentre esses processos, a história evolutiva pode explicar a montagem das comunidades, uma vez que as características ecológicas, tais como traços funcionais e composição das guildas tróficas, podem refletir componentes hereditários do fenótipo (Weeks *et al.* 2016). Dessa forma, ecólogos têm utilizado medidas de diversidade filogenética e funcional a fim de compreender os processos de montagem das comunidades a partir das relações filogenéticas e funcionais entre as espécies presentes no banco regional (Sobral & Cianciaruso 2012).

Complementarmente, estudar as interações atuais entre os organismos, por meio da ferramenta de redes de interações ecológicas, pode ampliar nosso entendimento sobre os fatos históricos que moldam processos ecológicos e evolutivos de táxons que relacionam-se entre si (Bascompte *et al.* 2003; Lewinsohn *et al.* 2006). Esta abordagem tem avançado nos últimos anos e tem o potencial de auxiliar na compreensão do uso da dieta, que está diretamente ligada ao modo de vida dos organismos em suas interações e exploração de recursos (Memmot *et al.* 2004). Portanto, o levantamento de informações ecológicas a esse nível contribui para o entendimento da dinâmica das comunidades,

bem como pode subsidiar a interpretação de processos coevolutivos (Myers *et al.* 2000; Memmott *et al.* 2004).

Dentro dessa perspectiva, neste estudo buscamos avaliar como as comunidades de aves são organizadas do ponto de vista ecológico e histórico além das interações entre os organismos em florestas de altitude do nordeste da América do Sul. Historicamente, estas florestas são consideradas disjunções de floresta estacional montana estabelecidas numa região semiárida, comumente denominadas de “brejos de altitude” (Andrade-Lima 1982; Tabarelli & Santos 2004). Estudos recentes demonstram que os enclaves florestais no domínio semiárido do nordeste da América do Sul compreendem dois grupos florísticos distintos, assim como uma avifauna típica, uma associado com a floresta úmida costeira e outro com o domínio de florestas secas (Rodal *et al.* 2008; Mariano 2014). Dessa forma, se condições ecológicas distintas são responsáveis pela manutenção de florestas úmidas e secas com diferentes histórias de diversificação, esperamos que sinais distintos sejam observados na estruturação da avifauna entre cada tipo florestal.

Nesse sentido, a tese foi dividida em dois capítulos. O primeiro, intitulado “Estruturação filogenética e funcional em comunidades de aves em florestas secas e úmidas no nordeste da América do Sul”, visa compreender os padrões de organização das comunidades de aves associadas a distintos tipos vegetacionais no nordeste da América do Sul, por meio das análises de diversidade filogenética e funcional. Já no segundo capítulo, intitulado “Redes de interações tróficas de aves em florestas seca e úmida no nordeste da América do Sul”, comparamos as redes de interações aves-itens alimentares em duas florestas de altitude, úmida e seca, localizadas na região semiárida, visando entender como estas são estruturadas do ponto de vista das interações ecológicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade-Lima D. (1982). Present-day forest refuges in northeastern Brazil. In 'Biological diversification in the tropics' (Ed. G. T. Prance.) pp. 123-135. (Columbia University: Press New York.)
- Bascompte, J., Jordano, P., Melián, C. J., and Olesen, J. M. (2003). The nested assembly of plant-animal mutualistic networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100, 9383-9387.
- Lewinsohn, T. M., Inácio Prado, P., Jordano, P., Bascompte, J., and M Olesen, J. (2006). Structure in plant–animal interaction assemblages. *Oikos* 113(1), 174-184.
- Mariano, E. F. (2014). Relações biogeográficas entre a avifauna de florestas de altitude no Nordeste do Brasil. PhD Thesis, Universida Federal da Paraíba, João Pessoa.
- Mayfield, M. M., and Levine, J. M. (2010) Opposing effects of competitive exclusion on the phylogenetic structure of communities. *Ecology Letters* 13, 1085-1093.
- Memmott, J., Waser, N. M., and Price, M. V. (2004). Tolerance of Pollination Networks to Species Extinctions. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 271, 2605–2611.
- Mouquet, N, Devictor, V., Meynard, C. N., Munoz, F., Bersier, L. F., Chave, J., Couteron, P, Dalecky, A., Fontaine, C., Gravel, D., Hardy, O. J., Jabot, F., Lavergne, S., Leibold, M., Mouillot, D., Münkemüller, T., Pavoine, S., Prinzing, A., Rodrigues, A. S. L, Rohr, R. P, Thébault, E., and Thuiller, W. (2012). Ecophylogenetics: advances and perspectives. *Biological Review* 87(4), 769-785.
- Myers, N., Mittermeyer, R. A., Mittermeyer, C.G., Da Fonseca, G. A. B., and Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 853-858.
- Pavoine, S., and Bonsall, M.B. (2010) Measuring biodiversity to explain community assembly: a unified approach. *Biological Reviews* 86(4), 792-812.

- Rodal, M., Barbosa, M., and Thomas, W. (2008). Do the seasonal forests in northeastern Brazil represent a single floristic unit? *Brazilian Journal of Biology* 68, 467-475.
- Sobral, F. L., and Cianciaruso, M. V. (2012). Estrutura filogenética e funcional de assembleias:(re) montando a Ecologia de Comunidades em diferentes escalas espaciais= Phylogenetic and functional assembly structure:(re) assembling the community ecology on different spatial scales. *Bioscience Journal* 28(4), 617-631.
- Tabarelli M. & Santos A.M.M. (2004). Uma breve descrição sobre a história natural dos brejos nordestinos. In: *Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba*. (eds. Porto, K., Cabral, J. & Tabarelli, M.). Ministério do Meio Ambiente Brasília, pp. 17-24.
- Tucker, C. M., Cadotte, M. W., Carvalho, S. B., Davies, T. J., Ferrier, S., Fritz, S. A., Grenyer, R., Helmus, M. R., Jin, L. S., Mooers, A. O., Pavoine, S., Purschke, O., Redding, D. W., Rosauer, D. F., Winter, M., and Mazel, F. (2016). A guide to phylogenetic metrics for conservation, community ecology and macroecology. *Biological Reviews* doi: 10.1111/brv.12252.
- Weeks, B. C, Claramunt, S. and Cracraft, J. (2016). Integrating systematics and biogeography to disentangle the roles of history and ecology in biotic assembly. *Journal of Biogeography* 43, 1546–1559.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22

CAPÍTULO I

Estruturação filogenética e funcional em comunidades de
aves em florestas secas e úmidas no nordeste da América do Sul

O manuscrito será submetido a PloS One

Obs.: De acordo com as normas da revista, as figuras devem ser submetidas à parte.

Entretanto, para fins didáticos, optamos por mantê-las ao longo do texto.

Estruturação filogenética e funcional em comunidades de aves em florestas secas e úmidas no nordeste da América do Sul

Arnaldo H. Vieira-Filho^{1*}¶ e Helder F. Pereira de Araujo²¶

¹Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil.

²Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, Brasil.

*Autor para correspondência

E-mail: arnaldohvieira@gmail.com

¶Estes autores contribuíram igualmente neste trabalho.

47 **Resumo**

48 Na contemporaneidade, tem crescido o interesse em responder como os processos
49 evolutivos e ecológicos, apontados pelas relações filogenéticas e funcionais, influenciam
50 na estruturação das comunidades biológicas. Uma oportunidade de verificar a influência
51 dos padrões de estruturação em diferentes comunidades é encontrada nas florestas de
52 altitude localizadas na região semiárida do nordeste da América do Sul. Assim,
53 objetivamos avaliar como distintas comunidades de aves associadas à vegetação úmida e
54 sazonalmente seca são estruturadas, tanto do ponto de vista filogenético quanto funcional.
55 Para tanto foram selecionadas 29 comunidades de aves em ambientes com vegetação
56 úmida e sazonalmente seca. Foi verificada a estruturação filogenética e funcional das
57 comunidades em diferentes escalas, utilizando o índice de parentesco líquido (NRI) e o
58 índice do táxon mais próximo (NTI), e quais traços funcionais poderiam influenciar na
59 organização das comunidades, utilizando uma análise de coordenadas principais (PCoA)
60 e análise filogenética de componentes principais (pPCA). A avifauna associada às
61 florestas úmidas apresenta uma estrutura agrupada, tanto do ponto de vista filogenético
62 como funcional em ambas as escalas avaliadas, enquanto as avifaunas associadas à
63 vegetação sazonalmente seca são comunidades aleatórias filogenética e funcionalmente.
64 Os traços relacionados à forma do bico e ao tamanho corporal estão associados à
65 estruturação em ambas as comunidades, porém em condições opostas. A avifauna
66 associada às florestas sazonais pode responder tanto a processos ecológicos como filtros
67 ambientais, o que resultaria em uma comunidade aleatória. Esta aleatoriedade pode estar
68 relacionada à variabilidade temporal na disponibilidade do recurso somada a traços
69 adaptados à marcante sazonalidade observada nestes ambientes. Por outro lado, as
70 comunidades de aves associadas às florestas úmidas são predominantemente estruturadas
71 por filtros ambientais, resultando em um agrupamento filogenético e funcional. Esse
72 agrupamento resulta de uma heterogeneidade de habitat que possibilita a coexistência de
73 espécies congênicas e complementariedade de serviços funcionais devido à segregação
74 de nicho.

75

76 Palavras chave: semiárido, Floresta Atlântica, diversidade filogenética, diversidade
77 funcional, organização das comunidades.

Abstract

Recently, an attempt to understand how evolutionary and ecological processes pointed by phylogenetic and functional relationships influence the structure of biological communities has increased. Studying the altitude forests in the semiarid portion of South America's Northeast region is an opportunity to verify how structuring patterns influence different communities. Thus, we aimed to assess how rain forest and seasonally dry forest-related bird communities are phylogenetic and functionally structured. For that, we chose 29 bird communities of rain forest and seasonally dry forest formations. We assessed the phylogenetic and functional structure of bird assemblages in different scales through the net related index (NRI) and the nearest taxon index (NTI). Also, we verified which functional traits could have influenced the community assembly through a principal coordinates analysis (PCoA) and a phylogenetic principal component analysis (pPCA). The seasonally dry forest-related avifauna is phylogenetic and functionally randomly structured whereas there is a phylogenetic and functional clustering in the rain forest in both scales. Both beak shape and body size traits are related to the community assembly of the different avifauna studied, however their influence is opposite in relation to each other. The avifauna of seasonally forests could respond to both ecological process and environmental filters which could result in a randomly structured community. Such organization is possibly related to the seasonal local resource availability in addition to seasonality-adaptive traits seen in the seasonally dry environments. In turn, the rain forest-associated avifauna is mainly structured by environmental filters, which results in a phylogenetic and functional clustering. This clustering is a consequence of habitat heterogeneity that enables the coexistence of congeneric species and a functional services complementarity due to niche segregation.

Key words: semi-arid, Atlantic Forest, phylogenetic diversity, functional diversity, community assembly.

Introdução

Nos últimos anos, tem crescido o interesse em responder como os processos evolutivos e ecológicos, apontados pelas relações filogenéticas e funcionais, influenciam na estruturação das comunidades biológicas [1-8]. Uma das ideias discutidas é como a similaridade limitante (e.g. competição interespecífica) ou os filtros ambientais podem influenciar na montagem das comunidades [2,9].

Nesse contexto, a estruturação de uma comunidade na qual a competição tem um papel predominante, espera-se que espécies filogeneticamente mais aparentadas possam competir mais intensamente entre si, o que limitaria a coexistência desses táxons e resultaria um padrão *overdispersion* (daqui em diante traduzido como dispersão). Por outro lado, quando espécies proximamente aparentadas compartilham limitações fisiológicas e exibem nicho conservado em uma comunidade, ao longo dos processos evolutivos, espera-se que os filtros ambientais sejam os processos que mais influenciam na estruturação dessa comunidade. Portanto, este padrão pode resultar em um agrupamento filogenético [2,9,10-11]. Já quando as espécies são funcionalmente similares, espera-se encontrar um agrupamento funcional resultante da ação dos filtros ambientais, visto que condições ambientais específicas levariam à coexistência de espécies com certos conjuntos de traços funcionais. Por outro lado, espécies que são funcionalmente dissimilares resultariam em uma dispersão funcional, pois a competição interespecífica limitaria a coexistência de espécies que desempenham funções similares na comunidade [5].

Alguns autores chamam atenção para o papel da história evolutiva e biogeográfica na organização das comunidades [5,9,11,13-15]. Nessa perspectiva, o agrupamento filogenético pode resultar do baixo histórico de diversificação através das regiões e baixa especiação dentro das regiões. Enquanto isso, a dispersão filogenética resultaria de uma

alta taxa de dispersão e especiação ao longo de diferentes regiões [5,16]. Já os padrões de diversidade funcional podem, por sua vez, refletir as diferentes histórias biogeográficas e evolutivas das espécies que coexistem em uma comunidade, afetando a sua distribuição espacial. O que pode ocorrer, por exemplo, um agrupamento funcional resultante dos filtros ambientais, os quais permitem somente com que espécies com determinados traços persistam, ou uma dispersão funcional decorrente da exclusão competitiva, que permite a coexistência de espécies dissimilares entre si [17,18].

O endentimento dos padrões de organização das diferentes comunidades também pode mudar de acordo com a escala (temporal ou espacial) estudada [16,17,19]. Considerando esta questão, estudos apontam que, em escala regional, as comunidades seriam estruturadas por filtros ambientais, visto que espécies com traços adaptativos a determinadas condições coexistiram na comunidade. Por outro lado, em escala local, o aumento da competição interespecífica limitaria a ocorrência local de espécies similares ou proximamente aparentadas [5,9,20].

Pesquisadores têm investigado os padrões de estruturação das comunidades biológicas utilizando a avifauna para entender os processos filogenéticos e funcionais em distintos gradientes altitudinais [21,22], antes e após queimadas [23] e em distintas fitofisionomias [5,8,24,25] no Neotrópico. Outra oportunidade de verificar a influência dos padrões de estruturação em diferentes comunidades é encontrada nas florestas de altitude localizadas na região semiárida do nordeste da América do Sul. Estas florestas, historicamente, são apontadas como disjunções de floresta estacional montana, localmente denominadas de “brejos de altitude” [26,27]. Entretanto, estudos recentes demonstram que tais formações florestais compreendem dois grupos florísticos distintos [28] e com avifaunas características [29]: um grupo de florestas com vegetação associada à floresta úmida costeira (Mata Atlântica) e um outro grupo formado por uma vegetação

sazonalmente seca (Florestas Neotropicais Estacionais Secas - SDTF). Complementarmente, estudos baseados em dados moleculares de plantas, lagartos e aves apontam períodos distintos de diversificação de espécies associadas à floresta úmida costeira e às florestas secas interioranas do nordeste da América do Sul [29,30-32]. Assim, se as florestas secas e úmidas possuem diferentes histórias de formação, bem como comunidades visualmente distintas entre si, é de se esperar que os sinais filogenéticos e funcionais responsáveis pela estruturação das comunidades de aves sejam, da mesma forma, diferentes em cada fitofisionomia.

Considerando o exposto acima, o objetivo deste trabalho foi avaliar como distintas comunidades de aves associadas às florestas de altitude no nordeste da América do Sul são estruturadas, tanto do ponto de vista filogenético como funcional. A união destas duas abordagens tem demonstrado ser uma ferramenta poderosa na detecção dos processos que atuam na montagem das comunidades biológicas [5,8,13,22]. Para tanto, as seguintes hipóteses foram levantadas: (1) as florestas secas apresentarão uma avifauna menos aparentada entre si (dispersão filogenética), quando comparadas às florestas úmidas da região, em decorrência da baixa diferenciação de nicho associada à alta habilidade competitiva [12]; (2) nestas mesmas florestas, espécies de aves serão funcionalmente similares (agrupamento funcional) devido à filtragem ambiental, que permite a ocorrência de espécies adaptadas ao estresse sazonal típico dessas florestas [8]; (3) as florestas úmidas permitirão a ocorrência de uma avifauna com espécies mais aparentadas entre si (agrupamento filogenético), quando comparadas às florestas secas, decorrente de uma maior diferenciação de nicho associada a uma alta habilidade competitiva [12], e (4) ainda nestas florestas, coexistirão espécies funcionalmente dissimilares (dispersão funcional), devido a uma maior diversificação de nicho somada à constante disponibilidade de recurso proporcionada por uma maior heterogeneidade de habitat.

Material e métodos

Área de Estudo

Foram utilizados dados publicados de levantamentos avifaunísticos referentes a 29 localidades (Tabela S1) distribuídas ao longo dos estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e Bahia (Fig 1 e Tabela S2), todos na região Nordeste do Brasil. Inicialmente as comunidades de aves dessas localidades foram separadas em dois grupos segundo a proposta de Mariano [29], que distinguiu localidades com avifauna associada a uma vegetação sazonalmente seca (SDTF) e outra associada à vegetação característica de florestas úmidas (RF). Esta proposta foi reforçada por meio de uma análise de similaridade da composição avifaunística, feita com todas localidades utilizadas no presente estudo, a partir do índice de similaridade de *Jaccard* (Fig S1). Para tanto, foi construída uma matriz de presença e ausência, na qual tinha-se as comunidades nas linhas e as espécies nas colunas.

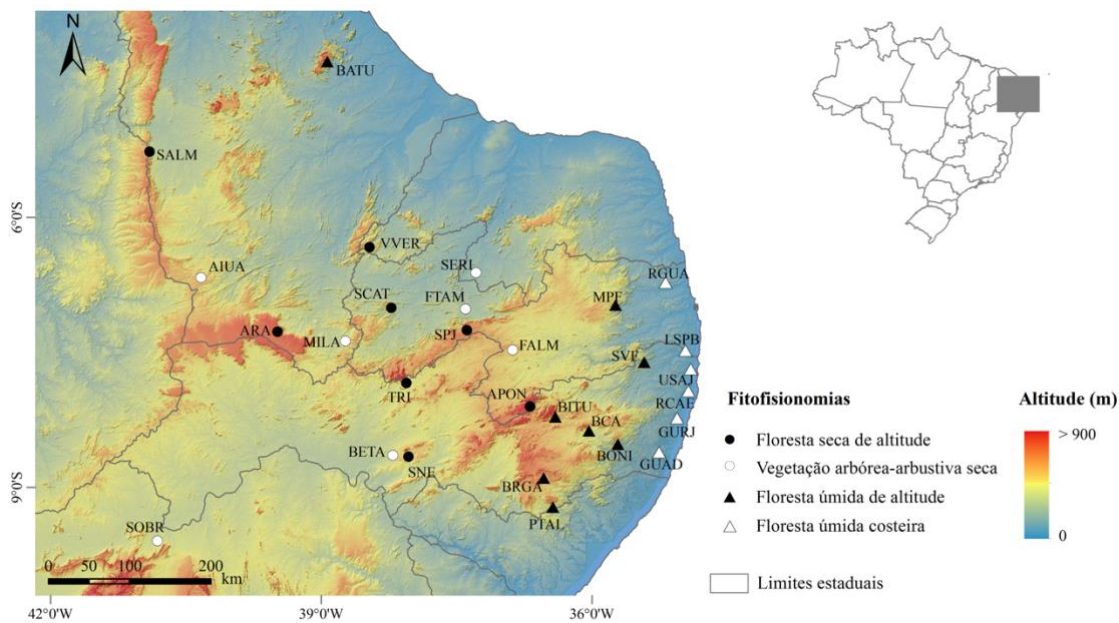


Fig 1. Localização geográfica.

195 Localização geográfica das 29 localidades amostradas em seu respectivo domínio
196 vegetacional. BETA – Betânia; FALM – Fazenda Almas, AIUA – Aiuaba; SOBR –
197 Sobradinho, MILA – Milagres, SERI – ESEC Seridó, FTAM – Fazenda Tamanduá, ARA
198 – Chapada do Araripe, SALM – Serra das Almas, SNE, Serra Negra, SCAT – Serra de
199 Santa Catarina, SPJ – Serra do Pico do Jabre, TRI – Trinfo, APON – APA das Onças,
200 VVER – Venha-ver, GURJ - RE de Gurjaú, GUAD - APA de Guadalupe, RGUA – RE
201 Guaribas, USAJ – Usina São João, LSPB – Litoral Sul da Paraíba, RCAE - ESEC de
202 Caetés, PTAL – Pedra Talhada, BONI – Brejos de Bonito, SVF – Mata do Estado, MPF
203 – PE Mata do Pau Ferro, BITU – Mata do Bituri, BCA – Brejos dos Cavalos, BATU –
204 Maciço de Baturité, BRGA – Brejos de Brejão e Garanhuns). RE – Reserva Estadual; PE
205 – Parque Estadual; APA – Área de Proteção Ambiental; ESEC – Estação Ecológica.

206

207 No entanto, como nossa proposta envolve o estudo das florestas de altitude,
208 optamos por subdividir novamente os grupos. SDTF foi subdividido em CAA - Caatinga
209 (comunidades com vegetação arbórea/arbustiva seca típica de ambientes com vegetação
210 de caatinga *strictu sensu*); DFM – Floresta seca de altitude (comunidades com vegetação
211 típica de florestas sazonalmente secas localizadas atualmente em áreas com maior altitude
212 na região semiárida). Enquanto RF foi subdividida em CAF – Floresta úmida litorânea
213 (comunidades com vegetação típica da Floresta Atlântica costeira); e RFM – Floresta
214 úmida de altitude (comunidades com vegetação típica de ambientes úmidos, porém
215 localizadas em regiões de maior altitude no interior do nordeste) (Tabela S2).

216

217 **Definindo o pool regional**

218 O *pool* regional foi construído considerando todas as espécies de aves com
219 ocorrência comprovada tanto em florestas úmidas (costeiras e de altitude) como em

ambientes com vegetação de caatinga *strictu sensu* e de florestas secas de altitude localizadas na região semiárida ao norte do Rio São Francisco. Posteriormente, foram selecionadas somente as espécies residentes e dependentes de florestas [33,34], uma vez que o objetivo deste trabalho é avaliar os padrões de estruturação das comunidades de aves em ambientes florestais ou arbóreo/arbustivos. Esta escolha também visa reduzir a influência proporcionada pela dispersão de espécies plásticas ou típicas de ambientes abertos e/ou antropizados que podem se beneficiar com o aumento de áreas provenientes de ações humanas. Com isso o *pool* regional totalizou 208 espécies de aves (Tabela S3).

Para testar a hipótese de que diferentes processos estruturadores podem atuar em distintas escalas espaciais, abordamos as hipóteses citadas tanto em escala regional quanto local. Na avaliação da escala local, cada comunidade foi composta pelas espécies de aves registradas em cada localidade, somando 29 comunidades de aves avaliadas. Em escala regional, as 29 localidades foram agrupadas por fitofisionomias semelhantes formando quatro comunidades (CAA, CAF, DFM e RFM), como descrito anteriormente.

Relações filogenéticas

Para acessar a filogenia de todas as espécies pertencentes ao *pool* regional, foram utilizadas as relações de parentesco propostas por Jetz et al. [35], baseadas em Hackett et al. [36], utilizando o tempo calibração fóssil. Para tanto, foi utilizada a mesma taxonomia encontrada em Jetz et al. [35] (Tabela S3). As relações de parentesco foram acessadas por meio do *download* de um arquivo no formato *nexus* com 2.500 relações filogenéticas possíveis, no endereço: <http://birdtree.org/subset>, como sugerido por Rubolini et al. [37]. A partir deste arquivo, foi obtida uma árvore consenso no *software* Mesquite versão 3.4 [38], utilizando o comando “*consenso tree*”. Posteriormente, a árvore consenso gerada foi transformada em ultramétrica com o comando “*ultrametricize*”, também no Mesquite,

a fim de ajustar o comprimento dos ramos referentes aos táxons terminais e prevenir sub ou super estimativas de mudanças evolutivas nos ramos terminais [24].

Atributos funcionais

Foram selecionados os seguintes traços funcionais: massa corpórea, estratos de forrageio utilizados pelas aves (sobre a superfície d'água, terrestre, sub-bosque, médio bosque, dossel e aéreo) e dieta (invertebrados, insetívoro de folha, insetívoro de tronco, insetívoro de chão, insetívoro aéreo, vertebrados endotérmicos, vertebrados ectotérmicos, fruto, néctar, sementes, material vegetal) (ver Tabela 4). As informações sobre a massa corpórea (em gramas) foram retiradas de Dunning [39]. O estrato de forrageio e a dieta seguiu Wilman et al. [40]. As espécies que apresentavam uma dieta baseada em invertebrados segundo os autores foram divididas em invertebrados, insetívoros de folhas, chão, tronco e aéreo com base nas descrições encontradas na plataforma on-line HBW Alive [41], a qual compreende uma fonte de informações acerca de todas as aves do mundo. Essa separação visou distinguir as espécies que utilizam invertebrados, principalmente artrópodes, como fonte de alimento, porém em distintos substratos no interior das florestas.

Adicionalmente, foram selecionados traços morfométricos relacionados ao bico (comprimento, largura e altura do bico) e à locomoção (comprimentos do tarso, da asa e da cauda), todas mensuradas em milímetros. Foi medido um total de 2.151 espécimes, abrangendo todas as 208 espécies do *pool* regional. As medidas seguiram a padronização proposta por Sick [42] (Fig 2) e foram realizadas somente por A.H.V.F, para evitar erros de amostragem. As medidas foram obtidas com o auxílio de um paquímetro digital (Mitutoyo Absolute - 15 mm) e de uma régua milimétrica (300 mm).

Os espécimes foram aferidos em coleções ornitológicas das Universidades Federais da Paraíba (Coleção de Aves Heretiano Zenaida), de Pernambuco, Rio de Janeiro (Coleção de aves do Museu Nacional) e da Universidade Estadual de São Paulo (Museu de Zoologica da USP). Durante o processo de medição, sempre que possível, foram analisados 10 espécimes de cada espécie. Destes, buscou-se analisar cinco machos e cinco fêmeas. Contudo, esta proporção nem sempre foi acessada devido à ausência de espécimes de um determinado sexo ou devido ao espécime depositados nas coleções não apresentarem identificação quanto ao sexo. Para as espécies que não continham espécimes depositadas, ou não podiam ser analisadas (*Philydor novaesi* e *Terenura sicki*), foram medidos seus congêneres (*P. atricapillus* e *T. maculata*, respectivamente). Já para aquelas espécies que não tinham 10 exemplares depositados nas coleções, foram acessados todos os espécimes que estavam disponíveis, o que variou de um único exemplar (*Phyllostes cecilliae*) a nove exemplares (e.g. *Penelope superciliaris*). Priorizou-se analisar espécimes oriundos de regiões próximas e fitofisionomias semelhantes às localidades estudadas, i.e. provenientes da Floresta Atlântica e da Caatinga ao norte do São Francisco. Entretanto, quando não tinha 10 espécimes disponíveis nas coleções, foram utilizados espécimes coletados em outras localidades, a fim de atingir o número de espécimes proposto.

De posse desses dados, foi calculado o valor médio das medidas de cada traço morfológico, porém quando foi avaliado somente um único espécime esse valor foi utilizado para representar a medida do traço. Em seguida, todos os valores foram padronizados pelo método *normalize* com a função *deconstand* no software R [43], utilizando o pacote *vegan* [44], visando alcançar a normalidade dos dados. Posteriormente, foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA) para criar duas novas medidas [45, 46]. As PCAs foram executadas separadamente usando medidas

de bico (comprimento, largura e altura do bico) e de locomoção (comprimentos da asa, da cauda e do tarso). Estas medidas formaram um traço associado à alimentação (forma do bico) e outro à locomoção (características de locomoção) a partir dos escores do segundo componente, assim como realizado por Gómez et al. [5] e Bovo [47].

Todos esses traços são amplamente utilizados em estudos com análises de diversidade funcional (FD) com aves [5,8,22,23,25,48-50] e conseguem capturar bem o modo como essas espécies usam e competem por recursos nos diferentes habitats [51].

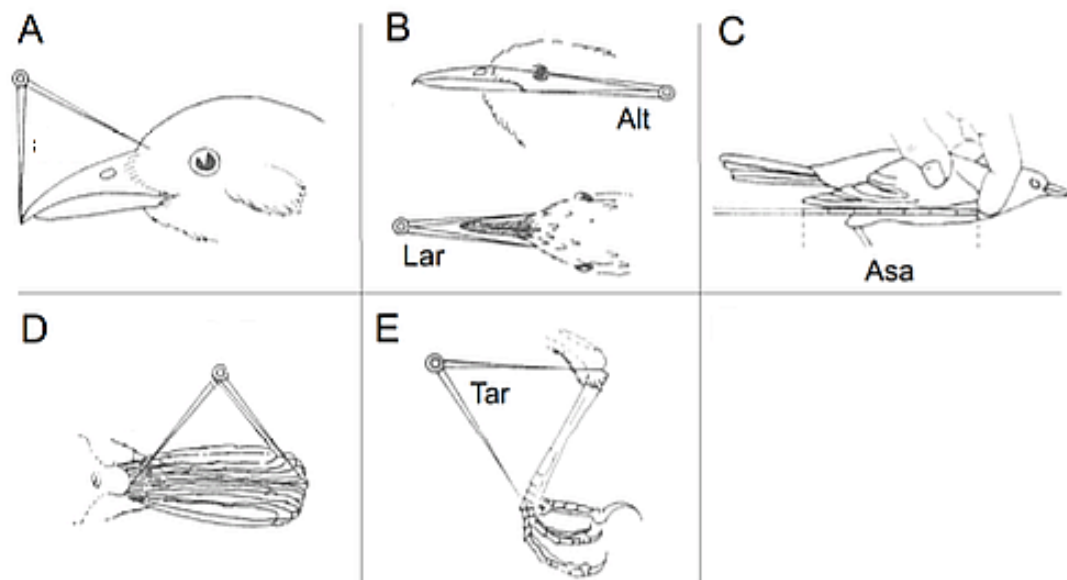


Fig 2. Aquisição das medidas morfométricas.

Medidas dos traços morfométricas das aves. (A) comprimento do bico; (B) altura do bico; (C) largura do bico; (D) comprimento da asa; (E) comprimento da cauda e (F) comprimento do tarso. Retirado de Sick (1997).

Verificando a estruturação filogenética e funcional das comunidades

A fim de verificar a estruturação filogenética, inicialmente foi construída uma matriz de presença e ausência, contendo as localidades nas linhas e as espécies de aves nas colunas (Tabela S4). A partir dessa matriz, foi calculado o índice de diversidade filogenético (PD) [52] das comunidades avaliadas. Esse índice mede o nível de parentesco das espécies usando a soma do comprimento dos braços em uma árvore filogenética dentro de uma comunidade. Posteriormente, foi estimado a idade média evolutiva (AEA) da avifauna em cada comunidade em escala regional. Esta estimativa seguiu Sobral e Cianciaruso (2016) que estima AEA dividindo a diversidade filogenética observada (obsPD) pela riqueza de espécies (R) na comunidade.

A estruturação filogenética de cada comunidade foi calculada a partir do índice de parentesco líquido (NRI) e o índice do táxon mais próximo (NTI) proposto por Webb et al. [2], aqui chamados de PDNRI e PDNTI, respectivamente, de cada comunidade em ambas as escalas. O PDNRI é uma medida basal das relações filogenéticas, uma vez que é calculada a partir do MPD (distância média par-a-par), que mede a distância filogenética entre os pares de espécies na comunidade. Por outro lado, o PDNTI é uma medida terminal, uma vez que é calculada a partir do MNTD (distância média do vizinho mais próximo), que mede a distância entre cada uma das espécies e seus vizinhos mais próximos na filogenia em uma comunidade [2].

O PDNRI e o PDNTI foram calculados utilizando o modelo nulo *independent swap*, que gera 999 comunidades nulas através de 1000 aleatorizações da co-ocorrência das espécies. Ao gerar comunidades aleatórias, o algoritmo mantém a riqueza de espécies e a frequência relativa em cada comunidade [53]. Por fim, os valores de PDNRI e PDNTI são obtidos ao multiplicar os valores de *mpd.obs.z* e *mntd.obs.z*, respectivamente, por -1 [2]. Dessa forma, PDNRI e PDNTI são utilizados como indicadores dos possíveis padrões de estruturação das comunidades, dos quais valores positivos e significativamente

diferentes do esperado ao acaso ($p < 0.05$) indicam agrupamento filogenético ao passo que valores negativos e significativamente diferentes do que se esperaria ao acaso ($p > 0.95$) sugerem dispersão filogenética. Valores iguais a zero apontam comunidades como esperado ao acaso [2].

Os cálculos de NRI e NTI também foram utilizados para averiguar a estruturação funcional [22] e foram aqui denominados de FDNRI e FDNTI, respectivamente. Para tanto, foi necessário construir um dendrograma funcional com base nas seguintes etapas: (1) construção de uma matriz, onde nas linhas encontravam-se as espécies de aves e nas colunas os atributos funcionais; (2) normalização dos dados, como explicado anteriormente; (3) conversão da matriz de atributos funcionais em uma matriz de distância pelo método euclidiano, visto que foram usados somente traços contínuos; (4) posteriormente, foi construído um dendrograma, a partir do agrupamento da matriz de distância pela média de grupos (UPGMA), como sugerido por Petchey & Gaston [48]. A fim de testar se o dendrograma correspondia à matriz de distância apropriadamente, calculamos o coeficiente de correlação cofenética [4]; (5) calculamos o comprimento total dos ramos do dendrograma necessários para conectar todas as espécies de cada comunidade para inferir o valor da FD. Por fim, calculamos os valores de FDNRI e FDNTI a partir do dendrograma funcional utilizando os mesmos procedimentos adotados na análise de diversidade filogenética.

Em seguida, foi realizada um teste de variância, ANOVA *one way* com um teste *a posteriori* (teste de Turkey), a fim de identificar se os valores de NRI e NTI, tanto para diversidade filogenética como funcional, diferiam entre as comunidades localizadas em CAA, RFM, CAF e RFM.

Para verificar quais traços funcionais podem influenciar na organização das comunidades, foram calculados os valores de CWM (*Community Weighted Mean*)

[55,56] de cada traço. O CWM usualmente é calculado com dados de abundância. Entretanto, neste trabalho, estes valores foram calculados a partir da função *functcom* do pacote *FD* [57], que aceita dados binários na matriz de comunidades. Dessa forma, os valores de CWM foram calculados utilizando uma matriz de traços contínuos (T) e a matriz de comunidades com dados de presença e ausência (C), que gera uma nova matriz CT com os valores ponderados pelos atributos funcionais por comunidade. Após gerar a matriz CT ponderada pelos atributos, os mesmos foram normalizados pelo método *normalize*, como explicado anteriormente e calculada as distâncias entre as comunidades com o método euclidiano. Em seguida, foi realizada a Análise de Coordenadas Principais (PCoA) para visualizar a ordenação das comunidades a partir dos valores de CWM. Posteriormente foi realizada uma correlação linear de *Pearson* para verificar quais traços funcionais mais se correlacionavam com os primeiros componentes da PCoA.

Por fim, foi realizada uma pPCA (análise filogenética de componentes principais) [58] para sumarizar os traços funcionais que melhor representam as estruturas filogenéticas locais e globais. O princípio desta análise é descobrir as principais estruturas filogenéticas observadas a partir de dados multivariados associados a uma filogenia. Com essa análise, pode-se inferir também sobre a estruturação filogenética no âmbito global (i.e. próximo à raiz da árvore) ou local (i.e. próximo ao topo da árvore), destacando quais as linhagens e táxons estão envolvidos nessa estruturação [58]. As pPCAs foram realizadas utilizando a mesma filogenia das análises de estruturação filogenética [35] e considerando todos os traços funcionais normalizados utilizados nas análises de estruturação funcional.

Todas as análises foram realizadas no software R versão 3.3.2 [43] usando os pacotes *FD* [57], *cluster* [59] e *PICANTE* [60] nas análises de diversidade filogenética e funcional. Os valores de NRI e NTI foram obtidos a partir da utilização dos comandos

ses.mpd e *ses.mntd*, respectivamente, incluídos no pacote “*PICANTE*” [60]. O pacote *vegan* [44] foi utilizado tanto para as análises de diversidade como na realização do índice de similaridade de *Jaccard*, ANOVA *one way* e teste a *posteriori*, PCA, PCoA e correlação linear de *Pearson*. A pPCA foi calculada com o pacote *adephylo* [61].

Resultados

Escala local

Os valores obtidos de PDNRI e FDNRI mostram dois padrões distintos quanto à estruturação filogenética e funcional entre as comunidades de aves estudadas. Nas comunidades de aves em ambientes sazonalmente secos, as comunidades não diferiram do esperado ao acaso ($0.05 < p < 0.95$), tanto filogeneticamente como funcionalmente (Fig 3A, Tabela S5). Por outro lado, a avifauna associada à floresta úmida apresentou um padrão agrupado e significativamente diferente do esperado ao acaso ($p < 0.05$), tanto na estruturação filogenética quanto na funcional (Fig 3A e Tabela S5).

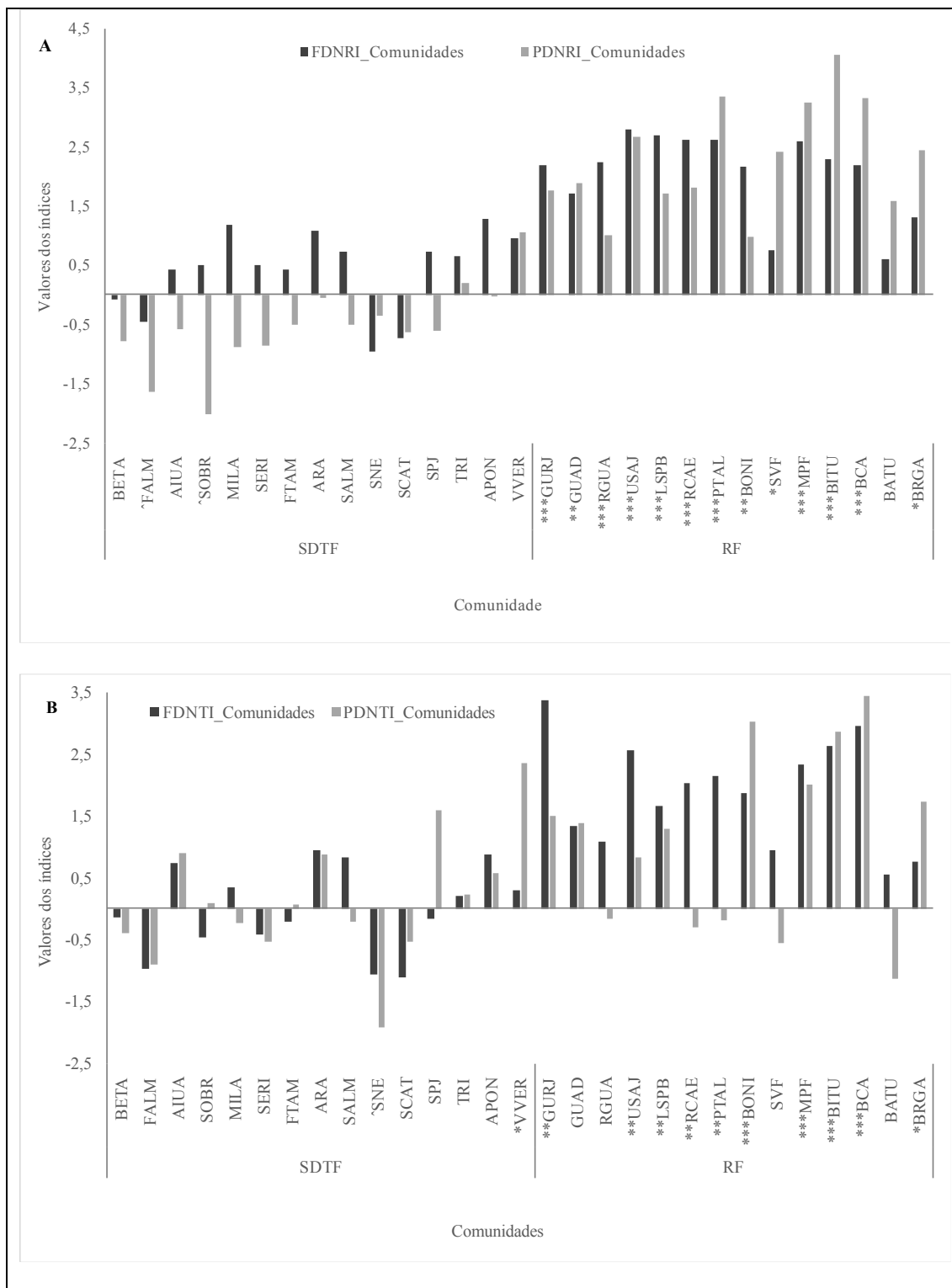


Fig 3. Índices de diversidade filogenética e funcional em escala local.

Índice de parentesco líquido - NRI (A) e Índice do táxon mais próximo - NTI (B) das 29 comunidades de aves florestais localizadas no Nordeste brasileiro. SDTF foi subdividido em CAA - Caatinga (comunidades com vegetação arbórea/arbustiva seca típica de ambientes com vegetação de caatinga *strictu sensu*); DFM – Floresta seca de altitude

(comunidades com vegetação típica de florestas sazonalmente secas localizadas atualmente em áreas com maior altitude na região semiárida). Enquanto RF foi subdividida em CAF – Floresta úmida litorânea (comunidades com vegetação típica da Floresta Atlântica costeira); e RFM – Floresta úmida de altitude (comunidades com vegetação típica de ambientes úmidos, porém localizadas em regiões de maior altitude no interior do nordeste). ^dispersão filogenética; *agrupamento filogenético; **agrupamento funcional; ***agrupamento filogenético e funcional.

Já os valores de PDNTI e FDNTI também indicam comunidades como esperado ao acaso no que se refere a avifauna em ambientes sazonalmente secos ($0.05 < p < 0.95$) (Fig 3B e Tabela S5). Por sua vez, as comunidades de aves associadas à florestas úmidas costeiras apresentaram comunidades filogeneticamente como esperado ao acaso ($0.05 < p < 0.95$), no entanto, tendem a ser funcionalmente agrupadas ($p < 0.05$). Por fim a avifauna associada à florestas úmidas de altitude apresentaram tanto agrupamento filogenético como funcional ($p < 0.05$) (Fig 3B e Tabela S5).

Escala regional

Em escala regional, observamos que a comunidade de aves associada a vegetação sazonalmente seca possui uma idade filogenética média mais antiga que a avifauna associada a vegetação úmida (Tabela 1). Quanto a estruturação filogenética, verificamos três padrões distintos: A avifauna encontrada em ambientes predominantemente com vegetação arbóreo/arbustiva sazonalmente seca (CAA) tem um padrão disperso quanto à estruturação filogenética (PDNRI = - 2.144; $p = 0.987$) (Fig 4A). As comunidades de aves associadas às florestas sazonalmente secas localizadas em áreas com maior altitude (DFM) são filogeneticamente como esperado ao acaso (PDNRI = -0.749; $p = 0.766$) (Fig

4A). Nas comunidades de aves das florestas úmidas (CAF e RFM), foram observados valores positivos e significativamente diferentes do esperado ao acaso de PDNRI ($p < 0.05$), sugerindo um agrupamento filogenético (Fig 4A). Os índices de diversidade funcional sugerem que as avifaunas associadas as florestas sazonalmente secas são como esperado ao acaso ($0.05 < p > 0.95$), enquanto as comunidades de aves associadas as florestas úmidas apresentam um agrupamento funcional (FDNRI positivo; $p < 0.05$) (Fig 4A).

Tabela 1. Idade média estimada.

	Riqueza	pd.obs	AEA
CAA	47	1450	30.872
CAF	138	3015	21.855
DFM	69	1986	28.790
RFM	122	2815	23.075

Idade média estimada (AEA) das comunidades de aves associadas as florestas seca: CAA - Caatinga (comunidades com vegetação arbórea/arbustiva seca típica de ambientes com vegetação de caatinga *strictu sensu*); DFM – Floresta seca de altitude (comunidades com vegetação típica de florestas sazonalmente secas localizadas atualmente em áreas com maior altitude na região semiárida); CAF – Floresta úmida litorânea (comunidades com vegetação típica da Floresta Atlântica costeira); e RFM – Floresta úmida de altitude (comunidades com vegetação típica de ambientes úmidos, porém localizadas em regiões de maior altitude no interior do nordeste). pd.obs – Diversidade filogenética observada.

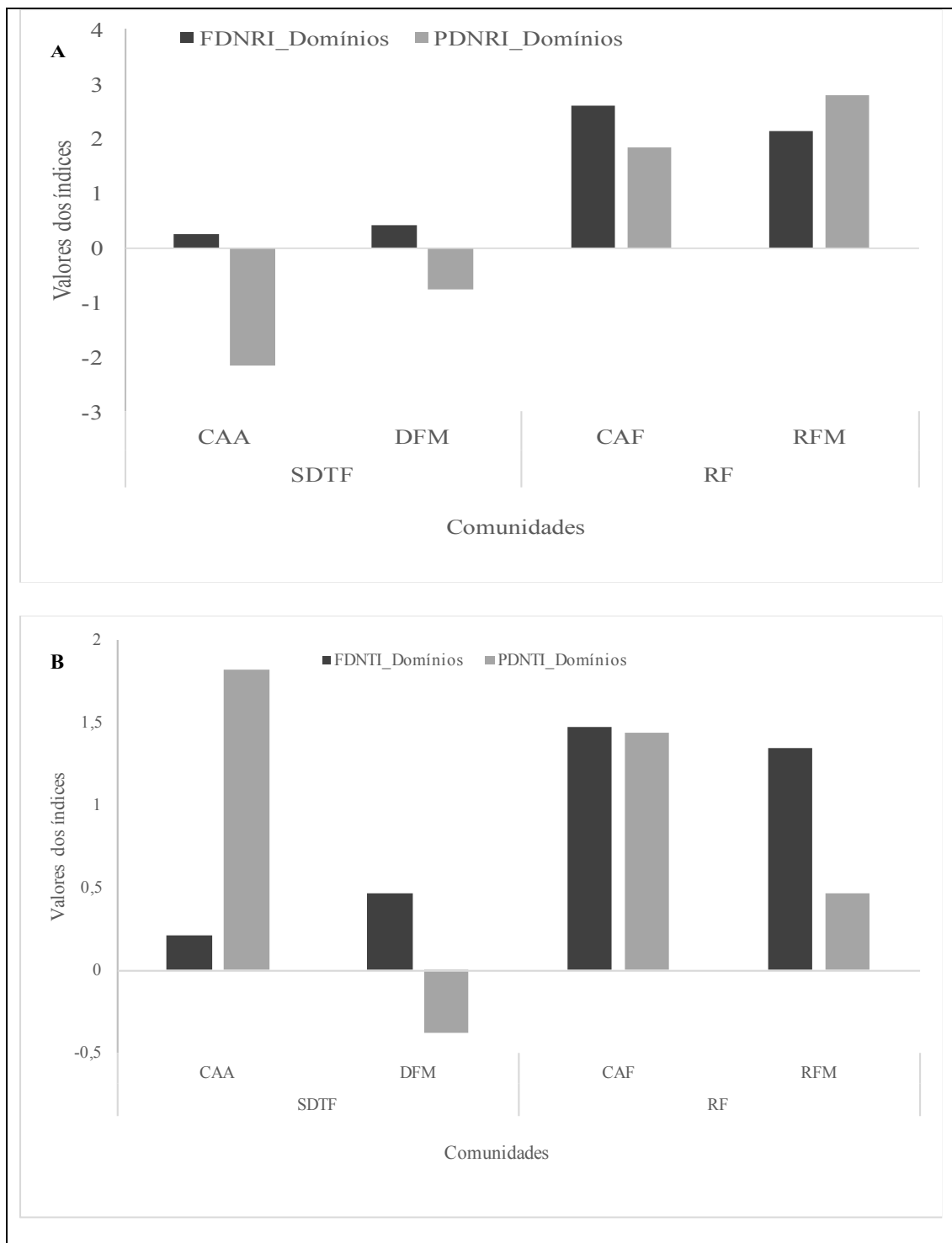


Fig 4. Índices de diversidade filogenética e funcional em escala regional.

Índice de parentesco líquido - NRI (A) e Índice do táxon mais próximo - NTI (B) considerando os quatro subgrupos formados pelas 29 comunidades de aves florestais localizadas no Nordeste brasileiro. SDTF foi subdividido em CAA - Caatinga (comunidades com vegetação arbórea/arbustiva seca típica de ambientes com vegetação

de caatinga strictu sensu); DFM – Floresta seca de altitude (comunidades com vegetação típica de florestas sazonalmente secas localizadas atualmente em áreas com maior altitude na região semiárida). Enquanto RF foi subdividida em CAF – Floresta úmida litorânea (comunidades com vegetação típica da Floresta Atlântica costeira); e RFM – Floresta úmida de altitude (comunidades com vegetação típica de ambientes úmidos, porém localizadas em regiões de maior altitude no interior do nordeste).

Esse padrão é corroborado quando analisamos o NRI médio obtido das comunidades pertencentes a cada subgrupo, pois não houve diferença significativa, tanto filogeneticamente como funcionalmente, entre a estruturação das comunidades CAA e DFM, bem como entre CAF e RFM (Fig 5A e Tabela 2). Entretanto, o grupo formado pelas comunidades com vegetação sazonalmente seca difere significativamente do grupo formado pelas comunidades de florestas úmidas (Fig 5B e Tabela 2).

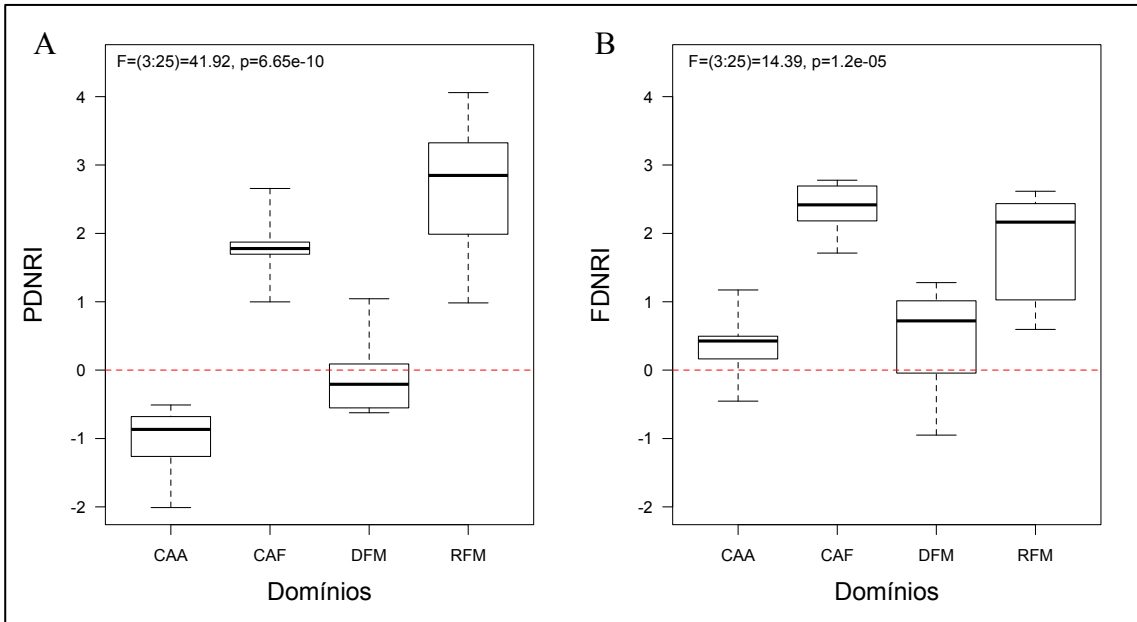


Fig 5. Anova one way comparando PDNRI e FDNRI.

Índice de parentesco líquido médio (NRI médio: PDNRI -Diversidade filogenética, A. FDNRI - Diversidade funcional, B) dos subgrupos formado pelas 29 comunidades de aves analisadas. SDTF foi subdividido em CAA - Caatinga (comunidades com vegetação arbórea/arbustiva seca típica de ambientes com vegetação de caatinga strictu sensu); DFM – Floresta seca de altitude (comunidades com vegetação típica de florestas sazonalmente secas localizadas atualmente em áreas com maior altitude na região semiárida). Enquanto RF foi subdividida em CAF – Floresta úmida litorânea (comunidades com vegetação típica da Floresta Atlântica costeira); e RFM – Floresta úmida de altitude (comunidades com vegetação típica de ambientes úmidos, porém localizadas em regiões de maior altitude no interior do nordeste).

Tabela 2. Teste a posteriori considerando PDNRI e FDNRI.

Comunidade	PDNRI				FDNRI			
	diff	lwr	upr	p adj	diff	lwr	upr	p adj
CAF-CAA	2.835	1.741	3.930	0.000*	2.014	0.959	3.068	0.000*
DFM-CAA	0.924	-0.093	1.942	0.084	0.111	-0.869	1.092	0.989
RFM-CAA	3.709	2.691	4.727	0.000*	1.455	0.474	2.436	0.002*
DFM-CAF	-1.911	-2.974	-0.849	0.000*	-1.902	-2.926	-0.879	0.000
RFM-CAF	0.873	-0.188	1.935	0.134	-0.558	-1.581	0.465	0.452*
RFM-DFM	2.785	1.802	3.768	0.000*	1.344	0.396	2.292	0.003*

Teste de Tukey, evidenciando as diferenças entre o Índice de parentesco líquido médio (NRI médio) dos subgrupos formados pelas 29 comunidades de aves analisadas. CAA - Caatinga (comunidades com vegetação arbórea/arbustiva seca típica de ambientes com vegetação de caatinga strictu sensu); DFM – Floresta seca de altitude (comunidades com vegetação típica de florestas sazonalmente secas localizadas atualmente em áreas com maior altitude na região semiárida); CAF – Floresta úmida litorânea (comunidades com vegetação típica da Floresta Atlântica costeira); e RFM – Floresta úmida de altitude (comunidades com vegetação típica de ambientes úmidos, porém localizadas em regiões de maior altitude no interior do nordeste).

* em destaque os valores de $p < 0.05$.

No entanto, quando analisamos a porção terminal do clado na estruturação filogenética, o padrão não se repete, pois há um agrupamento filogenético na comunidade de aves referente a CAA (PDNTI = 1.815, $p = 0.037$). Já as comunidades de aves associadas a CAF (PDNTI = 1.442, $p = 0.075$), DFM (PDNTI = -0.375, $p = 0.643$) e RFM (PDNTI = 0.463, $p = 0.321$) apresentam distribuição aleatória do *pool* regional de espécies (Fig 4B). Ainda, não existe diferença significativa entre o valor médio de PDNTI encontrado entre as quatro comunidades (Fig 6A e Tabela 3).

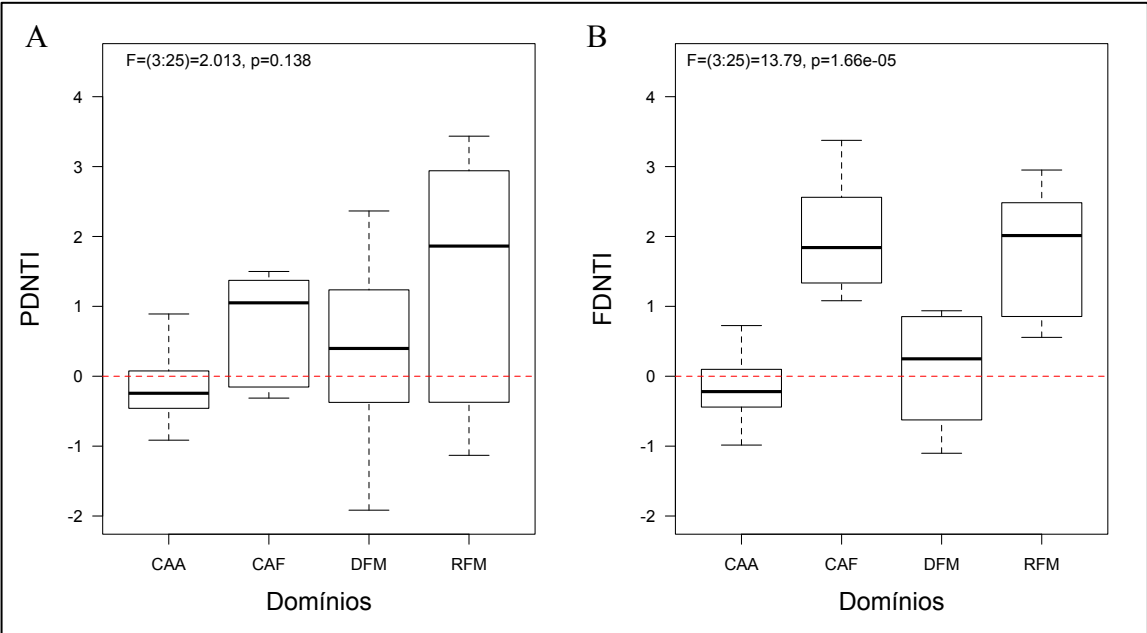


Fig 6. Anova one way comparando PDNTI e FDNTI.

Índice do táxon mais próximo médio (NTI médio: PDNTI -Diversidade filogenética, A. FDNTI - Diversidade funcional, B) dos subgrupos formado pelas 29 comunidades de aves analisadas. CAA - Caatinga (comunidades com vegetação arbórea/arbustiva seca típica de ambientes com vegetação de caatinga strictu sensu); DFM – Floresta seca de altitude (comunidades com vegetação típica de florestas sazonalmente secas localizadas

atualmente em áreas com maior altitude na região semiárida); CAF – Floresta úmida litorânea (comunidades com vegetação típica da Floresta Atlântica costeira); e RFM – Floresta úmida de altitude (comunidades com vegetação típica de ambientes úmidos, porém localizadas em regiões de maior altitude no interior do nordeste).

Todas as comunidades foram não apresentaram estruturação funcional ($0.05 < p < 0.95$), quando observados os valores de FDNTI (Fig 4B). Entretanto, os valores médios das comunidades referentes as florestas secas diferem das comunidades associadas aos ambientes tipicamente úmidos (Fig 6B e Tabela 3).

Tabela 3. Teste a posteriori considerando PDNRI e FDNRI.

Comunidade	PDNTI				FDNTI			
	diff	lwr	upr	p adj	diff	lwr	upr	p adj
CAF-CAA	0.899	-1.024	2.822	0.580	2.172	0.946	3.399	0.000*
DFM-CAA	0.518	-1.270	2.307	0.855	0.265	-0.875	1.407	0.917
RFM-CAA	1.543	-0.245	3.332	0.108	1.942	0.801	3.083	0.000*
DFM-CAF	-0.380	-2.247	1.486	0.942	-1.906	-3.097	-0.715	0.000*
RFM-CAF	0.644	-1.222	2.511	0.778	-0.230	-1.420	0.960	0.950
RFM-DFM	1.025	-0.703	2.753	0.379	1.676	0.574	2.779	0.001*

Teste de Tukey, evidenciando as diferenças entre o Índice do táxon mais próximo médio (NTI médio) dos subgrupos formados pelas 30 comunidades de aves analisadas. CAA - Caatinga (comunidades com vegetação arbórea/arbustiva seca típica de ambientes com vegetação de caatinga strictu sensu); DFM – Floresta seca de altitude (comunidades com vegetação típica de florestas sazonalmente secas localizadas atualmente em áreas com maior altitude na região semiárida); CAF – Floresta úmida litorânea (comunidades com vegetação típica da Floresta Atlântica costeira); e RFM – Floresta úmida de altitude (comunidades com vegetação típica de ambientes úmidos, porém localizadas em regiões de maior altitude no interior do nordeste).

* em destaque os valores de $p < 0.05$.

528

529 O resultado da PCoA oriunda dos traços funcionais demonstrou dois grupos
530 considerando o segundo componente: um constituído pelas comunidades de aves
531 associadas à vegetação sazonalmente seca e outro formado pela avifauna associada à
532 vegetação típica das florestas úmidas (Fig 7). Essa distinção pode está associada aos
533 traços Diet_Vend (dieta baseada em vertebrados endotérmicos), Diet_Fruit (dieta baseada
534 no consumo de frutos) e a forma do bico, uma vez que foram os traços que apresentam as
535 maiores correlações positivas (Diet-Vend e Diet-Fruit) e negativas (BeakShape) com o
536 segundo componente (Fig 7 e Tabela 4). O primeiro componetente não distingue a
537 avifauana associada a vegetação sazonalmente seca da úmida, embora explique 30% da
538 ordenação, contudo a dieta de vertebrados em geral (Diet-Vunk) e o forrageio sobre a
539 suerfície da água (Fst_wataroundsuf) foram os traços com as correlações mais altas e
540 positivas nesse componente (Fig 7 e Tabela 4).

541

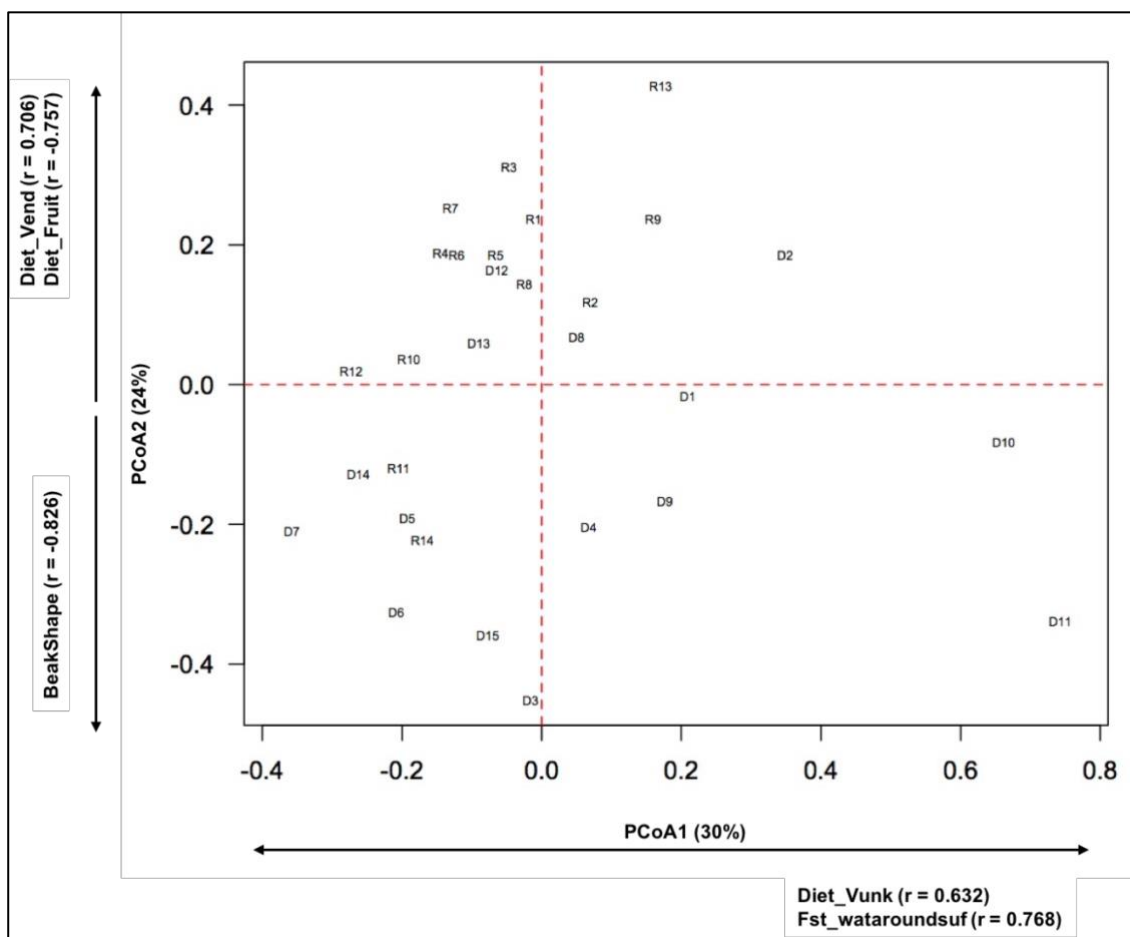


Fig. 7. Resultado da PCoA. Análise de coordenadas principais (PCoA) em função dos valores de CWM (*Community Weighted Mean*) por comunidade, incluindo os atributos mais correlacionados com cada eixo da análise. De D1a D15 - Comunidades de aves associadas à vegetação sazonalmente seca na região nordeste da América do Sul; de R1 a R14 – Comunidades de aves associadas à vegetação tipicamente úmida na região nordeste da América do Sul.

Tabela 4. Resultado da correlação.

Traços funcionais	PCoA1	PCoA2
Dieta		
Invertebrados (Diet_Inv)	-0,118	-0,549
Insetívoros de folha (Ins_Lea)	-0,507	-0,467
Insetívoros de tronco (Ins_Tru)	0,422	-0,003
Insetívoros aéreos (Ins_Aer)	0,070	0,449

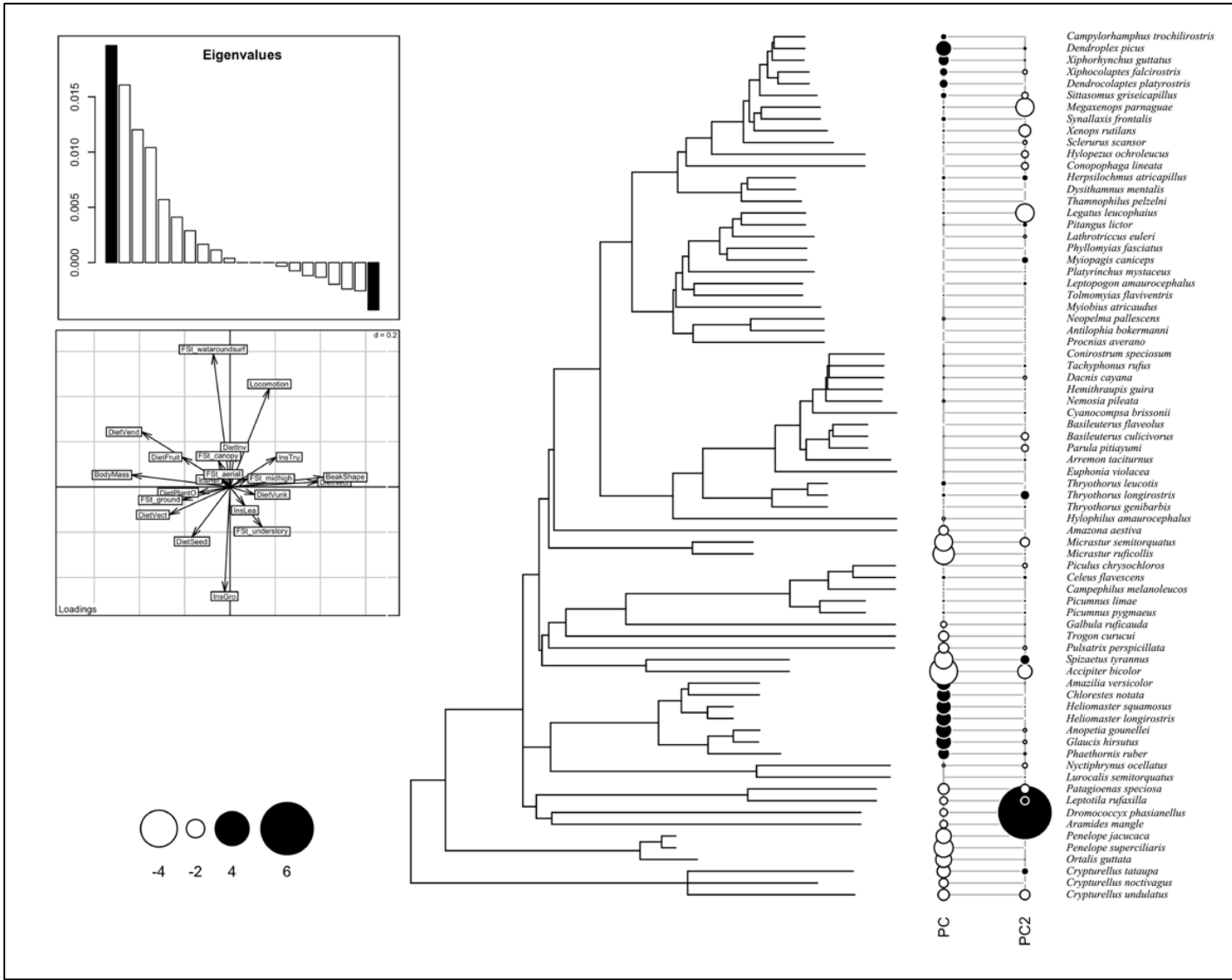
Traços funcionais	PCoA1	PCoA2
Insetívoros de chão (Ins_Gro)	0,042	-0,579
Vertebrados endotérmicos (Diet_Vend)	0,447	0,706*
Vertebrados ectotérmicos (Diet_Vect)	0,504	0,573
Vertebrados em geral (Diet_Vunk)	0,632*	-0,487
Frutos (Diet_Fruit)	-0,086	0,757*
Nectar (Diet_Nect)	-0,270	-0,086
Sementes (Diet_Seed)	0,167	-0,008
Material vegetal (Diet_PlantO)	0,135	-0,416
Estrato de forrageio		
Sobre a superfície da água (FSt_wataroundsurf)	0,768*	-0,273
Terrestre (FSt_ground)	0,292	-0,201
Sub-bosque (FStr_understory)	-0,423	-0,463
Médio-bosque (FSt_midhigh)	0,084	0,254
Dossel (FSt_canopy)	-0,097	0,553
Aéreo (FSt_aerial)	0,589	0,227
Traços morfológicos		
BodyMass	0,547	0,246
BeakShape	0,409	-0,826*
Locomotion	-0,763	-0,451

Resultado da correlação linear de Pearson com o primeiro (PCoA1) e segundo (PCoA2) componente da Análise de Coordenadas Principais (PCoA).

*destaca as correlações mencionadas no texto.

O resultado da pPCA revela que o componente global das comunidades de aves associadas às vegetações sazonalmente seca e úmida também são influenciadas pela forma do bico e o consumo de vertebrados endotérmicos, além da massa corpórea (Figs 8A e 9A). Contudo, na avifauna associada a vegetação sazonalmente seca, a estruturação global ocorreu principalmente devido a forma do bico e a dieta nectarívora (autovalores positivos), e massa corpórea e dieta baseada em vertebrados endotérmicos (autovalores negativos) (Fig 8B). As espécies com os escores positivos mais altos pertencem a família Trochilidae (beija-flores) (Fig 8C), as quais são espécies que apresentam um bico estreito, longo e achatado, e consome néctar como principal item alimentar. Algumas espécies da

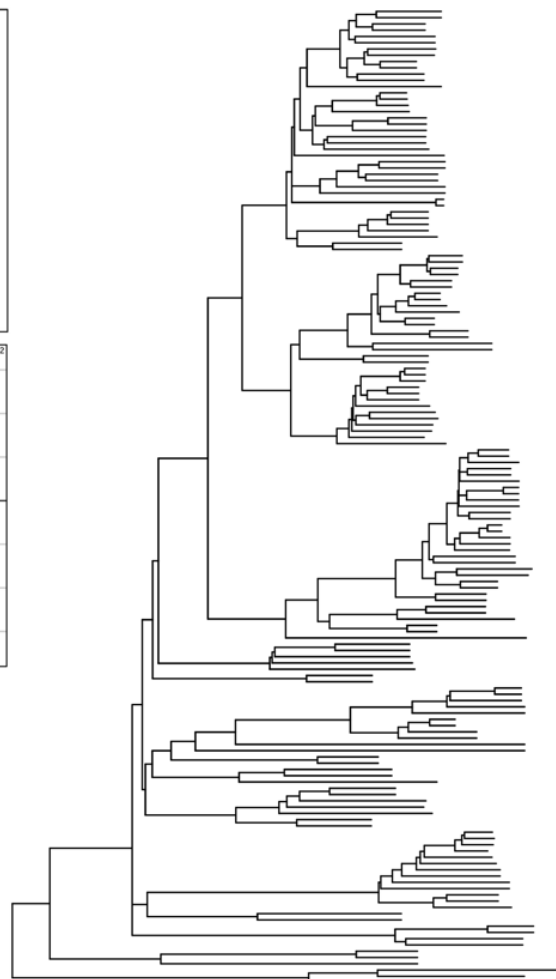
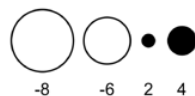
564 família Dendrocolaptidae (arapaçu) também apresentaram altos escores positivos
565 relacionados a forma do bico, no entanto essas espécies apresentam uma dieta baseada no
566 consumo de insetos encontrados nos troncos das árvores. Em oposição, os escores com
567 maiores valores negativos foram massa corpórea e consumo de vertebrados endotérmicos.
568 Esses traços são característiscas encontradas principalmente em espécies das famílias
569 Acciptridae (gaviões) e Falconidae (falcões) (Fig 8C), as quais são espécies de médio e
570 grande porte, geralmente associada ao topo da cadeia alimentar.



572 **Fig 8. Resultado da pPCA na floresta seca.**

573 Resultado da análise filogenética de componentes principais (pPCA) para as comunidades de aves associadas a vegetação sazonalmente seca no
574 nordeste da América do Sul. Lado esquerdo (topo) – Autovalores correspondente aos valores positivos (PC1) e negativos (PC21). Lado esquerdo
575 (inferior) – Loadings dos principais traços para o componente global e local. d = 2 refere-se ao tamanho da malha do gride. C- Filogenia da
576 comunidade de aves estuda e o resultado da pPCA. Escores positivos e negativos para o componente global (PC1) e local (PC21) são indicados
577 pelos círculos pretos e brancos com o tamanho do círculo sendo proporcional aos valores dos escores. Legenda dos traços funcionais relacionados
578 a dieta e estrato de forrageio: Dieta – Invertebrados (Diet_Inv); Insetívoros de folha (Ins_Lea); Insetívoros de tronco (Ins_Tru); Insetívoros aéreos
579 (Ins_Aer); Insetívoros de chão (Ins_Gro); Vertebrados endotérmicos (Diet_Vend); Vertebrados ectotérmicos (Diet_Vect); Vertebrados em geral
580 (Diet_Vunk); Frutos (Diet_Fruit); Nectar (Diet_Nect); Sementes (Diet_Seed); Material vegetal (Diet_PlantO), Estrato de forrageio – Sobre a
581 superfície da água (FSt_wataroundsurf); Terrestre (FSt_ground); Sub-bosque (FStr_understory); Médio-bosque (FSt_midhigh); Dossel
582 (FSt_canopy); Aéreo (FSt_aerial).

583



585 **Fig 9. Resultado da pPCA na floresta úmida.**

586 Resultado da análise filogenética de componentes principais (pPCA) para as comunidades de aves associadas à vegetação úmida no nordeste da
587 América do Sul. A – Autovalores correspondente aos valores positivos (PC1) e negativos (PC20). B – Loadings dos principais traços para o
588 componente global e local. d = 2 refere-se ao tamanho da malha do gride. C- Filoegenia da comunidade de aves estuda e o resultado da pPCA.
589 Escores positivos e negativos para o componente global (PC1) e local (PC21) são indicados pelos círculos pretos e brancos com o tamanho do
590 círculo sendo proporcional aos valores dos escores. Legenda dos traços funcionais relacionados a dieta e estrato de forrageio: Dieta – Invertebrados
591 (Diet_Inv); Insetívoros de folha (Ins_Lea); Insetívoros de tronco (Ins_Truc); Insetívoros aéreos (Ins_Aer); Insetívoros de chão (Ins_Gro);
592 Vertebrados endotérmicos (Diet_Vend); Vertebrados ectotérmicos (Diet_Vect); Vertebrados em geral (Diet_Vunk); Frutos (Diet_Fruit); Nectar
593 (Diet_Nect); Sementes (Diet_Seed); Material vegetal (Diet_PlantO), Estrato de forrageio – Sobre a superfície da água (FSt_wataroundsurf);
594 Terrestre (FSt_ground); Sub-bosque (FStr_understory); Médio-bosque (FSt_midhigh); Dossel (FSt_canopy); Aéreo (FSt_aerial).

Por sua vez, na avifauna associada a vegetação úmida, o componente global ocorreu principalmente devido a massa corpórea e a dieta de vertebrados endotérmicos (autovalores positivos), e forma do bico e locomoção (autovalores negativos) (Fig 9B). As espécies com os escores positivos mais altos pertencem principalmente as famílias Accipitridae e Strigidae (corujas) (Fig 9C), as quais são grupos que apresentam espécies de maior tamanho e dieta com pequenos mamíferos e outras aves. Em oposição, os escores com maiores valores negativos foram locomoção e forma do bico, contrapondo espécies de bicos estreitos e compridos com espécies de bicos curtos e largos (Fig 9C).

Já componente local mostrada pela pPCA indica que a avifauna associada à vegetação sazonalmente seca apresenta traços distintos dos observados na avifauna associada à vegetação úmida (Figs 8B e 9B). As comunidades de aves associadas a vegetação sazonalmente seca apresentam os traços locomoção e forrageio sob a superfície d'água com maiores escores positivos. Esses traços são típicos de espécies de aves que forrageiam próximo a ambientes com água, caso da espécie *Aramides mangle* (saracura-do-mangue) que apresenta tarsos e asas compridas além de forragear em áreas alagadas). Enquanto os traços com maiores escores negativos (Fig 8A) foram o consumo de sementes e de insetos no chão (e.g. *Dromococcyx phasianellus* peixe-frito-verdadeiro) (Figs 8A e C). Por sua vez, os traços com maiores escores positivos relacionada as comunidades de aves associadas a floresta úmida foram dieta de vertebrados endotérmicos (e.g. espécies da família Accipitridadea) e de insetos aéreos (espécies da família Tyranidae). Enquanto traços com altos escores negativos foram dieta de vertebrados em geral (e.g. espécies das famílias Accipitridae e Strigidae) e forrageio no estrato aéreo (e.g. *Nyctiphrynus ocellatus* bacurau-ocelado) (Fig 9C).

Discussão

Os resultados corroboram parcialmente com as hipóteses apresentadas neste trabalho quando mostram que as comunidades de aves associadas às florestas secas são estruturadas distintamente das comunidades de aves associadas às florestas úmidas, tanto em escala local como regional. Entretanto, a aleatoriedade encontrada nas comunidades de aves associadas a vegetação sazonalmente seca vai de encontro ao pensamento que estas comunidades seriam estruturadas pela ação da similaridade limitante. Dessa forma, esta aleatoriedade observado, sugere que estas comunidades podem resultar tanto da ação dos filtros ambientais como das interações ecológicas, o que resultaria na ausência de predominância de apenas uma dessas forças [7,9,62,63]. Adicionalmente, comunidades organizadas como esperado ao acaso também foi observado na avifauna com ocorrência em áreas savânicas no Cerrado brasileiro e de lagartos na Caatinga [8,64], o que reforça a ausência de estruturação das comunidades com distribuição em ambientes marcadamente sazonais.

Por outro lado, as comunidades de aves das florestas úmidas costeira e de altitude apresentaram um agrupamento filogenético (em ambas as escalas) e funcional (escala local). Este padrão pode ser interpretado como um indicativo de que espécies proximamente relacionadas estão coexistindo na comunidade [2,65]. Este agrupamento, pode resultar de uma alta habilidade competitiva dentre as espécies associada a uma maior diferenciação, ou segregação, dos seus nichos [12]. A diferenciação de nicho, por sua vez, pode ser reflexo da heterogeneidade de habitat, que nas florestas úmidas pode ser maior do que em áreas de vegetação sazonalmente seca. Dessa forma, permitindo a coexistência de espécies com traços adaptativos pré-existentes e tolerâncias ambientais semelhantes [3,9,20], como proposto pela hipótese da heterogeneidade de habitat [66].

Uma explicação complementar sugere que o padrão de organização encontrado na avifauna com distribuição em florestas úmidas pode sugerir uma recente idade evolutiva

somada a uma baixa capacidade de dispersão em ambientes florestais [8] junto a uma alta riqueza de espécies [13]. Essa proposta baseia-se no fato de que comunidades estruturadas filogeneticamente e funcionalmente agrupadas poderiam resultar do conservadorismo de nicho, visto que espécies recentes e proximamente aparentadas tendem a colonizar habitats similares [8,67]. De fato, isso é percebido quando discutimos o tempo de diversificação de aves com ocorrência nas florestas úmidas e secas do nordeste da América do Sul. Os estudos sugerem que a avifauna associada à vegetação úmida teria diversificado entre o Plioceno-Pleistoceno [32,68], enquanto o período de diversificação sugerido para região semiárida seria entre Mioceno-Plioceno [31,69]. Adicionalmente, a avifauna associada às florestas úmidas apresentam mais espécies proximamente relacionadas do que as comunidades relacionadas à vegetação sazonalmente seca entre si, e.g. famílias como Trochilidae e Thraupidae (sanhaços e tiês) apresentam uma maior riqueza de espécies nas florestas úmida do que em ambientes sazonalmente secos (Figs 1.8C e 1.9C). O que sugere uma maior taxa de diversificação nas comunidades de aves com ocorrência nas florestas úmidas do que nas florestas sazonalmente secas.

Em escala regional, foi observado que as comunidades de aves associadas às áreas com vegetação sazonalmente secas apresentaram uma tendência à dispersão filogenética, com valores NRI negativos (DFM) ou negativos e significativamente diferentes do esperado ao acaso (CAA). A dispersão filogenética destas áreas pode refletir a ação dos filtros ambientais caso os traços adaptativos sejam convergentes, dessa forma a coexistência das espécies seria permitida em determinados ambientes em escalas regional [2,5,9]. A convergência de traços associados a condições ambientais nessas comunidades pode está relacionada as adaptações das mesmas a marcante sazonalidade característica das florestas tropicais sazonalmente secas. Isto reforça o pensamento sobre qual o papel de fato desempenhado pelos filtros ambientais ao longo do processo evolutivo nas

comunidades. Contudo, esta questão, demanda um estudo mais aprofundado, que possa unir análises de estrutura filogenética com estrutura fenotípica e evolução dos caracteres para compreender melhor este cenário [5,9].

Quando verificamos os resultados referentes ao NTI, não observamos uma distinção clara quanto à organização das comunidades locais, ou seja, não há como diferenciar a estrutura entre as comunidades de aves associadas à vegetação sazonalmente seca das de florestas úmidas. No entanto, foi observada uma tendência ao agrupamento filogenético apenas nas comunidades associadas às florestas úmidas de altitude, enquanto as demais comunidades são como esperado ao acaso. Este padrão menos evidente também foi encontrado por Swenson et al. [20], quando o NTI foi analisado em comunidades de plantas em pequenas escalas na ilha do Barro Colorado. Entretanto, Swenson et al. [20] ressalta um problema conceitual em medir os processos dependentes de escala que atuam na estruturação das comunidades e, devido a isso, alguns autores lembram que esses resultados devem ser continuamente testados [5,10]. Também encontramos diferentes padrões estruturais sugeridos por NTI na CAA entre as escalas avaliadas. Esta diferença pode estar refletindo uma maior heterogeneidade de habitat em escala regional em relação a escala local. Essa maior variedade de habitats faz com que espécies de aves associadas a habitats específicos coexistam em uma mesma região, levando a um agrupamento filogenético nessa escala [20,70]. Por outro lado, ao estudarmos as comunidades em escalas menores, distintos habitats podem não ser reunidos conduzindo a uma dispersão filogenética devido a ausência de espécies associados a habitats específicos não serem contemplados no conjunto de espécies locais. Dessa forma, o agrupamento filogenético em escalas maiores podem ser consistentes tanto com a filtragem ambiental como a competição [16].

Ainda em escala regional, as avifaunas associadas a DFM e RFM como esperado ao acaso, quando observado o NTI, novamente sugerindo uma ação mútua tanto dos filtros ambientais como da similaridade limitante [7,9,62]. Relacionando com os resultados anteriores, percebe-se que a mesma situação ocorreu em escala local. No entanto, parece que existe uma predominância de interações ecológicas atuando sobre a avifauna associada a DFM (NTI negativo) e uma atuação maior dos filtros ambientais em RFM (NTI positivo). Diante disso, voltamos ao pensamento de que as diferentes histórias de formação dessas florestas [28,29] exerçam uma forte influência sobre a predominância de forças que atuam, de maneiras distintas, na estruturação de cada comunidade, visto que as comunidades seriam estruturadas principalmente pelo fator histórico como demonstrado pela pPCA (Fig. 1.8B e 1.9B).

A distinção nos padrões de estruturação observada entre as comunidades de aves é reforçada pelos traços funcionais dissimilares, principalmente aqueles associados à dieta, os quais são exibidos no resultado da PCoA e pPCA. Esses traços somados a maior massa corpórea e a forma do bico também influenciam na estruturação global das comunidades (primeiro eixo da pPCA). Padrões globais frequentemente resultam de autocorrelação filogenética positiva, i.e. maior similaridade entre os táxons relacionados que estariam associados a divergências nas estratégias evolutivas próxima a raiz da árvore (Jombart et al. 2010). Diante disso, pode-se pensar em um provável conservadorismo filogenético ao longo do processo evolutivo nessas comunidades devido as espécies mais próximas filogeneticamente apresentarem traços similares [58,71]. Por exemplo, as espécies da família Accipitridae que apresentam massa corpórea maiores, utilizam recursos semelhantes na sua dieta. O pensamento de conservadorismo filogenético nessas comunidades pode estar associado a estruturação global, uma vez que a pPCA pode sugerir de forma indireta um sinal filogenético inferido no processo evolutivo [58,72].

Adicionalmente, Costa [64] sugere um possível conservadorismo filogenético quanto ao nicho trófico em uma comunidade de lagartos no semiárido, o que reforça o provável conservadorismo filogenético dos traços nas comunidades de aves.

Por outro lado, o componente local (segundo eixo da pPCA) pode refletir eventos evolutivos recentes ocasionado por divergentes estratégias evolutivas associadas ao topo da filogenia, e.g. convergência de traços [58]. Ainda segundo os autores, os padrões locais resultam de autocorrelação filogenética negativa, i.e. maior dissimilaridade entre os táxons envolvidos deve estar associada à espécies localizadas em partes específicas próximas ao topo da árvore. Essa situação pode ser observada principalmente na avifauna relacionada à vegetação úmida que apresenta espécies mais distantes filogeneticamente com os mesmos traços funcionais, e.g. o consumo de vertebrados em geral por *Leptodon cayanensis* (gavião-de-cabeça-cinza, Accipitridae) e *Micrastur ruficollis* (falcão-caburé, Falconidae), porém forrageiam em diferentes estratos na floresta proporcionado pela heterogeneidade de habitat [9,66]. Já a estruturação local na avifauna associada à vegetação sazonalmente seca pode ser devido a exclusão competitiva [73,74], visto que a variação na disponibilidade do recurso menos constante ao longo do tempo [75,76], somada a uma menor heterogeneidade de habitat quando comparada as florestas úmidas, podem acarretar em uma maior competição nessas comunidades [64,77].

Conclusão

Os resultados aqui apresentados reforçam a ideia de que a organização das comunidades de aves associadas a diferentes tipos florestais respondem a distintas forças estruturadoras. A avifauna associada a florestas sazonais responderiam tanto a processos ecológicos, e.g. competição por recurso, como filtros ambientais o que resultaria em

comunidades como esperado ao acaso. Essa situação pode estar relacionada a variabilidade temporal na disponibilidade do recurso somado a traços adaptados a marcante sazonalidade observada no ambientes sazonalmente secos. Por outro lado, as comunidades de aves associadas as florestas úmidas seriam predominantemente estruturadas pelos filtros ambientais resultando em um agrupamento filogenético e funcional. Esse agrupamento seria permitido pela heterogeneidade de habitat que possibilitaria a coexistência de espécies congêneras devido a segregação de nicho.

Contudo, estudos que abordem a evolução dos traços podem refinar a compreensão dos possíveis padrões de estruturação das comunidades de aves associadas as distintas fitofisionomias localizadas no nordeste da América do Sul. Dessa forma, análises que abordem de forma integrativa a história das espécies aliada ecologia e filogenia de comunidades além de dados biogeográficos auxiliará na compreensão dos padrões responsáveis pela organização das comunidades biológicas [13,15,21].

Agradecimentos

Nós somos gratos ao prof. Dr. Bráulio A. Santos e a Dra. Taís Costa pelas valorosas discussões na construção e desenvolvimento deste trabalho. A José Hidasi-Neto pela revisão. Também agradecemos Edyla Andrade pelo auxílio na utilização das árvores a partir do birdtree.org e a Maria Clara Cavalcanti pelas revisões críticas ao longo do trabalho. Por fim, somos gratos a CAPES pela bolsa de doutorado fornecida a A.H.V.F.

Referências bibliográficas

1. Harvey PH, Pagel MD. The comparative method in evolutionary biology. Oxford: Oxford University Press; 1991.

- 768 2. Webb CO, Ackerly DD, McPeck MA, Donoghue MJ. Phylogenies and community
769 ecology. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 2002;33: 475-505.
- 770 3. Anderson TM, Lachance MA, Starmer WT. The relationship of phylogeny to
771 community structure: The Cactus Yeast community. *The Amer. Nat.* 2004;164: 709-
772 721.
- 773 4. Petchey OL, Gaston KJ. Functional diversity: back to basics and looking forward. *Ecol.*
774 *Lett.* 2006;9(6): 741-758.
- 775 5. Gómez JP, Bravo GA, Brumfield RT, Tello JG, Cadena CD. A phylogenetic approach
776 to disentangling the role of competition and habitat filtering in community assembly
777 of Neotropical forest birds. *J. Anim. Ecol.* 2010;79: 1181–1192.
- 778 6. Mouquet N, Devictor V, Meynard CN, Munoz F, Bersier LF, Chave J, et al.
779 Ecophylogenetics: advances and perspectives. *Biol. Rev.* 2012;87(4): 769-785.
- 780 7. Martins CA, Roque FO, Santos BA, Ferreira, V.L., Strussmann, C. Tomas, W.M. What
781 shapes the phylogenetic structure of anuran communities in a sazonal environment?
782 The influence of determinismo at regional scale to stochasticity or antagonistic foreces
783 at local scale. *PLoS One*, 2015;10(6): e0130075/journal.
- 784 8. Sobral FL, Cianciaruso MV. Functional and phylogenetic structure of forest and
785 savanna bird assemblages across spatial scales. *Ecography*. 2015;39: 533–541.
- 786 9. Cavender-Bares J, Kozak KH, Fine PV, Kembel SW. The merging of community
787 ecology and phylogenetic biology. *Ecol. Lett.* 2009;12: 693–715.10. Cavender-Bares
788 J. Keen A, Miles B. Phylogenetic structure of floriadian plant communities depends
789 on taxonomic and spatial scale. *Ecology*. 2006;87(7): S109-S122.
- 790 11. Graham CH, Fine PVA. Phylogenetic beta diversity: linking ecological and
791 evolutionary processes across space in time. *Ecol. Lett.* 2008;11: 1-13.

- 792 12. Mayfield MM, Levine JM. Opposing effects of competitive exclusion on the
793 phylogenetic structure of communities. *Ecol. Lett.* 2010;13: 1085-1093.
- 794 13. Pavoine S, Bonsall MB. Measuring biodiversity to explain community assembly: a
795 unified approach. *Biol. Rev.* 2010;doi:10.1111/j.1469-185X.2010.00171.x.
- 796 14. Davies TJ, Buckley LB. Phylogenetic diversity as a window into the evolutionary and
797 biogeographic histories of present-day richness gradients for mammals. *Philos.*
798 *Trans. R. Soc. London.* 2011;366: 2414-2425.
- 799 15. Weeks BC, Claramunt S, Cracraft J. Integrating systematics and biogeography to
800 disentangle the roles of history and ecology in biotic assembly. *J. Biogeogr.* 2016;43:
801 1546–1559.
- 802 16. Emerson BC, Gillespie RG. Phylogenetic analysis of community assembly and
803 structure over space and time. *Trends Ecol. Evol.* 2008;23(11), 619-630.
- 804 17. Devictor V, Mouillot D, Meynard C, Jiguet F, Thuiller W, Mouquet N. Spatial
805 mismatch and congruence between taxonomic, phylogenetic and functional diversity:
806 the need for integrative conservation strategies in a changing world. *Ecol. Lett.*
807 2010;13(8): 1030-1040.
- 808 18. Mouchet MA, Villeger S, Mason NW, Mouillot D. Functional diversity measures: an
809 overview of their redundancy and their ability to discriminate community assembly
810 rules. *Funct. Ecol.* 2010;24(4): 867-876.
- 811 19. Swenson NG. The assembly of tropical tree communities—the advances and
812 shortcomings of phylogenetic and functional trait analyses. *Ecography.* 2013;36(3):
813 264-276.
- 814 20. Swenson NG, Enquist BJ, Thompson J, Zimmerman JK. The influence of spatial and
815 size scale on phylogenetic relatedness in tropical forest communities. *Ecology.*
816 2007;88(7): 1770–1780.

- 817 21. Graham CH, Parra JL, Rahbek C, McGuire JA. Phylogenetic structure in tropical
818 hummingbird communities. *PNAS*. 2009;106(Supplement 2): 19673-19678.
- 819 22. Dehling DM, Fritz SA, Töpfer T, Päckert M, Estler P, Böhning-Gaese K, Schleuning
820 M. Functional and phylogenetic diversity and assemblage structure of frugivorous
821 birds along an elevational gradient in the tropical Andes. *Ecography*. 2014;37(11):
822 1047-1055.
- 823 23. Hidasi-Neto J, Barlow J, Cianciaruso MV. Bird functional diversity and wildfires in
824 the Amazon: the role of forest structure. *Anim. Conserv.* 2012;15(4): 407-415.
- 825 24. Gianuca AT, Dias RA, Debastiani VJ, Duarte LDS. Habitat filtering influences the
826 phylogenetic structure of avian communities across a coastal gradient in southern
827 Brazil. *Austral Ecol.* 2014;39: 29–38.
- 828 25. Lima GR. Influência do habitat na seleção de grupos filogenéticos e atributos
829 funcionais de aves em florestas ribeirinhas amazônicas do Rio Branco. M.sC Thesis,
830 Universidade Federal do Amazonas. 2015, Available from:
831 <http://tede.ufam.edu.br/handle/tede/5098>
- 832 26. Andrade-Lima D. Present-day forest refuges in northeastern Brazil. In: Prance GT,
833 editor. *Biological diversification in the tropics*. New York:Columbia University Press;
834 1982. pp. 123-135.
- 835 27. Tabarelli M, Santos AMM. Uma breve descrição sobre a história natural dos brejos
836 nordestinos. In: Porto K, Cabral J, Tabarelli M, editors. *Brejos de Altitude em*
837 *Pernambuco e Paraíba*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 2004. pp. 17-24.
- 838 28. Rodal M, Barbosa M, Thomas W. Do the seasonal forests in northeastern Brazil
839 represent a single floristic unit? *Brazilian J. Biol.* 2008;68: 467-475.

- 840 29. Mariano EF. Relações biogeográficas entre a avifauna de florestas de altitude no
841 Nordeste do Brasil. PhD Thesis, Universidade Federal da Paraíba. 2014. Available from:
842 <http://tede.biblioteca.ufpb.br/handle/tede/4150>
- 843 30. Pennington RT, Lavin M, Prado D, Pendry C, Susan FP, Charles A. Historical Climate
844 Change and Speciation: Neotropical Seasonally Dry Forest Plants Show Patterns of
845 Both Tertiary and Quaternary Diversification *Philosophical Transactions: Biol. Sci.*
846 2004;359: 515-537.
- 847 31. Werneck FP, Gamble T, Colli GR, Rodrigues MT, Sites JJW. Deep diversification
848 and long-term persistence in the south american "Dry diagonal": Integrating continent-
849 wide phylogeography and distribution modeling of geckos. *Evolution*. 2012;66: 3014-
850 3034.
- 851 32. Batalha-Filho H, Fjeldsa J, Fabre P, Miyaki CY. Connections between the Atlantic and
852 Amazonian forest avifaunas represent distinct historical events. *J. Ornith.* 2013;154: 41-
853 50.
- 854 33. Parker III TA, Stotz DF, Fitzpatrick JW. Ecological and distributional databases for
855 Neotropical birds. In: Stotz DF, Parker III TA, Fitzpatrick JW, Moskovits DK, editors.
856 Neotropical birds: ecology and conservation. Chicago: University of Chicago Press;
857 1996. pp.131-291.
- 858 34. Alexandrino ER, Buechley ER, Piratelli AJ, de Barros KMPM, de Andrade Moral R,
859 Şekercioğlu ÇH, et al. Bird sensitivity to disturbance as an indicator of forest patch
860 conditions: An issue in environmental assessments. *Ecol. Indic.* 2016;66: 369-381.
- 861 35. Jetz W, Thomas GH, Joy JB, Hartman K, Mooers AO. The global diversity of birds
862 in space and time. *Nature*. 2012;491: 444-448.

863 36. Hackett SJ, Kimball RT, Reddy S, Bowie RCK, Braun EL, Braun MJ, et al. A
864 phylogenomic study of birds reveals their evolutionary history. *Science*. 2008;doi:
865 10.1126/science.1157704.

866 37. Rubolini D, Liker A, Garamszegi LZ, Møller AP, Saino N. Using the BirdTree.org to
867 obtain robust phylogenies for avian comparative studies: A primer. *Curr. Zool.*
868 2015;61(6): 959-965.

869 38. Maddison WP, Maddison DR. Mesquite: A modular system for evolutionary analysis.
870 Version 3.10. 2015. Available from: <http://mesquiteproject.org>.

871 39. Dunning Jr JB, CRC handbook of avian body masses. 2nd ed. New York: CRC Press;
872 1992.

873 40. Wilman H, Belmaker J, Simpson J, de la Rosa C, Rivadeneira MM, Jetz W.
874 EltonTraits 1.0: Species-level foraging attributes of the world's birds and mammals.
875 *Ecology*, 2014;95(7): 2027-2027.

876 41. del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J, Christie DA, de Juana E. Handbook of the Birds of
877 the World Alive. Barcelona: Lynx Edicions, 2016. Available from:
878 <http://www.hbw.com>

879 42. Sick, H. Ornitologia brasileira. 2nd ed. Rio de Janeiro: Nova fronteira; 1997.

880 43. R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R
881 Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available from:
882 <https://www.R-project.org/>.

883 44. Oksanen J, Blanchet FG, Friendly M, Kindt R, Legendre P, McGlinn D, et al. vegan:
884 Community Ecology Package. R package version 2.4-1. 2016. Available from:
885 <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>

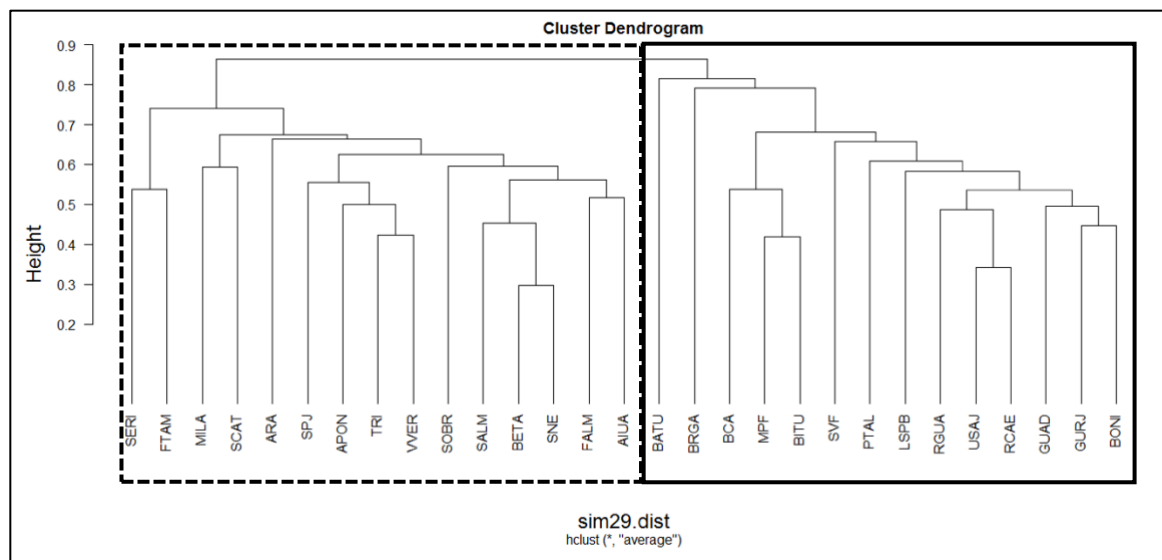
- 886 45. Trisos CH, Petchey OL, Tobias JA. Unraveling the interplay of community assembly
887 processes acting on multiple niche axes across spatial scales. *Amer. Nat.* 2014;184(5):
888 593-608.4
- 889 46. Bregman TP, Lees AC, Seiddon N, Macgregor HE, Darski B, Aleixo A, et al. Species
890 interactions regulate the collapse of biodiversity and ecosystem function in tropical
891 forest fragments. *Ecology*. 2015;96(10): 2692-2704, Oct. 2015.
- 892 47. de Abreu Bovo AA. Diversidade e riqueza funcional de assembleias de aves na Mata
893 Atlântica. M.Sc. Thesis, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz. 2015.
894 Available from: [http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-19042016-](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-19042016-111324/pt-br.php)
895 [111324/pt-br.php](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-19042016-111324/pt-br.php)
- 896 48. Petchey OL, Evans KL, Fishburn IS, Gaston KJ. Low functional diversity and no
897 redundancy in British avian assemblages. *J. Anim. Ecol.* 2007;76: 977–985.
- 898 49. Batalha MA, Cianciaruso MV, Motta-Junior JC. Consequences of simulated loss of
899 open cerrado areas to bird functional diversity. *Natureza & Conservação*. 2010;8(1):
900 1-5.
- 901 50. Trindade-Filho J, Sobral FL, Cianciaruso MV, Loyola RD. Using indicator groups to
902 represent bird phylogenetic and functional diversity. *Biol. Conserv.* 2012;146(1): 155-
903 162.
- 904 51. Sekercioglu CH. Increasing awareness of avian ecological function. *Trends in Ecol.*
905 *Evol.* 2006;21(8): 464-471.
- 906 52. Faith DP. Conservation evaluation and phylogenetic diversity. *Biol. Conserv.*
907 1992;61: 1–10.
- 908 53. Gotelli NJ. Null model analysis of species co-occurrence patterns. *Ecology*, 2000;
909 81(9): 2606-2621.

- 910 54. Petchey OL, Gaston KJ, Functional diversity (FD), species richness and community
911 composition. *Ecol. Lett.* 2002;5: 402–411.
- 912 55. Díaz S, Lavorel S, Chapin III FS, Tecco PA, Gurvich DE, Grigulis K. Functional
913 diversity - at the crossroads between ecosystem functioning and environmental filters.
914 In: Pataki JG, Pitelka LF, editors. *Terrestrial ecosystems in a changing world*.
915 Heidelberg: Springer Berlin; 2007. pp. 81-91.
- 916 56. Lavorel S, Grigulis K, McIntyre S, Williams NSG, Garden D, Dorrough J, et al.
917 Assessing functional diversity in the field – methodology matters! *Funct. Ecol.*
918 (2007);doi: 10.1111/j.1365-2435.2007.01339.x.
- 919 57. Laliberté E, Legendre P. A distance-based framework for measuring functional
920 diversity from multiple traits. *Ecology*. 2010;91(1): 299–305.
- 921 58. Jombart T, Pavoine S, Devillard S, Pontier D. Putting phylogeny into the analysis of
922 biological traits: a methodological approach. *J. Theoret Biol.* 2010;264(3): 693-701.
- 923 59. Maechler M, Rousseeuw P, Struyf A, Hubert M, Hornik K. *cluster: Cluster Analysis*
924 *Basics and Extensions*. R package version 2.0.5. 2016.
- 925 60. Kembel SW, Cowan PD, Helmus MR, Cornwell WK, Morlon H, Ackerly DD, et al.
926 *Picante: R tools for integrating phylogenies and ecology*. *Bioinformatics*. 2010;26:
927 1463-1464.
- 928 61. Jombart T, Dray S, adephylo exploratory analyses for the phylogenetic comparative
929 method. URL: [/http://r-forge.r-project.org/projects/adephylo/S](http://r-forge.r-project.org/projects/adephylo/S). 2009.
- 930 62. Lovette I, Hochachka W. Simultaneous effects of phylogenetic niche conservatism
931 and competition on avian community structure. *Ecology*. 2006;87: S14–S28.
- 932 63. Helmus MR, Savage K, Diebel MW, Maxted JT, Ives AR. Separating the
933 determinants of phylogenetic community structure. *Ecol. Lett.* 2007;10(10): 917-925.

- 934 64. Costa TB. Estrutura das taxocenoses de lagartos nos biomas Caatinga, Cerrado e
935 Amazônia. PhD Thesis, Universidade Federal da Paraíba. 2015. Available from:
936 <http://tede.biblioteca.ufpb.br:8080/handle/tede/8604>
- 937 65. Vamosi SM, Heard JC, Vamosi JC, Webb CO. Emerging patterns in the comparative
938 analysis of phylogenetic community structure. *Mol. Ecol.* 2009;18, 572.
- 939 66. Tews J, Brose U, Grimm V, Tielbörger K, Wichmann MC, Schwager M, Jeltsch F.
940 Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of
941 keystone structures. *J. Biogeogr.* 2004;31: 79–92.
- 942 67. Wiens JJ, Graham CH. Niche conservatism: integrating evolution, ecology, and
943 conservation biology. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Sys.* 2005;36:519-539.
- 944 68. Ribas CC, Miyaki CY, Cracraft J. Phylogenetic relationships, diversification and
945 biogeography in Neotropical *Brotogeris* parakeets. *J. Biogeogr.* 2009;36(9): 1712-
946 1729.
- 947 69. d'Horta FM, Cuervo AM, Ribas CC, Brumfield RT, Miyaki CY. Phylogeny and
948 comparative phylogeography of *Sclerurus* (Aves: Furnariidae) reveal constant and
949 cryptic diversification in an old radiation of rain forest understorey specialists. *J.*
950 *Biogeogr.* 2013;40(1): 37-49.
- 951 70. Parmentier I, Hardy OJ. The impact of ecological differentiation and dispersal
952 limitation on species turnover and phylogenetic structure of inselberg's plant
953 communities. *Ecography.* 2009;32: 613–622.
- 954 71. Liu H, Xu Q, He P, Santiago LS, Yang K, Ye Q. Strong phylogenetic signals and
955 phylogenetic niche conservatism in ecophysiological traits across divergent lineages
956 of Magnoliaceae. *Nature.* 2015;5:12246. doi: 10.1038/srep12246.

- 957 72. Prieto-Benítez S, Millanes AM, Dötterl S, Giménez-Benavides L. Comparative
958 analyses of flower scent in Sileneae reveal a contrasting phylogenetic signal between
959 night and day emissions. *Ecol. Evol.* 2016;6(21): 7869-7881.
- 960 73. Webb CO. Exploring the phylogenetic structure of ecological communities: an
961 example for rain forest trees. *Amer. Nat.* 2000;156: 145-155.
- 962 74. Batalha MA, Silva IA, Cianciaruso MV, de Carvalho, GH. Trait diversity on the
963 phylogeny of cerrado woody species. *Oikos.* 2011;120(11): 1741-1751.
- 964 75. Araujo HFP. Amostragem, estimativa de riqueza de espécies e variação temporal na
965 diversidade, dieta e reprodução de aves em área de caatinga, Brasil. PhD Thesis,
966 Universidade Federal da Paraíba. 2009. Available from:
967 <http://tede.biblioteca.ufpb.br/handle/tede/7939>
- 968 76. Vasconcellos A, Andreazze R, Almeida AM, Araujo HF, Oliveira ES, Oliveira U.
969 Seasonality of insects in the semi-arid Caatinga of northeastern Brazil. *Rev. Bras.*
970 *Entomol.* 2010;54(3): 471-476.
- 971 77. Werneck FP, Colli GR, Vitt LJ.. Determinants of assemblage structure in Neotropical
972 dry forest lizards. *Austral Ecology.* 2009;34(1): 97-115.

973 Material Suplementar



974

975 **Figura S1. Divisão das comunidades em grupo 1 e grupo 2.** Análise de agrupamento (UGPMA) de acordo do índice de similaridade de *Jaccard*, a partir dos
 976 dados de ocorrência das espécies aves pertencentes às 29 comunidades amostradas. Linha pontilhada indicando o Grupo 1 – Comunidades com vegetação típica
 977 das florestas secas localizada na região semiárida (BETA – Betânia; FALM – Fazenda Almas, AIUA – Aiuaba; SOBR – Sobradinho, MILA – Milagres, SERI
 978 – ESEC Seridó, FTAM – Fazenda Tamanduá, ARA – Chapada do Araripe, SALM – Serra das Almas, SNE, Serra Negra, SCAT – Serra de Santa Catarina, SPJ
 979 – Serra do Pico do Jabre, TRI – Trinfo, APON – APA das Onças, VVER – Venha-ver e Linha contínua evidenciando o Grupo 2 – Comunidades com vegetação
 980 típica das florestas úmidas litorâneas (GURJ - Reserva Estadual de Gurjaú, GUAD - Área de Proteção Ambiental de Guadalupe, RGUA – Reserva Guaribas,
 981 USAJ – Usina São João, LSPB – Litoral Sul do estado da Paraíba, RCAE - ESEC de Caetés, PTAL – Pedra Talhada, BONI – Brejos de Bonito, SVF – Mata do
 982 Estado, MPF – PE Mata do Pau Ferro, BITU – Mata do Bituri, BCA – Brejos dos Cavalos, BATU – Maciço de Baturité, BRGA – Brejos de Brejão e Garanhuns).
 983 *RE – Reserva Estadual, PE – Parque Estadual, APA – Área de Proteção Ambiental, ESEC – Estação Ecológica.

Tabela SI. Formação do pool regional.

Com	Loc	Referência
BETA	Betânia	1. Farias, G.B.; Silva, W.A.G. & Albano, C.G. (2005). Diversidade de aves em áreas prioritárias para conservação da Caatinga. Análise das variações da biodiversidade do Bioma Caatinga. Ministério do Meio Ambiente.
FALM	Fazenda Almas	2. Araujo H.F.P. (2009). Amostragem, estimativa de riqueza de espécies e variação temporal na diversidade, dieta e reprodução de aves em área de caatinga, Brasil. Tese de doutorado, Universidade Federal de Paraíba, João Pessoa. pp. 199. 19. WIKIAVES - A enciclopédia da aves do Brasil. (2014) Disponível em: < http://www.wikiaves.com.br >. Acessado em: 10 de maio de 2014.
AIUA	Aiuaba	3. Nascimento, J.L.X. (2000). Estudo comparativo da avifauna em duas Estações Ecológicas da Caatinga: Aiuaba e Seridó. <i>Melopsittacus</i> , 3(1), 12-35.
SOBR	Sobradinho	4. Ross, A.L., Nunes, M.F.C., Sousa, E.A., Sousa, A.E B. A., Nascimento, J.L.X. & Lacerda, R.C.A. (2006). Avifauna da Região do Lago de Sobradinho: composição, riqueza e biologia. <i>Ornithologia</i> , 1(2), 135-160.
MILA	Milagres	5. Olmos F., Girão e Silva W.A. & Albano C.G. (2005). Aves de oito áreas de Caatinga no sul do Ceará e oeste de Pernambuco, Nordeste do Brasil: composição, riqueza e similaridade. <i>Papéis Avulsos de Zoologia</i> , 45(14), 179-199. 19. WIKIAVES - A enciclopédia da aves do Brasil. (2014) Disponível em: < http://www.wikiaves.com.br >. Acessado em: 10 de maio de 2014.
SERI	ESEC Seridó	6. Bezerra, D.M.M., Araujo, H.F.P & Alves, R.R.N. (2013). Avifauna de uma área de Caatinga na região Seridó, Rio Grande do Norte. <i>Ornithologia</i> , 6(1), 53-69.; 19. WIKIAVES - A enciclopédia das aves do Brasil. (2014) .Disponível em: < http://www.wikiaves.com.br >. Acessado em: 10 de maio de 2014.
FTAM	Fazenda Tamanduá	7. Telino-Júnior, W.R., Lyra-Neves, R.M. & Nascimento, J.L.X. (2005). Biologia e composição da avifauna em uma Reserva Particular de Patrimônio Natural da caatinga paraibana. <i>Ornithologia</i> , 1(1), 49-57. 19. WIKIAVES - A enciclopédia das aves do Brasil. (2014). Disponível em: < http://www.wikiaves.com.br >. Acessado em: 10 de maio de 2014.
ARA	Chapada do Araripe	8. Nascimento, J.L.X.; Nascimento, I.L. S.; Azevedo-Júnior, S.M.A. (2000). Aves da Chapada do Araripe (Brasil): biologia e conservação. <i>Ararajuba</i> , 8(2), 115-125. 19. WIKIAVES - A enciclopédia das aves do Brasil. (2014). Disponível em: < http://www.wikiaves.com.br >. Acessado em: 10 de maio de 2014.
SALM	Serra das Almas	1. Farias, G.B.; Silva, W.A.G. & Albano, C.G. (2005). Diversidade de aves em áreas prioritárias para conservação da Caatinga. Análise das variações da biodiversidade do Bioma Caatinga. Ministério do Meio Ambiente. 19. WIKIAVES - A enciclopédia das aves do Brasil. (2014). Disponível em: < http://www.wikiaves.com.br >. Acessado em: 10 de maio de 2014.
SNE	Serra Negra	9. Roda S.A. & Carlos C.J. (2004). Composição e sensibilidade da avifauna dos brejos de altitude do estado de Pernambuco. In: Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba: História Natural, Ecologia e Conservação. (eds. Porto, K., Cabral, J. & Tabarelli, M.). Ministério do Meio Ambiente Brasília, pp. 211-228. 17. WIKIAVES - A enciclopédia das aves do Brasil. (2014). Disponível em: < http://www.wikiaves.com.br >. Acessado em: 10 de maio de 2014.

Com	Loc	Referência
SCAT	Serra de Santa Catarina	10. Mariano, E.F. (2014). Relações biogeográficas entre a avifauna de florestas de altitude no Nordeste do Brasil. Tese de doutorado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 17. WIKIAVES - A enciclopédia das aves do Brasil. (2014). Disponível em: < http://www.wikiaves.com.br >. Acessado em: 10 de maio de 2014.
SPJ	Serra do Pico do Jabre	11. Espécimes depositados na coleção de aves da Universidade Federal da Paraíba. 10. Mariano, E.F. (2014). Relações biogeográficas entre a avifauna de florestas de altitude no Nordeste do Brasil. Tese de doutorado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 17. WIKIAVES - A enciclopédia das aves do Brasil. (2014). Disponível em: < http://www.wikiaves.com.br >. Acessado em: 10 de maio de 2014.
TRI	Triunfo	10. Mariano, E.F. (2014). Relações biogeográficas entre a avifauna de florestas de altitude no Nordeste do Brasil. Tese de doutorado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 17. WIKIAVES - A enciclopédia das aves do Brasil. (2014). Disponível em: < http://www.wikiaves.com.br >. Acessado em: 10 de maio de 2014.
APON	APA das Onças	10. Mariano, E.F. (2014). Relações biogeográficas entre a avifauna de florestas de altitude no Nordeste do Brasil. Tese de doutorado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 17. WIKIAVES - A enciclopédia das aves do Brasil. (2014). Disponível em: < http://www.wikiaves.com.br >. Acessado em: 10 de maio de 2014.
VVER	Venha-ver	10. Mariano, E.F. (2014). Relações biogeográficas entre a avifauna de florestas de altitude no Nordeste do Brasil. Tese de doutorado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
GURJ	RE de Gurjaú	11. Lyra-Neves, R.M., S.M. Azevedo Júnior, W. Telino-Junior, W., M.E.L Larrazábal. (2004). Comunidade de aves da Reserva Estadual de Gurjaú, Pernambuco, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, Curitiba 21 (3), 581–592. 17. WIKIAVES - A enciclopédia das aves do Brasil. (2014). Disponível em: < http://www.wikiaves.com.br >. Acessado em: 10 de maio de 2014.
GUAD	APA de Gaudalupe	12. Rodrigues, R.C., Araujo, H.F.P., Lyra-Neves, R.M., Telino-Júnior, W.R. & Botelho, M.C.N. (2007). Caracterização da Avifauna na Área de Proteção Ambiental de Guadalupe, Pernambuco. Ornithologia, 2, 47-61.; 17. WIKIAVES - A enciclopédia das aves do Brasil. (2014). Disponível em: < http://www.wikiaves.com.br >. Acessado em: 10 de maio de 2014.
RGUA	Reserva Guaribas	13. Almeida, A.C.C. & Teixeira, D.M. (2010). Aves da Reserva Biológica Guaribas, Mamanguape, Paraíba, Brasil. Revista Nordestina Biologia, 19, 3-4. 17. WIKIAVES - A enciclopédia das aves do Brasil. (2014). Disponível em: < http://www.wikiaves.com.br >. Acessado em: 10 de maio de 2014.
USAJ	Usina São João	17. WIKIAVES - A enciclopédia das aves do Brasil. (2014). Disponível em: < http://www.wikiaves.com.br >. Acessado em: 10 de maio de 2014. 19. Farias, G.B., Alves, A.G.C. & Silva, A.C.B.L. (2007). Riqueza de aves em cinco fragmentos de Floresta Atlântica na Zona da Mata Norte de Pernambuco, Brasil. Biotemas, 20, 111-122.
LSPB	Litoral do sul do estado da Paraíba	14. Green Consult. (2013). Diagnóstico e Prognóstico do Meio Biótico das ADA, AID e AII dos Impactos Ambientais para a Implantação e Operação do empreendimento denominado Barragem Cupissura. Caaporã – PB. Relatório Técnico, João Pessoa. 17. WIKIAVES - A enciclopédia das aves do Brasil. (2014). Disponível em: < http://www.wikiaves.com.br >. Acessado em: 10 de maio de 2014.
RCAE	EE Caetés	19. Farias, G.B., Alves, A.G.C. & Silva, A.C.B.L. (2007). Riqueza de aves em cinco fragmentos de Floresta Atlântica na Zona da Mata Norte de Pernambuco, Brasil. Biotemas, 20, 111-122.

Com	Loc	Referência
PTAL	Pedra Talhada	17. WIKIAVES - A enciclopédia das aves do Brasil. (2014). Disponível em: < http://www.wikiaves.com.br >. Acessado em: 10 de maio de 2014.
BONI	Brejos de Bonito	15. Farias, G.B. (2009). Variação temporal em uma comunidade de aves em área de Mata Atlântica na Estação Ecológica de Caetés, Pernambuco, Brasil. <i>Atualidades Ornithológicas</i> , 147, 40-45. 17. WIKIAVES - A enciclopédia das aves do Brasil. (2014). Disponível em: < http://www.wikiaves.com.br >. Acessado em: 10 de maio de 2014.
SVF	Mato do Estado	9. Roda S.A. & Carlos C.J. (2004). Composição e sensibilidade da avifauna dos brejos de altitude do estado de Pernambuco. In: Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba: História Natural, Ecologia e Conservação. (eds. Porto, K., Cabral, J. & Tabarelli, M.). Ministério do Meio Ambiente Brasília, pp. 211-228. 17. WIKIAVES - A enciclopédia das aves do Brasil. (2014). Disponível em: < http://www.wikiaves.com.br >. Acessado em: 10 de maio de 2014.
MPF	PE Mata do Pau Ferro	10. Mariano, E.F. (2014). Relações biogeográficas entre a avifauna de florestas de altitude no Nordeste do Brasil. Tese de doutorado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 17. WIKIAVES - A enciclopédia das aves do Brasil. (2014). Disponível em: < http://www.wikiaves.com.br >. Acessado em: 10 de maio de 2014.
BITU	Mata do Bituri	9. Roda S.A. & Carlos C.J. (2004). Composição e sensibilidade da avifauna dos brejos de altitude do estado de Pernambuco. In: Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba: História Natural, Ecologia e Conservação. (eds. Porto, K., Cabral, J. & Tabarelli, M.). Ministério do Meio Ambiente Brasília, pp. 211-228. 10. Mariano, E.F. (2014). Relações biogeográficas entre a avifauna de florestas de altitude no Nordeste do Brasil. Tese de doutorado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 17. WIKIAVES - A enciclopédia das aves do Brasil. (2014). Disponível em: < http://www.wikiaves.com.br >. Acessado em: 10 de maio de 2014.
BCA	Brejo dos Cavalos	9. Roda S.A. & Carlos C.J. (2004). Composição e sensibilidade da avifauna dos brejos de altitude do estado de Pernambuco. In: Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba: História Natural, Ecologia e Conservação. (eds. Porto, K., Cabral, J. & Tabarelli, M.). Ministério do Meio Ambiente Brasília, pp. 211-228. 17. WIKIAVES - A enciclopédia das aves do Brasil. (2014). Disponível em: < http://www.wikiaves.com.br >. Acessado em: 10 de maio de 2014.
BATU	Maciço de Baturité	16. Albano C. & Girão W. (2008). Aves das matas úmidas das serras de Aratanha, Baturité e Maranguape, Ceará. <i>Revista Brasileira de Ornitologia</i> , 16(2), 142-154. 17. WIKIAVES - A enciclopédia das aves do Brasil. (2014). Disponível em: < http://www.wikiaves.com.br >. Acessado em: 10 de maio de 2014.
BRGA	Brejos de Brejão e Garanhuns	9. Roda S.A. & Carlos C.J. (2004). Composição e sensibilidade da avifauna dos brejos de altitude do estado de Pernambuco. In: Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba: História Natural, Ecologia e Conservação. (eds. Porto, K., Cabral, J. & Tabarelli, M.). Ministério do Meio Ambiente Brasília, pp. 211-228. 17. WIKIAVES - A enciclopédia das aves do Brasil. (2014). Disponível em: < http://www.wikiaves.com.br >. Acessado em: 10 de maio de 2014.

Estudos utilizados para a construção do banco regional de espécies utilizadas nas análises de estruturação filogenética e funcional. Com – Comunidade em escala local. Loc – Localidade.

Tabela S2. Descrição das comunidades.

Comunidade	Localidade	Município	UF	Regional	Precipitação	Altitude
BETA	Betânia	Betânia	PE	CAA	432	514
FALM	Fazenda Almas	São José dos Cordeiros	PB	CAA	560	665
AIUA	Aiuaba	Aiuaba	CE	CAA	560	601
SOBR	Sobradinho	Sobradinho	BA	CAA	600	403
MILA	Milagres	Milagres	CE	CAA	900	430
SERI	ESEC Seridó	Serra do Negra do Norte	RN	CAA	600	260
FTAM	Fazenda Tamanduá	Patos	PB	CAA	550	666
ARA	Chapada do Araripe	Crato	CE	DFM	1100	960
SALM	Serra das Almas	Crateús	CE	DFM	727	632
SNE	Serra Negra	Floresta	PE	DFM	1000	1064
SCAT	Serra de Santa Catarina	Aguiar	PB	DFM	893	674
SPJ	Serra do Pico do Jabre	Maturéia	PB	DFM	692	1197
TRI	Triunfo	Triunfo	PB	DFM	1372	1035
APON	APA das Onças	São João do Tigre	PB	DFM	432	1153
VVER	Venha-ver	Venha-ver	RN	DFM	900	781
GURJ	RE de Gurjaú	Cabo de Santo Agostinho	PE	CAF	2417	85
GUAD	APA de Gaudalupe	Sirinhaém	PE	CAF	2537	95
RGUA	Reserva Guaribas	Mamamguape	PB	CAF	1306	182
USAJ	Usina São João	Goiana	PE	CAF	2002	4
LSPB	Litoral do sul do estado da Paraíba	Caaporã e Alhandra	PB	CAF	2021	47
RCAE	EE Caetés	Paulista	PE	CAF	2000	86
PTAL	Pedra Talhada	Quebrângulo	AL	RFM	1428	669
BONI	Brejos de Bonito	Bonito	PE	RFM	1310	683
SVF	Mato do Estado	São Vicente Férrer	PE	RFM	1477	524
MPF	PE Mata do Pau Ferro	Areia	PB	RFM	1500	623
BITU	Mata do Bituri	Brejo da Madre de Deus	PE	RFM	928	1078
BCA	Brejo dos Cavalos	Caruaru	PE	RFM	764	918
BATU	Maçico de Baturité	Guaramiranga	CE	RFM	1657	865
BRGA	Brejos de Brejão e Garanhuns	Brejão e Garanhuns	PE	RFM	875	842

Lista das 29 localidades que foram analisadas em escala local no presente trabalho, indicando as suas respectivas siglas, municípios e estados (UF) onde estão inseridas, precipitação anual média (milímetros), altitude média (metros). Regional - Comunidades em escala regional: CAA – reúne as localidades caracterizadas por uma vegetação característica das regiões de baixada do semiárido; DFM – reúne as localidades com florestas secas de altitude situadas na região semiárida; CAF – reúne as localidades com florestas úmidas localizadas na região litorânea; RFM – reúne as localidades

com florestas úmidas de altitudes situadas na região semiárida. *RE – Reserva Estadual; PE – Parque Estadual; APA – Área de Proteção Ambiental; EE - Estação Ecológica.

Tabela S3. Lista taxonômica das espécies de aves que formaram o *pool* regional.

Táxon	Nome em Português	Birdtree.org
Tinamiformes Huxley, 1872		
Tinamidae Gray, 1840		
<i>Tinamus solitarius</i> (Vieillot, 1819)	macuco	<i>Tinamus solitarius</i>
<i>Crypturellus soui</i> (Hermann, 1783)	tururim	<i>Crypturellus soui</i>
<i>Crypturellus undulatus</i> (Temminck, 1815)	jaó	<i>Crypturellus undulatus</i>
<i>Crypturellus strigulosus</i> (Temminck, 1815)	inhambu-relógio	<i>Crypturellus strigulosus</i>
<i>Crypturellus noctivagus</i> (Wied, 1820)	jaó-do-sul	<i>Crypturellus noctivagus</i>
<i>Crypturellus variegatus</i> (Gmelin, 1789)	inhambu-anhangá	<i>Crypturellus variegatus</i>
<i>Crypturellus tataupa</i> (Temminck, 1815)	inhambu-chintã	<i>Crypturellus tataupa</i>
Galliformes Linnaeus, 1758		
Cracidae Rafinesque, 1815		
<i>Penelope superciliaris</i> Temminck, 1815	jacupemba	<i>Penelope superciliaris</i>
<i>Penelope jacucaca</i> Spix, 1825	jacucaca	<i>Penelope jacucaca</i>
<i>Ortalis araucuan</i> (Spix, 1825)	aracuã-de-barriga-branca	<i>Ortalis guttata</i>
<i>Pauxi mitu</i> (Linnaeus, 1766)	mutum-do-nordeste	<i>Mitu mitu</i>
Odontophoridae Gould, 1844		
<i>Odontophorus capueira</i> (Spix, 1825)	uru	<i>Odontophorus capueira</i>
Accipitriformes Bonaparte, 1831		
Accipitridae Vigors, 1824		
<i>Leptodon cayanensis</i> (Latham, 1790)	gavião-de-cabeça-cinza	<i>Leptodon cayanensis</i>
<i>Chondrohierax uncinatus</i> (Temminck, 1822)	caracoleiro	<i>Chondrohierax uncinatus</i>
<i>Harpagus bidentatus</i> (Latham, 1790)	gavião-ripina	<i>Harpagus bidentatus</i>
<i>Harpagus diodon</i> (Temminck, 1823)	gavião-bombachinha	<i>Harpagus diodon</i>
<i>Accipiter bicolor</i> (Vieillot, 1817)	gavião-bombachinha-grande	<i>Accipiter bicolor</i>
<i>Buteogallus aequinoctialis</i> (Gmelin, 1788)	caranguejeiro	<i>Buteogallus aequinoctialis</i>
<i>Amadonastur lacernulatus</i> (Temminck, 1827)	gavião-pombo-pequeno	<i>Leucopternis lacernulatus</i>
<i>Pseudastur polionotus</i> (Kaup, 1847)	gavião-pombo-grande	<i>Leucopternis polionotus</i>
<i>Spizaetus tyrannus</i> (Wied, 1820)	gavião-pega-macaco	<i>Spizaetus tyrannus</i>
Gruiformes Bonaparte, 1854		

Táxon	Nome em Português	Birdtree.org
Rallidae Rafinesque, 1815		
<i>Rallus longirostris</i> Boddaert, 1783	saracura-matraca	<i>Rallus longirostris</i>
<i>Aramides mangle</i> (Spix, 1825)	saracura-do-mangue	<i>Aramides mangle</i>
Columbiformes Latham, 1790		
Columbidae Leach, 1820		
<i>Patagioenas speciosa</i> (Gmelin, 1789)	pomba-trocal	<i>Patagioenas speciosa</i>
<i>Patagioenas cayennensis</i> (Bonnaterre, 1792)	pomba-galega	<i>Patagioenas cayennensis</i>
<i>Leptotila rufaxilla</i> (Richard & Bernard, 1792)	juriti-gemeadeira	<i>Leptotila rufaxilla</i>
<i>Geotrygon violacea</i> (Temminck, 1809)	juriti-vermelha	<i>Geotrygon violacea</i>
<i>Geotrygon montana</i> (Linnaeus, 1758)	pariri	<i>Geotrygon montana</i>
Cuculiformes Wagler, 1830		
Cuculidae Leach, 1820		
<i>Dromococcyx phasianellus</i> (Spix, 1824)	peixe-frito-verdadeiro	<i>Dromococcyx phasianellus</i>
Strigiformes Wagler, 1830		
Strigidae Leach, 1820		
<i>Megascops atricapilla</i> (Temminck, 1822)	corujinha-sapo	<i>Megascops atricapilla</i>
<i>Pulsatrix perspicillata</i> (Latham, 1790)	murucututu	<i>Pulsatrix perspicillata</i>
<i>Bubo virginianus</i> (Gmelin, 1788)	jacurutu	<i>Bubo virginianus</i>
<i>Strix virgata</i> (Cassin, 1849)	coruja-do-mato	<i>Strix virgata</i>
<i>Glaucidium mooreorum</i> Silva, Coelho & Gonzaga, 2002	caburé-de-pernambuco	<i>Glaucidium mooreorum</i>
Caprimulgiformes Ridgway, 1881		
Caprimulgidae Vigers, 1825		
<i>Nyctiphrynus ocellatus</i> (Tschudi, 1844)	bacurau-ocelado	<i>Nyctiphrynus ocellatus</i>
<i>Lurocalis semitorquatus</i> (Gmelin, 1789)	tuju	<i>Lurocalis semitorquatus</i>
Apodiformes Peters, 1940		
Trochilidae Vigers, 1825		
<i>Glaucis hirsutus</i> (Gmelin, 1788)	balança-rabo-de-bico-torto	<i>Glaucis hirsutus</i>
<i>Anopetia gounellei</i> (Boucard, 1891)	rabo-branco-de-cauda-larga	<i>Anopetia gounellei</i>
<i>Phaethornis ruber</i> (Linnaeus, 1758)	rabo-branco-rubro	<i>Phaethornis ruber</i>
<i>Phaethornis margaritae</i> Ruschi, 1972	rabo-branco-de-margarette	<i>Phaethornis malaris</i>
<i>Aphantochroa cirrochloris</i> (Vieillot, 1818)	beija-flor-cinza	<i>Aphantochroa cirrochloris</i>

Táxon	Nome em Português	Birdtree.org
<i>Florisuga fusca</i> (Vieillot, 1817)	beija-flor-preto	<i>Florisuga fusca</i>
<i>Lophornis magnificus</i> (Vieillot, 1817)	topetinho-vermelho	<i>Lophornis magnificus</i>
<i>Discosura longicaudus</i> (Gmelin, 1788)	bandeirinha	<i>Discosura longicaudus</i>
<i>Chlorestes notata</i> (Reich, 1793)	beija-flor-de-garganta-azul	<i>Chlorestes notata</i>
<i>Thalurania watertonii</i> (Bourcier, 1847)	beija-flor-de-costas-violetas	<i>Thalurania watertonii</i>
<i>Hylocharis sapphirina</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-safira	<i>Hylocharis sapphirina</i>
<i>Hylocharis cyanus</i> (Vieillot, 1818)	beija-flor-roxo	<i>Hylocharis cyanus</i>
<i>Amazilia leucogaster</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-de-barriga-branca	<i>Amazilia leucogaster</i>
<i>Amazilia versicolor</i> (Vieillot, 1818)	beija-flor-de-banda-branca	<i>Amazilia versicolor</i>
<i>Heliothryx auritus</i> (Gmelin, 1788)	beija-flor-de-bochecha-azul	<i>Heliothryx auritus</i>
<i>Heliomaster longirostris</i> (Audebert & Vieillot, 1801)	bico-reto-cinzento	<i>Heliomaster longirostris</i>
<i>Heliomaster squamosus</i> (Temminck, 1823)	bico-reto-de-banda-branca	<i>Heliomaster squamosus</i>
<i>Calliphlox amethystina</i> (Boddaert, 1783)	estrelinha-ametista	<i>Calliphlox amethystina</i>
Trogoniformes A. O. U., 1886		
Trogonidae Lesson, 1828		
<i>Trogon viridis</i> Linnaeus, 1766	surucuá-grande-de-barriga-amarela	<i>Trogon viridis</i>
<i>Trogon curucui</i> Linnaeus, 1766	surucuá-de-barriga-vermelha	<i>Trogon curucui</i>
<i>Trogon rufus</i> Gmelin, 1788	surucuá-de-barriga-amarela	<i>Trogon rufus</i>
<i>Trogon collaris</i> Vieillot, 1817	surucuá-de-coleira	<i>Trogon collaris</i>
Coraciiformes Forbes, 1844		
Momotidae Gray, 1840		
<i>Baryphthengus ruficapillus</i> (Vieillot, 1818)	juruva-verde	<i>Baryphthengus ruficapillus</i>
<i>Momotus momota</i> (Linnaeus, 1766)	udu-de-coroa-azul	<i>Momotus momota</i>
Galbuliformes Fürbringer, 1888		
Galbulidae Vigors, 1825		
<i>Galbula ruficauda</i> Cuvier, 1816	ariramba-de-cauda-ruiva	<i>Galbula ruficauda</i>
Bucconidae Horsfield, 1821		
<i>Monasa nigrifrons</i> (Spix, 1824)	chora-chuva-preto	<i>Monasa nigrifrons</i>
Piciformes Meyer & Wolf, 1810		
Ramphastidae Vigors, 1825		
<i>Ramphastos vitellinus</i> Lichtenstein, 1823	tucano-de-bico-preto	<i>Ramphastos vitellinus</i>

Táxon	Nome em Português	Birdtree.org
<i>Selenidera gouldii</i> (Natterer, 1837)	saripoca-de-gould	<i>Selenidera gouldii</i>
<i>Pteroglossus inscriptus</i> Swainson, 1822	araçari-miudinho-de-bico-riscado	<i>Pteroglossus inscriptus</i>
<i>Pteroglossus aracari</i> (Linnaeus, 1758)	araçari-de-bico-branco	<i>Pteroglossus aracari</i>
Picidae Leach, 1820		
<i>Picumnus exilis</i> (Lichtenstein, 1823)	pica-pau-anão-de-pintas-amarelas	<i>Picumnus exilis</i>
<i>Picumnus pygmaeus</i> (Lichtenstein, 1823)	pica-pau-anão-pintado	<i>Picumnus pygmaeus</i>
<i>Picumnus limae</i> Snethlage, 1924	pica-pau-anão-da-caatinga	<i>Picumnus limae</i>
<i>Veniliornis affinis</i> (Swainson, 1821)	picapauzinho-avermelhado	<i>Veniliornis affinis</i>
<i>Piculus flavigula</i> (Boddaert, 1783)	pica-pau-bufador	<i>Piculus flavigula</i>
<i>Piculus chrysochloros</i> (Vieillot, 1818)	pica-pau-dourado-escuro	<i>Piculus chrysochloros</i>
<i>Celeus ochraceus</i> (Spix, 1824)	pica-pau-ocráceo	<i>Celeus flavescens</i>
<i>Campephilus melanoleucos</i> (Gmelin, 1788)	pica-pau-de-topete-vermelho	<i>Campephilus melanoleucos</i>
Falconiformes Bonaparte, 1831		
Falconidae Leach, 1820		
<i>Micrastur ruficollis</i> (Vieillot, 1817)	falcão-caburé	<i>Micrastur ruficollis</i>
<i>Micrastur semitorquatus</i> (Vieillot, 1817)	falcão-relógio	<i>Micrastur semitorquatus</i>
<i>Falco rufigularis</i> Daudin, 1800	cauré	<i>Falco rufigularis</i>
Psittaciformes Wagler, 1830		
Psittacidae Rafinesque, 1815		
<i>Pyrrhura griseipectus</i> Salvadori, 1900	tiriba-de-peito-cinza	<i>Pyrrhura griseipectus</i>
<i>Brotogeris tirica</i> (Gmelin, 1788)	periquito-rico	<i>Brotogeris tirica</i>
<i>Touit surdus</i> (Kuhl, 1820)	apuim-de-cauda-amarela	<i>Touit surdus</i>
<i>Pionus menstruus</i> (Linnaeus, 1766)	maitaca-de-cabeça-azul	<i>Pionus menstruus</i>
<i>Pionus maximiliani</i> (Kuhl, 1820)	maitaca-verde	<i>Pionus maximiliani</i>
<i>Amazona amazonica</i> (Linnaeus, 1766)	curica	<i>Amazona amazonica</i>
<i>Amazona rhodocorytha</i> (Salvadori, 1890)	chauá	<i>Amazona rhodocorytha</i>
<i>Amazona aestiva</i> (Linnaeus, 1758)	papagaio-verdadeiro	<i>Amazona aestiva</i>
Passeriformes Linnaeus, 1758		
Thamnophilidae Swainson, 1824		
<i>Terenura sicki</i> Teixeira & Gonzaga, 1983	zidedê-do-nordeste	<i>Terenura sicki</i>
<i>Myrmotherula axillaris</i> (Vieillot, 1817)	choquinha-de-flanco-branco	<i>Myrmotherula axillaris</i>

Táxon	Nome em Português	Birdtree.org
<i>Myrmotherula snowi</i> Teixeira & Gonzaga, 1985	choquinha-de-alagoas	<i>Myrmotherula snowi</i>
<i>Thamnomanes caesius</i> (Temminck, 1820)	ipecuá	<i>Thamnomanes caesius</i>
<i>Dysithamnus mentalis</i> (Temminck, 1823)	choquinha-lisa	<i>Dysithamnus mentalis</i>
<i>Herpsilochmus atricapillus</i> Pelzeln, 1868	chorozinho-de-chapéu-preto	<i>Herpsilochmus atricapillus</i>
<i>Herpsilochmus pectoralis</i> Sclater, 1857	chorozinho-de-papo-preto	<i>Herpsilochmus pectoralis</i>
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i> (Temminck, 1822)	chorozinho-de-asa-vermelha	<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i>
<i>Thamnophilus pelzelni</i> Hellmayr, 1924	choca-do-planalto	<i>Thamnophilus pelzelni</i>
<i>Thamnophilus caerulescens</i> Vieillot, 1816	choca-da-mata	<i>Thamnophilus caerulescens</i>
<i>Thamnophilus aethiops</i> Sclater, 1858	choca-lisa	<i>Thamnophilus aethiops</i>
<i>Hypoedaleus guttatus</i> (Vieillot, 1816)	chocão-carijó	<i>Hypoedaleus guttatus</i>
<i>Myrmoderus ruficauda</i> (Wied, 1831)	formigueiro-de-cauda-ruiva	<i>Myrmeciza ruficauda</i>
<i>Pyriglena pernambucensis</i> Zimmer, 1931	papa-taoca-de-pernambuco	<i>Pyriglena leuconota</i>
<i>Cercomacra laeta</i> Todd, 1920	chororó-didi	<i>Cercomacra laeta</i>
<i>Dryophila squamata</i> (Lichtenstein, 1823)	pintadinho	<i>Dryophila squamata</i>
Conopophagidae Sclater & Salvin, 1873		
<i>Conopophaga cearae</i> Cory, 1916	chupa-dente	<i>Conopophaga lineata</i>
<i>Conopophaga roberti</i> Hellmayr, 1905	chupa-dente-de-capuz	<i>Conopophaga roberti</i>
<i>Conopophaga melanops</i> (Vieillot, 1818)	cuspidor-de-máscara-preta	<i>Conopophaga melanops</i>
Grallariidae Sclater & Salvin, 1873		
<i>Hylopezus ochroleucus</i> (Wied, 1831)	torom-do-nordeste	<i>Hylopezus ochroleucus</i>
Formicariidae Gray, 1840		
<i>Formicarius colma</i> Boddaert, 1783	galinha-do-mato	<i>Formicarius colma</i>
<i>Chamaeza campanisona</i> (Lichtenstein, 1823)	tovaca-campainha	<i>Chamaeza campanisona</i>
Scleruridae Swainson, 1827		
<i>Sclerurus macconnelli</i> Chubb, 1919	vira-folha-de-peito-vermelho	<i>Sclerurus mexicanus</i>
<i>Sclerurus caudacutus</i> (Vieillot, 1816)	vira-folha-pardo	<i>Sclerurus caudacutus</i>
<i>Sclerurus cearensis</i> Snethlage, 1924	vira-folha-cearense	<i>Sclerurus scansor</i>
Dendrocolaptidae Gray, 1840		
<i>Dendrocincla taunayi</i> Pinto, 1939	arapaçu-pardo-do-nordeste	<i>Dendrocincla fuliginosa</i>
<i>Sittasomus griseicapillus</i> (Vieillot, 1818)	arapaçu-verde	<i>Sittasomus griseicapillus</i>
<i>Xiphorhynchus atlanticus</i> (Cory, 1916)	arapaçu-rajado-do-nordeste	<i>Xiphorhynchus fuscus</i>

Táxon	Nome em Português	Birdtree.org
<i>Xiphorhynchus guttatus</i> (Lichtenstein, 1820)	arapaçu-de-garganta-amarela	<i>Xiphorhynchus guttatus</i>
<i>Campylorhamphus trochilrostris</i> (Lichtenstein, 1820)	arapaçu-beija-flor	<i>Campylorhamphus trochilrostris</i>
<i>Dendroplex picus</i> (Gmelin, 1788)	arapaçu-de-bico-branco	<i>Dendroplex picus</i>
<i>Dendrocolaptes medius</i> Todd, 1920	arapaçu-barrado-do-leste	<i>Dendrocolaptes certhia</i>
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i> Spix, 1825	arapaçu-grande	<i>Dendrocolaptes platyrostris</i>
<i>Xiphocolaptes falcirostris</i> (Spix, 1824)	arapaçu-do-nordeste	<i>Xiphocolaptes falcirostris</i>
Xenopidae Bonaparte, 1854		
<i>Xenops minutus</i> (Sparrman, 1788)	bico-virado-miúdo	<i>Xenops minutus</i>
<i>Xenops rutilans</i> Temminck, 1821	bico-virado-carijó	<i>Xenops rutilans</i>
Furnariidae Gray, 1840		
<i>Automolus lammi</i> Zimmer, 1947	barraqueiro-do-nordeste	<i>Automolus leucophthalmus</i>
<i>Megaxenops parnaguae</i> Reiser, 1905	bico-virado-da-caatinga	<i>Megaxenops parnaguae</i>
<i>Philydor novaesi</i> Teixeira & Gonzaga, 1983	limpa-folha-do-nordeste	<i>Philydor novaesi</i>
<i>Synallaxis infuscata</i> Pinto, 1950	tatac	<i>Synallaxis infuscata</i>
<i>Synallaxis frontalis</i> Pelzeln, 1859	petrim	<i>Synallaxis frontalis</i>
<i>Cranioleuca semicinerea</i> (Reichenbach, 1853)	joão-de-cabeça-cinza	<i>Cranioleuca semicinerea</i>
Pipridae Rafinesque, 1815		
<i>Neopelma pallescens</i> (Lafresnaye, 1853)	fruxu-do-cerradão	<i>Neopelma pallescens</i>
<i>Pipra fasciicauda</i> Hellmayr, 1906	uirapuru-laranja	<i>Pipra fasciicauda</i>
<i>Ceratopipra rubrocapilla</i> (Temminck, 1821)	cabeça-encarnada	<i>Pipra rubrocapilla</i>
<i>Manacus manacus</i> (Linnaeus, 1766)	rendeira	<i>Manacus manacus</i>
<i>Chiroxiphia pareola</i> (Linnaeus, 1766)	tangará-falso	<i>Chiroxiphia pareola</i>
<i>Antilophia bokermanni</i> Coelho & Silva, 1998	soldadinho-do-araripe	<i>Antilophia bokermanni</i>
Oxyruncidae Ridgway, 1906 (1831)		
<i>Oxyruncus cristatus</i> Swainson, 1821	araponga-do-horto	<i>Oxyruncus cristatus</i>
Onychorhynchidae Tello, Moyle, Marchese & Cracraft, 2009		
<i>Myiobius barbatus</i> (Gmelin, 1789)	assanhadinho	<i>Myiobius barbatus</i>
<i>Myiobius atricaudus</i> Lawrence, 1863	assanhadinho-de-cauda-preta	<i>Myiobius atricaudus</i>
Tityridae Gray, 1840		
<i>Schiffornis turdina</i> (Wied, 1831)	flautim-marrom	<i>Schiffornis turdina</i>
<i>Iodopleura pipra</i> (Lesson, 1831)	anambezinho	<i>Iodopleura pipra</i>

Táxon	Nome em Português	Birdtree.org
<i>Tityra inquisitor</i> (Lichtenstein, 1823)	anambé-branco-de-bochecha-parda	<i>Tityra inquisitor</i>
<i>Tityra cayana</i> (Linnaeus, 1766)	anambé-branco-de-rabo-preto	<i>Tityra cayana</i>
<i>Pachyramphus viridis</i> (Vieillot, 1816)	caneleiro-verde	<i>Pachyramphus viridis</i>
<i>Pachyramphus marginatus</i> (Lichtenstein, 1823)	caneleiro-bordado	<i>Pachyramphus marginatus</i>
Cotingidae Bonaparte, 1849		
<i>Carpornis melanocephala</i> (Wied, 1820)	sabiá-pimenta	<i>Carpornis melanocephala</i>
<i>Lipaugus vociferans</i> (Wied, 1820)	cricrió	<i>Lipaugus vociferans</i>
<i>Procnias averano</i> (Hermann, 1783)	araponga-do-nordeste	<i>Procnias averano</i>
<i>Procnias nudicollis</i> (Vieillot, 1817)	araponga	<i>Procnias nudicollis</i>
<i>Xipholena atropurpurea</i> (Wied, 1820)	bacacu-de-asa-branca	<i>Xipholena atropurpurea</i>
Platyrinchidae Bonaparte, 1854		
<i>Platyrinchus mystaceus</i> Vieillot, 1818	patinho	<i>Platyrinchus mystaceus</i>
Rhynchocyclidae Berlepsch, 1907		
<i>Mionectes oleagineus</i> (Lichtenstein, 1823)	abre-asa	<i>Mionectes oleagineus</i>
<i>Leptopogon amaurocephalus</i> Tschudi, 1846	cabeçudo	<i>Leptopogon amaurocephalus</i>
<i>Phylloscartes ceciliae</i> Teixeira, 1987	cara-pintada	<i>Phylloscartes ceciliae</i>
<i>Rhynchocyclus olivaceus</i> (Temminck, 1820)	bico-chato-grande	<i>Rhynchocyclus olivaceus</i>
<i>Tolmomyias sulphureus</i> (Spix, 1825)	bico-chato-de-orelha-preta	<i>Tolmomyias sulphureus</i>
<i>Tolmomyias poliocephalus</i> (Taczanowski, 1884)	bico-chato-de-cabeça-cinza	<i>Tolmomyias poliocephalus</i>
<i>Tolmomyias flaviventris</i> (Wied, 1831)	bico-chato-amarelo	<i>Tolmomyias flaviventris</i>
<i>Poecilatriccus plumbeiceps</i> (Lafresnaye, 1846)	tororó	<i>Poecilatriccus plumbeiceps</i>
<i>Myiornis auricularis</i> (Vieillot, 1818)	miudinho	<i>Myiornis auricularis</i>
<i>Hemitriccus griseipectus</i> (Snethlage, 1907)	maria-de-barriga-branca	<i>Hemitriccus griseipectus</i>
<i>Hemitriccus mirandae</i> (Snethlage, 1925)	maria-do-nordeste	<i>Hemitriccus mirandae</i>
Tyrannidae Vigors, 1825		
<i>Zimmerius gracilipes</i> (Sclater & Salvin, 1868)	poiaieiro-de-pata-fina	<i>Zimmerius gracilipes</i>
<i>Ornithion inerme</i> Hartlaub, 1853	poiaieiro-de-sobrancelha	<i>Ornithion inerme</i>
<i>Myiopagis gaimardii</i> (d'Orbigny, 1839)	maria-pechim	<i>Myiopagis gaimardii</i>
<i>Myiopagis caniceps</i> (Swainson, 1835)	guaracava-cinzenta	<i>Myiopagis caniceps</i>
<i>Capsiempis flaveola</i> (Lichtenstein, 1823)	marianinha-amarela	<i>Capsiempis flaveola</i>
<i>Phyllomyias fasciatus</i> (Thunberg, 1822)	piolhinho	<i>Phyllomyias fasciatus</i>

Táxon	Nome em Português	Birdtree.org
<i>Attila spadiceus</i> (Gmelin, 1789)	capitão-de-saíra-amarelo	<i>Attila spadiceus</i>
<i>Legatus leucophaius</i> (Vieillot, 1818)	bem-te-vi-pirata	<i>Legatus leucophaius</i>
<i>Myiarchus tuberculifer</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	maria-cavaleira-pequena	<i>Myiarchus tuberculifer</i>
<i>Rhytipterna simplex</i> (Lichtenstein, 1823)	vissia	<i>Rhytipterna simplex</i>
<i>Philohydor lictor</i> (Lichtenstein, 1823)	bentevizinho-do-brejo	<i>Pitangus lictor</i>
<i>Lathrotriccus euleri</i> (Cabanis, 1868)	enferrujado	<i>Lathrotriccus euleri</i>
<i>Contopus cinereus</i> (Spix, 1825)	papa-moscas-cinzentos	<i>Contopus cinereus</i>
Vireonidae Swainson, 1837		
<i>Hylophilus amaurocephalus</i> (Nordmann, 1835)	vite-vite-de-olho-cinza	<i>Hylophilus amaurocephalus</i>
Troglodytidae Swainson, 1831		
<i>Pheugopedius genibarbis</i> (Swainson, 1838)	garrinchão-pai-avô	<i>Thryothorus genibarbis</i>
<i>Cantorchilus leucotis</i> (Lafresnaye, 1845)	garrinchão-de-barriga-vermelha	<i>Thryothorus leucotis</i>
<i>Cantorchilus longirostris</i> (Vieillot, 1819)	garrinchão-de-bico-grande	<i>Thryothorus longirostris</i>
Poliophtidae Baird, 1858		
<i>Ramphocaenus melanurus</i> Vieillot, 1819	bico-assoavelado	<i>Ramphocaenus melanurus</i>
Turdidae Rafinesque, 1815		
<i>Turdus fumigatus</i> Lichtenstein, 1823	sabiá-da-mata	<i>Turdus fumigatus</i>
<i>Turdus albicollis</i> Vieillot, 1818	sabiá-coleira	<i>Turdus albicollis</i>
Passerellidae Cabanis & Heine, 1850		
<i>Arremon taciturnus</i> (Hermann, 1783)	tico-tico-de-bico-preto	<i>Arremon taciturnus</i>
Parulidae Wetmore, Friedmann, Lincoln, Miller, Peters, van Rossem, Van Tyne & Zimmer 1947		
<i>Setophaga pitayumi</i> (Vieillot, 1817)	mariquita	<i>Parula pitayumi</i>
<i>Geothlypis aequinoctialis</i> (Gmelin, 1789)	pia-cobra	<i>Geothlypis aequinoctialis</i>
<i>Basileuterus culicivorus</i> (Deppe, 1830)	pula-pula	<i>Basileuterus culicivorus</i>
<i>Myiothlypis flaveola</i> Baird, 1865	canário-do-mato	<i>Basileuterus flaveolus</i>
Icteridae Vigors, 1825		
<i>Curaeus forbesi</i> (Sclater, 1886)	anumará	<i>Curaeus forbesi</i>
Thraupidae Cabanis, 1847		
<i>Saltator maximus</i> (Statius Muller, 1776)	tempera-viola	<i>Saltator maximus</i>
<i>Saltator fuliginosus</i> (Daudin, 1800)	pimentão	<i>Saltator fuliginosus</i>
<i>Nemosia pileata</i> (Boddaert, 1783)	saíra-de-chapéu-preto	<i>Nemosia pileata</i>

Táxon	Nome em Português	Birdtree.org
<i>Tachyphonus rufus</i> (Boddaert, 1783)	pipira-preta	<i>Tachyphonus rufus</i>
<i>Ramphocelus bresilius</i> (Linnaeus, 1766)	tiê-sangue	<i>Ramphocelus bresilius</i>
<i>Lanio cristatus</i> (Linnaeus, 1766)	tiê-galo	<i>Tachyphonus cristatus</i>
<i>Tangara cyanomelas</i> (Wied, 1830)	saíra-pérولا	<i>Tangara velia</i>
<i>Tangara fastuosa</i> (Lesson, 1831)	pintor-verdadeiro	<i>Tangara fastuosa</i>
<i>Tangara cyanocephala</i> (Statius Muller, 1776)	saíra-militar	<i>Tangara cyanocephala</i>
<i>Cissopis leverianus</i> (Gmelin, 1788)	tietinga	<i>Cissopis leverianus</i>
<i>Dacnis cayana</i> (Linnaeus, 1766)	saí-azul	<i>Dacnis cayana</i>
<i>Cyanerpes cyaneus</i> (Linnaeus, 1766)	saíra-beija-flor	<i>Cyanerpes cyaneus</i>
<i>Chlorophanes spiza</i> (Linnaeus, 1758)	saí-verde	<i>Chlorophanes spiza</i>
<i>Hemithraupis guira</i> (Linnaeus, 1766)	saíra-de-papo-preto	<i>Hemithraupis guira</i>
<i>Hemithraupis flavicollis</i> (Vieillot, 1818)	saíra-galega	<i>Hemithraupis flavicollis</i>
<i>Conirostrum speciosum</i> (Temminck, 1824)	figuinha-de-rabo-castanho	<i>Conirostrum speciosum</i>
<i>Tiaris fuliginosus</i> (Wied, 1830)	cigarra-do-coqueiro	<i>Tiaris fuliginosus</i>
Cardinalidae Ridgway, 1901		
<i>Habia rubica</i> (Vieillot, 1817)	tiê-do-mato-grosso	<i>Habia rubica</i>
<i>Caryothraustes canadensis</i> (Linnaeus, 1766)	furriel	<i>Caryothraustes canadensis</i>
<i>Cyanoloxia brissonii</i> (Lichtenstein, 1823)	azulão	<i>Cyanocompsa brissonii</i>
Fringillidae Leach, 1820		
<i>Euphonia violacea</i> (Linnaeus, 1758)	gaturamo-verdadeiro	<i>Euphonia violacea</i>
<i>Euphonia cyanocephala</i> (Vieillot, 1818)	gaturamo-rei	<i>Euphonia cyanocephala</i>
<i>Euphonia pectoralis</i> (Latham, 1801)	ferro-velho	<i>Euphonia pectoralis</i>

Lista de espécies de aves que compõem o conjunto regional de espécies de aves segundo o CBRO (2016). Birdtree.org – nomenclatura utilizada por Jetz *et al.* (2012).

Tabela S4. Matriz utilizada na análise de diversidade filogenética.

Birdtree	PR	GURJ	GUAD	RGUA	PTAL	USAJ	BONI	LSPB	RCAE	ARA	SVF	MPF	SALM	BETA	BITU	BCA	SNE	BATU	BRGA	FALM	AIUA	SCAT	SPJ	TRI	SOBR	APON	MILA	VVER	SERI	FTAM
<i>Tinamus solitarius</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crypturellus soui</i>	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crypturellus undulatus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Crypturellus strigulosus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crypturellus noctivagus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crypturellus variegatus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crypturellus tataupa</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Penelope superciliaris</i>	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0
<i>Penelope jacucaca</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ortalis guttata</i>	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Mitu mitu</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Odontophorus capueira</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leptodon cayanensis</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Harpagus bidentatus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Harpagus diodon</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Accipiter bicolor</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Buteogallus aequinoctialis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leucopternis lacernulatus</i>	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leucopternis polionotus</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spizaetus tyrannus</i>	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rallus longirostris</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aramides mangle</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Patagioenas speciosa</i>	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Birdtree	PR	GURJ	GUAD	RGUA	PTAL	USAJ	BONI	LSPB	RCAE	ARA	SVF	MPF	SALM	BETA	BITU	BCA	SNE	BATU	BRGA	FALM	AIUA	SCAT	SPJ	TRI	SOBR	APON	MILA	VVER	SERI	FTAM
<i>Patagioenas cayennensis</i>	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leptotila rufaxilla</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Geotrygon violacea</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geotrygon montana</i>	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dromococcyx phasianellus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Megascops atricapilla</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pulsatrix perspicillata</i>	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bubo virginianus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Strix virgata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glaucidium mooreorum</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nyctiphrynus ocellatus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lurocalis semitorquatus</i>	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glaucis hirsutus</i>	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anopetia gounellei</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0
<i>Phaethornis ruber</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Phaethornis malaris</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aphantochroa cirrochloris</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Florisuga fusca</i>	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lophornis magnificus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Discosura longicaudus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chlorestes notata</i>	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalurania watertonii</i>	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hylocharis sapphirina</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hylocharis cyanus</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amazilia leucogaster</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amazilia versicolor</i>	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Birdtree	PR	GURJ	GUAD	RGUA	PTAL	USAJ	BONI	LSPB	RCAE	ARA	SVF	MPF	SALM	BETA	BITU	BCA	SNE	BATU	BRGA	FALM	AIUA	SCAT	SPJ	TRI	SOBR	APON	MILA	VVER	SERI	FTAM
<i>Heliothryx auritus</i>	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heliomaster longirostris</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Heliomaster squamosus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0
<i>Calliphlox amethystina</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trogon viridis</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trogon curucui</i>	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Trogon rufus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trogon collaris</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baryphthengus ruficapillus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Momotus momota</i>	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galbula ruficauda</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Monasa nigrifrons</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ramphastos vitellinus</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Selenidera gouldii</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pteroglossus inscriptus</i>	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pteroglossus aracari</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Picumnus exilis</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Picumnus pygmaeus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Picumnus limae</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Veniliornis affinis</i>	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Piculus flavigula</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Piculus chrysocloros</i>	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Celeus flavescens</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Campephilus melanoleucos</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0
<i>Micrastur ruficollis</i>	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Micrastur semitorquatus</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Birdtree	PR	GURJ	GUAD	RGUA	PTAL	USAJ	BONI	LSPB	RCAE	ARA	SVF	MPF	SALM	BETA	BITU	BCA	SNE	BATU	BRGA	FALM	AIUA	SCAT	SPJ	TRI	SOBR	APON	MILA	VVER	SERI	FTAM
<i>Falco rufigularis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pyrrhura griseipectus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brotogeris tirica</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Touit surdus</i>	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pionus menstruus</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pionus maximiliani</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amazona amazonica</i>	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amazona rhodocorytha</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amazona aestiva</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Terenura sicki</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myrmotherula axillaris</i>	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myrmotherula snowi</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thamnomanes caesi</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dysithamnus mentalis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herpsilochmus atricapillus</i>	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0
<i>Herpsilochmus pectoralis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Herpsilochmus rufimarginatus</i>	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thamnophilus pelzelni</i>	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0
<i>Thamnophilus caerulescens</i>	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thamnophilus aethiops</i>	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypoedaleus guttatus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myrmeciza ruficauda</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pyriglena leuconota</i>	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cercomacra laeta</i>	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dryophila squamata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Birdtree	PR	GURJ	GUAD	RGUA	PTAL	USAJ	BONI	LSPB	RCAE	ARA	SVF	MPF	SALM	BETA	BITU	BCA	SNE	BATU	BRGA	FALM	AIUA	SCAT	SPJ	TRI	SOBR	APON	MILA	VVER	SERI	FTAM
<i>Conopophaga lineata</i>	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Conopophaga roberti</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Conopophaga melanops</i>	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Hylopezus ochroleucus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Formicarius colma</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Chamaeza campanisona</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Sclerurus mexicanus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Sclerurus caudacutus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Sclerurus scansor</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Dendrocincla fuliginosa</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	
<i>Xiphorhynchus fuscus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Xiphorhynchus guttatus</i>	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
<i>Campylorhamphus trochilirostris</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Dendroplex picus</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	
<i>Dendrocolaptes certhia</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Xiphocolaptes falcirostris</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Xenops minutus</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Xenops rutilans</i>	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Automolus leucophthalmus</i>	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Megaxenops parnaguae</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Philydor novaesi</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Synallaxis infuscata</i>	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Synallaxis frontalis</i>	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Birdtree	PR	GURJ	GUAD	RGUA	PTAL	USAJ	BONI	LSPB	RCAE	ARA	SVF	MPF	SALM	BETA	BITU	BCA	SNE	BATU	BRGA	FALM	AIUA	SCAT	SPJ	TRI	SOBR	APON	MILA	VVER	SERI	FTAM
<i>Cranioleuca semicinerea</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neopelma pallescens</i>	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pipra fasciicauda</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pipra rubrocapilla</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Manacus manacus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chiroxiphia pareola</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Antilophia bokermanni</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxyruncus cristatus</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myiobius barbatus</i>	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myiobius atricaudus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Schiffornis turdina</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Iodopleura pipra</i>	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tityra inquisitor</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tityra cayana</i>	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pachyramphus viridis</i>	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pachyramphus marginatus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lipaugus vociferans</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Xipholena atropurpurea</i>	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Procnias averano</i>	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Procnias nudicollis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carpornis melanocephala</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Platyrinchus mystaceus</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mionectes oleagineus</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Phylloscartes ceciliae</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Birdtree	PR	GURJ	GUAD	RGUA	PTAL	USAJ	BONI	LSPB	RCAE	ARA	SVF	MPF	SALM	BETA	BITU	BCA	SNE	BATU	BRGA	FALM	AIUA	SCAT	SPJ	TRI	SOBR	APON	MILA	VVER	SERI	FTAM
<i>Rhynchocyclus olivaceus</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tolmomyias sulphurescens</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tolmomyias poliocephalus</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Poecilatriccus plumbeiceps</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myiornis auricularis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hemitriccus griseipectus</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hemitriccus mirandae</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Zimmerius gracilipes</i>	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ornithion inerme</i>	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myiopagis gaimardii</i>	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myiopagis caniceps</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Capsiempis flaveola</i>	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phyllomyias fasciatus</i>	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Attila spadiceus</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Legatus leucophaeus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhytipterna simplex</i>	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pitangus lictor</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lathrotriccus euleri</i>	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
<i>Contopus cinereus</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hylophilus amaurocephalus</i>	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
<i>Thryothorus genibarbis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>Thryothorus leucotis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thryothorus longirostris</i>	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Birdtree	PR	GURJ	GUAD	RGUA	PTAL	USAJ	BONI	LSPB	RCAE	ARA	SVF	MPF	SALM	BETA	BITU	BCA	SNE	BATU	BRGA	FALM	AIUA	SCAT	SPJ	TRI	SOBR	APON	MILA	VVER	SERI	FTAM
<i>Ramphocaenus melanurus</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Turdus fumigatus</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Turdus albicollis</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arremon taciturnus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0
<i>Parula pitaiayumi</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Basileuterus culicivorus</i>	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0
<i>Basileuterus flaveolus</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
<i>Curaeus forbesi</i>	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Saltator maximus</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Saltator fuliginosus</i>	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nemosia pileata</i>	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1
<i>Tachyphonus rufus</i>	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Ramphocelus bresilius</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tachyphonus cristatus</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tangara velia</i>	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tangara fastuosa</i>	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tangara cyanocephala</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cissopis leverianus</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dacnis cayana</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyanerpes cyaneus</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chlorophanes spiza</i>	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hemithraupis guira</i>	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hemithraupis flavicollis</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conirostrum speciosum</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
<i>Tiaris fuliginosus</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Birdtree	PR	GURJ	GUAD	RGUA	PTAL	USAJ	BONI	LSPB	RCAE	ARA	SVF	MPF	SALM	BETA	BITU	BCA	SNE	BATU	BRGA	FALM	AIUA	SCAT	SPJ	TRI	SOBR	APON	MILA	VVER	SERI	FTAM
<i>Habia rubica</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caryothraustes canadensis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyanocompsa brissonii</i>	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
<i>Euphonia violacea</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euphonia cyanocephala</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euphonia pectoralis</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Matriz de dados contendo as espécies de aves registradas nas 29 localidades amostradas PR – Conjunto regional de espécies, BETA – Betânia; FALM – Fazenda Almas, AIUA – Aiuaba; SOBR – Sobradinho, MILA – Milagres, SERI – ESEC Seridó, FTAM – Fazenda Tamanduá, ARA – Chapada do Araripe, SALM – Serra das Almas, SNE, Serra Negra, SCAT – Serra de Santa Catarina, SPJ – Serra do Pico do Jabre, TRI – Trinfo, APON – APA das Onças, VVER – Venha-ver, GURJ - RE de Gurjaú, GUAD - APA de Guadalupe, RGUA – RE Guaribas, USAJ – Usina São João, LSPB – Litoral Sul do estado da Paraíba, RCAE - ESEC de Caetés, PTAL – Pedra Talhada, BONI – Brejos de Bonito, SVF – Mata do Estado, MPF – PE Mata do Pau Ferro, BITU – Mata do Bituri, BCA – Brejos dos Cavalos, BATU – Maciço de Baturité, BRGA – Brejos de Brejão e Garanhuns).

*RE – Reserva Estadual, PE – Parque Estadual, APA – Área de Proteção Ambiental, ESEC – Estação Ecológica.

Tabela S5. Resultados dos índices de diversidade filogenética e funcional das comunidades de aves estudadas.

Veg	Regional	Local	Riqueza	FDNRI	valor de p	PDNRI	valor de p	FDNTI	valor de p	PDNTI	valor de p
SDTF	CAA	BETA	31	-0.091	0.584	-0.785	0.785	-0.150	0.586	-0.393	0.658
		FALM	21	-0.453	0.730	-1.641	0.953	-0.986	0.844	-0.916	0.819
		AIUA	21	0.426	0.377	-0.576	0.718	0.725	0.234	0.891	0.189
		SOBR	20	0.488	0.346	-2.010	0.983	-0.464	0.716	0.080	0.473
		MILA	15	1.173	0.071	-0.885	0.806	0.346	0.392	-0.244	0.604
		SERI	9	0.505	0.329	-0.867	0.803	-0.419	0.71	-0.525	0.700
		FTAM	8	0.419	0.367	-0.510	0.694	-0.219	0.635	0.071	0.480
	DFM	ARA	52	1.081	0.137	-0.046	0.513	0.938	0.178	0.878	0.189
		SALM	35	0.725	0.265	-0.501	0.685	0.835	0.209	-0.213	0.583
		SNE	31	-0.950	0.818	-0.368	0.636	-1.076	0.85	-1.917	0.970
		SCAT	24	-0.737	0.787	-0.624	0.729	-1.102	0.863	-0.536	0.707
		SPJ	21	0.715	0.244	-0.605	0.725	-0.174	0.598	1.593	0.054
		TRI	22	0.649	0.269	0.193	0.419	0.202	0.456	0.217	0.426
		APON	20	1.280	0.062	-0.015	0.501	0.873	0.19	0.577	0.288
		VVER	19	0.945	0.163	1.044	0.151	0.298	0.417	2.364	0.007
RF	CAF	GURJ	80	2.182	0.005	1.749	0.041	3.375	0.001	1.500	0.072
		GUAD	82	1.711	0.036	1.873	0.034	1.335	0.096	1.373	0.088
		RGUA	65	2.231	0.008	0.999	0.161	1.081	0.148	-0.154	0.557
		USAJ	62	2.778	0.001	2.657	0.005	2.561	0.002	0.818	0.213
		LSPB	56	2.693	0.001	1.696	0.050	1.660	0.036	1.283	0.103
		RCAE	60	2.604	0.003	1.807	0.038	2.022	0.013	-0.313	0.617
	RFM	PTAL	65	2.616	0.004	3.344	0.001	2.150	0.01	-0.195	0.578
		BONI	63	2.152	0.009	0.984	0.165	1.875	0.025	3.030	0.002
		SVF	56	0.739	0.232	2.406	0.009	0.944	0.18	-0.550	0.708

Veg	Regional	Local	Riqueza	FDNRI	valor de p	PDNRI	valor de p	FDNTI	valor de p	PDNTI	valor de p
		MPF	48	2.586	0.001	3.253	0.001	2.336	0.003	2.003	0.024
		BITU	39	2.285	0.002	4.059	0.000	2.629	0.001	2.851	0.002
		BCA	34	2.176	0.002	3.306	0.001	2.951	0.001	3.436	0.000
		BATU	31	0.596	0.310	1.569	0.063	0.556	0.312	-1.131	0.871
		BRGA	29	1.314	0.064	2.442	0.009	0.765	0.223	1.722	0.039

Índice de parentesco líquido filogenético (PDNRI) e funcional (FDNRI) e Índice do táxon mais próximo filogenético (PDNTI) e funcional (FDNTI) para as 29 comunidades de aves florestais localizadas no nordeste da América do Sul em escala local. Veg – Tipo de vegetação predominante: SDTF – comunidades com vegetação típica das florestas sazonalmente secas; RF – comunidades com vegetação típica das florestas úmidas localizadas no nordeste da América do Sul. Regional – Comunidades analisadas em escala regional. Local – Comunidades analisadas em escala local: BETA – Betânia; FALM – Fazenda Almas, AIUA – Aiuaba; SOBR – Sobradinho, MILA – Milagres, SERI – ESEC Seridó, FTAM – Fazenda Tamanduá); DFM – comunidades localizadas em áreas do semiárido com maior altitude (ARA – Chapada do Araripe, SALM – Serra das Almas, SNE, Serra Negra, SCAT – Serra de Santa Catarina, SPJ – Serra do Pico do Jabre, TRI – Trinfo, APON – APA das Onças, VVER – Venha-ver); CAF – comunidades com florestas úmidas na região litorânea (GURJ - Reserva Estadual de Gurjaú, GUAD - Área de Proteção Ambiental de Guadalupe, RGUA – Reserva Guaribas, USAJ – Usina São João, LSPB – Litoral Sul da Paraíba, RCAE - ESEC de Caetés) e RFM – fcomunidades com florestas úmidas de altitudes localizadas na região semiárida (PTAL – Pedra Talhada, BONI – Brejos de Bonito, SVF – Mata do Estado, MPF – PE Mata do Pau Ferro, BITU – Mata do Bituri, BCA – Brejos dos Cavalos, BATU – Maciço de Baturité, BRGA – Brejos de Brejão e Garanhuns); Riqueza – Número de espécies de aves registradas em cada localidade; Em vermelho – Índices significativamente diferente do acaso.

*RE – Reserva Estadual; PE – Parque Estadual; APA – Área de Proteção Ambiental; ESEC - Estação Ecológica.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23

CAPÍTULO II

**Redes de interações tróficas de aves em florestas seca e
úmida no nordeste da América do Sul**

O manuscrito será submetido a *Emu – Austral Ornithology*

Obs.: De acordo com as normas da revista, as figuras devem ser submetidas à
parte e as tabelas no fim do texto. Entretanto, para fins didáticos, optamos por mantê-las
ao longo do texto.

**Redes de interações tróficas de aves em florestas seca e úmida no nordeste da
América do Sul**

Arnaldo Honorato Vieira-Filho¹, Helder Farias Pereira de Araujo²

¹Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba,
João Pessoa, PB, Brazil.

²Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB,
Brazil.

Author for correspondence: Arnaldo Honorato Vieira-Filho

E-mail: arnaldohvieira@gmail.com

Postal Address: UACB/CSTR/UFCG sala 26

Avenida Universitária, s/n - Jatobá, Patos - PB, CEP: 58708-110.

Telephone number: + 55 83 98141-0990

49 **Resumo**

50 Neste estudo, objetivamos comparar a estrutura das redes de interações aves-itens
51 alimentares entre uma floresta úmida e uma floresta seca de altitude no nordeste da
52 América do Sul. Para tanto, verificamos os graus de interação e as guildas tróficas das
53 espécies de ave, bem como os níveis de aninhamento e modularidade das redes. Em
54 ambas redes, as espécies de aves com maior grau e classificadas como conectoras
55 pertencem à guilda insetívora. Ambas as redes foram modulares e não aninhadas,
56 indicando uma similaridade estrutural nas duas florestas, a qual pode resultar da
57 predominância de artrópodes na dieta de aves em diferentes florestas tropicais.
58 Entretanto, as diferenças quanto à disponibilidade e periodicidade do recurso podem
59 revelar particularidades em cada rede. Por exemplo, houve uma maior riqueza de
60 espécies de aves consumindo frutos na floresta úmida em relação à floresta seca, que
61 pode estar relacionado a uma maior constância na disponibilidade deste item em
62 ambientes úmidos. Observamos também que, na floresta seca, as espécies de aves
63 conectoras e com maiores graus possuem uma maior amplitude de forrageio que na
64 floresta úmida. Apesar da similaridade quanto à estruturação geral das redes, as
65 condições ecológicas e ambientais locais promovem as particularidades dentro de cada
66 rede.

67

68 Palavras chave: Floresta Atlântica, Floresta tropical sazonalmente seca, Estrutura de
69 redes interações ecológicas, Modularidade, Aninhamento

Abstract

In this study, we aimed to compare birds-food items network structures between a high rain forest and a high dry forest of the South America Northeast. We thus verified the species degree and trophic guilds they belong to as well as estimated the network nestedness and modularity. In both networks the connector bird species with the highest degrees belonged to the insectivorous guild. Both networks were modular and not nested, indicating that both forests are similarly structured as a possible consequence of the arthropods predominance in bird's diet within different tropical forests. However, differences in resources availability and periodicity could reveal some particularities of each network. For example, the rain forest was richer in birds consuming fruits than the dry forest which could be related to a higher uniformity of this item availability in rainy environments. We also noticed that connector birds with the highest degrees in dry forest had greater ranges of foraging strata than in rain forest. Although both networks structure are generally similar, local ecological and environmental conditions promote some particularities within each network.

Key words: Atlantic Forest, seasonally Dry Tropical Forests, Ecological networks structure, Modularity, Nestedness

Introdução

Redes alimentares (*Food webs*) retratam interações tróficas nos diversos ecossistemas e fornecem representações complexas tanto da biodiversidade como da estrutura e funcionamento nesses ecossistemas (Dunne *et al.* 2002, Ings *et al.* 2009). Estudos de redes de interações, representadas na forma de uma estrutura espacial denominada grafo (Montoya and Solé 2002, Dunne *et al.* 2002), têm sido uma abordagem promissora para o entendimento das relações ecológicas entre as espécies de uma dada comunidade (Fontaine *et al.* 2011, Trøjelsgaard and Olesen 2013). Portanto, a compreensão da estrutura e dos mecanismos subjacentes à formação dessas complexas redes é de grande importância na Ecologia (Camacho *et al.* 2002; Robinson *et al.* 2015).

A arquitetura exibida por estas redes permite inferir diversos processos ecológicos e evolutivos que ocorrem nas comunidades biológicas, e.g. coevolução que permite a coexistência das espécies (Bascompte *et al.* 2003; Rezende *et al.* 2007; Ings *et al.* 2009; Donatti *et al.* 2011). Para caracterizar a estrutura de uma rede, os estudos baseiam-se em parâmetros amplamente utilizados, como conectância, aninhamento, modularidade e força da interação (Guimerá and Amaral 2005; Bascompte and Jordano 2007), os quais, analisados em conjunto, possibilitam um maior entendimento da arquitetura das redes ecológicas (Fortuna *et al.* 2010). No entanto, vários fatores podem afetar esta estrutura e as próprias interações das espécies entre si, e.g. riqueza e abundância das espécies, o grau de intimidade da interação e as condições ambientais (Fontaine *et al.* 2011; Gonzálo-Castro *et al.* 2012; Welty and Joern 2015).

Os estudos envolvendo comunidades de aves, no âmbito das redes ecológicas, têm demonstrado aplicabilidade em uma vasta gama de redes de interações em diversos

ecossistemas, e.g. relações mutualísticas, tais como polinização (Olesen and Jordano 2002; Maruyama *et al.* 2014; Moreira *et al.* 2015) e dispersão de sementes (Donatti *et al.* 2011; Mello *et al.* 2011; Sarmiento *et al.* 2014; Nogales *et al.* 2016), e as relações antagonísticas, como predação e parasitismo (Dunme *et al.* 2002, Kondoh *et al.* 2010; Welts and Joern 2015; Wirta *et al.* 2015). Com isso, a teoria de redes pode auxiliar na compreensão do uso da dieta, que está diretamente ligada ao modo de vida dos organismos e às suas interações e exploração de recursos (Memmot *et al.* 2004). No entanto, como muitas espécies interagem sob diferentes tipos de interações, a abordagem de redes ecológicas raramente engloba a dieta completa das espécies (Fontaine *et al.* 2011; Kissling *et al.* 2012; Dalsgaard *et al.* 2016).

Por sua vez, estudos de dieta de aves podem fornecer importantes informações sobre a estrutura trófica das comunidades (Piratelli and Pereira 2002), bem como os recursos alimentares utilizados pela avifauna podem influenciar tanto no uso do habitat como nas interações entre os organismos (Chapman and Rosenberg 1991; Loiselle and Blake 1993). No Neotrópico, por exemplo, as aves apresentam uma dieta predominantemente insetívora nos diferentes tipos vegetacionais (Poulin *et al.* 1994; Piratelli and Pereira 2002; Durães and Marini 2005; Telino-Júnior *et al.* 2005; Araujo 2009). Paralelamente, a disponibilidade e a periodicidade dos recursos alimentares são influenciadas pela dinâmica temporal de cada ambiente (Poulin *et al.* 1994; Piratelli and Pereira 2002; Araujo 2009; Vasconcellos *et al.* 2010, Las-Casas 2014), o que reflete na forma como a avifauna interage com os itens alimentares (García 2016). Por exemplo, a constância na disponibilidade de artrópodes nas florestas tropicais têm suportado o grande número de espécies insetívoras nas diferentes florestas (Poulin *et al.* 1994; Piratelli and Pereira 2002; Durães and Marini 2005; Araujo 2009). Por outro lado, em florestas tropicais

138 úmidas há uma maior riqueza de espécies de aves frugívoras em relação às florestas
139 tropicais secas, pois há uma maior disponibilidade de frutos encontrados nas florestas
140 úmidas ao longo do tempo (Cantor *et al.* 2013, Araújo 2016). Já em ambientes
141 sazonalmente secos, a disponibilidade de frutos está associada ao período das chuvas
142 nestes ambientes (van Schaik *et al.* 1993; Araujo 2009), o que reflete em um menor
143 número de espécies predominantemente frugívoras neste tipo florestal.

144

145 O conhecimento sobre a estrutura trófica (Poulin *et al.* 1994; Piratelli and Pereira 2002;
146 Durães and Marini 2005; Araujo 2009) e sobre redes de interações mutualísticas
147 (Donatti *et al.* 2011; Sarmiento *et al.* 2014; Gonzáles *et al.* 2015; Dalsgaard *et al.* 2016;
148 García 2016) envolvendo a avifauna apresentam separadamente uma vasta literatura em
149 diversos ecossistemas. Entretanto, uma abordagem conjunta que envolva a dieta
150 utilizando a abordagem de redes de interações aves-itens alimentares é incipiente na
151 região Neotropical. Assim, podemos questionar: como as redes formadas por grupos de
152 aves associadas a distintos ambientes florestais (e.g. úmido e seco) estruturam-se quanto
153 às interações que estas desempenham com seus itens alimentares?

154

155 Baseados na distribuição de grupos tróficos nas comunidades de aves em florestas
156 úmidas e secas, bem como na diferença das disponibilidades de recursos nas duas
157 florestas resultado de diferentes condições ambientais, espera-se que: (1) as espécies de
158 aves com mais interações (maiores graus) tanto na rede da floresta úmida quanto seca
159 pertençam à guilda trófica insetívora devido a constante disponibilidade de artrópodes
160 nas duas florestas (Durães e Marini 2005; Vasconcellos *et al.* 2010); (2) que ambas as
161 redes sejam modulares e não aninhada devido a modularidade proporcionar maior
162 estabilidade em redes tróficas (Krause *et al.* 2003; Thébaut and Fontaine 2010); (3) a

rede de interações na floresta úmida apresentará maior modularidade e menor aninhamento em relação a rede na floresta seca devido a correlação positiva entre modularidade e precipitação e uma correlação negativa entre aninhamento e precipitação em redes mutualísticas (Trøjelsgaard and Olesen 2013; González *et al.* 2015; Sebastián-González *et al.* 2015); (4) as espécies conectoras na rede de interações na floresta úmida pertencem à guilda insetívora generalista (i.e. consomem diversos itens alimentares associados aos grupos de artrópodes). Enquanto na floresta seca as espécies conectoras pertencem à guilda insetívora-frugívora decorrente da maior variação na disponibilidade de itens alimentares em ambientes sazonais (Araujo 2009).

Diante do exposto, objetivamos comparar a estrutura de redes tróficas entre comunidades de aves associada a floresta úmida e associada a floresta seca. Com isso, pretende-se contribuir com as discussões sobre a organização das comunidades de aves em ambientes florestais no nordeste da América do Sul, considerando as interações ecológicas da avifauna como uma importante relação funcional dentro dos sistemas ecológicos.

Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado em duas florestas de altitudes localizadas no interior do estado da Paraíba: 1) Parque Estadual Mata do Pau-Ferro (MPF), localizado entre os municípios de Areia e Remígio (6°58'12''S e 35°42'15''W) e 2) Serra de Santa Catarina (SSC) (7°0'19''S e 38°8'54''W) localizada entre os municípios de Aguiar, Coremas, São José

da Lagoa Tapada, Nazarezinho e Carrapateira (Figura 1). Estas florestas compreendem dois grupos distintos floristicamente e avifaunisticamente, os quais são formados pelo conjunto de florestas associado à Floresta Atlântica costeira (MPF), ou seja, as florestas úmidas e outro ao domínio das Florestas Tropicais Sazonalmente Secas (SSC), com flora e avifauna característica (Rodal et al. 2008, Mariano 2014).

A MPF (daqui em diante denominada de floresta úmida) está localizada na microrregião do Brejo Paraibano, abrangendo uma área de aproximadamente 607 ha com altitude variando entre 400 e 600 m, com solos são profundos e férteis (Barbosa *et al.* 2004). A temperatura média anual é de aproximadamente 22,5°C com médias pluviométricas anuais em torno de 1.500 mm e umidade relativa variando em torno de 85%. A vegetação apresenta um mosaico formado por floresta e capoeiras em diferentes estágios de sucessão ecológica e é apontado como uma disjunção da floresta ombrófila aberta (Veloso *et al.* 1991). Há presença de trepadeiras (lianas) e nas partes mais altas é grande o número de epífitas, principalmente bromélias (Duarte 2003).

A SSC (daqui em diante denominada de floresta seca) está situada no sertão paraibano entre as microrregiões de Cajazeiras e Souza, apresenta uma área total aproximada de 11.210 ha (SUDEMA 2013), com altitude máxima de 836 m. A temperatura média anual varia em torno dos 24°C e a pluviosidade média é de 893 mm (INMET 2013). A floresta seca possui um gradiente vegetacional que varia desde uma vegetação arbustiva, na base da serra, até áreas florestais, nas encostas e topo (FUNBIO 2013; SUDEMA 2013).

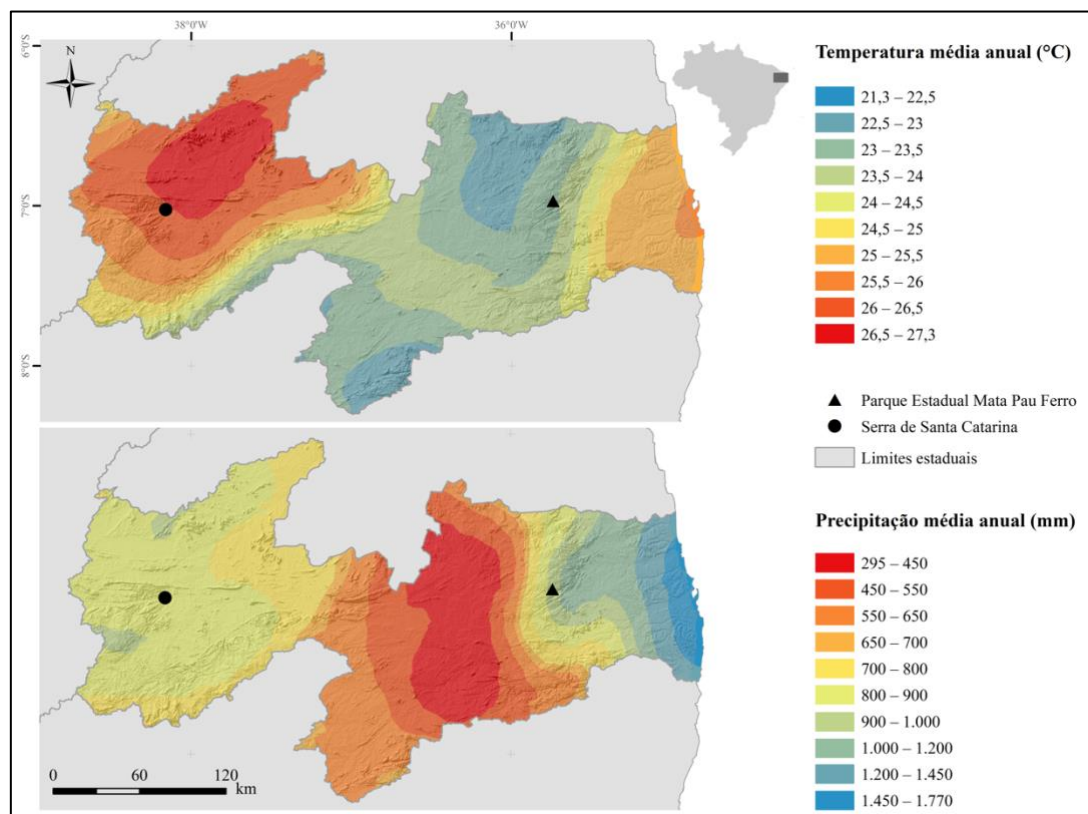


Figura 1. Localização geográfica com os gradientes de temperatura e precipitação entre a floresta úmida (Parque Estadual Mata do Pau Ferro) e seca (Serra de Santa Catarina) estudada no nordeste da América do Sul.

Levantamento de dados

Foram compilados dados de interações entre aves e seus itens alimentares na floresta úmida e na floresta seca. Na floresta úmida, foi consultado o banco de dados disponibilizado por Cavalcante (2013). Para tanto, a autora realizou um esforço amostral de 6.048 horas*rede, por meio do qual foi possível verificar as interações entre a avifauna e os itens alimentares (para detalhes, ver Cavalcante 2013). Adicionalmente, a fim de complementar as informações fornecidas por Cavalcante (2013), foram realizadas observações diretas do consumo dos itens alimentares pelos espécimes de aves, o qual foi considerado como uma interação ave-item alimentar neste estudo. As

226 observações foram realizadas por A.H.V.F. e visaram incluir espécies de aves que não
227 são comumente capturadas com redes de neblina, uma vez que, efetivamente são
228 capturas espécimes associadas aos estratos mais baixos das florestas. As observações
229 totalizaram 120 horas distribuídas ao longo de dois anos. As mesmas iniciavam com o
230 alvorecer até por volta das 10 h da manhã, período no qual há tendência natural de
231 diminuição na atividade da avifauna.

232

233 Na floresta seca, as interações aves-itens alimentares foram verificadas a partir da
234 realização de dez expedições a campo, com duração de seis dias efetivos de amostragem
235 em cada visita, entre fevereiro de 2012 e maio de 2014. Nestas ocasiões houve
236 amostragens com redes de neblina e observações diretas da interação aves-itens
237 alimentares. As capturas foram realizadas com 15 redes de neblina (malha 36 mm e
238 tamanho 12 X 2,5m) abertas durante as seis primeiras horas da manhã, iniciando ao
239 alvorecer, ao longo de seis dias consecutivos, o que totalizou um esforço de 5.400
240 horas*rede no decorrer do estudo. As observações diretas das interações aves-itens
241 alimentares totalizaram 240 horas e seguiu o mesmo procedimento explicado
242 anteriormente para a floresta úmida.

243

244 A partir das capturas e das observações diretas realizadas na floresta seca, foi possível
245 verificar os itens alimentares utilizados pela comunidade de aves local através da análise
246 de amostras de fezes coletadas e/ou visualização direta do consumo do item alimentar.
247 Após serem coletadas, as fezes foram armazenadas em potes plásticos contendo álcool a
248 70% e numeradas individualmente. Posteriormente, este material foi levado ao
249 laboratório de Paleontologia e Zoologia dos Vertebrados do Departamento de Ciências
250 Biológicas, Campus II, UFPB, e submetido à triagem para posterior identificação, por

251 meio da análise de vestígios de frutos, sementes, artrópodes, entre outros, presentes nas
252 fezes.

253

254 Adicionalmente, foram coletados alguns espécimes de aves na floresta seca (Licença:
255 54731333/SISBIO), os quais tiveram seu estômago retirado e armazenado em potes
256 plásticos individuais contendo álcool a 70%. Em seguida, foram etiquetados, levados
257 para o laboratório citado anteriormente e analisados, assim como as amostras fecais.
258 Posteriormente, esses espécimes foram encaminhados e tombados na Coleção de Aves
259 Heretiano Zenaide, Campus II, UFPB.

260

261 Os frutos carnosos e as sementes foram identificados até o menor nível taxonômico
262 possível. Esta identificação contou com o auxílio de botânicos e também foi feita por
263 comparação dos frutos e das sementes encontradas nas fezes ou estômagos com o
264 material vegetal oriundo da floresta seca. As sementes encontradas foram separadas,
265 inicialmente, por morfotipos (de acordo com características como cor, tamanho e
266 textura) e classificadas por códigos (e.g. Fsp1, Fsp2). Os frutos não identificados foram
267 classificados como FNC (Frutos não categorizados) e reunidos em um único item
268 alimentar, dada a dificuldade de identificar esse material após passar pelo trato digestivo
269 das aves.

270

271 Os Arthropoda foram identificados com auxílio de literatura específica (Borror and
272 DeLong 2011), além da consulta a especialistas. Após a identificação, os artrópodes
273 foram agrupados em Diplopoda, Chilopoda, Araneae, Coleoptera, Isoptera,
274 Hymenoptera, Orthoptera, Hemiptera, Diptera, Homoptera, Lepdoptera, Blatodea,
275 Mantodea, Homoptera e Phasmidae, nas famílias Formicidae, Chrysomelidae e

276 Curculionidae. Por fim, os artrópodes em fases juvenis foram categorizados como
277 Larva.
278
279 A ordem taxonômica e sistemática das aves seguiu a *BirdLife International* (2016).
280 Após a identificação das espécies de aves, as mesmas foram agrupadas dentro de
281 guildas tróficas seguindo Wilman *et al.* (2014) com modificações baseado em estudos
282 de dieta em ambientes no nordeste da America do Sul (Telino Júnior *et al.* 2005; Araujo
283 2009) e descrições da dieta de aves na plataforma on-line *HBW Alive* (del Hoyo *et al.*
284 2016), a qual compreende uma fonte de informações acerca de todas as aves do mundo.
285 Aqui, guildas correspondem a grupos de diferentes espécies de aves que utilizam-se do
286 mesmo tipo de recurso alimentar de forma similar (ver Simberloff and Dayan 1991).
287 Paralelamente, foi verificado os estratos de forrageio utilizados pelos os espécimes de
288 aves segundo Wilman *et al.* (2014).
289
290 ***Matrizes e redes de interação***
291
292 As matrizes de interação foram obtidas a partir do registro de interação entre uma ave e
293 um item alimentar. Para tanto, foi considerada uma interação a observação do consumo
294 do item alimentar por um espécime de ave, tanto pela análise das fezes ou conteúdo
295 estomacal como pela observação direta. Estes dados formaram uma matriz ponderada de
296 interação aves x item alimentar (Apêndices I e II) que serviram para a construção das
297 redes de interação ecológica aves-itens alimentares (Bascompte *et al.* 2003; Jordano *et*
298 *al.* 2003). Nas redes de interação, as espécies de aves encontram-se à esquerda e à
299 direita estão os itens alimentares, enquanto as arestas representam a frequência de
300 interação registrada entre ave e o item alimentar.

Analisando as redes de interações

O número de interações total, i.e. o grau, de uma espécie representa a quantidade de interações que esta possui na rede de interações, o que pode indicar um possível nível de generalização das interações da espécie na rede ecológica (Bascompte and Jordano 2007). O grau de cada espécies de aves nas redes foi aferido através da soma de todas as interações desta espécie com seus itens alimentares. Posteriormente, foram verificadas quais guildas tróficas e o estrato de forrageio as espécies de aves de maior grau pertenciam.

Com o intuito de analisar a estruturação das redes de interações de cada tipo florestal estudado, foram calculadas duas métricas amplamente utilizadas e descritas na literatura: o aninhamento e a modularidade (Fortuna *et al.* 2010; Thébault and Fontaine 2010; Robinson *et al.* 2015; Garcia 2016). O aninhamento corresponde ao padrão de interações no qual espécies especialistas (i.e. espécies com baixos graus de interações) representa um sub-conjunto das interações das espécies generalistas (i.e. espécies com altos graus de interações) na rede (Bascompte and Jordano 2007; Mello *et al.* 2016). Existem duas propriedades básicas observadas a partir da matriz de aninhamento. A primeira menciona que um núcleo de espécies generalistas interagem entre si, assim, poucas espécies teriam um grande número de interações. Segundo, existe uma assimetria no nível da especialização, na qual espécies especialistas tenderiam a interagir com as espécies generalistas (Bascompte and Jordano 2007). O grau de aninhamento das redes de interações estudadas foi verificado por meio do cálculo da métrica *weighted* NODF. Essa métrica é uma versão ponderada do índice NODF

(Almeida-Neto *et al.* 2008) que varia de 0 (não aninhado) a 100 (máximo aninhamento), ou seja, quanto maior o valor de *weighted* NODF maior será o grau de aninhamento (Almeida-Neto and Ulrich 2011).

A modularidade leva em conta o padrão de compartilhamento das interações entre as espécies, onde estas poderiam ser agrupadas em compartimentos ou módulos (Gomez *et al.* 2010). Dessa forma, a modularidade considera a extensão em que um conjunto de espécies compartilha uma alta proporção de interações dentro de um mesmo grupo do que entre outros grupos na rede de interações (Guimerá and Amaral 2005; Olesen *et al.* 2007; Fortuna *et al.* 2010; Mello *et al.* 2011). Essa medida foi calculada a partir do algoritmo QuanBiMo (Q), proposto por Dormann and Strauss (2014), utilizado para redes ponderadas. O nível de modularidade, neste caso, é medido por Q , que varia de zero (nada modular) a 1 (máxima modularidade). A fim de quantificar a dependência de Q no tamanho da rede e na intensidade da amostragem, foi calculado o *z-score* a partir da comparação com modelos nulos pelo método de Patefiled (1981, ver Dormann and Strauss 2014) com 999 aleatorizações. Neste caso, assume-se que o *z-score* é normalmente distribuído e que valores acima de ≈ 2 são considerados significativamente modulares (Dormann and Strauss 2014).

Visando identificar espécies que atuam como conectoras nas redes de interações, foi utilizada a classificação proposta por Olesen *et al.* (2007). Os autores agrupam as espécies em quatro categorias, de acordo com o seu papel funcional na rede de interações: conectoras, periféricas, *hubs* dos módulos (i.e. espécies com muitos links, ou interações, dentro do seu módulo) e *hubs* da rede (i.e. espécies que conectam vários módulos dentro da rede) (ver Olesen *et al.* 2007). Tal classificação baseia-se nos valores

de z (grau padronizado dentro do módulo) e c (conectividade entre os módulos). A partir desses valores, Olesen *et al.* (2007) definem que uma espécie conectora apresenta baixos valores de z (≤ 2.5) e altos valores de c (> 0.62), i.e. essa espécie conecta os módulos dentro da rede, mantendo a rede coesa. Espécies periféricas terão valores baixos tanto de z (≤ 2.5) como c (≤ 0.62), indicando que estas espécies apresentam poucos links dentro do seu próprio módulo e raros fora dele. As espécies classificadas como *hubs* dentro do módulo apresentam altos valores de z (> 2.5) e baixos valores de c (≤ 0.62), portanto, são importantes na coesão dentro do seu próprio módulo. Já espécies classificadas como *hubs* da rede de interações apresentam altos valores de z (> 2.5) e c (> 0.62) significando que estas espécies são importantes na coesão tanto da rede como de seus próprios módulos (Olesen *et al.* 2007).

As análises foram realizadas no *software* R versão 3.3.2 (R CoreTeam 2016) utilizando o pacote *bipartite* (Dormann *et al.* 2009). As redes de interação bipartidas foram geradas a partir da função *plotweb*. O aninhamento foi calculado com a função *networklevel* utilizando o argumento *index = weighted* NODF com o nível de significância através da função *unlist*. Já a modularidade foi calculada utilizando a função *computeModules* com o argumento *steps=1E6*. Os valores de z e c foram calculados utilizando a função *czvalues* com o argumento *weighted=TRUE*, que calcula os valores considerando a força da espécie (para detalhes, ver Dormann and Staruss 2014).

Resultados

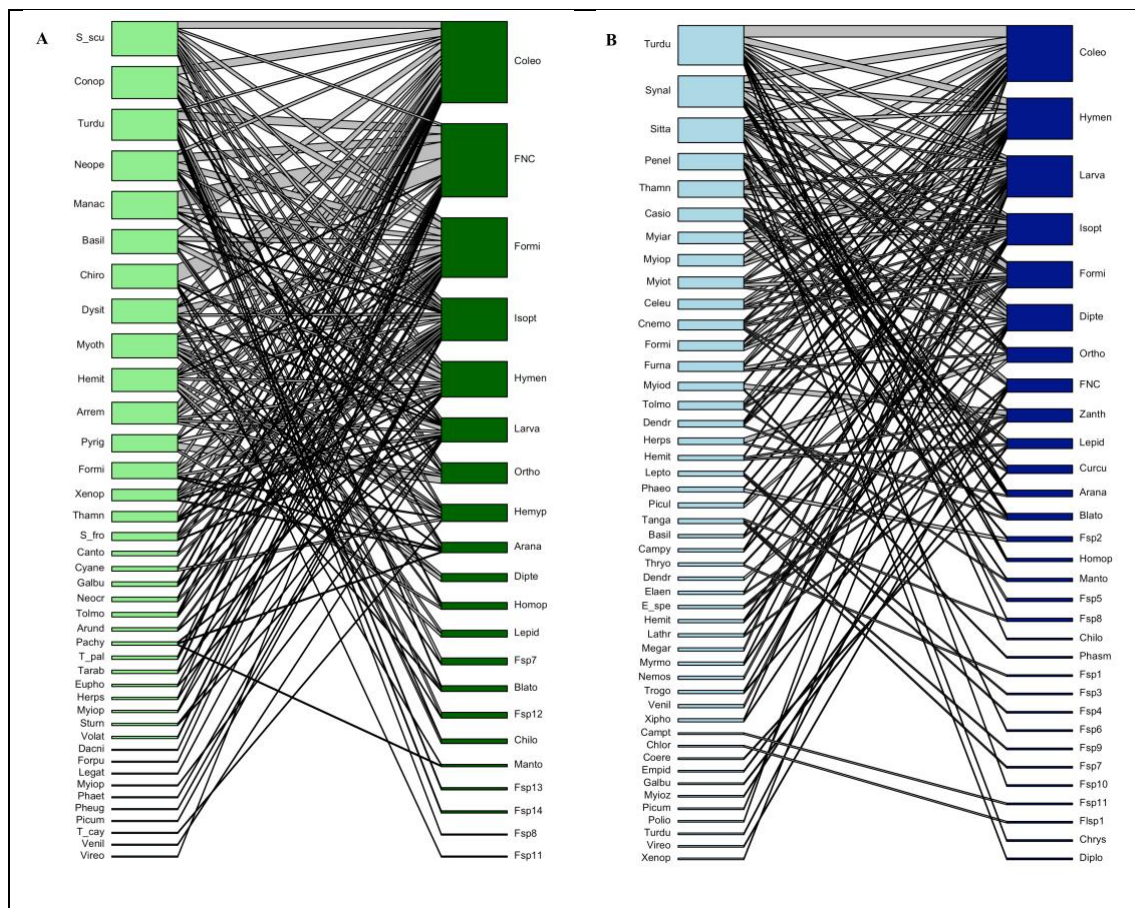
375 Ao longo do estudo foram registradas 568 interações entre 76 espécies de aves e 38
376 itens alimentares. Apenas uma espécie de ave foi identificada somente ao nível de
377 gênero (*Elaenia* sp.). Deste total, nove espécies de aves e 16 itens alimentares foram
378 observadas tanto na rede de interações na floresta úmida como na floresta seca.

379

380 A rede de interações na floresta úmida envolveu 40 espécies de aves e 21 itens
381 alimentares (Figura 2A, Tabela S1). As espécies de aves com maior número de links na
382 rede de interações na floresta úmida foram: *Synallaxis scutata* (estrelinha-preta), com 30
383 links (8.22%), *Conopophaga cearae* (chupa-dente), com 28 (7.67%), *Turdus leucomelas*
384 (sábia-barranco), com 27 (7.39%), *Neopelma pallescens* (fruxu-do-cerradão), com 26
385 (7.12%) e *Manacus manacus* (rendeira), com 24 (6.57%). Já os itens alimentares com
386 mais interações foram: Coleoptera com 71 links (19.45%), FNC com 64 (17.53%),
387 Formicidae com 52 (14.24%) Isoptera, com 37 (10.14%) e Hymenoptera, com 31
388 (8.49%).

389

390 A rede de interações da floresta seca, por sua vez, apresentou 46 espécies de aves e 31
391 itens (Figura 2B, Tabela S2). As espécies de aves com mais links foram: *Turdus*
392 *amaurochalinus* (sábia-poca) com 24 links (11.82%), *S. scutata* com 19 (9.36%),
393 *Sittasomus griseicapillus* (arapaçu-verde) com 15 (7.39%), *Penelope jacucaca*
394 (jacucaca) e *Thamnophilus pelzelni* (choca-do-planalto) com 10 (4.93%). Os itens
395 alimentares com mais links foram: Coleoptera com 34 (16.75%), Hymenoptera e Larva
396 25 (12.32%), Isoptera com 19 (9.36%), Formicidae e Diptera com 16 (7.88%) links
397 cada.



398 Figura 2. Redes de interações ecológicas entre aves e itens alimentares em duas florestas
 399 de altitude localizadas no Nordeste da América do Sul: A) Floresta úmida; B) Floresta
 400 seca. À esquerda são apresentadas as espécies de aves e à direita os itens alimentares. A
 401 altura dos retângulos é proporcional ao número de interações ocorridas e a largura das
 402 linhas representa a frequência de interações observadas.

As espécies de aves que apresentaram maior grau de interação na floresta úmida pertencem principalmente à guilda insetívora e onívora, que forrageiam nos estratos inferiores e médio da floresta. Já na floresta seca, as espécies de aves com maior grau de interação pertencem principalmente às guildas insetívoras e forrageiam do chão ao dossel da floresta (Tabela S3). Apesar da clara contribuição dos insetos na alimentação da avifauna em ambas as florestas, encontramos FNC entre os itens alimentares mais consumidos na floresta úmida, principalmente por espécies predominantemente frugívoras (e.g. *M. manacus* e *Chiroxiphia pareola* – tangará-falso) (Tabela S1). Já na floresta seca, o consumo de fruto (FNC e *Zanthoxylum syncarpum*) não se encontra entre os itens com mais interações (Tabela S2).

As redes de interações da floresta úmida e floresta seca apresentam baixo aninhamento e não diferiram significativamente do esperado ao acaso (floresta úmida: *weighted* NODF = 28.03, $p = 0.12$; floresta seca: *weighted* NODF = 9.02, $p = 0.29$) (Tabela 1). Ambas as redes foram significativamente modulares, porém a rede na floresta úmida apresentou maior modularidade ($Q = 0.30$; $z\text{-score} = 7.4$) do que na floresta seca ($Q = 0.42$; $z\text{-score} = 3.4$). A rede da floresta úmida apresentou quatro módulos interconectados (Figura 3A, Apêndice III). Um dos quatro módulos (Módulo 2) é formado por espécies que interagiram primariamente com itens alimentares de origem vegetal e Isoptera. Por outro lado, os três módulos restantes são formados por espécies pertencentes a diferentes gêneros de aves e que forrageiam em distintos estratos da floresta (e.g. sub-bosque e médio bosque), interagindo com itens alimentares de origem animal (Tabela S3).

Na rede de interações na floresta seca identificamos 11 módulos, dos quais nove são interconectados entre si (módulos de 1 à 9). Cada módulo resulta da interação de espécies pertencentes a distintos gêneros que, no geral, interagem com os mesmos itens alimentares e forrageiam em distintos estratos da floresta. Os dois módulos formados pela interação entre *Camptostoma obsoletum* (risadinha)-Fsp11 (Módulo 10) e *Chlorostilbon lucidus* (besourinho-de-bico-vermelho)-Flsp12 (Módulo 11) não apresentam conexão com a rede formando módulos independentes (Tabela S3).

Tabela 1. Parâmetros descritores das redes de interações na floresta úmida e na floresta seca.

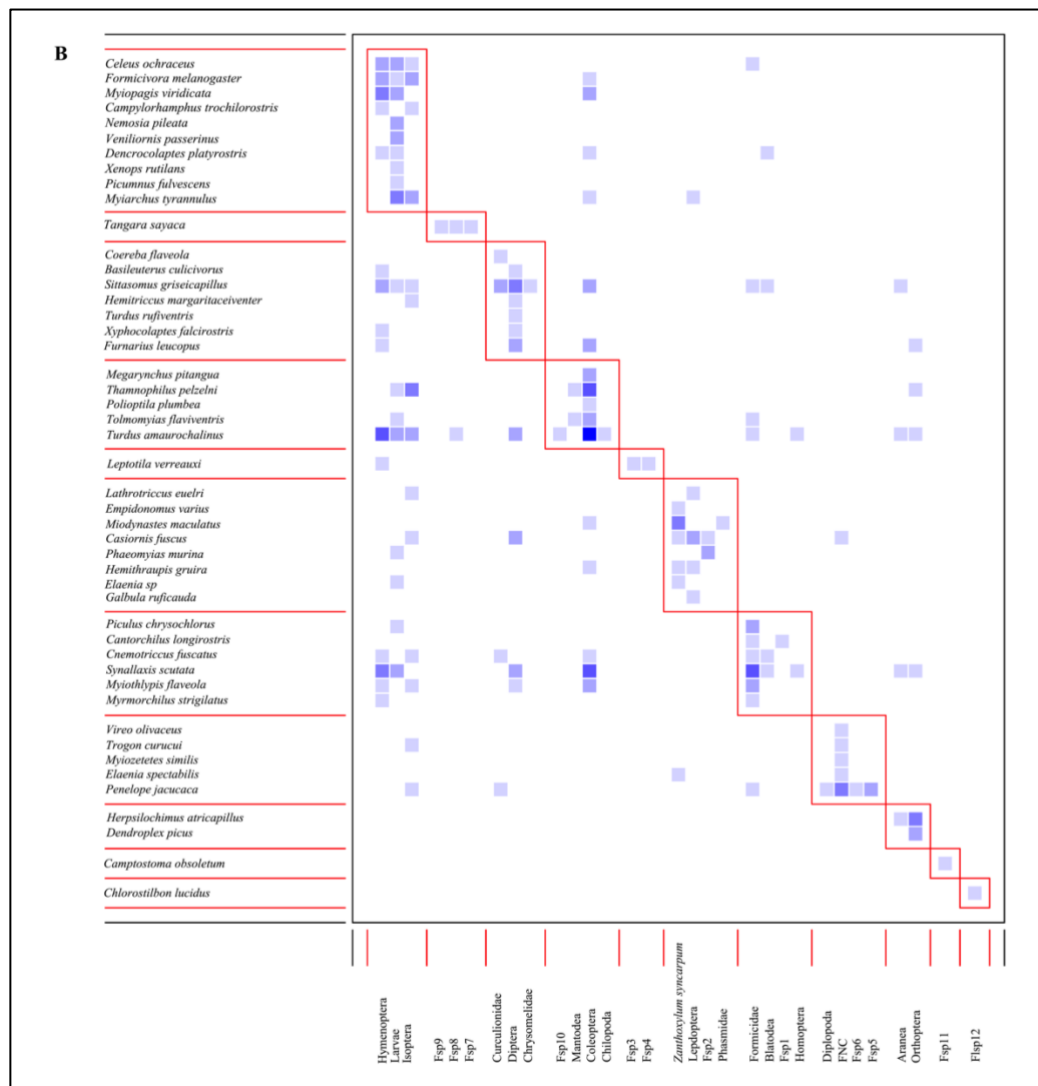
Descritores	Floresta úmida	Floresta seca
Número de espécies de aves (<i>A</i>)	40	47
Número de itens alimentares (<i>I</i>)	21	31
Número de links	365	203
Tamanho da rede ($S = A \times I$)	840	1457
Modularidade (<i>Q</i>)	0.30	0.42
z-score	7.14	3.40
Aninhamento <i>weighted NODF</i>	28.03 p = 0.12	9.02 p = 0.29

No geral, as espécies de aves de ambas as redes foram classificadas como periféricas, i.e. apresentaram baixos valores tanto para z (≤ 2.5) como de c (≤ 0.62) (Figura 4). Entretanto, quatro espécies (*Dysithamnus mentalis* - choquinha-lisa, *Formicivora grisea* –papa-formiga-pardo, *Xenops minutus* – bico-virado-miúdo e *Synallaxis frontalis* - petrim) foram classificadas como conectoras na floresta úmida (Figura 4A), enquanto que, na floresta seca, cinco espécies (*S. scutata*, *T. amaurochalinus*, *Cnemotriccus*

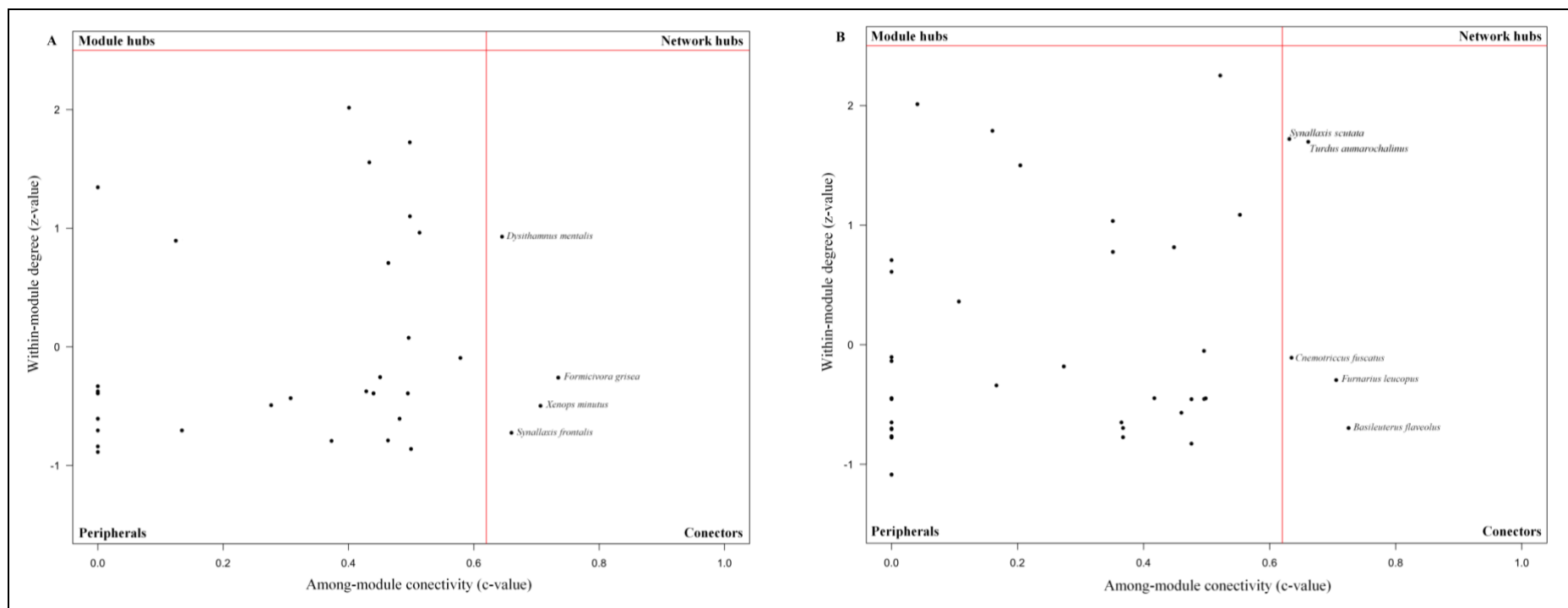
446 *fuscatus* - guaracavaçu, *Furnarius leucopus* – casaca-de-couro-amarela e *M. flaveola* –
447 canário-do-mato) tiveram a mesma classificação (Figura 4B), evidenciando o papel
448 dessas espécies em manter os módulos das respectivas redes conectados.



449 Figura 3. Matriz de interações evidenciando os módulos de acordo com o algoritmo
450 QuanBiMo (Dormann e Strauss 2014): A) Módulos indentificados por QuanBiMo (com
451 $steps=1e6$; $Q = 0.30$) das redes de interação floresta úmida. Quadrantes azuis indicam
452 interações entre as espécies de aves e os itens alimentares. Quanto mais escura a
453 tonalidade do azul, mais interações observadas. Os quadros vermelhos indicam os
454 módulos observados dentro da rede de interações ave-item alimentar.



455 Figura 3 continuação. Matriz de interações evidenciando os módulos de acordo com o
 456 algoritmo QuanBiMo (Dormann e Strauss 2014): B) Módulos identificados por
 457 QuanBiMo (com $steps=1e6$; $Q = 0.42$) da rede de interações na floresta seca.
 458 Quadrantes azuis indicam interações entre as espécies de aves e os itens alimentares.
 459 Quanto mais escura a tonalidade do azul, mais interações observadas. Os quadros
 460 vermelhos indicam os módulos observados dentro da rede de interações ave-item
 461 alimentar.



462 Figura 4. Valores de conexão (c) e participação (z) para as espécies de aves nas redes de interação de duas florestas de altitude localizadas no
 463 nordeste da América do Sul. Linhas vermelhas indicam os valores críticos segundo Olesen et al. (2007). A) Floresta úmida; B) Floresta seca.

Discussão

Apesar de ambas as florestas de altitude estudadas possuírem características próprias de disponibilidade de recursos alimentares (Araujo 2009, Araújo 2016; Vasconcellos *et al.* 2010) e diferentes composições da avifauna (Mariano 2014), as redes de interação estudadas apresentaram padrões semelhantes de estruturação, com leves diferenças entre si. Possivelmente, estas diferenças, podem estar associadas às condições ambientais distintas em que as duas florestas estão inseridas, assim, apesar de disponibilizarem os mesmos tipos alimentares (p.e. insetos ou frutos), porém, a disponibilidade dos itens varia com relação ao tempo e periodicidade que o recurso estará disponível.

Houveram distinções entre as espécies com maior número de links entre as duas redes de interações estudadas (e.g. *S. scutata* com maior grau de interações na floresta úmida e *T. amaurochalinus* na floresta seca), porém, como esperado, ambas as espécies pertencem a guilda insetívora. A expressividade do número de interações com os artrópodes deve-se à sua importância na dieta das aves florestais como um todo (Durães and Marini 2005), bem como pelo fato deste recurso ser apontado como um importante complemento alimentar para espécies de aves frugívoras (e.g. *M. manacus*) e nectarívoros. Ao considerarmos as particularidades das interações aves-itens alimentares de cada uma das redes, na floresta úmida percebemos um alto número de interações entre as aves com os recursos de origem vegetal (e.g. FNC). Esta situação pode estar relacionada a uma maior disponibilidade de frutos encontrados nas florestas úmidas ao longo do tempo (Cantor *et al.* 2013, Araújo 2016) em relação aos ambientes sazonalmente secos (Araujo 2009), o que pode explicar o baixo número de espécies predominantemente frugívoras nesta floresta. Assim, mais do que a própria composição

489 da comunidade de aves em si, a variação na disponibilidade de recursos (e.g. artrópodes
490 e frutos) pode influenciar na determinação do número de interações observado das
491 espécies de aves em cada rede.

492

493 Neste estudo, ambas as áreas apresentaram redes de interações com baixo aninhamento
494 (não significativo) e significativamente modulares. Este padrão é comum a redes de
495 interações tróficas (Bascompte *et al.* 2003; Thébault and Fontaine 2010). No entanto,
496 diferentemente do que encontramos neste estudo e relatado na literatura, tanto redes
497 tróficas como mutualísticas em diversos ecossistemas mundiais apresentam um padrão
498 aninhado (Kondoh *et al.* 2010). Os autores apontam que este aninhamento pode estar
499 associado à diferenciação de nicho comportamental, história de vida ou uso do recurso
500 no tempo. Assim, ressaltam que esses diferentes padrões encontrados em redes de
501 alimentação na natureza devem ser continuamente avaliados, dessa forma auxiliando no
502 entendimento dos mecanismos de aninhamento nas redes de alimentação. Ao
503 compararmos os valores observados do aninhamento no presente estudo, verificamos
504 que a rede de interação na floresta úmida apresentou um maior aninhamento em relação
505 à rede na floresta seca, contrariando nossa expectativa, visto que a floresta úmida
506 apresenta maior média pluviométrica anual do que a floresta seca. Acreditamos que o
507 menor aninhamento encontrado na rede da floresta seca pode estar associado à escassez
508 temporal de recursos (i.e. baixa variabilidade de itens alimentares disponíveis durante a
509 estação seca), não favorecendo com que as espécies de aves se especializem no
510 consumo de determinados itens. Dessa forma, uma similaridade na dieta das espécies de
511 aves ou uma alta generalização poderia resultar em um baixo aninhamento (Cantor *et al.*
512 2013). Ao contrário, a constância na disponibilidade dos recursos alimentares na

513 floresta úmida permite uma menor similaridade na dieta, favorecendo um maior
514 aninhamento nesta floresta em relação à floresta seca.
515

516 Já o padrão modular pode permitir uma maior estabilidade às redes de interações, visto
517 que os módulos evitariam com que perturbações se espalhem pela rede em um efeito
518 cascata, permitindo a coexistência das espécies em uma comunidade (Krause *et al.*
519 2003; Montoya *et al.* 2006; Olesen *et al.* 2007, Rezende *et al.* 2009, Thébault and
520 Fontaine 2010; Stouffer and Bascompte 2011; García 2016). Além disso, uma maior
521 competição por recurso em ambientes tropicais favoreceria uma estrutura modular nas
522 redes de interações (Trøjelsgaard and Olesen 2013). Ao verificarmos a composição dos
523 módulos em ambas as redes estudadas, percebemos que as espécies de aves que
524 interagem com os mesmos grupos de itens alimentares dentro do módulo forrageiam em
525 diferentes estratos da floresta. Os mecanismos que explicam esta divisão de estratos
526 ficam evidentes ao considerarmos que as redes de interações modulares podem indicar
527 uma complementariedade no papel das espécies na rede, devido ao particionamento de
528 nicho (Schleuning *et al.* 2015; González *et al.* 2015). Assim, acreditamos que em ambas
529 as áreas estudadas há um particionamento de nicho entre as espécies, decorrente de uma
530 possível exclusão competitiva (González *et al.* 2015), e complementariedade dos
531 serviços ecológicos desempenhados por elas (e.g. dispersão de sementes por espécies
532 insetívoras-frugívoras em diferentes estratos) (ver Tabela S3).
533

534 Apesar da rede da floresta úmida ter apresentado uma maior modularidade (z-score =
535 7.14) que a da floresta seca (z-score = 3.4), como sugerido para ambientes com maior
536 pluviosidade (Trøjelsgaard and Olesen 2013; González *et al.* 2015; Sebastián-González
537 *et al.* 2015), a rede de interações da floresta seca exibiu um maior valor de Q e um

538 maior número de módulos. O maior valor de Q pode resultar do maior tamanho da rede
539 (i.e. número de espécies de aves *versus* itens alimentares) observada na floresta seca em
540 relação à floresta úmida, assim possibilitando mais combinações de espécies em
541 módulos (Mello *et al.* 2016). Além disso, o maior número de módulos da rede da
542 floresta seca pode ser resultado de observações raras que levaram à formação de
543 módulos isolados. Este fato é reforçado ao analisarmos os módulos 10 e 11, os quais são
544 formados exclusivamente pela iteração entre *C. obsoletum*-Fsp11 e *C. lucidus*-Fsp12,
545 respectivamente. Entretanto, ambas espécies de aves frequentemente utilizam
546 artrópodes na sua dieta (Araujo 2009; Wilman *et al.* 2014; del Hoyo *et al.* 2016) e,
547 dessa forma, poderiam ser incorporados à módulo já existentes devido a inclusão de
548 interações com artrópodes.

549

550 Por fim, no geral, verificamos que as espécies de aves são periféricas em ambas as redes
551 de interações, com poucas sendo classificadas como conectoras e nenhuma espécies
552 categorizada como hubs dentro do módulo ou na rede como um todo. Contudo,
553 verificamos que as espécies que atuam como conectoras em ambas as redes apresentam
554 uma dieta composta primariamente por diversos artrópodes, além de frutos. Estas aves
555 generalistas tendem a ser as mais importantes na interligação dos módulos nas redes de
556 interação, uma vez que desempenham funções múltiplas de forrageio, inclusive podendo
557 sobrepor nichos, enquanto que as especialistas são mais restritas no consumo (Olesen *et*
558 *al.* 2007). Uma análise mais detalhada nos mostra que na floresta úmida as espécies
559 conectoras são insetívoras que forrageiam no sub-bosque, enquanto na floresta seca são
560 insetívoros que forrageiam nos estratos baixo e médio da floresta. Forragear em
561 diferentes estratos pode favorecer as espécies de aves, visto que a maior variação na
562 disponibilidade do item alimentar ao longo do tempo pode limitar a potencial

especialização de forrageio em um estrato específico da floresta, o que aumentaria a competição em ambientes severos (Wirta *et al.* 2015), como na floresta seca.

Conclusão

O padrão de estruturação das redes de interações estudadas, em geral, são similares e característicos de redes tróficas em diversos ambientes (Thébaud and Fontaine 2010, Welts and Joern 2015, Wirta *et al.* 2015). Essa similaridade pode resultar da predominância de artrópodes na dieta de aves nas diferentes florestas estudadas, o que culmina em espécies com maior grau e conectoras sendo predominantemente insetívoras. Nesse sentido, evidenciamos que apesar das distintas composições florística e avifaunística entre as florestas úmida e seca estudadas (Rodal *et al.* 2008, Mariano 2014), as redes de interações se organizam de forma a permitir a coexistência de espécies de aves na comunidade.

No entanto, as diferenças quanto a disponibilidade e periodicidade do recurso pode nos revelar particularidades dentro de cada rede de interação. Por exemplo, na rede da floresta úmida encontramos uma maior riqueza de espécies de aves frugívoras em relação a floresta seca decorrente da uma constância na disponibilidade deste item. Além disso, observamos que as espécies de aves na floresta seca com mais interações forrageiam em diversos estratos em relação a floresta úmida. Assim, destacamos que apesar das similaridades quanto a estruturação geral da rede de interação as condições ecológicas e ambientais locais podem proporcionar ajustes que permitam a coexistência das espécies na rede.

Agradecimentos

Nós somos gratos a Maria Clara B. T. Cavalcanti pelas revisões críticas ao longo do trabalho e Carla Cavalcante pelo fornecimento dos dados de dieta referente a avifauna na floresta úmida. Também agradecemos ao FUNBIO pelo financiamento das atividades de campos. Por fim, somos gratos a CAPES pela bolsa de doutorado fornecida a A.H.V.F.

Referências bibliográficas

- Almeida-Neto, M., and Ulrich, W. (2011). A straightforward computational approach for measuring nestedness using quantitative matrices. *Environmental Modelling & Software* 26(2), 173-178.
- Almeida-Neto, M., Guimarães, P., Guimarães, P. R., Loyola, R. D., and Ulrich, W. (2008). A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconciling concept and measurement. *Oikos* 117(8), 1227-1239.
- Araújo, H. F. P. (2009). Amostragem, estimativa de riqueza de espécies e variação temporal na diversidade, dieta e reprodução de aves em área de caatinga, Brasil. PhD Thesis, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- Araújo, L. D. A. (2016). Variação espacial e temporal da diversidade funcional a partir de atributos reprodutivos em florestas de brjo de altitude, Nordeste do Brasil. PhD Thesis, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Barbosa, M. R. V., Agra, M. F., Sampaio, E. V. S. B., Cunha, J. P., and Andrade, L. A. (2004). Diversidade Florística da Mata de Pau Ferro, Areia, Paraíba. In 'Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: História Natural, Ecologia e Conservação'. (Eds K. C. Pôrto, J. J. P. Cabral, J.J.P., and M. Tabarelli) pp. 111-122. (Ministério do Meio Ambiente – MMA, Série Biodiversidade).

613 Bascompte, J., and Jordano, P. (2007). Plant-animal mutualistic networks: the
614 architecture of biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and*
615 *Systematics* 38, 567-593.

616 Bascompte, J., Jordano, P. Melián, C. J., and Olesen, J. M. (2003). The nested assembly
617 of plant-animal mutualistic networks. *Proceedings of the National Academy of*
618 *Sciences* 100, 9383-9387.

619 BirdLife International. (2016). *Handbook of the Birds of the World and BirdLife*
620 *International digital checklist of the birds of the world. Version 9.* Available at:
621 [http://datazone.birdlife.org/userfiles/file/Species/Taxonomy/BirdLife_Checklist_](http://datazone.birdlife.org/userfiles/file/Species/Taxonomy/BirdLife_Checklist_Version_90.zip)
622 [Version_90.zip](http://datazone.birdlife.org/userfiles/file/Species/Taxonomy/BirdLife_Checklist_Version_90.zip) [.xls zipped 1 MB].

623 Borror, D. J., and Delong, D. M. (2011). ‘Estudo dos insetos.’(Cenagage: São Paulo.)

624 Camacho, J., Guimerà, R., and Amaral, L. A. N. (2002). Robust patterns in food web
625 structure. *Physical Review Letters* 88(22), 228102.

626 Cantor, M., Pires, M. M., Longo, G. O., Guimarães, P. R., and Setz, E. Z. F. (2013).
627 Individual variation in resource use by opossums leading to nested fruit
628 consumption. *Oikos* 122(7), 1085-1093.

629 Cavalcante, C. I. M. (2013). Estrutura trófica da avifauna em um brejo de altitude,
630 Nordeste-Brasil. Monograph (Degree in Biological Science), Universidade
631 Federal de Paraíba, Areia.

632 Champman, A., and Rosenberg, K. V.1991. Diets of four sympatric Amazon
633 woodcreepers (Dendrocolaptidae). *The Condor* 93, 904-915.

634 Dalsgaard, B., Schleuning, M., Maruyama, P. K., Dehling, D. M., Sonne, J., Vizentin-
635 Bugoni, J., Zanata, T.B., Fjeldså, J., Böhning-Gaese, K., and Rahbek, C. (2016).
636 Opposed latitudinal patterns of network-derived and dietary specialization in
637 avian plant-frugivore interaction systems. *Ecography* doi:10.1111/ecog.02604

638 del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D. A. and de Juana, E. (eds.) (2016).
639 Handbook of the Birds of the World Alive. Lynx Edicions, Barcelona. (retrieved
640 from <http://www.hbw.com/> on 06 July 2016).

641 Donatti, C. I., Guimarães, P. R., Galetti, M., Pizo, M. A., Marquitti, F., and Dirzo, R.
642 (2011). Analysis of a hyper-diverse seed dispersal network: modularity and
643 underlying mechanisms. *Ecology Letters* 14(8), 773-781.

644 Dormann, C. F., and Strauss, R. (2014). A method for detecting modules in quantitative
645 bipartite networks. *Methods in Ecology and Evolution* 5(1), 90-98.

646 Dormann, C.F., Fründ, J., Blüthgen, N., and Gruber, B. (2009). Indices, graphs and null
647 models: analyzing bipartite ecological networks. *The Open Ecology Journal* 2, 7-
648 24.

649 Duarte, S. M. A. (2003). Diagnóstico ambiental da microbacia hidrográfica Timbaúda no
650 brejo paraibano, através de técnicas de fotointerpretação e sistema de informação
651 geográfica. MsC Thesis, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

652 Dunne, J. A., Williams, R. J., and Martinez, N. D. (2002). Food-web structure and
653 network theory: the role of connectance and size. *Proceedings of the National*
654 *Academy of Sciences* 99(20), 12917-12922.

655 Durães, R., and Marini, M. A. (2005). Diets of birds in the Brazilian Atlantic Forest, with
656 recommendations for future diet studies. *Ornitologia Neotropical* 16, 65-83.

657 Fontaine, C., Guimarães, P. R., Kéfi, S., Loeuille, N., Memmott, J., van Der Putten, W.
658 H., van Veen, F. J. F., and Thébault, E. (2011). The ecological and evolutionary
659 implications of merging different types of networks. *Ecology Letters* 14(11),
660 1170-1181.

661 Fortuna, M. A., Stouffer, D. B., Olesen, J. M., Jordano, P., Mouillot, D., Krasnov, B. R.,
662 Poulin, R., and Bascompte, J. (2010). Nestedness versus modularity in ecological
663 networks: two sides of the same coin?. *Journal of Animal Ecology* 79(4), 811-817.

664 FUNBIO - Fundo Brasileiro para a Biodiversidade. (2013). Disponível em:
665 <[http://www.funbio.org.br/diversas/potencialidades-para-criacao-de-unidade-de-](http://www.funbio.org.br/diversas/potencialidades-para-criacao-de-unidade-de-conservacao-de-protecao-integral-na-serra-de-santa-catarina-paraiba)
666 [conservacao-de-protecao-integral-na-serra-de-santa-catarina-paraiba](http://www.funbio.org.br/diversas/potencialidades-para-criacao-de-unidade-de-conservacao-de-protecao-integral-na-serra-de-santa-catarina-paraiba)>. Acesso
667 em: 14 de janeiro de 2014.

668 García, D. (2016). Birds in ecological networks: insights from bird-plant mutualistic
669 interactions. *Ardeola* 63(1), 151-180.

670 Gómez, J. M., Verdú, M., and Perfectti, F. (2010). Ecological interactions are
671 evolutionarily conserved across the entire tree of life. *Nature* 465(7300), 918-921.

672 González-Castro, A., Traveset, A., and Nogales, M. (2012). Seed dispersal interactions in
673 the Mediterranean Region: contrasting patterns between islands and mainland.
674 *Journal of Biogeography* 39(11), 1938-1947.

675 Guimerá, R., and Amaral, L. A. N. (2005). Cartography of complex networks: modules
676 and universal roles. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*
677 2005(02), P02001.

678 Ings, T. C., Montoya, J. M., Bascompte, J., Blüthgen, N., Brown, L., Dormann, C. F.,
679 Edwards, F., Figueroa, D., Jacob, U., Jones, J. I., Lauridsen, R. B., Ledger, M. E.,
680 Lewis, H. M., Olesen, J. M., Van Veen, F.J. F., Warren, P. H., and Woodward, G.
681 (2009). Review: Ecological networks—beyond food webs. *Journal of Animal*
682 *Ecology* 78(1), 253-269.

683 INMET - Instituto Nacional de Meteorologia (2013). Disponível em:
684 <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 06 de março de 2014.

685 Jordano, P., Bascompte, J., and Olesen, J. M. (2003). Invariant properties in
 686 coevolutionary networks of plant-animal interactions. *Ecology Letters* 6, 69-81.
 687 Kissling, W. D., and Schleuning, M. (2015). Multispecies interactions across trophic
 688 levels at macroscales: retrospective and future directions. *Ecography* 38(4), 346-
 689 357.
 690 Kissling, W. D., Sekercioglu, C. H., and Jetz, W. (2012). Bird dietary guild richness
 691 across latitudes, environments and biogeographic regions. *Global Ecology and*
 692 *Biogeography* 21, 328– 340.
 693 Kondoh, M., Kato, S., and Sakato, Y. (2010). Food webs are built up with nested
 694 subwebs. *Ecology* 91(11), 3123–3130.
 695 Krause, A. E., Frank, K. A., Mason, D. M., Ulanowicz, R. E., and Taylor, W. W.
 696 (2003). Compartments revealed in food-web structure. *Nature* 426(20): 282-285.
 697 Las-casas, F. M. G. (2014). Dinâmica temporal de beija-flores (Aves: Trochilidae) em
 698 uma área de caatinga no semiárido de Pernambuco, Brasil. PhD Thesis,
 699 Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
 700 Loiselle, B. A., and Blake, J. G. (1993). Spatial distribution of understory fruit-eating bird
 701 and fruiting plants in a neotropical lowland wet forest. In ‘Frugivory and seed
 702 dispersal: Ecological and Evolutionary aspects’ (Eds. T. H. Fleming and A.
 703 Estrada) pp. 177-189. (Kluwer Academic Publishers: Belgium.)
 704 Mariano, E. F. (2014). Relações biogeográficas entre a avifauna de florestas de altitude
 705 no Nordeste do Brasil. Phd Thesis, Universida Federal da Paraíba, João Pessoa.
 706 Martín-González, A. M., Dalsgaard, B., Nogués-Bravo, D., Graham, C. H., Schleuning,
 707 M., Maruyama, P. K., Abrahamczyk, S., Alarcón, R., Araujo, A. C., Araújo, F .P.,
 708 Azevedo Jr., S. M. A., Baquero, A. C., Cotton, P. A., Ingversen, T. T., Kohler,
 709 G., Lara, C., Las-Casas, F. M. G., Machado, A. O., Machado, C. G., Maglianesi,

710 M. A., McGuire, J. A., Moura, A. C., Oliveira, G. M., Oliveira, P. E., Ornelas, J.
 711 F., Rodrigues, L. C., Rosero-Lasprilla, L., Rui, A. M., Sazima, M.,
 712 Timmermann, A., Varassin, I. G., Vizentin-Bugoni, J., Wang, Z., Watts, S.,
 713 Rahbek, C., and Martinez1, N. D. (2015). The macroecology of phylogenetically
 714 structured hummingbird–plant networks. *Global Ecology and Biogeography* doi:
 715 10.1111/geb.12355.

716 Maruyama P. K., Vizentin-Bugoni, J., Oliveira, G. M., Oliveira, P. E., and Dalsgaard,
 717 B. (2014). Morphological and spatio- temporal mismatches shape a Neotropical
 718 savanna plant– hummingbird network. *Biotropica* 46, 740–747.

719 Mello, A . R. R., Marquitti, F. M. D., Guimarães Jr., P. R., Kalko, E. K. V., Jordano, P.,
 720 and de Aguiar, M. A. M. (2011). The modularity of seed dispersal: differences in
 721 structure and robustness betwenn bat- and Bird-fruit networks. *Oecologia*
 722 167:131-140.

723 Mello, M. A. R., Muylaert, R. de L., Pinheiro, R. B. P. and Ferreira, G. M. F. (2016).
 724 ‘Guia para análises de redes ecológicas.’ (Os autores: Belo Horizonte.)

725 Memmott, J., Waser, N. M., and Price, M. V. (2004). Tolerance of Pollination Networks
 726 to Species Extinctions. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B:*
 727 *Biological Sciences* 271, 2605–2611.

728 Montoya, J. M., and Solé, R. V. (2002). Small world patterns in food webs. *Journal of*
 729 *Theoretical Biology* 214(3), 405-412.

730 Montoya, J. M., Pimm, S. L., and Solé, R. V. (2006). Ecological networks and their
 731 fragility. *Nature* 442(20): doi:10.1038/nature04927

732 Moreira, E. F., Boscolo, D., and Viana, B. F. (2015). Spatial heterogeneity regulates
 733 plant-pollinator networks across multiple landscape scales. *PloS One* 10(4),
 734 e0123628.

735 Morris, R. J., Gripenberg, S., Lewis, O. T., and Roslin, T. (2014). Antagonistic
 736 interaction networks are structured independently of latitude and host guild.
 737 *Ecology Letters* 17: 340–349.

738 Nogales, M., Heleno, R., Rumeu, B., González-Castro, A., Traveset, A., Vargas, P., and
 739 Olesen, J. M. (2015). Seed-dispersal networks on the Canaries and the Galápagos
 740 archipelagos: interaction modules as biogeographical entities. *Global Ecology and*
 741 *Biogeography* 25, 912–922.

742 Olesen, J. M., and Jordano, P. (2002) Geographic patterns in plant-pollinator mutualistic
 743 networks. *Ecology* 83(9): 2416–2424.

744 Olesen, J. M., Bascompte, J., Dupont, Y. L., and Jordano, P. (2007). The modularity of
 745 pollination networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104(50),
 746 19891-19896.

747 Piratelli, A., and Pereira, M. R. (2002). Dieta de aves na região leste de Mato Grosso do
 748 Sul, Brasil. *Ararajuba* 10(2): 131-139

749 Poulin, B., Lefebvre, G., and McNeil, R. (1994). Characteristics of feeding guilds and
 750 variation in diets of bird species of three adjacent tropical sites. *Biotropica* 187-
 751 197.

752 R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R
 753 Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL [https://www.R-](https://www.R-project.org/)
 754 [project.org/](https://www.R-project.org/).

755 Rezende, E. L., Albert, E. M., Fortuna, M. A., and Bascompte, J. (2009). Compartments
 756 in a marine food web associated with phylogeny, body mass, and habitat structure.
 757 *Ecology Letters* 12(8), 779-788.

758 Rezende, E. L., Lavabre, J. E., Guimarães, P. R., Jordano, P., and Bascompte, J. (2007).
759 Non-random coextinctions in phylogenetically structured mutualistic networks.
760 *Nature* 448(7156), 925-928.

761 Robinson, K. M., Hauzy, C., Loeuille, N., and Albrechtsen, B. R. (2015). Relative impacts
762 of environmental variation and evolutionary history on the nestedness and
763 modularity of tree–herbivore networks. *Ecology and Evolution* 5(14), 2898-2915.

764 Rodal, M., Barbosa, M., and Thomas, W. (2008) Do the seasonal forests in northeastern
765 Brazil represent a single floristic unit? *Brazilian Journal of Biology* 68, 467-475.

766 Sarmento, R., Alves-Costa, C. P., Ayub, A., and Mello, M. A. (2014). Partitioning of seed
767 dispersal services between birds and bats in a fragment of the Brazilian Atlantic
768 Forest. *Zoologia* 31(3), 245-255.

769 Schleuning, M., Fründ, J., and García, D. (2015). Predicting ecosystem functions from
770 biodiversity and mutualistic networks: an extension of trait-based concepts to
771 plant–animal interactions. *Ecography* 38(4), 380-392.

772 Sebastián-González, E., Dalsgaard, B., Sandel, B. and Guimarães Jr. P. R. (2015).
773 Macroecological trends in nestedness and modularity of seed-dispersal networks:
774 human impact matters. *Global Ecology and Biogeography* 24(3), 293-303.

775 Simberloff, D., and Dayan, T. (1991). The guild concept and the structure of ecological
776 communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 22(1), 115-143.

777 Stouffer, D. B., and Bascompte, J. (2011). Compartmentalization increases food-webs
778 persistence. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(9), 3648-3652.

779 SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente. (2013). Disponível
780 em: <http://www.sudema.pb.gov.br>. Acesso em: 20 de janeiro de 2014.

781 Telino Jr, W. R., Dias, M. M., de Azevedo Jr, S. M., Lyra-Neves, R. M., and Larrazábal
782 M. E. L. (2005). Estrutura trófica da avifauna na Reserva Estadual de Gurjaú,

783 Zona da Mata Sul, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22 (4):
784 962–973

785 Thébault, E., and Fontaine, C. (2010). Stability of ecological communities and the
786 architecture of mutualistic and trophic networks. *Science* 329(5993), 853-856.

787 Trøjelsgaard, K., and Olesen, J. M. (2013). Macroecology of pollination networks. *Global*
788 *Ecology and Biogeography* 22(2), 149-162.

789 van Schaik, C. P., Terborgh, J. W., and Wright, S. J. (1993). The Phenology of Tropical
790 Forests: Adaptive Significance and Consequences for Primary Consumers.
791 *Annual Review of Ecology and Systematics* 24: 353-377

792 Vasconcellos, A., Andreazze, R., Almeida, A.M., Araujo, H.F., Oliveira, E.S., and
793 Oliveira, U. (2010). Seasonality of insects in the semi-arid Caatinga of
794 northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 54(3), 471-476.

795 Veloso, H. P., Rangel Filho, A. L. R., and Lima, J. C. A. (1991). *Classificação da*
796 *vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. Ministério da Economia,
797 Fazenda e Planejamento, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,
798 Diretoria de Geociências, Departamento de Recursos Naturais e Estudos
799 Ambientais.

800 Weltri, E. A., and Joern, A. (2015). Structure of trophic and mutualistic networks across
801 broad environmental gradients. *Ecology and Evolution* 5(2), 326-334.

802 Wilman, H., Belmaker, J., Simpson, J., de la Rosa, C., Rivadeneira, M. M., and Jetz, W.
803 (2014). EltonTraits 1.0: Species-level foraging attributes of the world's birds and
804 mammals. *Ecology* 95(7), 2027-2027.

805 Wirta, H. K., Vesterinen, E. J., Hambäck, P. A., Weingartner, E., Rasmussen, C.,
806 Reneerkens, J., Schimit, N. M., Gilg, O., and Roslin, T. (2015). Exposing the
807 structure of an Arctic food web. *Ecology and Evolution* 5(17), 3842-3856.

Material suplementar

Tabela S1.

Matriz ponderada de interações entre as espécies de aves-itens alimentares em uma floresta úmida de altitude localizadas no Nordeste da América do Sul (Parque Estadual Mata do Pau Ferro, Areia, Brasil).

Matriz de interação entre ave-item alimentar na floresta úmida. Nas linhas encontram-se as espécies de aves. Nas colunas os itens-alimentares – FNC – Frutos não categorizados; Fsp – morfoespécie vegetal baseada no fruto/semente; Flsp – morfoespécie vegetal baseada na flor. Os valores nas células correspondem ao número de interações (links) observada entre a espécie de ave i e os item alimentar j . Grau – Total de links realizada pela espécie de ave i ou item alimentar j na rede de interações.

	Coleoptera	FNC	Formicidae	Isoptera	Hymenoptera	Larva	Orthoptera	Hemiptera	Aranae	Diptera	Homoptera	Lepidoptera	Fsp7	Blatodea	Fsp12	Chilopoda	Mantodea	Fsp13	Fsp14	Fsp8	Fsp11	Grau
<i>Synallaxis scutata</i>	6	2	4	3	4	3	3	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	30
<i>Conopophaga cearae</i>	7	0	6	4	3	0	4	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
<i>Turdus leucomelas</i>	2	7	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	5	0	4	1	0	2	2	1	0	27
<i>Neopelma pallescens</i>	3	7	6	2	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	26
<i>Manacus manacus</i>	0	14	4	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
<i>Basileuterus culicivorus</i>	6	0	4	1	5	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21

	Coleoptera	FNC	Formicidae	Isoptera	Hymenoptera	Larva	Orthoptera	Hemiptera	Aranae	Diptera	Homoptera	Lepidoptera	Fsp7	Blatodea	Fsp12	Chilopoda	Mantodea	Fsp13	Fsp14	Fsp8	Fsp11	Grau
<i>Chiroxiphia pareola</i>	0	15	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	21
<i>Dysithamnus mentalis</i>	6	1	6	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	21
<i>Myothlypis flaveola</i>	3	0	2	3	0	4	2	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
<i>Hemitriccus mirandae</i>	3	2	1	2	2	0	0	2	0	4	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	20
<i>Arremon taciturnus</i>	6	4	3	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
<i>Pyriglena leuconota</i>	3	0	1	0	3	0	6	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
<i>Formicivora grisea</i>	4	0	3	3	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
<i>Xenops minutus</i>	2	0	2	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
<i>Thamnophilus caerulescens</i>	6	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
<i>Synallaxis frontalis</i>	2	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Cantochilus longirostris</i>	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Cyanerpes cyaneus</i>	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Galbula ruficauda</i>	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Neocrex erythrops</i>	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Arundinicola leucocephala</i>	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Pachyramphus polychopterus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
<i>Tangara palmarum</i>	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Taraba major</i>	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Euphonia chlorotica</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Herpsilochmus atricapillus</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

	Coleoptera	FNC	Formicidae	Isoptera	Hymenoptera	Larva	Orthoptera	Hemiptera	Aranae	Diptera	Homoptera	Lepidoptera	Fsp7	Blatodea	Fsp12	Chilopoda	Mantodea	Fsp13	Fsp14	Fsp8	Fsp11	Grau
<i>Myiopagis caniceps</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Sturnella supercilialis</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Volatinia jacarina</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Dacnis cayana</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Forpus xanthopterygius</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Legatus leucophaeus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Myiopagis viridicata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Phaethornis pretrei</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pheugopedius genibarbis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Picumnus fulvescens</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Tangara cayana</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Veniliornis passerinus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Vireo olivaceus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Grau	71	64	52	37	31	21	18	15	9	7	6	6	6	5	5	4	2	2	2	1	1	365

Tabela S2. Matriz ponderada de interações entre as espécies de aves-itens alimentares em uma floresta seca de altitude localizadas no Nordeste da América do Sul (Serra de Santa Catarina, Aguiar, Brasil).

Matriz de interação entre ave-item alimentar na floresta seca. Nas linhas encontram-se as espécies de aves. Nas colunas os itens-alimentares – FNC – Frutos não categorizados; Fsp – morfoespécie vegetal baseada no fruto/semente; Flsp – morfoespécie vegetal baseada na flor. Os valores nas células correspondem ao número de interações (links) observada entre as espécies de ave *i* e os item alimentar *j*. Grau – Total de links realizada pela espécie de ave *i* ou item alimentar *j* na rede de interações.

	Coleoptera	Hymenoptera	Larva	Isoptera	Formicidae	Diptera	Orthoptera	FNC	<i>Zanthoxylum syncarpum</i>	Lepidoptera	Curculionidae	Araneae	Blatodea	Fsp2	Homoptera	Mantodea	Fsp5	Fsp8	Chilopoda	Phasmida	Fsp1	Fsp3	Fsp4	Fsp6	Fsp9	Fsp7	Fsp10	Fsp11	Flsp12	Chrysomelidae	Diplopoda	Grau
<i>Turdus amaurochalinus</i>	7	4	2	2	1	2	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	24
<i>Synallaxis scutata</i>	4	3	2	0	4	2	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	2	2	1	1	1	3	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	15
<i>Penelope jacucaca</i>	0	0	0	1	1	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	10
<i>Thamnophilus pelzelni</i>	4	0	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
<i>Casiornis fuscus</i>	0	0	0	1	0	2	0	1	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8

	Coleoptera	Hymenoptera	Larva	Isoptera	Formicidae	Diptera	Orthoptera	FNC	<i>Zanthoxylum syncarpum</i>	Lepidoptera	Curculionidae	Aranae	Blatodea	Fsp2	Homoptera	Mantodea	Fsp5	Fsp8	Chilopoda	Phasmida	Fsp1	Fsp3	Fsp4	Fsp6	Fsp9	Fsp7	Fsp10	Fsp11	Fsp12	Chrysomelidae	Diplopoda	Grau
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	1	0	3	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Myiopagis viridicata</i>	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Myiothlypis flaveola</i>	2	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
<i>Celeus ochraceus</i>	0	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Formicivora melanogaster</i>	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Furnarius leucopus</i>	2	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Myiodynastes maculatus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Herpsilochmus atricapillus</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Hemithraupis guira</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Leptotila verreauxi</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Phaeomyias murina</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Piculus chrysochloros</i>	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Tangara sayaca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3

	Coleoptera	Hymenoptera	Larva	Isoptera	Formicidae	Diptera	Orthoptera	FNC	<i>Zanthoxylum syncarpum</i>	Lepidoptera	Curculionidae	Aranae	Blatodea	Fsp2	Homoptera	Mantodea	Fsp5	Fsp8	Chilopoda	Phasmida	Fsp1	Fsp3	Fsp4	Fsp6	Fsp9	Fsp7	Fsp10	Fsp11	Fsp12	Chrysomelidae	Diplopoda	Grau
<i>Basileuterus culicivorus</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Campylorhamphus trochilirostris</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Cantorchilus longirostris</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Dendroplex picus</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Elaenia</i> sp	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Elaenia spectabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Lathrotriccus euleri</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Megarynchus pitangua</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Myrmorchilus strigilatus</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Nemosia pileata</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Trogon curucui</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Veniliornis passerinus</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Xiphocolaptes falcirostris</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Camptostoma obsoletum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1

	Coleoptera	Hymenoptera	Larva	Isoptera	Formicidae	Diptera	Orthoptera	FNC	Zanthoxylum syncarpum	Lepidoptera	Curculionidae	Aranae	Blatodea	Fsp2	Homoptera	Mantodea	Fsp5	Fsp8	Chilopoda	Phasmida	Fsp1	Fsp3	Fsp4	Fsp6	Fsp9	Fsp7	Fsp10	Fsp11	Fsp12	Chrysomelidae	Diplopoda	Grau	
Chlorostilbon lucidus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Coereba flaveola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Empidonomus varius	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Galbula ruficauda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Myiozetetes similis	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Picumnus fulvescens	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Polioptila plumbea	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Turdus rufiventris	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Vireo olivaceus	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Xenops rutilans	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Grau	3	2	2	1	1	1	9	8	8	6	5	4	4	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
	4	5	5	9	6	6																										3	

Tabela S3. Composição dos módulos identificados utilizando a função *listModuleInformation* do pacote *bipartite* (Dormann *et al.* 2009). O Estrato de forrageio, a dieta e a guilda seguiu (Wilman *et al.* 2014) com modificações baseado em estudos realizados em ambientes úmido e seco no nordeste da América do Sul (Telino Júnior *et al.* 2005; Araujo 2009) além de descrições da dieta de aves na plataforma on-line del Hoyo *et al.* (2016). ^Espécies de aves com mais interações (maiores graus) nas redes.

Composição dos módulos nas redes de interações nas florestas úmida e seca. Estrato de forrageio: gro – chão; und – sub-bosque; mid – médio bosque; can – dossel; aer – aéreo; wat – sobre a superfície da água. Dieta: Ins – inseto; InsGro – inseto no chão; InsTru - inseto no tronco; InsLea – inseto na folha; InseAer – inseto no ar; Vect - Vertebrados ectotérmicos; Vunk - Vertebrados em geral; Fruit – fruto; Nec – néctar; See – sementes; Gran – grãos; Plant – Material vegetal.

	Módulo	Estrato de forrageio	Dieta	Guilda	Espécie de ave	Item alimentar
Floresta úmida	1	mid	InsLea	Insetívore	<i>Herpsilochimus atricapillus</i>	Chilopoda
		can	InsLea	Insetívore	<i>Myiopagis caniceps</i>	Formicidae
		mid	Ins_Fruit	Insetívore_Frugívore	<i>Pachyrhamphus polychopterus</i>	Larva
		gro_und_mid	InsLea	Insetívore	<i>Formicivora grisea</i> *	Mantodea
		gro_und	InsLea	Insetívore	<i>Synallaxis frontalis</i> *	Blatodea
		mid_can	Ins_Fruit	Insetívore	<i>Myiopagis viridicata</i>	Aranea
		und_mid	Ins_Fruit	Onívore	<i>Neopelma pallescens</i> ^	
		und_can	InsTru	Insetívore	<i>Veniliornis passerinus</i>	
		und_mid	Inslea_Fruit	Insetívore	<i>Dsythamnus mentalis</i> *	

Módulo	Estrato de forrageio	Dieta	Guilda	Espécie de ave	Item alimentar
2	gro_und	InsAer	Insetívore	<i>Arundinicola leucocephala</i>	
	und_mid	InsTru	Insetívore	<i>Xenops minutus</i> *	
	gro_und	Ins_Fruit_See	Onívore	<i>Sturnella superciliaris</i>	
	mid_can	InsAer_Fruit	Insetívore	<i>Legatus leucophaius</i>	
	wat_gro	Ins_Gran	Insetívore	<i>Neocrex erythrops</i>	Fsp13
	mid_can_aer	Ins_Fruit	Onívore	<i>Dacnis cayana</i>	Fsp7
	gro	Ins_Fruit_See	Onívore	<i>Volatinia jacarina</i>	Fsp12
	und	Ins_Nec	Nectarívore	<i>Phaethornis petrei</i>	FNC
	mid_can	Ins_Fruit_See	Insetívore	<i>Vireo olivaceus</i>	Isoptera
	und_mid_can	InsTru	Insetívore	<i>Picumnus fulvescens</i>	Fsp14
	und_mid	InsLea	Insetívore	<i>Cantorchilus longirostris</i>	Fsp8
	grou_und_mid	Ins_Fruit	Onívore	<i>Turdus leucomelas</i> ^	Fsp11
	mid_can	Fruit	Onívore	<i>Euphonia chlorotica</i>	
	mid_can_aer	Ins_Fruit_See_Nec	Onívore	<i>Thraupis palmarum</i>	
	und_mid	Insaer_Fruit	Frugívore	<i>Manacus manacus</i> ^	
	und	Ins	Insetívore	<i>Pheogopedius genibarbis</i>	
	gro	Fruit_See	Frugívore	<i>Forpus xanthopterygius</i>	
	und_mid	InsAer_Fruit	Frugívore	<i>Chiroxiphia pareola</i>	
	und_mid	Ins_Fruit_See	Insetívore	<i>Thamnophilus caerulescens</i>	Coleoptera
	gro_und_mid	Ins_Vect	Insetívore	<i>Pyriglena leuconota</i>	Hymenoptera
3	gro	InsGro	Insetívore	<i>Synallaxis scutata</i> ^	Orthoptera
	mid_can	InsLea_Fruit	Insetívore	<i>Tolmomyias flaviventris</i>	Homoptera
	und_mid	InsAer	Insetívore	<i>Galbula ruficauda</i>	
	und_mid	Ins_Fruit	Insetívore	<i>Basileuterus culicivorus</i>	

	Módulo	Estrato de forrageio	Dieta	Guilda	Espécie de ave	Item alimentar
Floresta seca	4	gro_und_mid	Ins_Vend_Vect_Plant	Insetivore	<i>Taraba major</i>	
		gro_und	Ins_Fruit_See	Onivore	<i>Arremon taciturnus</i>	
		gro_und	InsLea	Insetivore	<i>Conopophaga cearae</i> ^	
		und_mid_can	Ins_Fruit	Onivore	<i>Tangara cayana</i>	Diptera
		und_mid	InsLea	Insetivore	<i>Hemitriccus mirandae</i>	Hemiptera
		und_mid_can	InsLea_Fruit	Frugivore	<i>Cyanerps cyaneus</i>	Lepidoptera
		gro_und	InsLea_Insagro	Insetivore	<i>Myiothlypis flaveola</i>	
	1	gro_und_mid	InsGro_InsTru	Insetivore	<i>Celeus ochraceus</i>	Hymenoptera
		gro_und_mid	InsLea	Insetivore	<i>Formicivora melanogaster</i>	Larva
		mid_can	Ins_Fruit	Insetivore	<i>Myiopagis viridicata</i>	Isoptera
		und_mid	InsTru_Vunk	Insetivore	<i>Campylorhamphus trochilorostris</i>	
		und_mid	InsLea	Insetivore	<i>Nemosia pileata</i>	
		und_can	InsTru	Insetivore	<i>Veniliornis passerinus</i>	
		gro_und	InsTru_Vunk_See	Insetivore	<i>Dencrocolaptes platyrostris</i>	
		und_mid_can	InsTru	Insetivore	<i>Picumnus fulvescens</i>	
		und_mid		Insetivore	<i>Xenops rutilans</i>	
		gro_und	Ins_Vec_Fruit	Insetivore	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	
	2	gro_mid_can	Ins_Fruit_See	Onivore	<i>Tangara sayaca</i>	Fsp9
						Fsp8
						Fsp7
	3	und_mid	Ins_Nec	Onivore	<i>Coereba flaveola</i>	Curculionidae
		und_mid	Ins_Fruit	Insetivore	<i>Basileuterus culicivorus</i>	Diptera
		mid_can	InsTru_Plant	Insetivore	<i>Sittasomus griseicapillus</i> ^	Chrysomelidae
		und_mid	InsLea	Insetivore	<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	

Módulo	Estrato de forrageio	Dieta	Guilda	Espécie de ave	Item alimentar
4	gro_und_mid	Ins_Fruit	Insetivore	<i>Turdus rufiventris</i>	
	gro_und_mid	InsTru	Insetivore	<i>Xyphocolaptes falcirostris</i>	
	gro	InsGro_InsLea	Insetivore	<i>Furnarius leucopus</i> *	
	und_mid_can	Ins_Vunk_Fruit_See	Onivore	<i>Megarynchus pitangua</i>	Fsp10
	und_mid	InsGro_InsLea	Insetivore	<i>Thamnophilus pelzelni</i> ^	Mantodea
	und_mid_can	InsLea	Insetivore	<i>Polioptila plumbea</i>	Coleoptera
	mid_canopy	InsLea_Fruit	Insetivore	<i>Tolmomyias flaviventris</i>	Chilopoda
	gro_und_mid_can	Ins_Fruit	Insetivore	<i>Turdus amaurochalinus</i> ^*	
5	gro	Ins_Fruit_See	Granivore_Frugivore	<i>Leptotila verreauxi</i>	Fsp3
					Fsp4
6	und	InsLea	Insetivore	<i>Lathrotriccus euelri</i>	<i>Zanthoxylum syncarpum</i>
	und_mid	Ins_Fruit	Insetivora	<i>Empidonomus varius</i>	Lepdoptera
	mid	Ins_Vect_Fruit	Onivore	<i>Miodynastes maculatus</i>	Fsp2
	und_mid_can	Ins	Insetivore	<i>Casiornis fuscus</i>	Phasmidae
	und_mid_can	Ins_Fruit	Insetivore_Frugivore	<i>Phaeomyias murina</i>	
	mid_can	Ins_Fruit_See	Insetivore	<i>Hemithraupis gruiro</i>	
				<i>Elaenia</i> sp	
	und_mid	InsAer	Insetivore	<i>Galbula ruficauda</i>	
7	mid_can	InsTru	Insetivore	<i>Piculus chrysochlorus</i>	Formicidae
	und_mid	InsLeav	Insetivore	<i>Cantorchilus longirostris</i>	Blatodea
	gro_und_mid_can	InsGro_InsLea	Insetivore	<i>Cnemotriccus fuscatus</i> *	Fsp1
	gro	InsGro	Insetivore	<i>Synallaxis scutata</i> ^*	Homoptera
	gro_und	InsLea_InsGro	Insetivore	<i>Myiothlypis flaveola</i> *	
	gro_und	InsLea	Insetivore	<i>Myrmorchilus strigilatus</i>	

Módulo	Estrato de forrageio	Dieta	Guilda	Espécie de ave	Item alimentar
8	mid_can	Ins_Fruit_See	Insetivore	<i>Vireo olivaceus</i>	Diplopoda
	gro_und_mid_can	InsAer_Fruit	Onivore	<i>Trogon curucui</i>	FNC
	gro_und_mid_can	Ins_Fruit_See	Onivore	<i>Myiozetetes similis</i>	Fsp6
	can	Ins_Fruit	Frugivore	<i>Elaenia spectabilis</i>	Fsp5
	gro_mid_can	Fruit_Plant	Onivore	<i>Penelope jacucaca</i> [^]	
9	mid	InsLea	Insetivore	<i>Herpsilochimus atricapillus</i>	Aranea
	und_mid	InsTru_Vect	Insetivore	<i>Dendroplex picus</i>	Orthoptera
10	mid_can	Ins_Fruit	Insetivore	<i>Camptostoma obsoletum</i>	Fsp11
11	mid_can	Ins_Nect	Insetivore_Nectarivore	<i>Chlorostilbon lucidus</i>	Flsp12

*Espécies de aves conectoras (valores de $z \leq 2.5$ e $c > 0.62$) de acordo com Olesen *et al.* (2007).