



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I - CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
CURSO DE GRADUAÇÃO LICENCIATURA E BACHARELADO  
EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**JOSÉ VINÍCIUS MARQUES CAVALCANTE**

**DISTRIBUIÇÃO ALTITUDINAL DE AVES NO SEMIÁRIDO,  
NORDESTE - BRASIL**

Campina Grande-PB  
2014

**JOSÉ VINÍCIUS MARQUES CAVALCANTE**

**DISTRIBUIÇÃO ALTITUDINAL DE AVES NO SEMIÁRIDO,  
NORDESTE - BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel/Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Helder Farias Pereira de Araujo  
Coorientador: Prof. Dr. Mathias Weller

Campina Grande-PB  
2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

C376d Cavalcante, José Vinícius Marques.  
Distribuição altitudinal de aves no semiárido, Nordeste-Brasil  
[manuscrito] / José Vinícius Marques Cavalcante. - 2014.  
30 p. : il.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências  
Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de  
Ciências Biológicas e da Saúde, 2014.

"Orientação: Prof. Dr. Helder Farias Pereira de Araujo,  
Universidade Federal da Paraíba".

"Co-Orientação: Prof. Dr. Mathias Weller, Departamento de  
Biologia".

1. Gradiente altitudinal. 2. Riqueza de espécies. 3. Avifauna  
neotropical. 4. Enclaves florestais. I. Título.

21. ed. CDD 591.5813

JOSÉ VINÍCIUS MARQUES CAVALCANTE

**DISTRIBUIÇÃO ALTITUDINAL DE AVES NO SEMIÁRIDO,  
NORDESTE – BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel/Licenciado em Ciências Biológicas.


Aprovado em 02 de Setembro de 2014

**BANCA EXAMINADORA**



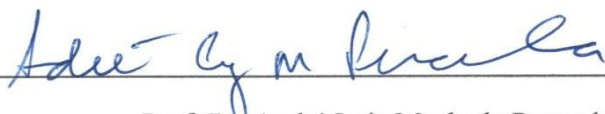
---

Prof. Dr. Helder Farias Pereira de Araujo/UFPB  
Orientador



---

Prof. MSc. Erich de Freitas Mariano/UFCG  
Examinador



---

Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha/UEPB  
Examinador

## **DISTRIBUIÇÃO ALTITUDINAL DE AVES NO SEMIÁRIDO, NORDESTE - BRASIL**

CAVALCANTE, José Vinícius Marques<sup>1</sup>; ARAUJO, Helder Farias Pereira<sup>2</sup>; WELLER, Mathias<sup>3</sup>

### **RESUMO**

A distribuição de espécies em gradientes espaciais representa um tema de interesse em estudos ecológicos. A riqueza de espécies em gradientes altitudinais, por exemplo, vem sendo abordada há muito tempo e ainda é alvo de pesquisas recentes. A princípio, um declínio monotônico do número de espécies com a altitude foi considerado como modelo global, mas a descrição de um padrão unimodal apresentando uma riqueza de espécies no meio do gradiente possibilitou a determinação de várias causas associadas à diversidade de padrões. A riqueza de aves em gradientes altitudinais passou a ser pesquisada de modo frequente, entretanto muitas lacunas ainda permanecem. Dessa forma a presente pesquisa tem como objetivo analisar a influência de gradientes altitudinais sobre uma comunidade de aves em uma área da encosta ocidental do Planalto da Borborema – Nordeste do Brasil. Foi utilizado o método de listagem de Mackinnon, em diferentes cotas altitudinais e nos períodos de estiagem e chuvoso, sendo avaliadas a riqueza total de espécies e sua dependência florestal através do software EstimateS 9.1 e do programa PAST. Uma riqueza de 154 espécies foi registrada, além de um pico de espécies nas zonas mais elevadas do gradiente, revelando a existência de variação altitudinal na comunidade de aves analisada. No entanto, essa variação foi diferenciada entre o período de estiagem e chuvoso, assim como entre grupos de aves com distintas dependências de habitats. Comprovando a importância desses fatores na compreensão de padrões de distribuição regionais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gradiente altitudinal. Riqueza de espécies. Avifauna neotropical. Enclaves florestais.

---

<sup>1</sup>José Vinícius Marques Cavalcante – Graduando Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas, email: vinimc12@gmail.com; <sup>2</sup>Helder Farias Pereira de Araújo – Departamento de Biologia (UEPB), email: helder@cca.ufpb.br; <sup>3</sup>Mathias Weller – Departamento de Biologia (UEPB), email: mathiasweller@hotmail.com

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	5
2.1 Variação altitudinal.....	5
2.2 Distribuição de aves ao longo de gradientes altitudinais.....	6
2.3. Aves da Caatinga: perspectivas para abordagens de possíveis padrões altitudinais.....	7
3. METODOLOGIA.....	8
3.1 Área de estudo.....	8
3.2 Metodologia aplicada.....	10
3.3 Análise de dados.....	10
4. RESULTADOS.....	11
5. DISCUSSÃO.....	21
6. REFERÊNCIAS.....	25

## 1. INTRODUÇÃO

Os padrões espaciais que moldam a biodiversidade e os mecanismos que os regem são pontos cruciais em estudos ecológicos, bem como o esforço em reunir evidências sobre os processos que conduziram a atual distribuição das espécies (Begon *et al.*, 2007). A busca por padrões de distribuição altitudinal, por exemplo, corresponde a abordagens que se tornaram foco de pesquisadores desde o século XIX (Darwin, 1839; Von Humboldt, 1849; Wallace, 1876; 1878).

Na tentativa de compreender possíveis padrões existentes em gradientes altitudinais, admitiu-se a princípio uma diminuição na riqueza de espécies com a altitude como modelo predominante, caracterizando uma riqueza de aspecto monotônico que seria extensível a diferentes regiões (Stevens, 1992). Posteriormente, com o surgimento de um padrão unimodal, apresentando um pico de espécies na região intermediária da elevação (Terborgh, 1977), caracteres como fatores bióticos e abióticos e a importância da padronização amostral passaram a representar causas de relevância para o entendimento de variações não explicadas pelo modelo monotônico (Rahbek, 1995; 1997).

A sobreposição de comunidades de média a alta diversidade no meio do gradiente, assim como as diferentes dimensões entre as áreas amostradas também foram citadas para justificar o padrão unimodal (Lomolino, 2001).

A influência da área na determinação de padrões ganhou destaque após a criação de modelos nulos, que randomizam a distribuição das amplitudes altitudinais em zonas geográficas reduzidas, produzindo curvas que mostram uma maior riqueza de espécies no meio do gradiente (Colwell & Hurtt, 1994), esse fato representou o passo inicial na concepção do termo *mid-domain effect* (MDE), um tipo de modelo nulo que prevê uma sobreposição de zonas altitudinais quando barreiras como topos de montanhas restringem a distribuição de comunidades bióticas (Colwell & Lees, 2000; Colwell *et al.*, 2004).

Apesar dos modelos nulos serem comumente empregados em pesquisas envolvendo gradientes altitudinais, a sua utilidade prática passou a ser questionada em virtude de estarem baseados apenas em restrições espaciais, sendo pouco efetivos diante de desvios acentuados nas previsões obtidas (McCain, 2004). Além disso, mostram-se imprecisos no que se refere à variação de padrões de riqueza ao longo dos gradientes (Zapata *et al.*, 2003).

Recentemente, Sanders & Rahbek (2012) alertaram para o fato de que nenhum mecanismo isolado é suficiente para compreender a variação em gradientes altitudinais, seja este modelo nulo ou mesmo fator natural.

Quanto aos táxons referenciados em pesquisas com gradientes altitudinais, as aves têm demonstrado ser um grupo bastante promissor na busca pela identificação de padrões, isso deve-se principalmente a predominância de hábitos diurnos, a especificidade de habitats e a diversidade que apresentam (McCain, 2009).

No Neotrópico, os Andes representam até o momento a maior fonte de informações sobre a riqueza de aves em gradientes altitudinais (Rahbek, 1997; Kattan & Franco, 2004; Herzog *et al.*, 2005; Martínez & Rechberger, 2007; Ibarra *et al.*, 2010).

Entretanto, a relação entre riqueza de espécies/altitude em outras regiões neotropicais foi documentada apenas de forma esparsa, representando até o momento somente alguns domínios fitogeográficos como Mata Atlântica (Cavarzere, 2010; Vieira, 2013) e Cerrado (Purificação *et al.*, 2013).

Dessa forma, abordagens em outros ecossistemas sul americanos mostram-se necessárias para um melhor entendimento dos padrões em regiões neotropicais distintas como, por exemplo, em Florestas Estacionais situadas em formações altimontanas da Caatinga, que apresentam trechos de vegetação arbórea e climas mais amenos condicionados pela altitude (Souza & Oliveira, 2006; Rodal *et al.*, 2008; Cunha & Silva Júnior, 2014). Considerando a importantes na descrição de padrões altitudinais (McCain, 2009) e que o conhecimento sobre distintas amplitudes de distribuição é crucial para diagnosticar espécies mais sensíveis a impactos ambientais (Ricklefs, 2006).

Assim, a presente pesquisa tem como objetivo analisar a existência de variação da avifauna ao longo de um gradiente altitudinal em uma área da encosta ocidental do Planalto da Borborema – Nordeste do Brasil.



## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 VARIAÇÃO ALTITUDINAL

A distribuição espacial de seres vivos representa uma peça chave no entendimento de questões biogeográficas, não é a toa que muitos pesquisadores ainda no século XIX já mostravam interesse pelo tema ao investigar padrões altitudinais de riqueza (Darwin, 1839; Von Humboldt, 1849). Inicialmente, uma diminuição monotônica na riqueza de espécies com a altitude foi considerada como modelo preponderante em gradientes altitudinais (Stevens, 1992). Entretanto, a padronização do esforço amostral trouxe novas perspectivas na tentativa de compreender a relação riqueza/altitude, mediante o surgimento de um padrão unimodal, caracterizado pelo pico de espécies na porção intermediária da elevação (Terborgh, 1977).

Com a descrição desse novo padrão, fatores como impactos antrópicos, relações espaciais e climáticas entre as áreas amostradas e estruturação geológica do gradiente, foram elencados para explicar desvios que não se encaixam no modelo monotônico (Rahbek, 1995; 1997).

A teoria da sobreposição de ecótonos de média a alta diversidade na região intermediária do gradiente, além de processos periódicos como migração, especiação e extinção também foram associados ao padrão unimodal (Lomolino, 2001).

Diversos táxons passaram a ser analisados visando à determinação de novos padrões ou uma melhor compreensão dos padrões existentes, destacando-se os trabalhos com aves (Kattan & Franco, 2004; Herzog *et al.*, 2005; McCain, 2009; Blancas-Calva *et al.*, 2010; Ibarra *et al.*, 2010; Cavarzere, 2010; Vieira, 2013), pequenos mamíferos (Heaney, 2001; McCain, 2003; 2004; 2005; 2007; 2011) e plantas (Borges *et al.*, 2011; Cuesta *et al.*, 2012; Trigas *et al.*, 2013). Além de abordagens menos abrangentes envolvendo formigas (Sanders, 2002); opiliões (Almeida-Neto *et al.*, 2006); moluscos terrestres (Nunes & Santos, 2011) e anfíbios (Siqueira & Rocha, 2013).

Dessa forma, várias descobertas sobre a relação de riqueza em gradientes altitudinais continuaram surgindo, embora muitas vezes tenham sido direcionadas a um fator biogeográfico isolado (Heaney, 2001), contribuindo para permanência de muitas lacunas sobre prováveis causas associadas aos padrões.

No entanto, a compilação de informações permitiu ainda a criação de modelos nulos, que simulam e distribuem amplitudes altitudinais em zonas geográficas

reduzidas, produzindo curvas com uma riqueza máxima de espécies no meio do gradiente (Colwell & Hurtt, 1994), esses modelos anteciparam o surgimento do termo *mid-domain effect* (MDE) que prevê uma sobreposição de extratos altitudinais quando oceanos, topos de montanhas ou outra barreira biogeográfica restringem a distribuição biótica (Colwell & Lees, 2000; Colwell *et al.*, 2004).

Os modelos nulos tornaram-se desde então artifícios importantes para a compreensão de padrões altitudinais, mas deve-se avaliar criticamente a generalidade deste padrão emergente já que ele leva em conta somente restrições espaciais e relaciona processos completamente estocásticos (Lomolino, 2001). Afinal nenhum parâmetro isolado seja a partir de modelos nulos ou mesmo de condicionantes ambientais é auto-suficiente para compreender toda a correlação de elementos que permeiam a distribuição de espécies (Sanders & Rahbek, 2012).

## 2.2 DISTRIBUIÇÃO DE AVES AO LONGO DE GRADIENTES ALTITUDINAIS

As aves representam um dos táxons extensivamente pesquisados quando se trata de gradientes altitudinais e seus respectivos padrões, sobretudo por ser um grupo muito rico em número de espécies e por possuírem hábitos predominantemente diurnos, além de habitats bem específicos (McCain, 2009).

Padrões altitudinais relativos a esse grupo estendem-se a diferentes regiões do globo. No continente asiático a Cordilheira do Himalaia simboliza um dos gradientes mais intrigantes, em sua vertente leste foi registrado um pico de espécies por volta dos 2.000m, apesar da existência de baixas temperaturas (Achrya *et al.*, 2011). Na Ilha Hainan (China) um máximo de espécies foi observado próximo a 1.000m, cota mais alta analisada que variava de 889 à 1025 m de altitude (Zou *et al.*, 2012).

No México, Blancas-Calva *et al.* (2010) conduziram um estudo no conjunto de elevações que forma a província biótica de Sierra Madre del Sur e encontraram três composições de aves diferentes associadas a diversidade de condições climáticas.

Nas últimas décadas, a região compreendida pela Cordilheira dos Andes vem sendo foco de muitos trabalhos científicos que buscam descrever ou mesmo comparar padrões altitudinais da avifauna neotropical (Terborgh, 1971; 1977; Rahbek, 1997; Kattan & Franco, 2004; Martínez & Rechberger, 2007; Ibarra *et al.*, 2010).

Por outro lado, em algumas regiões neotropicais as abordagens mostram-se insuficientes ou completamente desconhecidas, e apesar da variedade de relevo e clima que estas áreas possuem, as pesquisas desenvolvidas são relativamente recentes e envolvem somente domínios como Mata Atlântica (Cavarzere, 2010; Vieira, 2013) e Cerrado (Purificação *et al.*, 2013).

### 2.3. AVES DA CAATINGA: PERSPECTIVAS PARA ABORDAGENS DE POSSÍVEIS PADRÕES ALTITUDINAIS

A Caatinga é um dos domínios fitogeográficos mais ameaçados e menos conhecidos do Brasil (Castro & Cavalcante, 2011), resguardando um grande número de endemismos da fauna (Cracraft, 1985) e flora (Giulietti *et al.*, 2002). Entretanto, suas unidades de conservação abrangem menos de 2% do território, configurando-a como ambiente natural brasileiro menos protegido (Leal *et al.*, 2003).

E devido ao alto índice de degradação antrópica, a Caatinga é a terceira formação vegetacional brasileira mais impactada, ficando atrás apenas da Mata Atlântica e do Cerrado (Myers *et al.*, 2000).

No que diz respeito à riqueza da avifauna, um total de aproximadamente 510 espécies pode ser contabilizado (Silva *et al.*, 2003), mas foram realizadas recorrentes subestimativas (Sick, 1965; Souto & Hazin, 1995; Pacheco & Bauer, 2000), pelo fato de terem sido desconsideradas espécies que residem em enclaves florestais. Esses ambientes localizam-se em superfícies de topografia elevada, submetidas à influência de microclimas de altitude (Ab'Sáber, 1970, 1974) e essas condições climáticas são significativamente importantes para a investigação de padrões altitudinais (McCain, 2009).

Além disso, a própria diversificação fitofisionômica que consiste em predominância de vegetação arbustiva nas áreas interplanálticas e trechos de vegetação arbórea nos enclaves florestais montanhosos (Araújo *et al.*, 2005) é responsável por uma diferenciação na avifauna da Caatinga em dois grupos principais, de acordo com essas composições florísticas (Araujo e colaboradores *in. prep.*). E tal associação deve ser considerada na investigação de padrões de distribuição de aves nessa região.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Área de estudo

As duas regiões do relevo que fazem parte da área de estudo, Depressão sertaneja e Planalto da Borborema, estão localizadas no Nordeste do Brasil e são bastante distintas entre si.

A depressão sertaneja é uma planície típica do semiárido nordestino com extensivas áreas planas e elevações pontuais como paisagens serranas isoladas e inselbergs (Silva *et al.*, 2003).

O Planalto da Borborema, por sua vez, é um imenso agrupamento rochoso que se estende pelo território nordestino no sentido norte-sul, variando altitudinalmente entre 500 e 600m com picos extremos que ultrapassam os 1.000m (Oliveira & Medeiros, 2012). A chamada Zona Transversal do planalto agrega uma sucessão de maciços residuais que deram origem aos batólitos das Serras do Teixeira e da Baixa Verde encontradas em limites dos estados de Pernambuco e Paraíba, tais áreas receberam a atuação de movimentos tectônicos responsáveis pela atual conformação do Pico do Jabre, o ponto mais elevado do planalto e um dos maiores do Nordeste brasileiro (Corrêa *et al.*, 2010).

As altitudes mais baixas do gradiente (250-350m) abrangem áreas de transição entre o Planalto e a Depressão sertaneja, no município de São José do Bonfim-PB (7° 09'39.97"S; 37° 18'14.26"O) que possui clima Aw'-Quente-úmido, bioclima 4aTh-Tropical quente com seca acentuada, pluviometria média anual de 715,3mm, além de uma vegetação arbustiva e temperatura média anual variando entre 24 e 25 °C. A topografia apresenta-se com relevo ondulado à suavemente ondulado (CPRM, 2005a).

A maior parte dos pontos amostrados (cotas 450-550m, 650-750m e 850-950m) encontra-se na vertente ocidental da Borborema (mesorregião do Sertão paraibano), território que corresponde ao município de Teixeira-PB (7° 13'17.20"S; 37° 15'10.12"O) detentor de clima Aw'-Quente úmido, bioclima 4ath-Tropical quente com seca acentuada, pluviometria média anual de 714,6mm, vegetação do tipo Mata-Serrana e temperatura média anual entre 23 e 24 °C. A topografia apresenta relevo ondulado a fortemente ondulado, com cotas que variam entre 630 à 750m, algumas podendo ultrapassar os 900m. A Serra do Teixeira faz parte do alto curso dos rios Espinharas e Taperoá (CPRM, 2005b).

Um ponto da cota 850-950m e a localidade mais alta do gradiente que ultrapassa os 1.000m localizam-se no Parque Estadual Pico do Jabre (criado como unidade ambiental em 19 de outubro de 2002, pelo Decreto nº 23.060), o mesmo pertence ao município de Maturéia-PB (7° 15'44.23"S; 37° 21'04.78"O) que possui clima Aw'-Quente úmido, com bioclima 4aTh-Tropical e seca acentuada, pluviometria média anual de 746mm, vegetação do tipo Mata-Serrana e uma temperatura média anual ente 24 e 25 °C. A topografia em toda a área do município apresenta relevo ondulado a fortemente ondulado com cotas que variam entre 750m até acima de 1.000 m (CPRM, 2005c).

Ao todo 13 pontos foram amostrados para investigar a diversidade de aves sob influencia de um gradiente altitudinal (Tabela 1):

**Tabela 1:** Localidades amostradas com respectivas altitudes e ambientes amostrados. UTM (Universal Transversa de Mercator)

<b>Pontos</b>	<b>Cotas de Altitude</b>	<b>Local</b>	<b>Coordenadas Geográficas (UTM)</b>	<b>Ambiente(s) predominante(s)</b>
<b>1</b>	<b>250-350m-a</b>	<b>São José do Bonfim-PB</b>	24M 686934.62m E 9202384.07m S	Caatinga arbustiva
<b>2</b>	<b>250-350m-b</b>	<b>São José do Bonfim-PB</b>	24M 681427.08m E 9205531.90m S	Caatinga arbustiva
<b>3</b>	<b>250-350m-c</b>	<b>São José do Bonfim-PB</b>	24M 695253.90m E 9205981.05m S	Caatinga arbustiva
<b>4</b>	<b>450-550m-a</b>	<b>Teixeira-PB</b>	24M 687201.51m E 9204495.33m S	Caatinga arbustiva
<b>5</b>	<b>450-550m-b</b>	<b>Teixeira-PB</b>	24M 694245.29m E 9204472.68m S	Caatinga arbustiva
<b>6</b>	<b>450-550m-c</b>	<b>Teixeira-PB</b>	24M 683651.55m E 9203837.16m S	Caatinga arbustiva/arbórea
<b>7</b>	<b>650-750m-a</b>	<b>Teixeira-PB</b>	24M 690475.02m E 9202057.11m S	Caatinga arbustiva
<b>8</b>	<b>650-750m-b</b>	<b>Teixeira-PB</b>	24M 696495.62m E 9203475.75m S	Caatinga arbustiva
<b>9</b>	<b>650-750m-c</b>	<b>Teixeira-PB</b>	24M 685737.36m E 9203083.18m S	Caatinga arbustiva/arbórea
<b>10</b>	<b>850-950m-a</b>	<b>Teixeira-PB</b>	24M 696853.92m E 9201520.95m S	Caatinga arbustiva/arbórea
<b>11</b>	<b>850-950m-b</b>	<b>Teixeira-PB</b>	24M 686829.12m E 9201848.03m S	Caatinga arbórea/floresta
<b>12</b>	<b>850-950m-c</b>	<b>Maturéia-PB</b>	24M 678178.83m E 9197238.41m S	Caatinga arbórea/floresta
<b>13</b>	<b>&gt;1.000m</b>	<b>Maturéia-PB</b>	24M 678202.02m E 9198318.48m S	Caatinga arbórea/floresta

### 3.2 Metodologia aplicada

As amostragens ocorreram entre Setembro de 2013 e Abril de 2014, por meio de observações diretas das aves através do método da listagem de Mackinnon (Sutherland *et al.*, 2004), com listas de 10 espécies como unidade amostral (Bibby *et al.*, 1992, Ribon, 2010). Foram realizadas 20 listas por ponto de amostragem (10 referentes ao período de estiagem e as outras 10 ao período chuvoso), contabilizando 60 listas por cota de altura (exceto para a cota acima de 1.000m que tinha um único ponto) e um total geral de 260 listas.

A amostragem ocorria nas primeiras horas da manhã, condizente com o início das atividades das aves. A distância percorrida nos transectos dependia primordialmente da cota altitudinal em análise e do acesso específico de cada localidade sendo todos os ambientes amostrados. Os registros de algumas espécies noturnas não foram incluídos nas análises por não terem sido amostradas durante a realização das listas de Mackinnon.

Foram utilizados cadernos de anotações que apresentavam espaço destinado à caracterização do ponto em questão, além de local reservado a caracteres como: espécie, número de indivíduos e ambiente. A técnica do playback foi empregada para atrair as aves e auxiliar na identificação, assim como uma câmera OLYMPUS -SP 810-815 para possíveis registros visuais.

### 3.3 Análise de dados

A nomenclatura das espécies registradas seguiu a classificação taxonômica do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2014). As espécies foram categorizadas de acordo com a sua dependência florestal em três categorias: (IND) **independente**: espécie associada apenas a vegetações abertas; (SDE) **semidependente**: espécie que ocorre nos mosaicos formados pelo contato entre florestas e formações vegetacionais abertas; (DEP) **dependente**: espécie com maior dependência de ambientes florestais. Esses dados basearam-se em informações contidas em literatura (Stotz *et al.*, 1996, Silva *et al.*, 2003).

O número total de espécies observadas em cada cota altitudinal foi obtido com o software EstimateS 9.1 (Colwell, 2013) e representado por uma curva de rarefação (Chazdon *et al.*, 1998).

A riqueza de espécies nos diferentes pontos foi organizada em planilhas a partir de um banco geral de dados. Já para o fator de relação entre a riqueza de espécies e a altitude dos pontos amostrados foi utilizado o coeficiente de correlação riqueza X altitude ( $r^2$ ). A comparação entre as áreas amostradas quanto à composição de espécies teve como precursor o índice de similaridade de Jaccard, por meio de uma análise de agrupamento utilizando o software PAST (1999-2013).

#### 4. RESULTADOS

Através do método de listagem de Mackinnon, foi possível registrar uma riqueza de 154 espécies, e, ao adicionar os registros assistemáticos atingiu-se um total de 158 espécies distribuídas em 38 famílias (Tabela 2). A família mais representativa foi Tyrannidae com um total de 29 espécies, seguida de Thraupidae com 13, Furnariidae com 10 e Thamnophilidae com 8 espécies. Foram registradas 73 espécies (47%) independentes de ambientes florestais; 58 espécies (38%) semidependentes e 23 (15%) dependentes.

**Tabela 2:** Lista de espécies registradas durante as amostragens. Período de estiagem (ES); período chuvoso (CH); Cotas de altitude: 250-350m, 450-550m, 650-750m, 850-950m, acima de 1.000m. Uso de Habitat (UH): espécies associadas a ambientes abertos (1), espécies semidependentes de ambientes florestais (2), espécies dependentes de ambientes florestais (3), (Stotz *et al.*, 1996, Silva *et al.*, 2003).

TÁXON	Período	250-350m	450-550m	650-750m	850-950m	> 1000	U.H.
Tinamidae Gray, 1840							
<i>Crypturellus parvirostris</i> (Wagler, 1827)	ES / CH	X	X	X	X	X	1
<i>Crypturellus tataupa</i> (Temminck, 1815)	ES / CH	X	X	X	X	X	3
<i>Nothura boraquira</i> (Spix, 1825)	ES / CH	X	X	X	X		2
<i>Nothura maculosa</i> (Temminck, 1815)	ES / CH	X	X	X	X	X	1
Podicipedidae Bonaparte, 1831							
<i>Tachybaptus dominicus</i> (Linnaeus, 1766)	CH	X					1
Ardeidae Leach, 1820							
<i>Tigrisoma lineatum</i> (Boddaert, 1783)	CH	X		X			1
<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	CH	X		X			1
<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	ES / CH	X		X	X		1
<i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758	CH	X		X			1

TÁXON	Período	250-350m	450-550m	650-750m	850-950m	> 1000	U.H.
<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782)	CH	X		X			1
Cathartidae Lafresnaye, 1839							
<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	ES / CH	X	X	X	X	X	1
<i>Cathartes burrovianus</i> Cassin, 1845	ES / CH	X	X	X	X	X	1
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	ES / CH	X	X	X	X	X	1
Accipitridae Vigors, 1824							
<i>Gampsonyx swainsonii</i> Vigors, 1825	CH	X	X				1
<i>Geranoospiza caerulescens</i> (Vieillot, 1817)	ES / CH	X		X	X	X	2
<i>Heterospizias meridionalis</i> (Latham, 1790)	CH	X	X	X	X		1
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	ES / CH	X	X	X	X	X	1
<i>Geranoaetus albicaudatus</i> (Vieillot, 1816)	ES / CH	X		X	X		1
<i>Geranoaetus melanoleucus</i> (Vieillot, 1819)	ES / CH		X	X	X	X	1
<i>Buteo nitidus</i> (Latham, 1790)	ES / CH				X	X	2
<i>Buteo brachyurus</i> Vieillot, 1816	ES / CH		X	X	X	X	2
Charadriidae Leach, 1820							
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	ES / CH	X		X	X		1
Jacanidae Chenu & Des Murs, 1854							
<i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766)	CH	X		X			1
Columbidae Leach, 1820							
<i>Columbina minuta</i> (Linnaeus, 1766)	ES / CH	X	X	X	X	X	1
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1811)	ES / CH	X	X		X	X	1
<i>Columbina picui</i> (Temminck, 1813)	ES / CH	X	X	X	X	X	1
<i>Claravis pretiosa</i> (Ferrari-Perez, 1886)	ES / CH				X	X	2
<i>Patagioenas picazuro</i> (Temminck, 1813)	CH	X		X	X		2
<i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs, 1847)	CH	X	X	X	X		1
<i>Leptotila verreauxi</i> Bonaparte, 1855	ES / CH	X	X	X	X	X	2
Cuculidae Leach, 1820							
<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	ES / CH				X	X	2
<i>Coccyzus melacoryphus</i> Vieillot, 1817	ES / CH	X	X	X	X	X	2
<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	ES / CH	X		X	X		1
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	ES / CH	X	X	X	X		1
<i>Tapera naevia</i> (Linnaeus, 1766)	ES / CH			X	X	X	1
Strigidae Leach, 1820							
<i>Megascops choliba</i> (Vieillot, 1817)	ES / CH		X	X	X		2
<i>Glaucidium brasilianum</i> (Gmelin, 1788)	ES / CH		X	X	X	X	2
<i>Athene cunicularia</i> (Molina, 1782)	ES / CH	X		X	X		1
Caprimulgidae Vigors, 1825							
<i>Hydropsalis parvula</i> (Gould, 1837)	ES / CH	X	X	X	X	X	1
<i>Hydropsalis hirundinacea</i> (Spix, 1825)	ES / CH	X	X	X	X	X	1
Apodidae Olphe-Galliard, 1887							
<i>Streptoprocne biscutata</i> (Sclater, 1866)	CH	X					1
<i>Tachornis squamata</i> (Cassin, 1853)	ES / CH	X			X		1
Trochilidae Vigors, 1825							
<i>Anopetia gounellei</i> (Boucard, 1891)	ES / CH		X	X	X	X	3
<i>Eupetomena macroura</i> (Gmelin, 1788)	ES / CH	X	X	X	X	X	1



TÁXON	Período	250-350m	450-550m	650-750m	850-950m	> 1000	U.H.
<i>Anthracothorax nigricollis</i> (Vieillot, 1817)	CH				X	X	2
<i>Chrysolampis mosquitus</i> (Linnaeus, 1758)	CH	X	X	X	X	X	1
<i>Chlorostilbon lucidus</i> (Shaw, 1812)	ES / CH	X	X	X	X	X	2
<i>Amazilia fimbriata</i> (Gmelin, 1788)	ES / CH			X	X	X	2
<i>Heliomaster squamosus</i> (Temminck, 1823)	CH			X	X	X	3
Alcedinidae Rafinesque, 1815							
<i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788)	CH	X		X			2
Galbulidae Vigors, 1825							
<i>Galbula ruficauda</i> Cuvier, 1816	CH	X		X			2
Bucconidae Horsfield, 1821							
<i>Nystalus maculatus</i> (Gmelin, 1788)	ES / CH	X	X	X	X	X	2
Picidae Leach, 1820							
<i>Picumnus fulvescens</i> Stager, 1961	ES / CH	X	X	X	X	X	2
<i>Veniliornis passerinus</i> (Linnaeus, 1766)	ES / CH	X	X	X	X	X	2
<i>Piculus chrysochloros</i> (Vieillot, 1818)	CH	X	X	X	X	X	3
<i>Colaptes melanochloros</i> (Gmelin, 1788)	ES / CH	X	X	X	X	X	2
<i>Colaptes campestris</i> (Vieillot, 1818)	CH	X	X				1
<i>Campephilus melanoleucos</i> (Gmelin, 1788)	CH	X	X	X	X		3
Falconidae Leach, 1820							
<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	ES / CH	X	X	X	X		1
<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	ES / CH	X	X				1
<i>Herpetotheres cachinnans</i> (Linnaeus, 1758)	ES / CH		X	X	X		2
<i>Micrastur semitorquatus</i> (Vieillot, 1817)	ES / CH				X	X	2
<i>Falco sparverius</i> Linnaeus, 1758	CH	X					1
Psittacidae Rafinesque, 1815							
<i>Eupsittula cactorum</i> (Kuhl, 1820)	ES / CH	X	X	X	X		2
<i>Forpus xanthopterygius</i> (Spix, 1824)	ES / CH	X	X	X	X	X	1
Thamnophilidae Swainson, 1824							
<i>Myrmorchilus strigilatus</i> (Wied, 1831)	ES / CH	X	X	X	X	X	2
<i>Formicivora melanogaster</i> Pelzeln, 1868	ES / CH	X	X	X	X	X	2
<i>Herpsilochmus atricapillus</i> Pelzeln, 1868	ES / CH			X	X	X	3
<i>Sakesphorus cristatus</i> (Wied, 1831)	ES / CH			X	X	X	2
<i>Thamnophilus capistratus</i> Lesson, 1840	ES / CH	X	X	X	X	X	2
<i>Thamnophilus torquatus</i> Swainson, 1825	ES / CH			X	X	X	1
<i>Thamnophilus pelzelni</i> Hellmayr, 1924	ES / CH			X	X	X	3
<i>Taraba major</i> (Vieillot, 1816)	ES / CH	X	X	X	X	X	2
Dendrocolaptidae Gray, 1840							
<i>Sittasomus griseicapillus</i> (Vieillot, 1818)	CH	X	X	X	X	X	3
<i>Dendroplex picus</i> (Gmelin, 1788)	ES / CH				X	X	2
<i>Lepidocolaptes angustirostris</i> (Vieillot, 1818)	ES / CH	X	X	X	X	X	1
Furnariidae Gray, 1840							
<i>Furnarius figulus</i> (Lichtenstein, 1823)	CH	X		X			1
<i>Furnarius leucopus</i> Swainson, 1838	ES / CH	X	X		X		2
<i>Pseudoseisura cristata</i> (Spix, 1824)	ES / CH	X	X	X	X		2
<i>Phacellodomus rufifrons</i> (Wied, 1821)	ES / CH	X	X	X	X		2

TÁXON	Período	250-350m	450-550m	650-750m	850-950m	> 1000	U.H.
<i>Certhiaxis cinnamomeus</i> (Gmelin, 1788)	CH	X		X			1
<i>Synallaxis hellmayri</i> Reiser, 1905	ES / CH	X	X	X	X	X	1
<i>Synallaxis frontalis</i> Pelzeln, 1859	ES / CH	X	X	X	X	X	3
<i>Synallaxis albescens</i> Temminck, 1823	ES / CH		X	X	X	X	1
<i>Synallaxis scutata</i> Sclater, 1859	ES / CH				X	X	2
<i>Cranioleuca semicinerea</i> (Reichenbach, 1853)	ES / CH				X	X	2
Tityridae Gray, 1840							
<i>Pachyramphus polychopterus</i> (Vieillot, 1818)	CH	X	X	X	X	X	2
<i>Pachyramphus validus</i> (Lichtenstein, 1823)	CH		X	X	X	X	3
<i>Xenopsaris albinucha</i> (Burmeister, 1869)	CH	X					1
Rynchocyclidae Berlepsch, 1907							
<i>Tolmomyias flaviventris</i> (Wied, 1831)	ES / CH	X					3
<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	ES / CH	X	X	X	X	X	2
<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	ES / CH	X	X	X	X	X	2
Tyrannidae Vigors, 1825							
<i>Hirundinea ferruginea</i> (Gmelin, 1788)	ES / CH		X	X	X	X	2
<i>Stigmatura napensis</i> Chapman, 1926	ES / CH	X		X	X		1
<i>Euscarthmus meloryphus</i> Wied, 1831	ES / CH	X	X	X	X	X	2
<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	ES / CH	X	X	X	X	X	1
<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	ES / CH	X		X	X	X	2
<i>Elaenia spectabilis</i> Pelzeln, 1868	ES / CH	X	X	X	X		3
<i>Elaenia chilensis</i> Hellmayr, 1927	ES / CH				X	X	1
<i>Elaenia cristata</i> Pelzeln, 1868	CH				X		1
<i>Myiopagis viridicata</i> (Vieillot, 1817)	ES / CH				X	X	3
<i>Phaeomyias murina</i> (Spix, 1825)	ES / CH	X		X	X		1
<i>Phyllomyias fasciatus</i> (Thunberg, 1822)	ES / CH			X	X	X	2
<i>Serpophaga subcristata</i> (Vieillot, 1817)	ES / CH				X	X	2
<i>Myiarchus ferox</i> (Gmelin, 1789)	CH	X					2
<i>Myiarchus tyrannulus</i> (Statius Muller, 1776)	ES / CH		X	X	X		2
<i>Casiornis fuscus</i> Sclater & Salvin, 1873	ES / CH	X	X				3
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	ES / CH	X	X	X	X	X	1
<i>Machetornis rixosa</i> (Vieillot, 1819)	CH	X		X	X		1
<i>Myiodynastes maculatus</i> (Statius Muller, 1776)	CH	X					3
<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	CH				X	X	2
<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	ES / CH	X	X	X	X	X	2
<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	ES / CH	X	X	X	X	X	1
<i>Empidonomus varius</i> (Vieillot, 1818)	ES / CH	X	X	X	X	X	2
<i>Myiophobus fasciatus</i> (Statius Muller, 1776)	ES / CH	X	X	X	X	X	1
<i>Sublegatus modestus</i> (Wied, 1831)	ES / CH	X	X				2
<i>Fluvicola albiventer</i> (Spix, 1825)	CH	X		X			1
<i>Fluvicola nengeta</i> (Linnaeus, 1766)	CH	X		X	X		1
<i>Arundinicola leucocephala</i> (Linnaeus, 1764)	CH	X		X			1
<i>Knipolegus nigerrimus</i> (Vieillot, 1818)	CH				X	X	2
<i>Xolmis irupero</i> (Vieillot, 1823)	CH	X					1

TÁXON	Período	250-350m	450-550m	650-750m	850-950m	> 1000	U.H.
Vireonidae Swainson, 1837							
<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	ES / CH	X	X	X	X	X	2
<i>Vireo chivi</i> (Vieillot, 1817)	CH				X	X	3
<i>Hylophilus amaurocephalus</i> (Nordmann, 1835)	ES / CH	X	X	X	X	X	3
Corvidae Leach, 1820							
<i>Cyanocorax cyanopogon</i> (Wied, 1821)	ES / CH	X	X	X	X	X	2
Hirundinidae Rafinesque, 1815							
<i>Progne tapera</i> (Vieillot, 1817)	CH				X	X	1
<i>Progne chalybea</i> (Gmelin, 1789)	ES / CH	X					1
<i>Tachycineta albiventer</i> (Boddaert, 1783)	CH	X		X			1
Troglodytidae Swainson, 1831							
<i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823	ES / CH	X	X	X	X	X	1
<i>Cantorchilus longirostris</i> (Vieillot, 1819)	ES / CH	X	X	X	X	X	3
Poliophtilidae Baird, 1858							
<i>Poliophtila plumbea</i> (Gmelin, 1788)	ES / CH	X	X	X	X	X	2
Turdidae Rafinesque, 1815							
<i>Turdus rufiventris</i> Vieillot, 1818	CH	X	X	X	X	X	1
<i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850	CH		X	X	X	X	2
Mimidae Bonaparte, 1853							
<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	ES / CH	X	X	X	X		1
Passerellidae Cabanis & Heine, 1850							
<i>Zonotrichia capensis</i> (Statius Muller, 1776)	ES / CH	X		X	X	X	1
<i>Ammodramus humeralis</i> (Bosc, 1792)	ES / CH	X		X	X	X	1
<i>Arremon taciturnus</i> (Hermann, 1783)	ES / CH				X	X	3
Parulidae Wetmore et al., 1947							
<i>Myiothlypis flaveola</i> Baird, 1865	ES / CH				X	X	3
Icteridae Vigors, 1825							
<i>Icterus pyrrhopterus</i> (Vieillot, 1819)	ES / CH		X	X	X	X	2
<i>Chrysomus ruficapillus</i> (Vieillot, 1819)	CH	X		X	X		1
<i>Agelaioides fringillarius</i> (Spix 1824)	ES / CH	X		X			1
<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	ES / CH	X	X	X	X	X	1
Thraupidae Cabanis, 1847							
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	ES / CH	X	X	X	X	X	2
<i>Thlypopsis sordida</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	ES / CH		X	X	X	X	2
<i>Tachyphonus rufus</i> (Boddaert, 1783)	CH	X	X	X	X	X	3
<i>Lanio pileatus</i> (Wied, 1821)	ES / CH	X	X	X	X	X	2
<i>Tangara sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	ES / CH	X	X	X	X	X	2
<i>Tangara cayana</i> (Linnaeus, 1766)	ES / CH	X	X	X	X	X	1
<i>Paroaria dominicana</i> (Linnaeus, 1758)	ES / CH	X	X	X	X		1
<i>Sicalis luteola</i> (Sparman, 1789)	CH	X	X	X	X		1
<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	CH	X	X	X	X	X	1
<i>Sporophila lineola</i> (Linnaeus, 1758)	CH	X	X	X	X		1
<i>Sporophila nigricollis</i> (Vieillot, 1823)	CH	X	X	X	X	X	1
<i>Sporophila albogularis</i> (Spix, 1825)	ES / CH	X	X	X	X	X	1

TÁXON	Período	250-350m	450-550m	650-750m	850-950m	> 1000	U.H.
<i>Sporophila bouvreuil</i> (Statius Muller, 1776) Cardinalidae Ridgway, 1901	CH	X					1
<i>Cyanoloxia brissonii</i> (Lichtenstein, 1823) Fringillidae Leach, 1820	ES / CH			X	X	X	3
<i>Sporagra yarrellii</i> (Audubon, 1839)	CH				X	X	3
<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	ES / CH	X	X	X	X	X	2

A riqueza de espécies independentes (IND) foi maior na cota 250-350m, com 65 espécies registradas, seguida por 650-750m (57 spp.) e 850-950m (52 spp.). Quanto às espécies semi-dependentes (SDE), a riqueza apresentou-se elevada, sobretudo, entre 850-950m (54 spp.) e acima de 1.000m (46 spp.), semelhante ao observado nas espécies dependentes (DEP): 850-950m (20 spp.) e >1.000m (18 spp.). A riqueza total por cota teve como destaque: 850-950m (126 spp.); 650-750m (117 spp.) e >1.000m (94 spp.). No entanto, esses valores variaram de acordo com os períodos de estiagem e chuvoso (Figura 1).

Os valores de riqueza total de espécies não obtiveram uma alta correlação com a altitude, possivelmente influenciados pela riqueza de espécies independentes (IND) de florestas, cuja correlação com a altitude foi quase nula (Figura 2). No entanto, o coeficiente de correlação entre riqueza de espécies semi-dependentes (SDE) e a altitude das áreas amostradas foi consideravelmente elevado nos períodos de estiagem e chuvoso,  $r^2= 0,77$  e  $r^2= 0,80$  respectivamente, assim como o índice obtido com a riqueza de espécies dependentes (DEP) no período chuvoso de  $r^2= 0,78$  (Figura 2).

A similaridade entre a composição da avifauna das áreas, durante o período de estiagem, caracterizou a ocorrência de grupos bem definidos: 1 - com as localidades da cota 250-350m; 2.1 - com as da cota 450-550m; 2.2 - com as das cotas 650-750m, 850-950m e 1.000m. Já no período chuvoso, observou-se um distanciamento entre alguns pontos de mesma cota, principalmente em 650-750m e 850-950m, mas com um arranjo geral semelhante (Figura 3). Ao observar apenas a similaridade da composição de espécies dependentes (DEP), nota-se a formação de dois agrupamentos distintos, durante a estiagem: 1- cotas 250-350m e 450-550m; 2- cotas 650-750m, 850-950m e acima de 1.000m. No período chuvoso ocorreu uma ramificação no arranjo gráfico das similaridades, oriunda de um desmembramento, composto de quatro localidades das cotas 250-350m e 450-550m, relacionado à presença adicional de algumas espécies dependentes (DEP) nas partes mais baixas do gradiente (Figura 3).

Na comparação entre as áreas quanto à composição de espécies semidependentes (SDE) no período de estiagem, ocorreu à formação dos grupos: 1- cota 250-350m; 2.1 – cotas 450-550m, 650-750m e uma localidade 850-950m; 2.2- duas localidades de 850-950m e o ponto acima de 1.000m. Já no período chuvoso esse último agrupamento destacou-se completamente dos demais. Quanto à composição de espécies independentes (IND), a similaridade entre as áreas amostradas durante a estiagem revelou um delineamento pouco esclarecedor, com agrupamentos multidiversificados entre as cotas, enquanto no período chuvoso o destaque foi o isolamento de um grupo formado por uma localidade de 250-350m e outra de 650-750m (Figura 3).

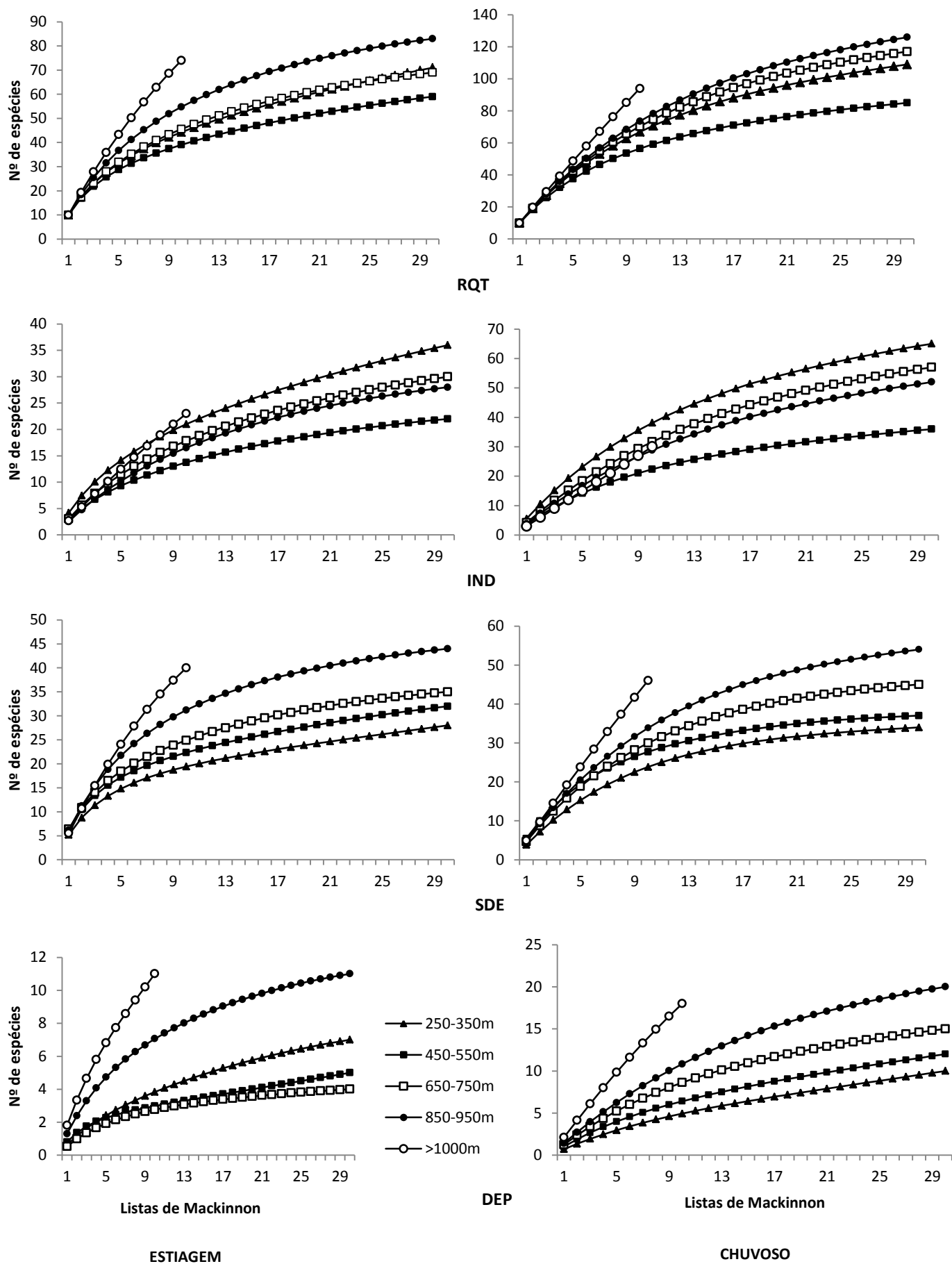


Figura 1. Curvas de rarefação de espécies das localidades amostradas em diferentes altitudes. Período de estiagem (coluna esquerda) e período chuvoso (coluna direita). RQT (riqueza total); IND (espécies independentes de ambientes florestais); SDE (espécies semi dependentes de ambientes florestais); DEP (espécies dependentes de ambientes florestais).

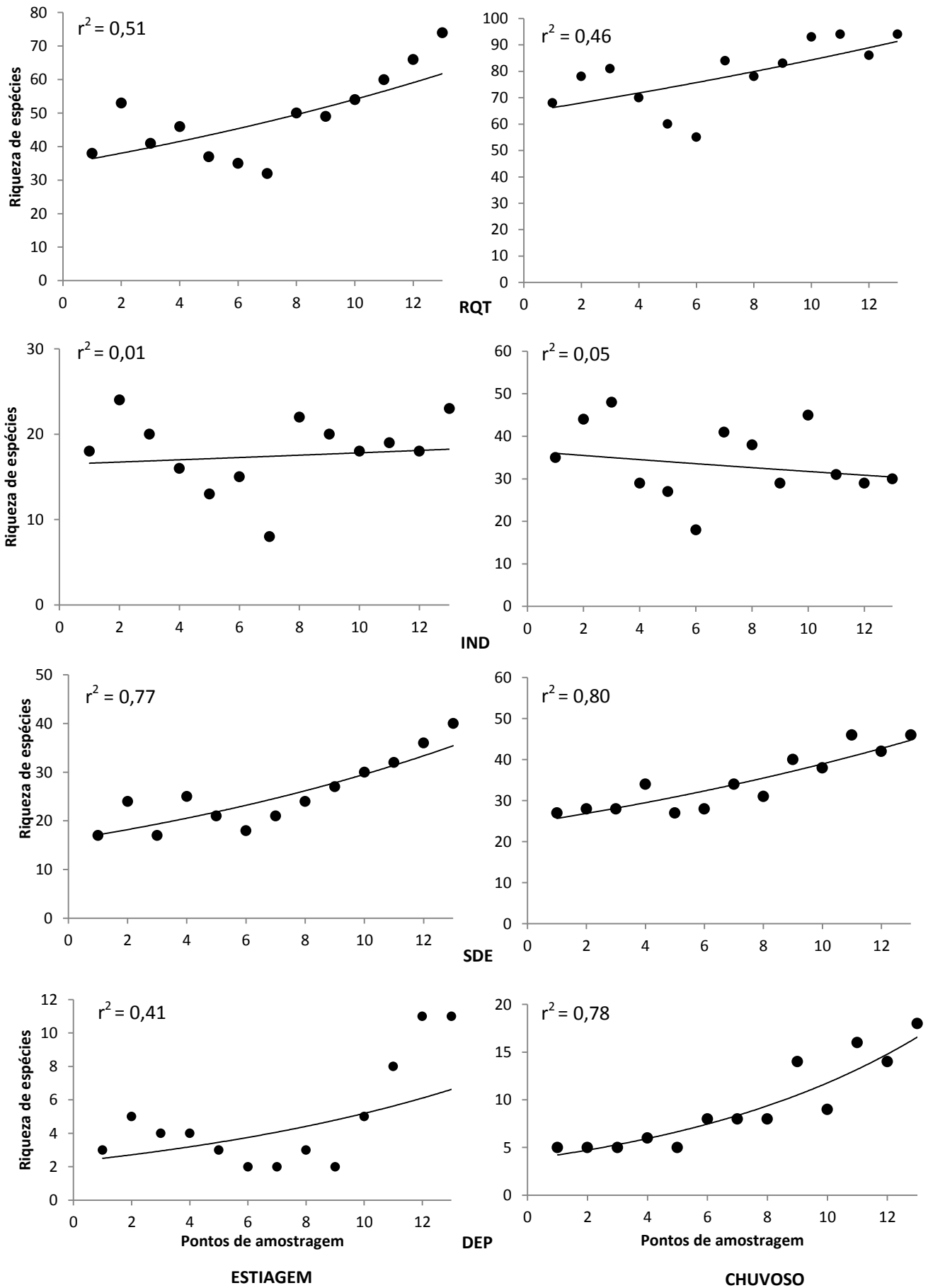


Figura 2. Distribuição de riqueza de espécies nos pontos de amostragem nas diferentes altitudes: Pontos 1-3 (250-350m); 4-6 (450-550m); 7-9 (650-750m); 10-12 (850-950m) e 13 (acima de 1.000m). Período de estiagem (coluna esquerda) e período chuvoso (coluna direita). RQT (riqueza total); IND (espécies independentes de ambientes florestais); SDE (espécies semi dependentes de ambientes florestais); DEP (espécies dependentes de ambientes florestais);  $r^2$  (correlação riqueza/altitude).

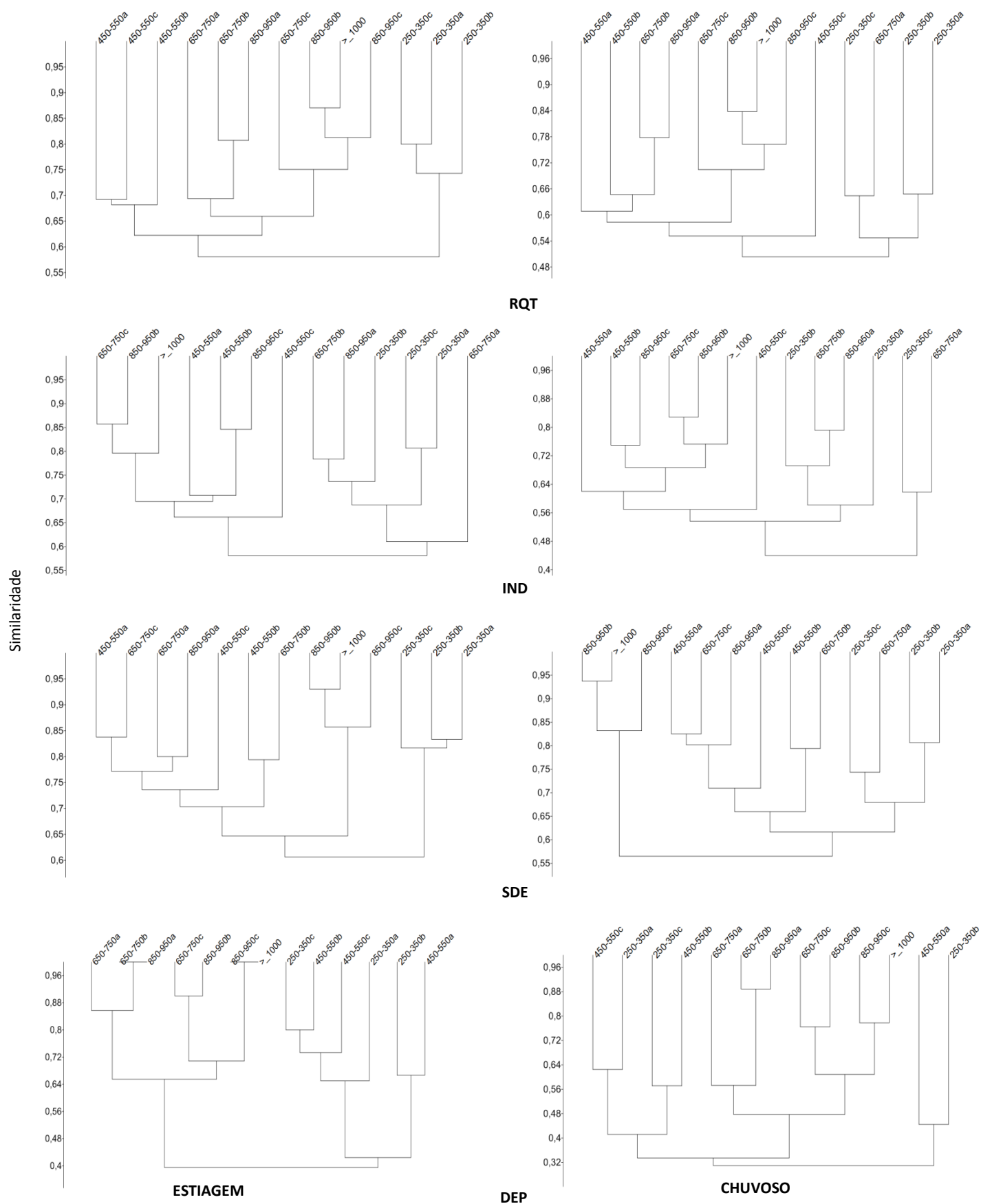


Figura 3. Agrupamentos obtidos a partir do índice de similaridade de Jaccard entre as localidades amostradas em diferentes altitudes. Período de estiagem (coluna esquerda) e período chuvoso (coluna direita). RQT (riqueza total); IND (espécies independentes de ambientes florestais); SDE (espécies semi dependentes de ambientes florestais); DEP (espécies dependentes de ambientes florestais).



## 5. DISCUSSÃO

Os resultados mostram a existência de variação na riqueza e composição de aves no gradiente altitudinal investigado, mas com influencia temporal e de forma diferenciada entre os grupos analisados. A riqueza total de espécies, por exemplo, apresentou apenas índices moderados de correlação com a altitude nos dois períodos, estiagem e chuvoso. Apesar disso, o padrão encontrado caracterizou-se por um pico de espécies nas zonas mais elevadas do gradiente, parcialmente semelhante ao padrão descrito por Cavarzere (2010). Essas localidades são caracterizadas pela presença de mata serrana composta por trechos de vegetação arbórea e diferenciadas das regiões interplanálticas da base do gradiente onde há predominância de uma flora arbustiva (Araújo *et al.*, 2005).

Essa diversificação fitofisionômica é responsável de fato pela formação de dois agrupamentos distintos na avifauna da Caatinga, um grupo representado por aves que ocorrem frequentemente em localidades altimontanas, que ultrapassam os 500m, e o outro representado por aves que ocorrem em áreas de menor elevação, semelhante ao modo como estão distribuídas as duas fitofisionomias (Araujo e colaboradores *in prep.*).

Após avaliar a riqueza dos pontos de amostragem, a localidade do Pico do Jabre (>1.000m) apresentou o maior número de espécies entre todas as áreas, assim não houve atuação do *mid-domain effect* (MDE) na relação altitudinal estabelecida nesta pesquisa. Pois a premissa básica desse modelo nulo baseia-se em uma suposta restrição espacial do topo da elevação que provocaria a sobreposição da comunidade de aves em camadas altitudinais mais baixas (Colwell & Lees, 2000; Colwell *et al.*, 2004).

Os reduzidos valores do coeficiente de correlação entre a riqueza de espécies independentes (IND) e a altitude mantiveram-se bem próximos nos períodos de estiagem e chuvoso, e a predominância nas regiões interplanálticas com uma maior representação na cota de 250-350m configura um padrão relativamente monotônico (Terborgh, 1971; Stevens, 1992). Embora possa ser observadas algumas oscilações em cotas mais altas influenciadas geralmente pela ação antrópica, que tende a beneficiar espécies de paisagens tipicamente abertas (Haslem & Bennett, 2008). Essas flutuações aparecem na similaridade entre as áreas amostradas durante a estiagem, onde nota-se a existência de agrupamentos muito diversificados entre as cotas. No período chuvoso, a ocorrência de corpos aquáticos revela o motivo do agrupamento entre uma localidade de

250-350m e outra de 650-750m, quanto à composição de espécies independentes (IND), pois nesse período um número considerável de espécies semiaquáticas foi registrado nessas duas áreas.

A alta correlação entre espécies SDE com a altitude nos dois períodos analisados pode ser explicada pelo fato de ser nas regiões mais altas do gradiente que se encontram os nichos ecologicamente adequados aos seus modos de vida (Stotz *et al.*, 1996).

Um pico de espécies dependentes (DEP) também foi observado nas localidades mais elevadas nos períodos de estiagem e chuvoso. Afinal, a respeito das espécies dependentes (DEP) que ocorrem na Caatinga há de fato uma relação positiva entre riqueza/altitude (Araujo e colaboradores *in. prep.*).

A similaridade das áreas quanto ao grupo de semi-dependentes (SDE), durante a estiagem, evidencia semelhanças na composição de espécies entre as regiões médias e altas do gradiente. No período chuvoso, a maior disponibilidade de recursos foi responsável pela similaridade na composição entre as localidades medianas e baixas do gradiente, representando deslocamentos periódicos que ocorrem entre enclaves florestais e áreas adjacentes na região (Silva *et al.*, 2003, Olmos *et al.*, 2005). A influência da variação temporal na disponibilidade de recursos está associada a sazonalidade do regime pluviométrico que conseqüentemente determina a oferta e composição de itens alimentares e a maior parcela dos estágios de floração e frutificação da vegetação na Caatinga, caracteres que devem ser considerados para compreensão de padrões de distribuição de espécies nessa região (Sampaio, 2010).

Os agrupamentos obtidos a partir da similaridade entre aves florestais (DEP) permitiram identificar que durante a estiagem as cotas 250-350m e 450-550m apresentaram espécies dependentes em comum com as áreas de maior altitude como *Synallaxis frontalis*, *Hylophilus amaurocephalus*, *Cantorchilus longirostris* e *Crypturellus tataupa*.

No entanto, algumas espécies florestais ocorreram apenas nas zonas altitudinais mais elevadas, como foi o caso de *Herpsilochmus atricapillus*, *Arremon taciturnus* e *Myiothlypis flaveola*.

Na análise de espécies dependentes (DEP) no período chuvoso, o isolamento de um grupo no dendrograma contendo quatro localidades das cotas 250-350m e 450-550m, foi causado pela ocorrência de deslocamento vertical de aves florestais das matas serranas em direção a essas áreas de menor altitude com a finalidade de aproveitar a disposição temporária de recursos alimentares, diminuir a competição intraespecífica

e/ou aumentar a área de forrageio (Sick, 1997; Silva *et al.*, 2003; Alves, 2007). Essa dinâmica no uso do habitat é beneficiada ainda pelas temperaturas mais amenas nas encostas serranas no decorrer da estação chuvosa (Souza & Oliveira, 2006).

De fato, o clima foi considerado como aspecto de importância em uma análise global sobre a diversidade altitudinal em aves, evidenciando que em formações altimontanas essencialmente úmidas ocorre maior riqueza de espécies nas camadas mais baixas do gradiente, enquanto em montanhas localizadas em regiões áridas ou semi-áridas o pico de espécies tende a ser observado no meio da elevação (Kattan & Franco, 2004; McCain, 2009). De acordo com nossa escala de avaliação, essa relação de clima com a maior diversidade de táxons florestais deve ter ocorrido nas regiões mais altas do gradiente altitudinal.

Considerando o microclima com temperaturas mais amenas e a ocorrência de chuvas de convecção e reservas hídricas edáficas que caracterizam as florestas estacionais montanas (Rodal *et al.*, 2008; Cunha & Silva Júnior, 2014), torna-se inegável a participação da singularidade fitofisionômica e dos fatores climáticos na determinação do padrão altitudinal de aves nesse gradiente. Alguns fatores como disponibilidade de água e recursos alimentares (Lomolino, 2001), além da própria perda de habitat (Souza & Oliveira, 2006), também devem ser considerados.

Em síntese, pode-se concluir que os resultados revelaram a existência de variação altitudinal na comunidade de aves do gradiente, com um pico de espécies observado nas áreas mais elevadas. No entanto, essa variação não foi similar entre o período de estiagem e chuvoso, bem como entre grupos de aves com distintas dependências de habitats, constatando-se que esses fatores devem ser considerados na compreensão de padrões de distribuição regionais.

**ALTITUDINAL DISTRIBUTION OF BIRDS IN SEMIARID,  
NORTHEASTERN - BRAZIL**

**ABSTRACT**

The distribution of species in spatial gradients is a topic of interest in ecological studies. Species richness in altitudinal gradients, for example, has been addressed a long time and is still the subject of recent research. The principle a monotonic decline in the number of species with altitude was considered as a global model, but the description of a unimodal pattern featuring a wealth of species in the middle of the gradient allowed determination of the various patterns of diversity associated with causes. The richness of birds in altitudinal gradients began to be researched so often, however many gaps still remain. Thus this research aims to analyze the influence of altitudinal gradients on a community of birds in an area of the western slope of the Plateau of Borborema - Northeast of Brazil. The method of listing Mackinnon in different altitudinal and quotas in the dry season and rainy, and evaluated the total wealth of species and their forest dependence by EstimateS 9.1 software and the PAST program was used. A richness of 154 species was recorded, and a peak of species in the higher areas of the gradient, revealing the existence of altitudinal variation in the bird community analyzed. However, this variation was different for the dry season and rainy, as well as between groups of birds with different dependencies of habitats. This indicates the importance of these factors in understanding patterns of regional distribution.

**KEYWORDS:** Altitudinal gradient. Species richness. Neotropical birds. Forest enclaves.

## 6. REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos do Brasil. **Geomorfologia**. São Paulo, IGEOG . USP . v. 20, 1970.
- AB'SÁBER, A. N. O domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras. **Geomorfologia**. São Paulo, JGEOG , USP ,v . 43, 1974.
- ACHARYA, B. K.; SANDERS, N. J.; VIJAYAN, L., CHETTRI, B. Elevational gradients in bird diversity in the Eastern Himalaya: An evaluation of distribution patterns and their underlying mechanisms. **Plos one** 6(12): e29097, 2011.
- ALMEIDA-NETO, M.; MACHADO, G.; ROCHA, R. P.; GIARETTA, A. A. Harvestman (Arachnida: Opiliones) species distribution along three Neotropical elevational gradients: an alternative rescue effect to explain Rapoport's rule? **Journal of Biogeography** 33, 361–375, 2006.
- ALVES, M. A. S. Sistemas de migrações de aves em ambientes terrestres no Brasil: Exemplos, lacunas e propostas para o avanço do conhecimento. **Revista Brasileira de Ornitologia** 15 (2) 231-238, 2007.
- ARAÚJO, F.S.; RODAL, M.J.N.; BARBOSA, M.R.V.*et al.* Repartição da flora lenhosa no domínio da Caatinga. In: Araújo, F.S.; Rodal, M.J.N.; Barbosa, M.R.V. Análise das variações da biodiversidade do bioma Caatinga. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF. (1): 16-28, 2005.
- BEGON, M; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia: De indivíduos a ecossistemas**. 4 ed. Porto Alegre, Artmed, 752 p., 2007.
- BIBBY, C., BURGESS, N. D.; HILL, D. A. **Bird census techniques**. Londres: Academic Press, 1992.
- BLANCAS-CALVA, E.; NAVARRO-SIGUENZA, A. G.; MORRONE, J. J. Patrones biogeográficos de la avifauna de la Sierra Madre del Sur  
Biogeographic patterns of the avifauna of the Sierra Madre del Sur. **Revista Mexicana de Biodiversidad** 81: 561- 568, 2010.
- BORGES, R. A. X; CARNEIRO, M. A. A.; VIANA, P. L. Altitudinal distribution and species richness of herbaceous plants in campos rupestres of the Southern Espinhaço Range, Minas Gerais, Brazil. **Rodriguésia** 62(1): 139-152, 2011.
- CASTRO, A. S. & CAVALCANTE, A. **Flores da Caatinga (Caatinga flowers)**. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação / Instituto Nacional do Semiárido (INSA). Campina Grande-PB, 2011.
- CAVARZERE, V. A. J. **Distribuição das aves ao longo de um gradiente altitudinal na serra do mar do estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Zoologia, p: 126, 2010.

CBRO - Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. **Listas das aves do Brasil**. 11ª Edição. Disponível em <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: [12/05/14], 2014.

CHAZDON, R. L., COLWELL, R. K.; DENSLOW, GUARIGUATA, J. S.; GUARIGUATA, M. R. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of NE Costa Rica., Em: F. Dallmeier & J. A. Comiskey (eds.) *Forest biodiversity research, monitoring and modeling: Conceptual background and Old World case studies*. Paris: **Parthenon Publishing**. p. 285-309, 1998.

COLWELL, R. K. & HURTT, G. C. Non biological gradients in species richness and as purious Rapoport's effect. **The American Naturalist**, v: 144, n: 4, p: 570-595, 1994.

COLWELL, R. K & LEES, D. C. The mid-domain effect: geometric constraints on the geography of species richness. **Trends in Ecology e Evolution** 15:70-76, 2000.

COLWELL, R. K.; RAHBEK, C.; GOTELLI, N. J. The mid-domain effect and species richness patterns: What have we learned so far? **The American Naturalist**, v. 163, n. 3, p. E1-E23, 2004.

COLWELL, R. K. **EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples**. Version 9. Persistent URL <[purl.oclc.org/estimates](http://purl.oclc.org/estimates)>, 2013.

CORRÊA, A. C. B.; TAVARES, B. A. C.; MONTEIRO, K. A.; CAVALCANTI, L. C. S.; LIRA, D. R. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, 31 (1/2), 35-52, 2010.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Projeto Cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de São José do Bonfim, estado da Paraíba. Org. João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Júnior, Franklin de Moraes, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: **CPRM/PRODEEM**, 19 p, 2005a.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Projeto Cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Teixeira, estado da Paraíba. Org. João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Júnior, Franklin de Moraes, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: **CPRM/PRODEEM**, 19 p, 2005b.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Projeto Cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Maturéia, estado da Paraíba. Org. João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Júnior, Franklin de Moraes, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: **CPRM/PRODEEM**, 19 p., 2005c.

CRACRAFT, J. Historical biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna: Areas of endemism. *Ornithological Monographs*, no. 36, **Neotropical Ornithology**, p. 49-84, 1985.

CUESTA, F.; MURIEL, P.; BECK, S.; MENESES, R.I.; HALLOY, S.; SALGADO, S.; ORTIZ, E.; BECERRA, M. T. Biodiversidad y cambio climático en los Andes Tropicales. Red Andina de Monitoreo del Impacto del Cambio Climático sobre la Biodiversidad de Alta Montaña (GLORIA-Andes). **Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina – CONDESAN**, 2012.

CUNHA, M. C. L. & SILVA JÚNIOR, M. C. Flora e estrutura de Floresta Estacional Semidecidual Montana nos estados da Paraíba e Pernambuco. **Nativa, Sinop**, v. 02, n. 02, p. 95-102, 2014.

DARWIN, C. Journal of the researches into the geology and natural history of various countries visited by the H.M.S. **Beagle, under the command of captain Fitzroy, R.N. from 1832 to 1836**. 1 ed. Londres: Henry Colburn., P: 615, 1839.

GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M.; QUEIROZ, L. P.; BARBOSA, M. R. V.; BOCAGE NETA, A. L.; FIGUEIREDO, M. A. Espécies endêmicas da Caatinga. In Vegetação e Flora da Caatinga (E.V.S.B. Sampaio, A.M. GIULIETTI, J. VIRGÍNIO e C.F.L. GAMARRA-ROJAS, eds., **Associação Plantas do Nordeste**, Recife, 103-118, 2002.

HASLEM, A. & BENNETT, A. F. Birds in Agricultural Mosaics: The Influence of Landscape Pattern and Countryside Heterogeneity. **Ecological Society of America - Ecological Applications**, vol. 18, nº. 1 Jan., p. 185-196, 2008.

HEANEY, L. R. Small mammal diversity along elevation gradients in the Philippines: an assessment of patterns and hypotheses. **Global Ecology and Biogeography**, v. 10, n. 1, p. 15-39, 2001.

HERZOG, S. K.; KESSLER, M.; BACK, K. The elevational gradient in Andean bird species richness at the local scale: a foothill peak and a high-elevation plateau. **Ecography**, v. 28, n. 2, p. 209-222, 2005.

IBARRA, J. T.; ALTAMIRANO, T; GÁLVEZ, N.; ROJAS, I.; LAKER, J.; BONACIC, C. Asociación Argentina de Ecología. **Ecología Austral** 20:33-45, 2010.

KATTAN, G. H.; FRANCO, P. Bird diversity along elevational gradients in the Andes of Colombia: area and mass effects. **Global Ecology and Biogeography**, v. 13, n. 5, p. 451-458, 2004.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. Ecologia e conservação da Caatinga: uma introdução ao desafio. Em: **Ecologia e Conservação da Caatinga** – 822 p., Recife : Ed. Universitária da UFPE, p. 13, 2003.

LOMOLINO, M. V. Elevation gradients of species-density: historical and prospective views. **Global Ecology and Biogeography** 10:3-13, 2001.

MARTÍNEZ, O. & RECHBERGER, J. Características de la avifauna en un gradiente altitudinal de un bosque nublado andino en La Paz, Bolivia. **Rev. Peru. Biol.** 14(2):225-236, 2007.

MARTINS, M. A. **Riqueza, diversidade de espécies e variação altitudinal de morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Nacional do Itatiaia, Rio de Janeiro, Brasil.** Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Biologia animal- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2011.

McCAIN, C. M. North American desert rodents: A test of the mid-domain effect in species richness. **Journal of Mammalogy**, 84(3):967–980, 2003.

McCAIN, C. M. The mid-domain effect applied to elevational gradients: species richness of small mammals in Costa Rica. **Journal of Biogeography**, v. 31, n. 1 p.19-31, 2004.

McCAIN, C. M. Elevational gradients in diversity of small mammals. **Ecology**, v. 86, n. 2, p. 366-372, 2005.

McCAIN, C. M. Could temperature and water availability drive elevational species richness patterns? A global case study for bats. **Global Ecology and Biogeography** 16, 1–13, 2007.

McCAIN, C. M. Global analysis of bird elevation diversity. **Global Ecology and Biogeography**, v. 18, n. 3, p: 346-360, 2009.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403: 853-858, 2000.

NUNES, G. K. M. & SANTOS, S. B. Gradiente de altitude e riqueza de espécies: Como o estudo dos moluscos terrestres contribui com esta questão? **Oecologia Australis** 15(4): 854-868, 2011.

OLIVEIRA, R.G. & MEDEIROS, W.E. Evidences of buried loads in the base of the crust of Borborema Plateau (NE Brazil) from Bouguer admittance estimates. **Journal of South American Earth Sciences**. v. 37, p: 60-76. Ago, 2012.

OLMOS, F.; SILVA, W. A. G.; ALBANO, C. G. Aves em oito áreas de Caatinga no Sul do Ceará e Oeste de Pernambuco, Nordeste do Brasil: composição, riqueza e similaridade. **Papéis avulsos de Zoologia**. volume 45(14):179-199, 2005.

PACHECO, J. F. & BAUER, C. **As aves da Caatinga - Apreciação histórica do processo de conhecimento.** in: Workshop Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga. Documento Temático, Seminário Biodiversidade da Caatinga. Petrolina, 2000.

PURIFICAÇÃO, K. N.; CASTILHO, L. S.; VIEIRA, F. M.; PASCOTTO, M. C. Distribuição da avifauna ao longo de um gradiente altitudinal de pequena escala em área de cerrado, leste do Estado de Mato Grosso, Brasil. **Ornithologia** 5(2):78-91, 2013.

RAHBEK, C. The elevational gradient of species richness: a uniform pattern? **Ecography** 18:200-205, 1995.



- RAHBK, C. The relationship among area, elevation, and regional species richness in neotropical birds. **American Naturalist** 149:875-902, 1997.
- RIBON, R. Amostragem de aves pelo método de listas de Mackinnon. IN: Von Matter et al. **Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento**. p. 33-44, 2010.
- RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. 6ª ed. Guanabara Koogan. 2006.
- RODAL, M. J. N. *et al.* Do the seasonal forests in Northeastern Brazil represent a single floristic unit? **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v.68, n.3, p.467-475, jul./set. 2008.
- SAMPAIO, E. V. S. B.; Caracterização do Bioma Caatinga: Características e potencialidades. Em: Gariglio, M. A.; Sampaio, E. V. S. B.; Cestaro, L. A.; Kageyama, P. Y. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Ministério do Meio Ambiente (MMA), Serviço florestal brasileiro. Brasília/DF, 2010.
- SANDERS, N. J. Elevational gradients in ant species richness: area, geometry, and Rapoport's rule. – **Ecography** 25: 25 – 32, 2002.
- SANDERS, N. J. & RAHBK, C. The patterns and causes of elevational diversity gradients. **Ecography** 35: 1–3, 2012.
- SICK, H. A fauna do Cerrado. **Arquivos de Zoologia**, São Paulo 12: 71-93, 1965.
- SILVA, J. M. C.; SOUZA, M. A.; BIEBER, A. G. D. E; CARLOS, C. J. Aves da caatinga: status, uso do habitat e sensibilidade 237-273p. Em: Leal, I. R., Tabarelli, M. e Silva, J. M. C. (Eds). **Ecologia e Conservação da caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003.
- SIQUEIRA, C. C. & ROCHA, C. F. D. Gradientes altitudinais: Conceitos e implicações sobre a biologia, a distribuição e a conservação dos anfíbios anuros. **Oecologia Australis** 17(2): 92-112, 2013.
- SOUTO, A. & HAZIN, C. Diversidade animal e desertificação no semi-árido nordestino. **Biológica Brasileira** 6: 39-50, 1995.
- SOUZA, M. J. N. & OLIVEIRA, V. P. V. Os enclaves úmidos e sub-úmidos do Semi-árido do Nordeste brasileiro. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, ano 05, nº 09, 2006.
- STEVENS, G. C. The latitudinal gradient in geographical range: how so many species coexist in the tropics. **American Naturalist** 133:240-256, 1989.
- STEVENS, G. C. The elevational gradient in altitudinal range: an extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. **American Naturalist** 140:893-911, 1992.

STOTZ, B. F.; FITZPATRICK, J. W.; PARKER III, T. A.; MOSKOVITZ., D. K. **Neotropical birds: Ecology and Conservation**. Univ. Chicago Press, Chicago, 1996.

SUTHERLAND, W. J.; NEWTON, I.; GREEN, R. E. **Bird Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques**. Oxford University Press, Oxford, 2004.

TERBORGH, J. Distribution on environmental gradients: Theory and a preliminary interpretation of distributional patterns in the avifauna of the Cordillera Vilcabamba, Peru. **Ecology**, v. 52, n. 1, p. 23-40, 1971.

TERBORGH, J. Birds species diversity on an Andean elevational gradient. **Ecology** 58:1007-1019, 1977.

VASCONCELOS, M. F. & NETO, S. D. Padrões de distribuição e conservação da avifauna na região central da Cadeia do Espinhaço e áreas adjacentes, Minas Gerais, Brasil. **Cotinga** 28: 27-44, 2007.

VIEIRA, W. L. **Variação altitudinal de aves no leste da Borborema, Paraíba – Brasil**. Monografia (Graduação) – Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2013.

VON HUMBOLDT, A. **Aspects of nature in different lands and different climates, with scientific elucidations**. Translated by Mrs. Sabine. 1 ed. Londres: Longman, Brown, Green, and Longman, p: 475, 2 vol., 1849.

WALLACE, A. R. **The geographical distribution of animals**. 1 ed. Londres: Macmillan, 2 vol., 1876.

WALLACE, A. R. **Tropical nature and other essays**. 1 ed. Londres: Macmillan, p: 356, 1878.

ZAPATA, F. A., GASTON, K. J.; CHOWN, S. L. Mid-domain models of species richness gradients: assumptions, methods, and evidence. **Journal of Animal Ecology** 72:677–690, 2003.

ZOU, F.; CHEN, G.; YANG, Q., LI, Y. Bird Species Richness along an Elevational Gradient in a Forest at Jianfengling, Hainan Island, China. **Zoological Studies** 51(3): 362-371, 2012.