



**MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA**  
**CURSO DE MESTRADO EM ZOOLOGIA**

**Padrões de distribuição da avifauna em área de Ecótono Cerrado-  
Caatinga no Nordeste do Brasil**

**GABRIELA SILVA RIBEIRO GONÇALVES**

**BELÉM - PARÁ**

**2015**

**MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA**  
**CURSO DE MESTRADO EM ZOOLOGIA**

**Padrões de distribuição da avifauna em área de Ecótono Cerrado-Caatinga no  
Nordeste do Brasil**

**GABRIELA SILVA RIBEIRO GONÇALVES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Zoologia, Curso de Mestrado, do Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Zoologia.

**Orientador: Dr. Marcos Pérsio D. Santos**

**Co-orientador: Arthur Ângelo Bispo de Oliveira**

**BELÉM - PARÁ**

**2015**

**GABRIELA SILVA RIBEIRO GONÇALVES**

**Padrões de distribuição da avifauna em área de Ecótono Cerrado-Caatinga no  
Nordeste do Brasil**

---

**Prof. Dr. Marcos Pérsio D. Santos (Orientador)**

Universidade Federal do Pará (UFPA)

---

**Prof. Dr. Arthur Ângelo Bispo de Oliveira (Co-orientador)**

Universidade Federal de Goiás (UFG)

---

**Dr. Leandro Juen**

Universidade Federal do Pará (UFPA)

---

**Dr. Alex Lees**

Museu Paraense Emilio Goeldi (MPEG)

---

**Dr. Luís Fábio Silveira**

Universidade de São Paulo, Museu de Zoologia (MZUSP)

---

**Dr. Caio Graco Machado**

Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

---

**Dr. Alexandre Aleixo**

Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Capes pela concessão da bolsa de pesquisa. Ao programa de Pós-graduação da Universidade Federal do Pará em convênio com o Museu Paraense Emílio Goeldi, pela oportunidade de realizar este trabalho.

Ao Dr. Marcos Pérsio, pela orientação, amizade e principalmente pelas valiosas contribuições durante o processo de execução deste estudo e pela grande parceria que formamos durante essa trajetória. Ao Dr. Arthur Bispo pela co-orientação, amizade e contribuição no processo do trabalho.

Aos amigos do MPEG pela ajuda e amizade: Tia Fátima Lima, Leonardo Miranda, Lucas Araújo, Lincoln Carneiro, Nárgila Moura, Alex Lees, Antonita Santana, Geraldo Rodrigues, Adriano Maciel, Luciana Oliveira, Marcelo Sturaro, Fernanda Santos, Laís Pinheiro, Tibério Burlamarque.

Agradeço a meus amigos da UFPA que não negaram esforços para sanar minhas dúvidas e auxílio nas análises: Fernando Carvalho, Nara Benone, Erlane Cunha, Ana Justino, Yulie, Lenize Calvão, Maíra Cardoso (meu beeeem).

Aos meus amores de todas as horas, que me apoiaram e estiveram comigo em todos os momentos dessa caminhada, sou grata à vocês pela força e pelos sorrisos (os melhores): Leandra Cardoso (Lele), Youszef Bitar (You), Leonardo Moura (Leozão), Leonardo Trevelin (Balú), Fernanda Magalhães (Xoxo), Áurea Cronemberg (Maláuria), Cássia Texeira.

À Pablo Vieira, por cuidar de mim e SEMPRE se fazer presente em todos os momentos, pela sua incansável paciência em me explicar tudo com muito amor e dedicação, e por nunca me deixar desanimar, muito do que sou hoje como pessoa e principalmente como profissional devo à você e a meu pai-ornitológico Marcos Pérsio.

Marcela Lima te dedico com muito carinho esse trabalho e te agradeço por estar presente em minha vida e pelo presente mais lindo que eu poderia ganhar: meu pequeno Vinícius.

Sou muito grata ao amigo Rodrigo Lima Paz pela ajuda na coleta dos dados em campo, nada melhor do que uma pessoa com bom humor e muita disposição para passar 30 dias em campo, sem sua ajuda e a de Pablo esse trabalho não teria sido possível.

Às minhas mães Josenir Silva e Ana Luíza, e meu pai Nelson Ribeiro, por tudo que me ensinaram e por todo o apoio que sempre me deram mesmo à distância. Aos meus irmãos Carolina, Antônia, Theodoro e Jivago pelo grande apoio, confiança e pelas palavras de incentivo. Às minhas amoras da vida Josélia, Tia Virgínia, Tia Júlia, Tia Lurdes, Phâmela Vieira, Laís Oliveira, Ravena Fontenele, meu querido José Ivo e amigos que indiretamente contribuíram e sempre foram lembrados.

## **SUMÁRIO**

<b>Resumo</b>	<b>8</b>
<b>1. Introdução</b>	<b>9</b>
<b>2. Material e Métodos</b>	<b>11</b>
<b>2.1. Área de Estudo</b>	<b>11</b>
<b>2.2. Coleta de Dados</b>	<b>12</b>
<b>2.3. Análise de Dados</b>	<b>14</b>
<b>3. Resultados</b>	<b>15</b>
<b>4. Discussão</b>	<b>25</b>
<b>Agradecimentos</b>	<b>31</b>
<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>32</b>
<b>Anexo</b>	<b>39</b>

## Lista de Figuras

- Figura 1:** Representação geográfica dos transectos e áreas de amostragem ao longo do ecótono Cerrado-Caatinga no Estado do Piauí.....12
- Figura 2:** Riqueza de espécies de aves estimada pelo método Jackknife de 1º ordem, áreas de Cerrado possuem maior riqueza em relação à Caatinga e ao ecótono, e o ecótono possui maior riqueza em relação à Caatinga.....16
- Figura 3:** Ordenação gerada pela Análise de Coordenadas Principais (PCoA) para a composição de espécies usando dados de abundância das espécies de aves de Cerrado, ecótono e Caatinga.....17
- Figura 4.** Ordenação gerada pela Análise de Componentes Principais (PCA) para as variáveis ambientais selecionadas no primeiro e segundo eixo, cobertura da vegetação e temperatura, respectivamente.....20
- Figura 5.** Ordenação gerada pela Análise de Componentes Principais (PCA) para as variáveis ambientais selecionadas no primeiro e terceiro eixo, cobertura da vegetação e complexidade de sub-bosque, respectivamente.....21
- Figura 6.** Ordenação gerada pela Análise de Componentes Principais (PCA) para as variáveis ambientais selecionadas no segundo e terceiro eixo, temperatura (T) e complexidade de sub-bosque, respectivamente.....21
- Figura 7:** Teste de TITAN para a variável Umidade, afetou um total de 29 espécies, sendo estas principalmente insetívoras de dossel e extrato-médio, espécies endêmicas de Caatinga se mostraram afetadas negativamente e endêmicas de Cerrado afetadas positivamente.....23
- Figura 8:** Teste de TITAN para a variável Temperatura, afetou um total de 25 espécies, afeta principalmente espécies insetívoras de dossel e de extrato médio encontradas nos três tipos de ambientes.....24
- Figura 9:** Teste de TITAN para a variável Complexidade de Dossel, as espécies afetadas por essa variável são em sua maioria de dossel, onde o limiar positivo e negativo fica entre 54% e 64%, porém as espécies que são afetadas positivamente se concentram mais entre 63% e 64% de complexidade de dossel.....25

## **Lista de Tabelas**

- Tabela 1:** Autovalor, porcentagem de explicação e valor de Broken Stick gerados pela Análise de Coordenadas Principais.....**17**
- Tabela 2:** Espécies associadas aos ambientes estudados de acordo com o teste de IndVal.....**18**
- Tabela 3:** Espécies endêmicas de Cerrado e Caatinga com suas respectivas ocorrências dentro das áreas estudadas. Asteriscos (\*) representam espécies endêmicas de Caatinga encontrados no Cerrado, (0) representa ausência e (x) presença na área.....**19**
- Tabela 4:** Resultado da regressão múltipla entre as variáveis ambientais selecionadas pela PCA e a riqueza de espécies em cada amostra.....**22**
- Tabela 5:** Resultado da Regressão Multivariada de Matriz de Distância – MDMR com as variáveis ambientais e a composição de espécies dos ambientes estudados.....**22**

## **Padrões de distribuição da avifauna em área de Ecótono Cerrado-Caatinga no Nordeste do Brasil**

Gabriela Silva Ribeiro Gonçalves<sup>1</sup>; Marcos Pérsio Dantas Santos<sup>2,4</sup>; Arthur Ângelo Bispo de Oliveira<sup>3</sup>; Pablo Vieira Cerqueira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Curso de Pós-Graduação de Zoologia, Universidade Federal do Pará / Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, nº 1901, Caixa Postal 399, Terra Firme, CEP 66040-170, Belém, Pará, Brasil.*

<sup>2</sup>*Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Laboratório de Ecologia e Zoologia de Vertebrados – Av. Augusto Correia, nº 1, Guamá – Belém – PA CEP 66075-110.*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Goiás. Caixa Postal 24265, Setor Itatiaia, CEP 74690970 - Goiânia, GO – Brasil.*

<sup>4</sup>*Autor correspondente. Email: persio.marcos@gmail.com*

### **Resumo**

Ecótono é a zona de transição entre sistemas ecológicos adjacentes, que possui um conjunto de características definido pela força das interações entre os sistemas, tendo muitos mecanismos e fatores que podem afetar a diversidade, sendo o ambiente apontado como o principal responsável pela estruturação da comunidade. Nosso objetivo foi identificar os padrões da diversidade de aves em áreas de ecótono envolvendo a Caatinga e o Cerrado no Nordeste do Brasil, verificando quais variáveis ambientais podem explicar a variação de espécies dessas áreas. No estado do Piauí foram estabelecidas 24 localidades, divididas em 4 transectos que perpassam Cerrado/ecótono/Caatinga, em cada localidade foram feitos 15 pontos de censo por raio fixo, amostrados nos meses de abril e maio de 2014. Em nosso estudo foi demonstrado que o Cerrado possui maior riqueza, ecótono riqueza intermediária e a Caatinga uma menor riqueza, havendo no ecótono presença de espécies mais generalistas e tolerantes encontradas em ambas as áreas adjacentes, não havendo espécies que sejam exclusivas de áreas ecotonais, podendo ser reflexo da grande variedade de microhabitats nessas áreas, algumas espécies endêmicas de Caatinga também foram encontradas dentro da região ecotonal, estando estas restritas às manchas típicas de seu bioma, corroborando com a ideia de que espécies endêmicas possuem especificidade de habitat. Apesar de nenhuma das variáveis ambientais e da estrutura do ambiente estudadas ter afetado significativamente a riqueza de espécies nas três áreas, duas variáveis foram importantes para a variação na composição de espécies, sendo essas: temperatura e umidade, onde foi percebido que as espécies de Cerrado necessitam de ambientes com níveis de umidade mais altos em relação às espécies de Caatinga, uma outra variável que demonstrou ser aparentemente importante para aves na região de estudo foi a complexidade de dossel. Nesse sentido é possível entender os mecanismos que afetam a distribuição das espécies localmente e, assim, prever como os impactos que ocasionam mudanças ambientais afetam as comunidades de aves.

Palavras chave: ecótono Cerrado-Caatinga, avifauna, variáveis ambientais, endêmicas.

## 1.Introdução

O termo ecótono possui uma longa história e é amplamente utilizado na ecologia, porém sua utilização e definição são imprecisos. Clements (1905) descreveu pela primeira vez a junção entre duas comunidades adjacentes como uma linha de estresse, a qual ele denomina de ecótono. Mais recentemente, uma definição bastante refinada, passou a ser aceita, sendo um ecótono a zona de transição entre sistemas ecológicos adjacentes, tendo um conjunto de características definido exclusivamente por meio de escalas de espaço e tempo e pela força das interações entre os sistemas (Risser, 1993).

Uma das principais consequências dos ecótonos para a fauna é a tendência para o aumento da riqueza de espécies e da densidade populacional na zona de junção entre as duas comunidades adjacentes (Petts, 1990; Risser, 1995). Neste sentido, a riqueza aumenta nos ecótonos porque essas áreas coincidem com os limites de distribuição geográfica de espécies dos dois biomas. Assim, espécies de dois ou mais biomas ocorrem nesta região, fazendo com que a riqueza seja mais elevada nas bordas do que no centro destes biomas (Risser, 1995). Entretanto, apesar da visão de ecótonos como áreas de elevada diversidade biológica e, conseqüentemente, alto valor de conservação ser bastante difundida na literatura, há uma escassez de suporte empírico para a existência desses tipos de riqueza para ecótonos (Guthery e Bingham, 1992), uma vez que os ecótonos podem ter também uma baixa diversidade de espécies. Esse raciocínio segue o conceito de ecótono de van der Maarel (1990), que sugere riqueza mais baixa em ecótonos devido às flutuações ambientais tornarem a região desfavorável para a adaptação das espécies, levando assim, a uma riqueza de espécies inferior as áreas adjacentes.

Portanto espera-se três tipos conceituais de padrões de riqueza de espécies para áreas de ecótonos. O primeiro tipo é uma mistura de espécies das comunidades adjacentes o que, conseqüentemente, torna a riqueza de espécies do ecótono maior que as áreas adjacentes (Risser, 1995). O segundo tipo se refere aos especialistas ecotonais, onde devido a condições ambientais únicas do ecótono haveria um grupo de espécies não encontradas nas áreas adjacentes, ou seja, seriam exclusivas do ecótono (José *et al.*, 2006). O terceiro tipo descreve que ecótonos podem ter também uma baixa diversidade

de espécies, podendo ser uma barreira para algumas espécies que não são capazes de resistir às condições marginais (Woodroffe e Ginsberg, 1998).

De um modo geral, existem muitos mecanismos e fatores que podem afetar a diversidade em ecótonos, tais como a heterogeneidade ambiental, a densidade de indivíduos, tipo de ecótono, etc., (Risser, 1995). No entanto, o ambiente tem sido apontado como o principal responsável pela estruturação das comunidades (Samuels e Drake, 1997). Nesse sentido, as características do ambiente influenciam diretamente os padrões de distribuição das aves, ampliando ou restringindo sua distribuição ao longo da paisagem, resultando em mudanças na composição das comunidades das diversas áreas (Weiher e Keddy, 1999).

Um padrão bem estabelecido na literatura diz que há um maior número de espécies em áreas com maior diversidade de ambientes (Roth 1976; Simberloff e Abele 1982; Paglia *et al.* 1995; Conner e Dickson 1997). Ou seja, em áreas onde a vegetação é mais estratificada haveria habitats mais complexos, os quais podem oferecer uma maior quantidade de nichos potenciais quando comparados com áreas estruturalmente mais simples. Desta forma haveria a possibilidade de um maior compartilhamento de habitats devido a colonização por espécies com diferentes exigências ambientais e de microhabitats, tornando assim a diversidade local mais alta (MacArthur *et al.* 1966, August 1983, Conner e Dickson 1997, Aleixo 1999).

A estrutura do ambiente está intimamente relacionada com o conceito de nicho de Hutchinson (1957), onde o nicho de cada espécie é composto por variáveis multidimensionais que compõem o meio, sendo então, o gradiente dessas variáveis onde cada espécie consegue sobreviver como seu nicho. Até o momento ainda não se sabe ao certo quais os fatores ambientais (umidade, temperatura, cobertura vegetal, entre outros) além da complexidade e heterogeneidade dos ambientes, influenciam diretamente na composição e riqueza das espécies de aves de uma determinada comunidade, sendo de extrema importância a utilização de conhecimentos acerca dos fatores ambientais para estudos sobre a distribuição e conservação da avifauna em áreas de ecótonos onde suas características ambientais e estruturais únicas podem contribuir para uma maior ou menor riqueza de espécies.

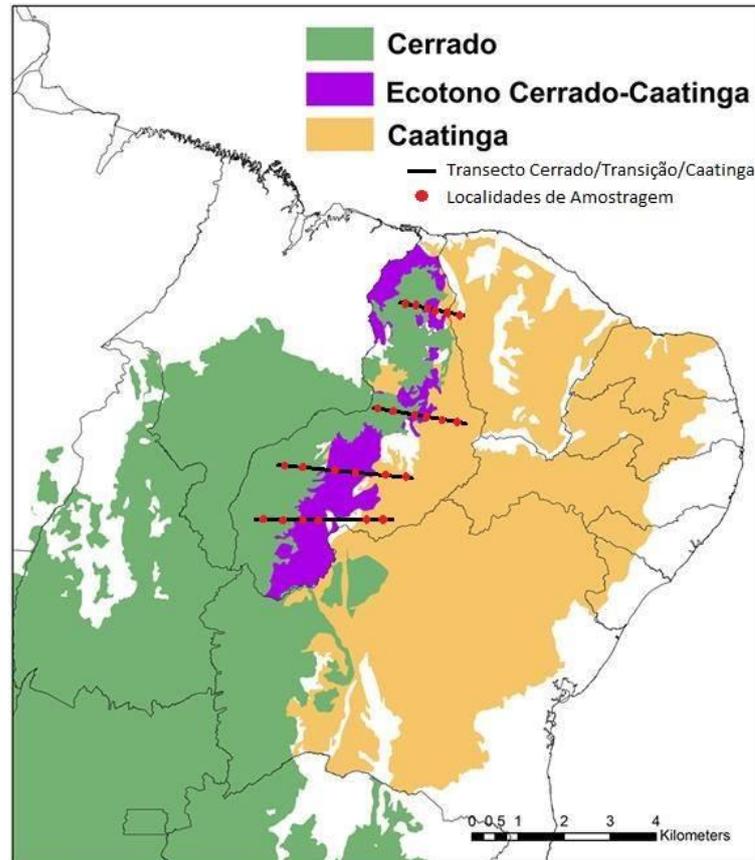
De fato todas as características de um ecótono, incluindo a riqueza de espécies, é resultante de condições e processos ecológicos particulares do local, bem como as propriedades da paisagem circundante. Desta forma o objetivo central dessa dissertação

é identificar os padrões da diversidade de aves em áreas de ecótono envolvendo a Caatinga e o Cerrado no Nordeste do Brasil. Assim esperamos responder as seguintes perguntas: (1) O ecótono entre Caatinga e Cerrado segue o que postula a teoria geral dos ecótonos, ou seja, haverá uma maior riqueza de espécies de aves no ecótono do que nas áreas adjacentes? (2) No ecótono haverá qual padrão de riqueza e composição de espécies? Uma mistura de espécies da Caatinga e Cerrado, ou haverá espécies ecotonais? (3) As espécies de aves endêmicas do Cerrado e da Caatinga serão encontradas sintopicamente na área de ecótono entre os dois biomas, ou estarão segregadas em habitats distintos? (4) Quais fatores ambientais podem explicar a variação na riqueza e composição de espécies entre as áreas de Cerrado, Caatinga e ecótono?

## **2. Material e Métodos**

### **2.1. Área de Estudo**

Entre os domínios da Caatinga e do Cerrado há uma ampla área de ecótono, que estende-se da porção centro-norte do estado do Piauí, passando pelo norte da Bahia até o nordeste de Minas Gerais (Eiten, 1972). Especialmente no estado do Piauí, estes dois biomas mantêm uma longa faixa de contato, ocorrendo longitudinalmente em todo o estado, havendo ainda extensas áreas em bom estado de conservação. Isso confere a essa região singularidades de cenários e paisagens o que a torna uma excelente área para se estudar os padrões de distribuição da avifauna entre os dois biomas e sua zona de contato. Por esses motivos esse projeto tem como área de estudo o ecótono entre a Caatinga e o Cerrado, em sua porção norte dentro dos limites do estado do Piauí. Foram amostradas 24 localidades ao longo do eixo sul-norte do ecótono Cerrado-Caatinga, sendo essas divididas em 4 transectos que perpassam Cerrado/ecótono/Caatinga. Cada um desses transectos é constituído por duas localidades em área de Cerrado, duas em áreas de ecótono e duas em áreas de Caatinga. A amostragem foi realizada durante o período de 12 de abril a 5 de maio de 2014 (Figura 1).



**Figura 1.** Localização dos transectos e áreas de amostragem ao longo do ecótono Cerrado-Caatinga no estado do Piauí.

O clima da região é considerado tropical semiárido quente, com duração do período seco de seis meses, (Costa, 2005). A região apresenta média anual de 33,6°C, sendo registrada mínima de 21,8°C em fevereiro e máxima de 35°C em outubro. O regime pluviométrico é caracterizado por duas estações bem definidas: um período chuvoso (verão) e outro seco (inverno), com o pico das chuvas ocorrendo nos meses de fevereiro e março, podendo se estender até maio. A partir do mês de junho as chuvas ficam mais escassas, iniciando o período de seca, que se estende até novembro, tendo precipitação média anual de 1.199,3 mm (Albino, 2005; Costa, 2005).

## 2.2. Coleta de Dados

Como forma de obter os dados de abundância relativa, riqueza e composição de espécies de aves, utilizamos a metodologia de censos por pontos fixos (Blondel *et al.*

1970; Vielliard *et al.* 2010). Em cada área de amostragem foram estabelecidos 15 pontos de censo separados 200 m entre si, os quais foram amostrados por 10 minutos cada, sempre das 5h às 10h30min. Posteriormente, foi calculado o índice pontual de abundância (IPA), dividindo-se o número total de indivíduos registrados em cada ponto de censo pelo total de pontos realizados em cada área de amostragem (Vielliard *et al.* 2010). O cálculo do IPA é importante para que se mensure a importância de cada espécie na amostra como um todo, evitando que a abundância interfira nas análises estatísticas.

Para a obtenção dos dados ambientais de cada área de amostragem, utilizamos um protocolo para mensurar parâmetros da estrutura dos ambientes baseado em Peck *et al.* (2006). Esse protocolo tem como objetivo quantificar o maior número possível de variáveis ambientais (Anexo I) para que se possa testar seus efeitos sobre a biodiversidade, este protocolo foi adaptado, observando-se a forma de cálculos das métricas ambientais. Para isso, em cada área de amostragem foram instaladas três parcelas medindo 3x3m separados 500m entre si, onde foram coletados estes dados. Essas parcelas foram instaladas nas mesmas trilhas utilizadas para realização dos censos para coleta de dados da avifauna. As variáveis quantitativas medidas foram: altura de serrapilheira (cm), usando uma régua; temperatura (°C) e umidade (%) com o uso de um termo higrômetro digital. As características da cobertura vegetal foram medidas de acordo com estimativas visuais dos seguintes parâmetros: dossel (acima de 2 m), sub-bosque (de 0.5 até 2 m) e vegetação rasteira (< 0.5 m); onde foi contado o número de árvores grandes (DAP > 15cm), número de árvores pequenas (DAP < 15cm), arbustos lenhosos e mudas, ervas sem tronco lenhoso e gramíneas, solo sem cobertura vegetal ou serrapilheira. Foram medidos também variáveis de influência humana tais como: construção, estradas, rodovias, roça, lixo, queimadas, plantação, pastagem, silvicultura, desmatamento, mineração. Todas essas variáveis foram categorizadas de acordo com a frequência de ocorrência e posteriormente transformadas em medidas quantitativas de acordo com Kaufman *et al.* (1999).

Para as medidas de complexidade do sub-bosque e a abertura de dossel foi usada a metodologia adaptada de Marsden *et al.* (2002). Essas medidas foram determinadas a partir de fotos digitais, obtidas com máquina fotográfica Nikon (Coolpix S3300) 1.20 m acima do solo no sentido vertical para a abertura de dossel e à 3 m de distância do fundo de tecido branco para complexidade de sub-bosque. As fotos foram

convertidas para escala de cinza para que se pudesse calcular a porcentagem de pixels brancos na figura utilizando o programa ENVI 4.5 (ITT Visual Information Solutions, Boulder, CO, USA).

### **2.3. Análise de Dados**

#### **- Variação na riqueza**

Buscando responder se haverá uma maior riqueza de aves no ecótono do que nas áreas adjacentes, foi testado se as comunidades de aves das três regiões diferem significativamente quanto à riqueza de espécies utilizando o estimador Jackknife de 1ª Ordem com o software EstimateS Win 7.5.0 (Colwell, 2000), usando a técnica de inferência por intervalo de confiança, onde dois grupos só são considerados diferentes quando o intervalo de confiança de um grupo não sobrepõe a média do outro.

#### **- Variação na composição e especificidade ambiental**

Visando verificar se no ecótono encontraremos uma mistura de espécies da Caatinga e Cerrado testamos a composição de espécies de aves utilizando a Análise de Coordenadas Principais (PCoA) com os dados de abundância transformados, usando como matriz de distância Bray-Curtis, e o critério para a seleção dos eixos de Broken-Stick (Legendre & Legendre, 1998). Para verificar se os agrupamentos formados pela PCoA são diferentes com base na composição de espécies, foi realizada a Análise de Similaridade (ANOSIM) (Clarke & Warwick, 1994). A associação das espécies de aves a cada tipo de ambiente foi testada com base na análise de Indval (Dufrêne & Legendre, 1997), com a significância estatística feita através do teste de Monte Carlo, com 5.000 aleatorizações e nível de significância de 0,05 (Dufrêne & Legendre, 1997).

#### **- Efeito dos fatores ambientais sob a riqueza e composição de aves**

Para averiguar quais fatores podem explicar a variação na riqueza de espécies entre as áreas de Cerrado, Caatinga e ecótono fizemos uma Análise de Componentes Principais (PCA) como forma de redução das variáveis ambientais. Para tanto as variáveis foram padronizadas e para a escolha dos eixos foi usado o critério de Broken-Stick (Legendre & Legendre, 1998). Para avaliar o efeito das variáveis ambientais sobre a riqueza de espécies, foi feita uma regressão múltipla (Zar, 2010) entre as variáveis

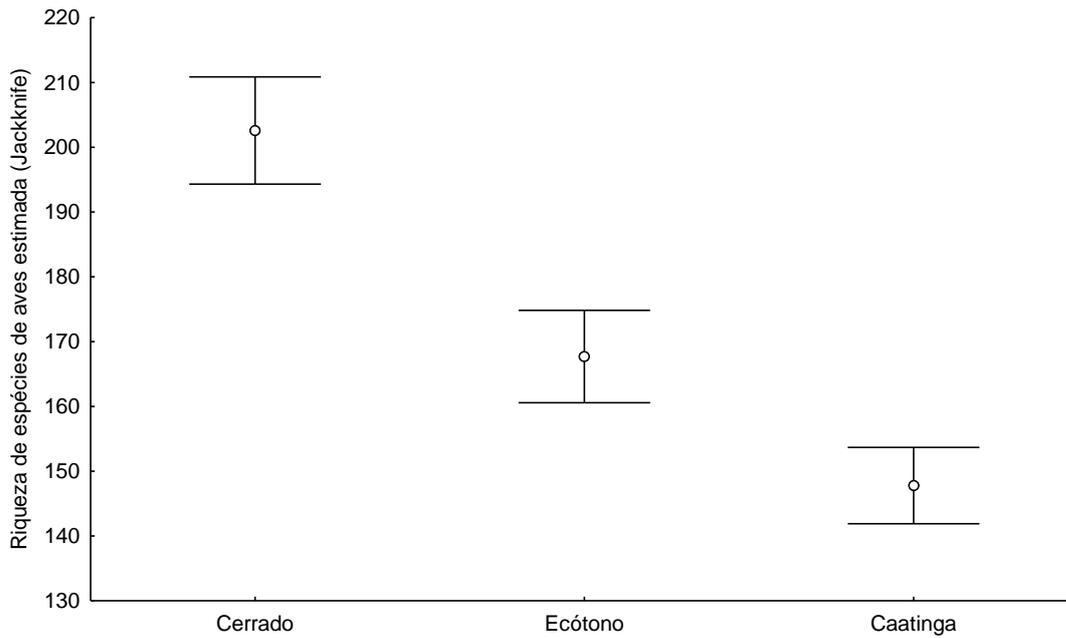
selecionadas pela PCA e a riqueza de espécies de cada unidade amostral. Para avaliar se as variáveis ambientais podem explicar a variação da composição de espécies e quais variáveis afetam essa composição, foi realizado uma Regressão Multivariada de Matriz de Distância - MDMR (McArdle & Anderson, 2001; Anderson, 2001).

- Polaridade da influência dos fatores ambientais sob as espécies

Das variáveis que se mostraram significativas para a composição, foi realizado um teste de TITAN (*Threshold Indicator Taxa Analysis*) (Baker & King, 2010). Essa análise se baseia nos critérios da Análise de Espécies Indicadoras (IndVal) de especificidade e fidelidade (Dufrene e Legendre, 1997) e análise de Ponto de Mudança (nCPA) (King e Richardson, 2003), que associa as espécies aos escores ambientais contínuos e cria limites de confiabilidade e pontos de mudança positivos ou negativos na resposta das espécies para definir seus limiares para cada variável testada (Baker & King, 2010; King et al., 2011), com o intuito de avaliar como essas variáveis afetam diretamente as espécies.

### **3.Resultados**

Um total de 210 espécies de aves foram registradas, das quais 154 ( $202.5 \pm 16.37$ ) (média  $\pm$  desvio padrão) ocorreram em amostras de Cerrado, 121 ( $167.7 \pm 14.1$ ) em amostras de Caatinga e 132 ( $147 \pm 11.6$ ) em amostras de ecótono (Figura 2). Com isso verificamos que não tivemos uma maior riqueza de aves no ecótono em relação às áreas adjacentes, onde obtivemos maior riqueza média estimada para as áreas de Cerrado com 22 espécies de aves a mais do que no ecótono e 33 espécies de aves a mais do que na Caatinga, no entanto a riqueza estimada para as áreas de ecótono foi maior se comparada com a riqueza estimada para as áreas de Caatinga, com 11 espécies de aves a mais, com isso tem-se que áreas de Cerrado possuem maior riqueza em relação à Caatinga e ao ecótono, e o ecótono possui maior riqueza em relação à Caatinga.

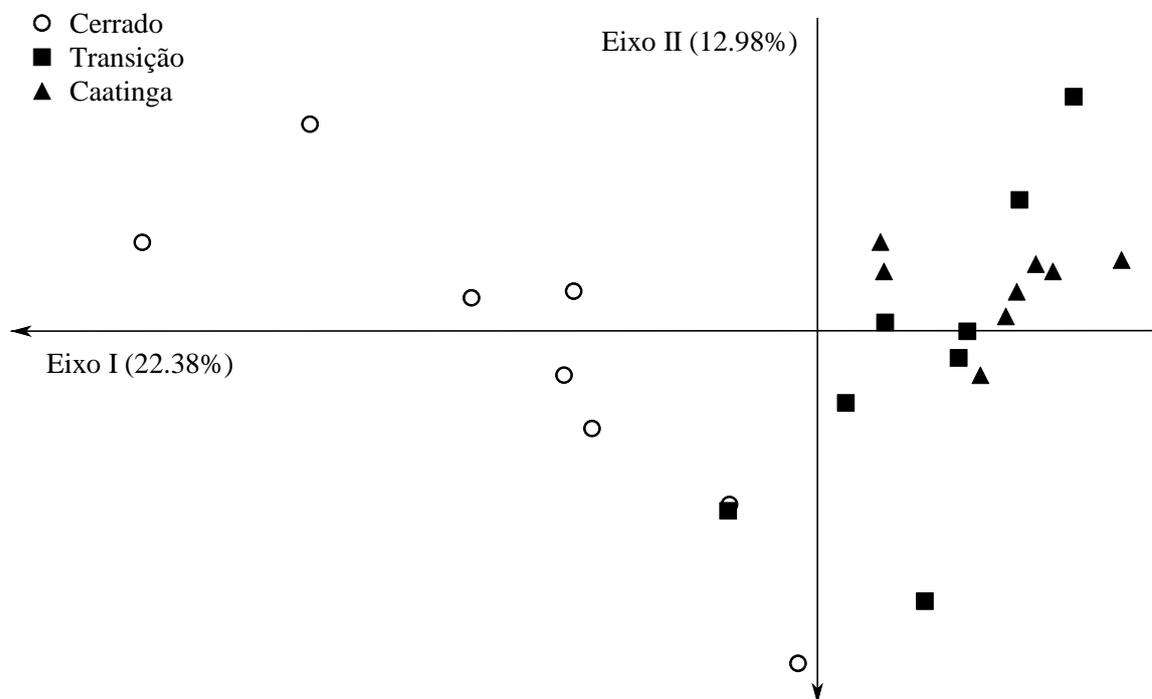


**Figura 2:** Riqueza de espécies de aves estimada pelo método Jackknife de 1º ordem, áreas de Cerrado possuem maior riqueza em relação à Caatinga e ao ecótono, e o ecótono possui maior riqueza em relação à Caatinga.

Como forma para verificar se no ecótono encontraríamos uma mistura de espécies da Caatinga e Cerrado, realizamos uma PCoA a qual apresentou em seu primeiro e segundo eixo 22.38% e 12.98%, respectivamente, da variação da composição de espécies, seguindo o critério de Broken-Stick (Tabela 1). Tivemos uma separação na composição de espécies, com a formação de dois grupos, um agrupando amostras de Cerrado, do lado esquerdo do gráfico, e outro agrupando as amostras de Caatinga e ecótono, do lado direito do gráfico (Figura 3). Pôde-se verificar uma maior variação nas distâncias dos pontos de Cerrado e ecótono, representando uma maior heterogeneidade de composição de espécies dessas amostras, enquanto que as áreas de Caatinga permaneceram mais agrupadas, demonstrando haver um maior compartilhamento de espécies entre as amostras e uma maior homogeneidade na composição. O Anosim corroborou a separação dos grupos encontrados na PCoA ( $R= 0.366$ ;  $p= 0.001$ ), na análise feita par a par o grupo formado por Cerrado se separou significativamente do grupo do ecótono ( $R= 0.377$ ;  $p= 0.001$ ), e também do grupo da Caatinga ( $R= 0.578$ ;  $p= 0.001$ ) e o grupo de ecótono não se separou de Caatinga ( $R= 0.161$ ;  $p= 0.017$ ).

**Tabela 1:** Autovalor, porcentagem de explicação e valor de Broken Stick gerados pela Análise de Coordenadas Principais.

Eixos	Autovalores	% de Explicação	Broken Stick
1	1.105	22.388	0.490
2	0.640	12.982	0.378
3	0.500	10.142	0.322



**Figura 3:** Ordenação gerada pela Análise de Coordenadas Principais (PCoA) para a composição de espécies usando dados de abundância das espécies de aves de Cerrado, ecótono e Caatinga.

Ao avaliar a associação das espécies aos tipos de ambientes, foi encontrada associação de 16 espécies, onde 8 destas apresentam forte relação com o ambiente de Cerrado, 7 espécies com o ambiente de Caatinga e 1 com o ambiente de ecótono (Tabela 2). As espécies associadas ao ambiente de Cerrado são predominantemente insetívoras,

independentes de floresta e de sub-bosque (ex *Eupsittula aurea*, *Formicivora rufa* e *Saltatricula atricollis*) bem como as espécies associadas ao ambiente de Caatinga que também são predominantemente insetívoras, independentes de floresta e de sub-bosque (ex *Columbina picui*, *Chrysolampis mosquitus* e *Paroaria dominicana*) e a única espécie (*Hylophilus amaurocephalus*) associada ao ambiente de ecótono é insetívora, dependente de floresta e de extrato médio.

**Tabela 2:** Espécies de aves associadas aos ambientes estudados de acordo com o teste de IndVal.

<b>Espécies</b>	<b>IndVal</b>	<b>p</b>	<b>Ambiente</b>
<i>Eupsittula aurea</i>	0.962	0.005	Cerrado
<i>Formicivora rufa</i>	0.935	0.005	Cerrado
<i>Saltatricula atricollis</i>	0.866	0.005	Cerrado
<i>Hemithraupis guira</i>	0.859	0.015	Cerrado
<i>Piranga flava</i>	0.791	0.005	Cerrado
<i>Suiriri suiriri</i>	0.791	0.005	Cerrado
<i>Troglodytes musculus</i>	0.776	0.035	Cerrado
<i>Tangara cayana</i>	0.707	0.015	Cerrado
<i>Columbina picui</i>	0.858	0.005	Caatinga
<i>Tyrannus melancholicus</i>	0.832	0.050	Caatinga
<i>Chrysolampis mosquitus</i>	0.820	0.005	Caatinga
<i>Paroaria dominicana</i>	0.806	0.010	Caatinga
<i>Phaeomyias murina</i>	0.797	0.010	Caatinga
<i>Volatinia jacarina</i>	0.770	0.020	Caatinga
<i>Empidonomus varius</i>	0.732	0.010	Caatinga
<i>Hylophilus amaurocephalus</i>	0.791	0.010	Ecótono

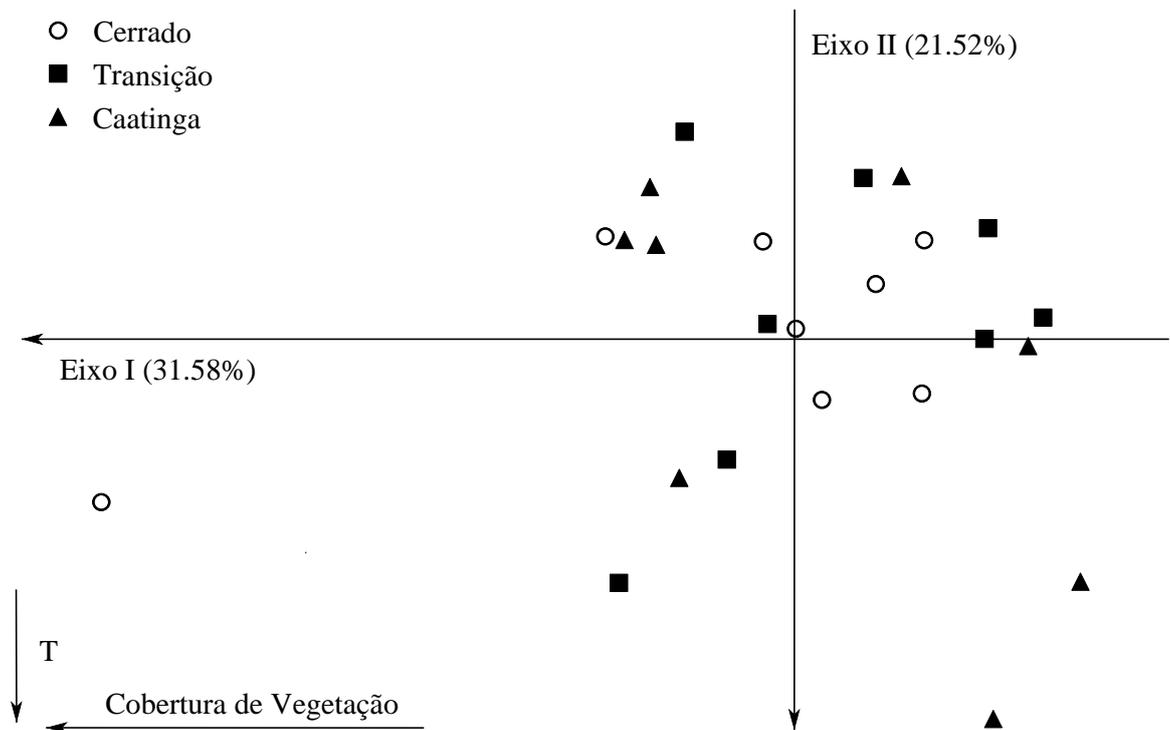
Para respondermos se as espécies de aves endêmicas do Cerrado e da Caatinga seriam encontradas sintopicamente na área de ecótono, fizemos uma tabela com todas as espécies endêmicas e suas respectivas ocorrências dentro das áreas estudadas (Tabela 3), onde verificamos que as espécies endêmicas de Cerrado foram registradas somente nos limites típicos do bioma, e as espécies endêmicas de Caatinga foram encontradas

tanto nas áreas de Caatinga quanto nas áreas de ecótono, porém quando registradas nas áreas ecotonais estas espécies encontram-se restritas às manchas típicas de seu habitat a qual estão relacionadas, corroborando assim com nossa hipótese de que as espécies endêmicas se encontradas nas áreas de ecótono, estas estariam segregadas em habitats distintos.

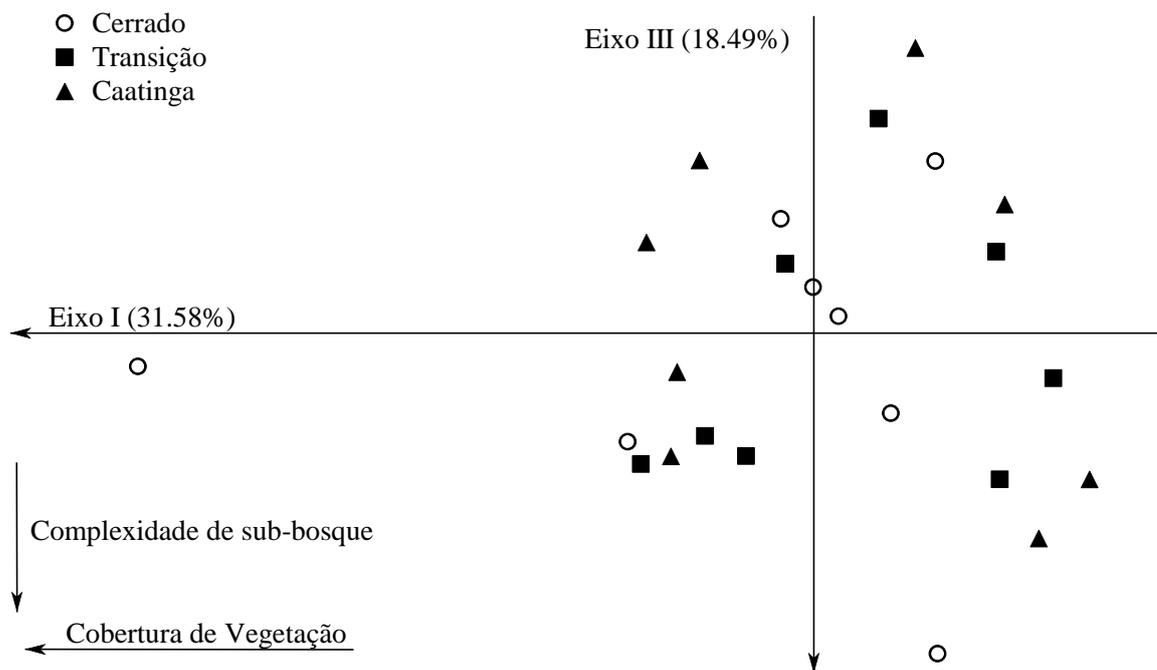
**Tabela 3:** Espécies de aves endêmicas de Cerrado e Caatinga com suas respectivas ocorrências dentro das áreas estudadas. Asteriscos (\*) representam espécies endêmicas de Caatinga encontrados no Cerrado, (0) representa ausência e (1) presença na área.

<b>Espécies Endêmicas</b>	<b>Cerrado</b>	<b>Ecótono</b>	<b>Caatinga</b>
<b>Caatinga</b>			
<i>Eupsittula cactorum</i> (Kuhl, 1820)	0	1	1
<i>Myrmorchilus strigilatus</i> (Wied, 1831)	0	1	1
<i>Hyllopezus ochroleucus</i> (Wied, 1831)	0	1	1
<i>Paroaria dominicana</i> (Linnaeus, 1758)	0	1	1
<i>Sakesphorus cristatus</i> (Wied, 1831)	0	1	1
<i>Megaxenops parnaguae</i> (Reiser, 1905)	0	1	1
<i>Herpsilochmus sellowi</i> (Whitney & Pacheco, 2000)	0	1	1
<i>Picumnus pygmaeus</i> * (Lichtenstein, 1823)	1	1	1
<i>Crypturellus noctivagus</i> (Wied, 1820)	0	1	0
<i>Sporophila albogularis</i> (Spix, 1825)	0	0	1
<i>Anopetia gounellei</i> (Boucard, 1891)	0	1	1
<i>Synallaxis hellmayri</i> (Reiser, 1905)	0	1	1
<i>Thamnophilus capistratus</i> (Lesson, 1840)	0	1	1
<i>Pseudoseisura cristata</i> * (Spix, 1824)	1	1	1
<i>Cantorchilus longirostris</i> (Vieillot, 1819)	0	1	1
<b>Cerrado</b>			
<i>Charitospiza eucosma</i> (Oberholser, 1905)	1	0	0
<i>Melanopareia torquata</i> (Wied, 1831)	1	0	0
<i>Alipiopsitta xanthops</i> (Spix, 1824)	1	0	0
<i>Cyanocorax cristatellus</i> (Temminck, 1823)	1	0	0
<i>Neothraupis fasciata</i> (Lichtenstein, 1823)	1	0	0

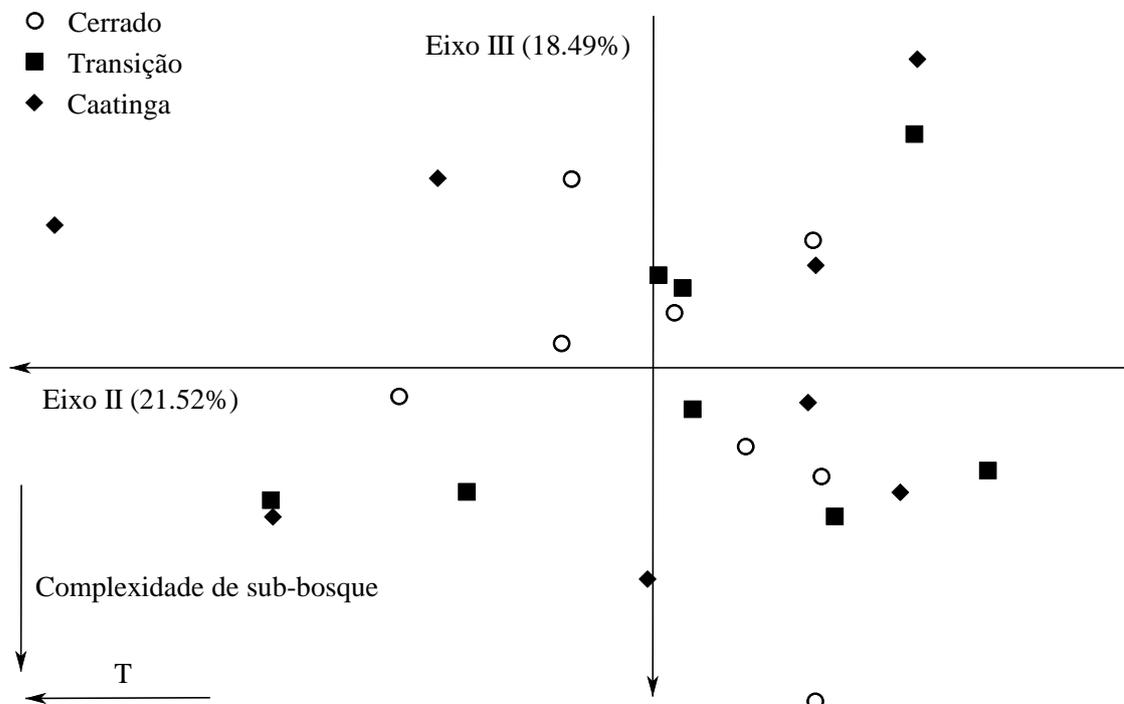
Ao analisarmos quais fatores podem explicar a variação na riqueza de espécies entre as áreas estudadas, primeiramente foi feita a PCA que reduziu em seus primeiros eixos 71.59% da variação ambiental, no primeiro eixo 31.58% da variação encontrada, no segundo 21.52% e o terceiro 18.49%, de acordo com o critério de seleção de Broken Stick. Em todas as combinações de eixos observou-se um agrupamento das amostras de todos os ambientes, não havendo uma formação de grupos de ambientes que correspondessem a cada uma das variáveis nos eixos (Figuras 4, 5 e 6). Sendo que temperatura, complexidade de sub-bosque e cobertura de vegetação são as variáveis ambientais que mais contribuíram para esse padrão, todas elas estando relacionadas negativamente com os eixos.



**Figura 4.** Ordenação gerada pela Análise de Componentes Principais (PCA) para as variáveis ambientais selecionadas no primeiro e segundo eixo, cobertura da vegetação e temperatura, respectivamente.



**Figura 5.** Ordenação gerada pela Análise de Componentes Principais (PCA) para as variáveis ambientais selecionadas no primeiro e terceiro eixo, cobertura da vegetação e complexidade de sub-bosque, respectivamente.



**Figura 6.** Ordenação gerada pela Análise de Componentes Principais (PCA) para as variáveis ambientais selecionadas no segundo e terceiro eixo, temperatura (T) e complexidade de sub-bosque, respectivamente.

Ao avaliar o efeito das variáveis ambientais sobre a riqueza da avifauna por meio da regressão múltipla, estas não conseguem explicar a variação encontrada ( $r^2=0.109$ ,  $F(3,20)=0.819$ ,  $p<0.498$ ) (Tabela 4).

**Tabela 4:** Resultado da regressão múltipla entre as variáveis ambientais selecionadas pela PCA e a riqueza de espécies em cada amostra.

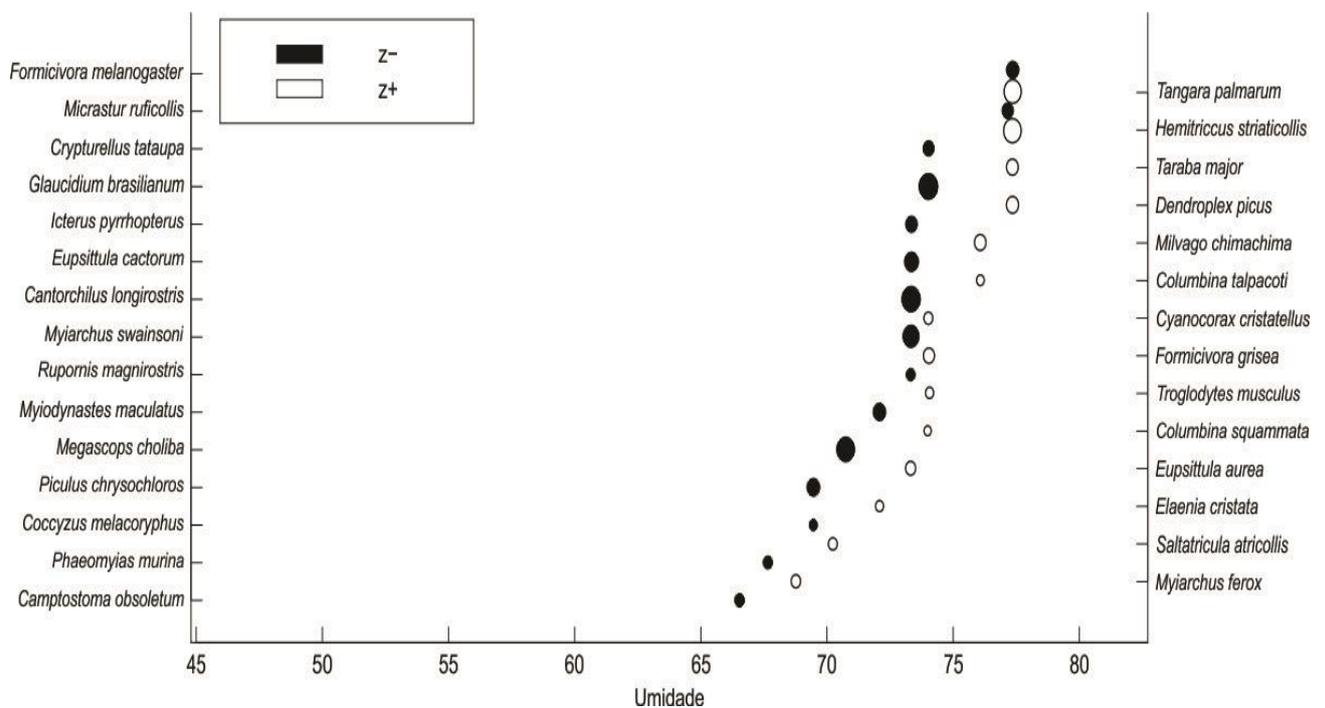
	<b>Beta</b>	<b>Std.Err. of Beta</b>	<b>B</b>	<b>Std.Err. of B</b>	<b>t(20)</b>	<b>p-level</b>
Intercept			24.6967	36.34520	0.679503	0.504608
Complexidade de sub-bosque	0.310925	0.211789	0.6062	0.41295	1.468089	0.157632
Temperatura	-0.014697	0.212052	-0.0627	0.90468	-0.069308	0.945432
Cobertura da Vegetação	-0.107585	0.211292	-19.5215	38.33932	-0.509177	0.616200

Ao analisarmos quais fatores podem explicar a variação na composição de espécies entre as áreas estudadas, a análise da Regressão Multivariada de Matriz de Distância - MDMR que avalia o efeito das variáveis ambientais sobre a composição de espécies, demonstrou que as variáveis temperatura e umidade foram as variáveis ambientais que afetaram a composição de espécies, ambas positivamente, apesar dos valores de relação terem sido baixos (Tabela 5).

**Tabela 5:** Resultado da Regressão Multivariada de Matriz de Distância – MDMR com as variáveis ambientais e a composição de espécies dos ambientes estudados.

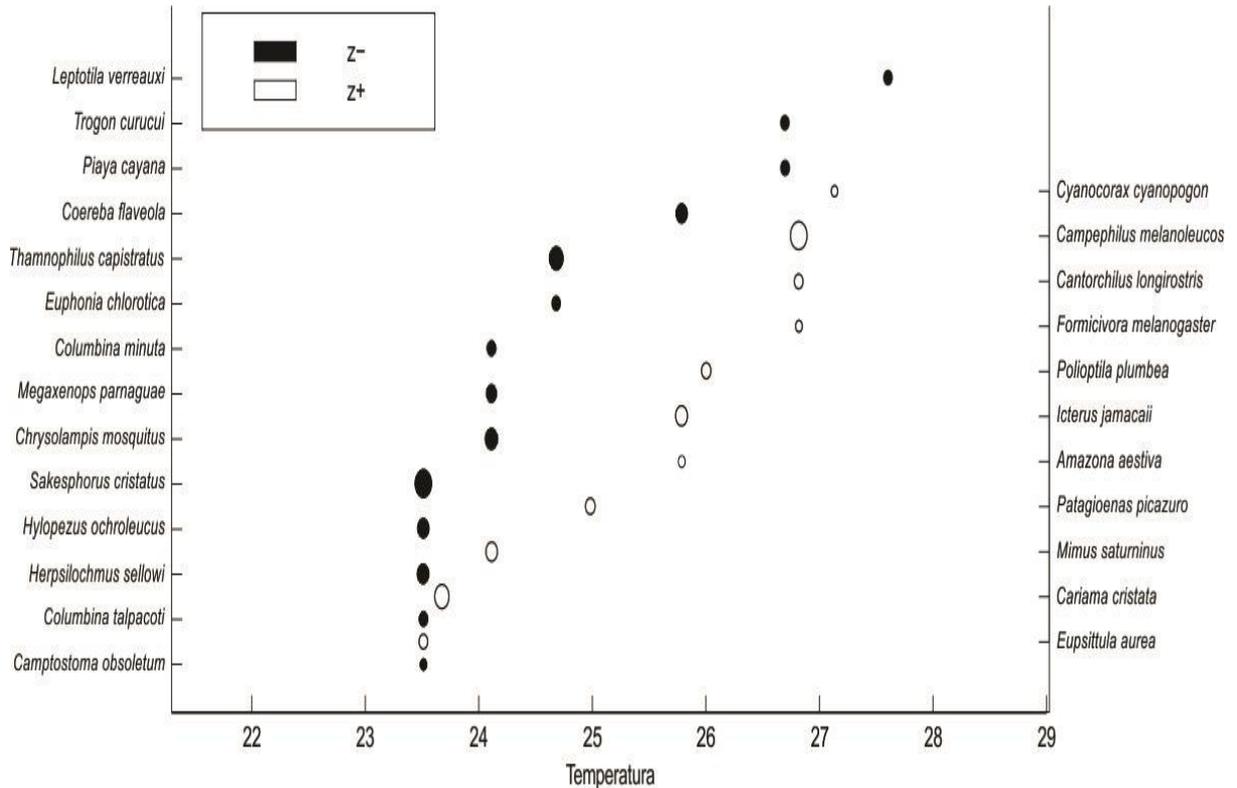
	<b>Df</b>	<b>SumsOfSqs</b>	<b>MeanSqs</b>	<b>F.Model</b>	<b>R2</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
<b>Temperatura</b>	1	0.403	0.40299	1.6002	0.06611	<b>0.039</b>
<b>Umidade</b>	1	0.4276	0.42764	1.69807	0.07016	<b>0.025</b>
Complexidade de sub-bosque	1	0.2382	0.23824	0.94601	0.03909	0.528
Complexidade de dossel	1	0.3601	0.36012	1.42999	0.05908	0.082
Vegetação rasteira	1	0.1618	0.16183	0.6426	0.02655	0.941
Cobertura da vegetação	1	0.3083	0.30831	1.22423	0.05058	0.215
Influência humana	1	0.1372	0.13717	0.54468	0.0225	0.975
Residuals	14	3.5257	0.25184	0.57843		
Total	23	6.0953	1			

Na análise de TITAN para a umidade, esta variável afetou 29 espécies, sendo estas principalmente insetívoras de dossel e extrato médio. Dentre as espécies podemos destacar duas espécies endêmicas de Caatinga se mostrando afetadas negativamente pela umidade, *Cantorchilus longirostris* e *Eupsittula cactorum*, com probabilidade de detecção reduzida em valores acima de 71% e 74% de umidade, respectivamente. As espécies endêmicas de Cerrado são afetadas positivamente pela umidade, sendo que *Cyanocorax cristatellus* possui limiar de 74% de umidade e *Saltatrix atricollis* possui limiar de 70% de umidade (Figura 7).



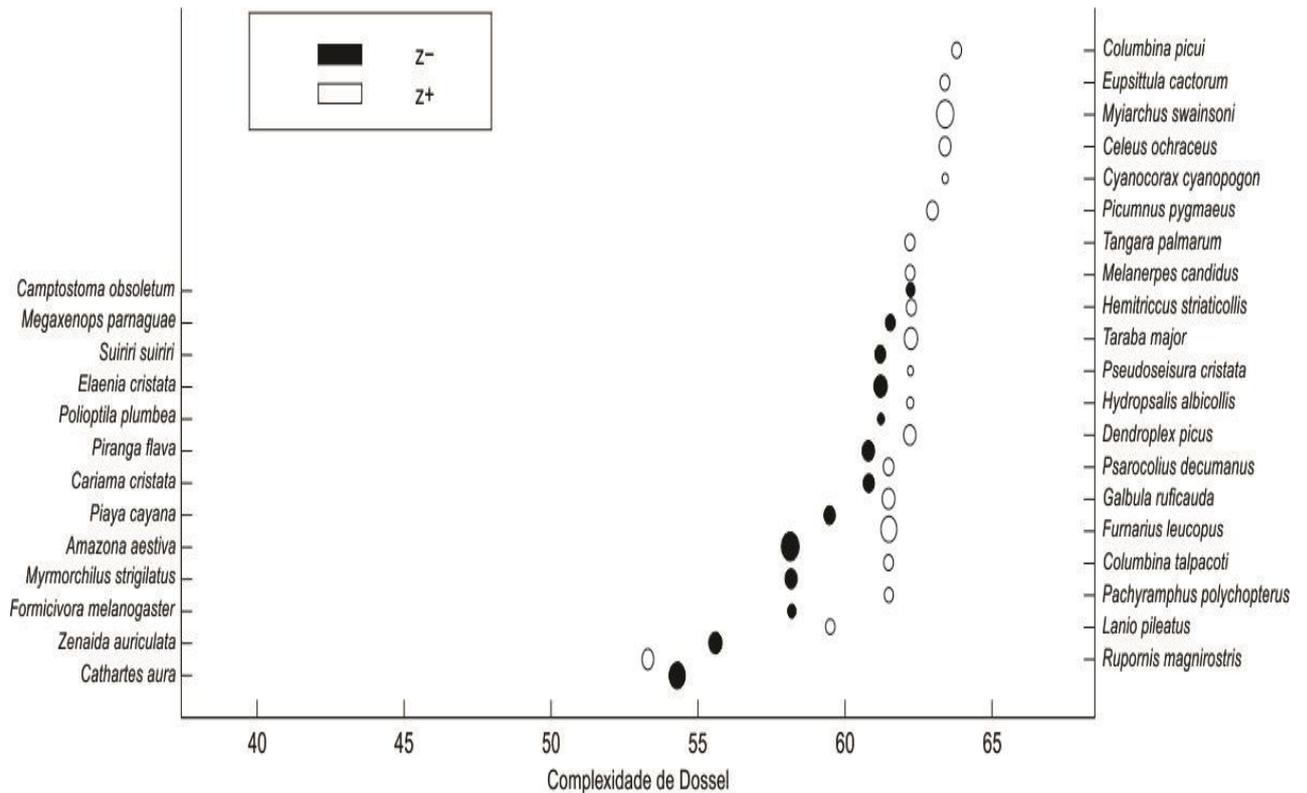
**Figura 7:** Teste de TITAN para a variável Umidade, afetou um total de 29 espécies, sendo estas principalmente insetívoras de dossel e extrato-médio, espécies endêmicas de Caatinga se mostraram afetadas negativamente e endêmicas de Cerrado afetadas positivamente.

A variável temperatura na análise de TITAN afeta principalmente espécies insetívoras de dossel e de extrato médio encontradas nos três tipos de ambientes, essa variável afeta negativamente as espécies endêmicas de Caatinga, que possuem maiores probabilidades de detecção a uma média de temperatura de 24.3°C, dentre essas, duas são de dossel (*Megaxenops paraguayae* e *Herpsilochmus sellowi*) e duas são de sub-bosque (*Hylopezus ochroleucus* e *Thamnophilus capistratus*) (Figura 8).



**Figura 8:** Teste de TITAN para a variável Temperatura, afetou um total de 25 espécies, afeta principalmente espécies insetívoras de dossel e de extrato médio encontradas nos três tipos de ambientes.

Na análise de TITAN para a variável complexidade de dossel as espécies destacadas são em sua maioria de dossel, onde o limiar positivo e negativo fica entre 54% e 64%, porém as espécies que são afetadas positivamente se concentram mais entre 63% e 64% de complexidade de dossel, dentre as espécies afetadas pelo dossel tem-se destaque as endêmicas de Caatinga (quarto espécies), em que *Eupsittula cactorum* e *Picumnus pigmaeus* são afetados positivamente, ocorrendo em ambientes com complexidade em torno de 63%; *Megaxenops parnaguae* e *Myrmorchilus strigilatus* são afetados negativamente, com *Megaxenops parnaguae* tendo sua probabilidade de detecção em ambientes com complexidade de dossel até 63% e *Myrmorchilus strigilatus*, espécie de sub-bosque, tem preferência para ambientes com complexidade inferior a 58.5%.



**Figura 9:** Teste de TITAN para a variável Complexidade de Dossel, as espécies afetadas por essa variável são em sua maioria de dossel, onde o limiar positivo e negativo fica entre 54% e 64%, porém as espécies que são afetadas positivamente se concentram mais entre 63% e 64% de complexidade de dossel.

#### 4. Discussão

No presente estudo encontramos que áreas de Cerrado possuem maior riqueza em relação à Caatinga e o ecótono, e o ecótono possui maior riqueza em relação à Caatinga. Esse padrão não segue o que postula a teoria geral dos ecótonos, onde teríamos uma maior riqueza de espécies de aves no ecótono, como também não segue o conceito de ecótono de van der Maarel (1990), o qual sugere uma riqueza mais baixa em ecótonos devido a flutuações ambientais que tornam a região desfavorável para a adaptação das espécies, levando assim, a uma riqueza de espécies inferior as áreas adjacentes. O que vemos no ecótono é a presença de espécies mais generalistas e tolerantes, encontradas em ambas as áreas adjacentes, no entanto, a maior riqueza de espécie do ecótono em relação à Caatinga pode estar relacionada ao fato do Cerrado possuir mais espécies e algumas destas conseguirem penetrar no ecótono e não

chegarem até a Caatinga. Não houve espécies que sejam exclusivas de áreas ecotonais e isto pode ser decorrente da grande variedade de microhabitats no ecótono, o que normalmente torna as condições marginais nestas áreas para a ocorrência de algumas espécies mais exigentes e sensíveis em termos ambientais (Risser, 1995; Gosz, 1992).

O ecótono entre a Caatinga e o Cerrado é formado por um mosaico de paisagens com a presença de elementos fitofisionômicos de ambos os biomas, havendo também uma paisagem extremamente complexa, formada por áreas de mistura de vegetação dos dois biomas, áreas de interpenetrações e contato abrupto (Emperaire, 1989). Segundo Ab'Saber (1983), as bordas entre a Caatinga e o Cerrado nunca foram estáticas, e sim extremamente dinâmicas, sofrendo fortes flutuações no espaço durante os períodos glaciais do Quaternário. Durante estes períodos o clima sul-americano ficou seco e frio, favorecendo a expansão da Caatinga sobre as depressões periféricas dos planaltos intertropicais e a retração do Cerrado para refúgios ecológicos localizados sobre os chapadões do Brasil Central. Em contraste, durante os períodos interglaciais, o oposto ocorreu.

A distribuição espacial, riqueza de espécies, endemismo e, conseqüentemente, os padrões biogeográficos, podem ser fortemente moldados pela estabilidade histórica do habitat (Carnaval e Moritz, 2008; Graham et al, 2006). Historicamente áreas estáveis deverão ter maior persistência da dimensão populacional, o que deverá permitir mais espécies a surgir e persistir em uma cobertura vegetal mais estável, resultando em alta diversidade de espécies e endemismo (Graham et al., 2006, Carnaval et al. 2009; Carnaval e Moritz, 2008; Hewitt, 2004). Por outro lado, as regiões historicamente instáveis deverão ser colonizadas mais recentemente e, conseqüentemente, manter as assinaturas genéticas de expansões populacionais, tendo menor diversidade e endemismo de espécies quando comparado com áreas estáveis (Werneck, 2011). Por tanto o ecótono entre a Caatinga e o Cerrado, pode ser considerado uma região extremamente dinâmica e complexa, o que dificultaria o estabelecimento e conseqüente adaptação de espécies especialistas em ecótonos, tendendo a inibir a presença de espécies que tenham uma restrição de nicho maior e que sejam mais conservadas em seu habitat como é o caso das espécies endêmicas de Cerrado, que foram encontradas restritas às áreas do bioma.

Quando analisamos a composição do Cerrado, Caatinga e ecótono, vemos que as amostras de Cerrado se mostraram mais dissimilares em relação a composição de

espécies. Isso sugere uma maior heterogeneidade quanto à composição de espécies em áreas de Cerrado, enquanto as amostras obtidas em áreas de Caatinga e ecótono se mostram mais próximas sugerindo uma maior homogeneidade e compartilhando mais espécies entre si. Desta forma, as amostras de ecótono são mais semelhantes com as amostras de Caatinga do que com as amostras de Cerrado, porém, também compartilha espécies de Cerrado que não são encontradas nas amostras de Caatinga.

É importante salientar que apesar de terem sido encontradas espécies endêmicas de Caatinga dentro da região ecotonal, essas espécies estão restritas às manchas típicas de seu bioma, tais como *Megaxenops parnaguae* encontrado em duas áreas de ecótono porém restritos às manchas de caatinga arbórea e *Paroaria dominicana* também encontrado em três áreas de ecótono estando restrito às manchas de caatinga arbustiva, o que corrobora com a ideia de que espécies endêmicas possuem especificidade de habitat, o que reflete em seu nicho (Santos, 2004; Olmos *et al.*, 2005), Santos (2008) em seus estudos no sul do estado do Piauí encontrou resultados semelhantes, onde espécies endêmicas do Cerrado e da Caatinga foram encontradas em áreas de ecótono, porém ocorrendo apenas em manchas de seus respectivos habitats nas áreas de ecótono entre os dois biomas.

A presença de espécies endêmicas de Caatinga nas de áreas de ecótono, pode ser reflexo dos desmatamentos e da expansão agrícola, uma vez que essas espécies têm expandindo suas áreas de distribuição, como por exemplo *Picumnus pygmaeus* que além de terem sido registrados em três áreas de ecótono, também tiveram presença registrada em duas áreas de Cerrado. A expansão de *Picumnus pygmaeus* já foi relatada por Lees *et al.* (2012), que reportou o primeiro registro dessa espécie para o bioma amazônico, sendo também citado no mesmo artigo um registro fotográfico da espécie por Gustavo Gonsioroski (Gonsioroski, 2011) no litoral do Maranhão, essa expansão pode ser resultado de uma ampla frente de desmatamento, sendo esta espécie capaz de se adaptar a habitats desmatados com uma estrutura semelhante a de seu habitat na Caatinga, no entanto, de acordo com os autores, é possível que esta espécie sempre esteve presente ao longo da mal inventariada faixa litorânea e têm se espalhado pelo interior após o desmatamento, entretanto, mais investigações se fazem necessárias para determinar a extensão da atual distribuição desta espécie.

A espécie *Pseudoseisura cristata* também foi encontrada em uma área de ecótono e em uma área de Cerrado, de acordo com a descrição de seu habitat essa

espécie pode ser encontrada em caatinga arbórea e vegetação arbustiva, especialmente quando sobre-pastejada, sendo comum nas proximidades de habitações humanas em áreas rurais e áreas de Caatinga degradada (Remsen, 2003), essa descrição coincide com as áreas onde a espécie foi encontrada fora dos limites de seu bioma de origem, na área de ecótono a espécie foi registrada em manchas de Caatinga arbustiva e na área de Cerrado a espécie encontrava-se em uma área com presença de carnaúbas em campos de criação de gado.

O fato de encontramos espécies endêmicas de Caatinga no ecótono, pode ser reflexo dos desmatamentos, como dito anteriormente, como também pode ser devido à dinâmica histórica entre esses dois biomas, em que no processo geomorfológico atual, os planaltos estão sendo erodidos e substituídos por depressões periféricas, onde o Cerrado tem perdido espaço para a Caatinga na área de ecótono entre os dois biomas (Cole, 1986; Santos, 2008). Assim, as aves da Caatinga poderiam ampliar sua distribuição seguindo as depressões periféricas, e as aves do Cerrado ficariam restritas aos planaltos residuais encontrados na borda do bioma com a Caatinga. Um ponto a ser observado acerca da expansão da Caatinga sobre o Cerrado, é a presença de um predomínio de habitats e elementos de Caatinga dentro das áreas de ecótono, o que pode contribuir com a maior presença de espécies endêmicas de Caatinga no ecótono (ainda que estas se mantenham restritas a manchas de seu habitat) e um compartilhamento grande de espécies de Cerrado (não endêmicas) com o ecótono (Emperaire, 1989; Santos *et al.*, 2012).

Apesar de nenhuma das variáveis ambientais e da estrutura do ambiente estudadas ter afetado significativamente a riqueza de espécies nas três áreas, duas variáveis foram importantes para a variação na composição de espécies, sendo essas: temperatura e umidade. De fato há vários estudos que demonstram que variáveis ligadas ao clima podem ser determinantes na ocorrência e abundância de organismos no Nordeste do Brasil (Santos, 2004; *Trovão et al.*, 2007; *Vasconcelos et al.*, 2010). Essa forte influência do clima do Nordeste sobre a biota da região certamente está relacionada a alguns dos valores meteorológicos mais extremos do país: a mais forte insolação e a mais baixa nebulosidade; as mais altas médias térmicas (26°-29°C) e as mais baixas percentagens de umidade relativa; as mais elevadas taxas de evaporação e, sobretudo, as mais escassas e irregulares precipitações pluviais (250-800 mm anuais), que são extremamente sazonais e limitadas a um curto período do ano (2 a 3 meses)

(Nimer, 1972; Prado 2003). E todo esse extremo climático possui um gradiente que se torna mais ameno ao sair da Caatinga em direção ao Cerrado (Prado 2003). Nesse sentido teríamos em um extremo um clima mais rigoroso com temperaturas médias anuais mais altas e taxas de umidades relativa do ar mais baixas na Caatinga, e no outro extremo o Cerrado com temperaturas médias anuais mais baixas e taxas de umidades relativa do ar mais altas. Já o ecótono entre os dois biomas aparece como uma região intermediária.

De fato os nossos resultados corroboram esse padrão, tivemos 25 espécies afetadas pela temperatura e 29 pela umidade, onde as espécies de Cerrado se mostraram, afetadas positivamente, necessitando de ambientes com níveis de umidade mais altos em relação às espécies de Caatinga, que são afetadas negativamente, ou seja, necessitam de ambientes com níveis de umidade menores.

Há uma ideia já consolidada na literatura, que variáveis climáticas como umidade, radiação solar e temperatura do ar afetam taxas metabólicas de animais e plantas produzindo respostas metabólicas em graus variados (Porter & Gates 1969, Grubb, 1975). Por exemplo, Boleli & Queiroz (2012), sugerem que a temperatura e umidade podem influenciar taxas de incubação de ovos em aves, onde temperaturas muito elevadas associadas a baixas taxas de umidade podem levar a redução da taxa de sucesso reprodutivo em aves, o que poderia ser um fator limitante para a colonização do ecótono por aves de Cerrado enquanto as aves da Caatinga poderiam ser mais resistentes a essas características climáticas. Saatchi *et al.* (2008) argumenta que comunidades mais ricas em espécies estiveram associadas a baixos níveis de variação da temperatura, enfatizando a relação de dependência da temperatura e de possíveis limitadores de processos fisiológicos e das taxas de especiação relacionados a essa variável.

Na Caatinga esse padrão foi corroborado por Vasconcelos *et al.* (2010), que ao estudar insetos em ambientes de Caatinga no Nordeste do Brasil, encontrou que a precipitação e a umidade relativa foram os principais preditores dos padrões de abundância e/ou atividade dos insetos. Sousa *et al.* (2012) estudaram aves no Parque Nacional do Catimbau, em área de Caatinga, e encontram forte diferença entre a riqueza de aves entre as estações seca (temperaturas mais elevadas e percentuais de umidade mais baixos), quando comparados com a estação chuvosa (temperaturas mais baixas e

percentuais de umidade mais altos). Esses padrões poderiam explicar, em parte, a maior riqueza de espécies registrada por nós no Cerrado.

Uma outra variável que, na análise de TITAN, demonstrou ser aparentemente importante para aves na região de estudo foi a complexidade de dossel, onde 33 espécies de aves tiveram sua ocorrência afetada por essa variável da estrutura do ambiente. Para essa variável uma espécie de Cerrado se mostrou afetada positivamente, necessitando de ambientes com níveis maiores de complexidade de dossel, em relação as espécies da Caatinga, as quais se mostraram afetadas tanto positivamente quanto negativamente pela complexidade de dossel, onde podemos destacar *Picumnus pigmaeus* e *Eupsittula cactorum*, espécies de extrato-médio e dossel, afetadas positivamente pela complexidade de dossel, *Megaxenops parnaguae* e *Myrmorchilus strigilatus* são afetadas negativamente pela complexidade de dossel.

Estudos apontam que a complexidade de dossel tem efeito direto sobre a comunidade de aves que se alimentam e nidificam no dossel e é responsável pela diminuição da disponibilidade de recurso (Newell, 2010). Com uma menor complexidade de dossel e conseqüente maior quantidade de radiação solar, há a mudança da estrutura da vegetação com o aumento da densidade de espécies pioneiras e alteração das condições microclimáticas como temperatura e umidade (Newell, 2010). Essas mudanças alteram tanto a capacidade de deslocamento das espécies (Van Houtan *et al.*, 2012), como alteram a disponibilidade de recursos alimentares, com mudanças na composição e abundância de espécies da comunidade de artrópodes (Basset *et al.*, 2001), o que gera mudanças nas taxas de predação de aves insetívoras (Fayle *et al.*, 2010).

Na Caatinga, Cerrado e ecótono apesar de não haver grande variação entre espécies de sub-bosque, há um conjunto de espécies que usam preferencialmente o estrato mais alto da vegetação (exemplo: *Eupsittula cactorum*, *Pseudoseisura cristata*, *Dendroplex picus*), como espécies que são mais associadas aos extratos mais próximos ao solo (ex: *Hylopezus ochroleucus*, *Myrmochilus strigilatus*, *Melanopareia torquata*) sendo a maioria dessas espécies insetívoras. Baseado nisto, o fato de termos encontrado um maior número de espécies de dossel no Cerrado (67 espécies) quando comparamos com à Caatinga (42 espécies) e ecótono (49 espécies) pode ser reflexo dessa maior heterogeneidade e desenvolvimento de dossel do Cerrado (Ratter *et al.*, 1997; Prado, 2003; Santos *et al.*, 2012) sendo importante ressaltar o registro dessas espécies de dossel seguindo um gradiente de heterogeneidade, Cerrado mais desenvolvido com maior

quantidade de espécies de dossel, ecótono com valores intermediários e Caatinga com valores menores de heterogeneidade e espécies de dossel. Santos (2008) ressalta que a diferença faunística entre as áreas de Cerrado, ecótono e Caatinga, pode estar relacionado a falta de capacidade das espécies de aves dependentes de floresta (vindas principalmente do Cerrado) em cruzar as bordas das duas regiões.

De um modo geral características ligadas ao clima (temperatura e umidade) e a complexidade da vegetação parecem ser fatores determinantes para os padrões de distribuição das espécies de aves em áreas de ecótono envolvendo o Cerrado e a Caatinga no Nordeste do Brasil. A maior parte das espécies encontradas em nosso estudo foram afetadas em maior ou menor grau por esses fatores ambientais, os quais estão intimamente ligados a qualidade do hábitat e status de conservação da paisagem. Nesse sentido nossos dados sugerem que as elevadas taxas de desmatamentos associadas com o baixo nível de representatividade das unidades de conservação desses Biomas podem afetar negativamente as comunidades de aves que ocorrem em regiões de ecótono envolvendo o Cerrado e a Caatinga no Nordeste do Brasil.

Nesse sentido é possível entender os mecanismos que afetam a distribuição das espécies localmente, e assim prever como impactos que ocasionam mudanças ambientais afetam as comunidades de aves. Pelo que observamos, as variáveis em diferentes escalas, tal como as climáticas e as que refletem a estrutura da vegetação, afetam a biodiversidade. Sendo assim, em um processo de gestão ambiental, tanto as ações locais que afetam a estrutura da vegetação assim como as ações regionais que afetam as condições climáticas irão influenciar a estruturação das comunidades localmente. Essas mudanças apesar de observadas de maneira específica para o grupo das aves, pode refletir em alterações mais generalizadas visto que esse grupo desempenha importante papel em ciclos biológicos, tais como dispersor de sementes, polinização, predação.

## **Agradecimentos**

Agradeço a Capes pela concessão da bolsa de mestrado, ao programa de Pós-graduação da Universidade Federal do Pará em convênio com o Museu Paraense Emílio Goeldi, pela oportunidade de realizar este trabalho e ao Projeto "Aves da Caatinga" pelo financiamento da pesquisa (Processo CNPQ 552011/2011-8). Ao meu orientador Marcos Pérsio pela orientação e apoio, Pablo Vieira Cerqueira e Rodrigo Lima Paz pela ajuda na coleta de dados e desenho amostral, Leandro Juen pela ajuda nas análises estatísticas.

## Referências

- Ab'Saber, A.N. 1983. O domínio dos Cerrados: introdução ao conhecimento. Rev. Serv. Públ. Brasília 111(4):41-55.
- Albino, R. S. 2005. Florística e fitossociologia da vegetação de Cerrado rupestre de baixa altitude e perfil socioeconômico da atividade mineradora em Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 120p.
- Aleixo, A. 1999. Effects of selective logging on a bird community in the Brazilian Atlantic Forest. Condor, 101: 537-548.
- Anderson, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. Austral Ecology, 26, 32–46
- August, P. V. 1983. The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. Ecology, 64: 1495-1507.
- Baker, M. E. & King, R. S. 2010. A new method for detecting and interpreting biodiversity and ecological community thresholds. Methods in Ecology and Evolution Volume 1, Issue 1, pages 25–37.
- Basset, Y.; Charles, E.; Hammond, D.S.; Brown, V. K. 2001. Short-term effects of canopy openness on insect herbivores in a rain forest in Guyana. Journal of Applied Ecology.38: 1045–1058.
- Blake, J. G. 2007. Neotropical Forest Bird Communities: A Comparison of Species Richness and Composition at Local and Regional Scales. The Condor 109: 237–255.
- Blondel, J.; Ferry, C. and Frochot, B. 1970. La méthode des indices ponctuels d'abundance (IPA) ou des relevés d'avifaune par "stations d'écoute". Alauda 38:55-71.
- Boleli, I.C. & Queiroz, S. A. 2012. Effects of Incubation Temperature and Relative Humidity on Embryonic Development in Eggs of Red-Winged Tinamou (*Rhynchotus rufescens*).
- Camacho, R.G.V. & Baptista, G.N.M. 2005. Análise geográfica computadorizada aplicada à vegetação da caatinga em unidades de conservação do Nordeste: a) Estação Ecológica do Seridó-ESEC/RN/Brasil. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto 12, Goiânia, 2005. Anais. Goiânia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. pp. 2611-2618.

- Carnaval, A. C., Moritz, C. 2008. Historical climate modelling predicts patterns of current biodiversity in the Brazilian Atlantic Forest. *Journal of Biogeography*. 35: 1187-1201.
- Carnaval, A.C.; Hickerson, M. J.; Haddad, C. F. B.; Rodrigues, M. T.; Moritz, C. 2009. Stability predicts genetic diversity in the Brazilian Atlantic Forest Hotspot. *Science*. 323: 785-789
- Carvalho, D.A.; Oliveira-Filho A.T.; Vilela, E.A.; Curi, N.; Van den Berg, E.; Fontes, M.A.L.; Botezelli, L. 2005. Solos e topografia em um trecho de floresta ripária do Rio São Francisco em Três Marias, MG, Brasil. *Revista Brasil. Bot.*, V.28, n.2, p.329-345
- Clarke, K.R. & Warwick, R.M. 1994. Similarity-based testing for community pattern: the 2-way layout with no replication. *Mar Biol* 118, 167-176
- Clements, F.E. 1905. *Research methods in ecology*. University of Nebraska Publishing Company, Lincoln, NB.
- Cole, M. M. 1986. *The savannas: biogeography and geobotany*. Academic Press, London. 438 pages.
- Colwell, R. K. 2000. *Estimates: statistical estimation of species richness and shared species from samples*, Version 6.0 b1, User's Guide and application. University of Connecticut. Disponível em: <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>>. Acesso em: 05.04.2013.
- Conner, R. and Dickson, J. 1997. Relationships between bird communities and forest age, structure, species composition and fragmentation in the West gulf coastal plain. *Texas Journal of Science*, 49 (3): 123–138.
- Costa, J. M. 2005. *Estrutura da vegetação e melissofauna associada em uma área de Cerrado rupestre, Castelo do Piauí, Piauí, Brasil*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Piauí, Teresina. 38p.
- Dufrêne, M. & P. Legendre. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67: 345- 366.
- Eiten, G. 1972. The Cerrado vegetation of Brazil. *The Botanical Review*, 38(2):201-341.
- Emperaire, I. 1989. *Vegetation et gestion des ressources naturelles dans la Caatinga du sud-est du Piauí (Bresil)*. Ed. ORSTOM F7, TDM- 52. 378 pp.
- Fayle, T.M.; Turner, E.C.; Snaddon, J. L.; Chey, V.K.; Chung, A.Y.C.; Eggleton, P.; Foster, W.A. 2010. Oil palm expansion into rain forest greatly reduces ant

biodiversity in canopy, epiphytes and leaf-litter. *Basic and Applied Ecology* 11: 337–345.

- Gonsioroski, G. H. 2011. [WA269965, *Picumnus pygmaeus* (Lichtenstein, 1823)]. Wiki Aves- A Enciclopédia das Aves do Brasil. Disponível em: <http://www.wikiaves.com/269965>> Acesso em: 1º Fev 2015.
- Gosz, J.R. 1992. Gradient analysis of ecological change in time and space: Implications for forest management. *Ecological Applications* 2(3):248-261.
- Graham, C.H., Moritz, C., Williams, S.E., 2006. Habitat history improves prediction of biodiversity in rainforest fauna. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103, 632 e 636.
- Grubb, J. C. Jr. 1975. Olfactory orientation in southern leopard frogs, *Rana utriculatia*. *Herpetol.*, 31, 219-221.
- Guthery, F. S., and R. L. Bingham. 1992. On Leopold's principle of edge. *Wildlife Society Bulletin* 20:340–344.
- Hewitt, G.M. 2004. Genetic consequences of climatic oscillations in the Quaternary. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*. 359:183-195.
- Hutchinson, G.E. 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symp Quant Biol.* 22:415–427.
- Jose, S., Gillespie, A.R., George, S.J. and Kumar, B.M. 1996. Vegetation responses along edge-to-interior gradients in a high altitude tropical forest in peninsular India. *Forest Ecology and Management* 87:51-62.
- Kaufman, P.B.; Cseke, L.J.; Warber, S.; Duke, J.A.; Briemann, H.L. 1999. *Natural Products from Plants*. (CRC Press, Boca Raton, FL).
- King, R. S. e Richardson, C.J. 2003. Two statistical methods for the detection of environmental thresholds. *Ecological Modelling*. 166: 87-97.
- King, R.S.; Baker, M.E.; Kazyak, P.; Weller, D. 2011. How novel is too novel? Stream community thresholds at exceptionally low levels of catchment urbanization. *Ecological Applications*.
- Leal, I. R., Silva, J. M. C., Tabarelli, M. & Lacher Jr., T. 2005. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do nordeste do Brasil. *Megadiversidade* 1: 139-146.

- Lees, A. C., Moura, N.G.; Santana, A.; Aleixo, A.; Barlow, J.; Berenguer, E.; Ferreira, J. & Gardner, T.A. 2012. Paragominas: a quantitative baseline inventory of an eastern Amazonian avifauna. *Revista Brasileira de Ornitologia* 20(2): 93-118.
- Legendre, P. and Legendre, L. 1998. *Numerical ecology*. 2nd English edition. Elsevier, Amsterdam.
- Macarthur, R.; Recher, H. E. and Cody, M. 1966. On the relation between habitat selection and species diversity. *American Naturalist*, 100:319-332.
- Machado, R. B.; Ramos Neto, M. B.; Pereira, P. G. P.; Caldas, E. F.; Gonçalves, D. A.; Santos, N. S.; Tabor, K.; Steininger, M. 2004. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional, Brasília, DF.
- Marsden, S.J., Fielding, A.H., Mead, C., Hussin, M.Z. 2002. A technique for measuring the density and complexity of understorey vegetation in tropical forests. *Forest Ecology and Management*.165: 117-123.
- McArdle, B.H. and M.J. Anderson. 2001. Fitting multivariate models to community data: A comment on distance-based redundancy analysis. *Ecology*, 82: 290–297.
- Moura, I.O. de; Felfili, J.M.; Castro, A.A.J.F. 2007. Correlações entre variáveis ambientais e espécies lenhosas de cerrado *sensu stricto* sobre afloramentos rochosos no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG. 2p.
- Newell, F.L. 2010. A bird's eye view of the forest: how does canopy openness affect canopy songbirds? Ohio State University, Thesis 219p.
- Nimer, E. 1972. Ensaio de um novo método de classificação climática: contribuição à climatologia intertropical e subtropical, especialmente do Brasil. in *Boletim Geográfico*. Rio de Janeiro: IBGE. Ano 31, Nº 227, p. 141-153.
- Odum, E.P. 1983 . *Basic ecology*. Saunders College Publishing, Philadelphia.
- Oliveira-Filho, A. T. 1994. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho da mata ciliar do córrego dos Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). *Revista Brasileira de Botânica*, v. 17, n. 1, p. 67-85.
- Olmos, F. 2005. Aves ameaçadas, prioridades e políticas de conservação no Brasil. *Natureza & Conservação* 3(1), 21-42.
- Paglia, P. A.; De Marco, P. J; Costa, F. M.; Pereira, R. F.; Lessa, G. 1995. Heterogeneidade estrutural e diversidade de pequenos mamíferos em um

fragmento de mata secundária de Minas Gerais. Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, 12: 67 – 79.

- Peck, D.V.; Herlihy, A.T.; Hill, B.H.; Hughes, R.M.; Kaufmann, P.R.; Klemm, D.J.; Lazorchak, J.M.; McCormick, F.H.; Peterson, S.A.; Ringold, P.L.; Magee, T.; Cappaert, M.R. 2006. Environmental Monitoring and Assessment Program-Surface Waters: Western Pilot Study Field Operations Manual for Wadeable Streams. Environmental Protection Agency, Washington.
- Petts, G. E. 1990. The role of ecotones in aquatic landscape management. Pages 227-261 in R. J. Naiman and H. Décamps, editors. The Ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones. Unesco Park Ridge, N.J., USA.
- Porter, W. P. and Gates, D. M. 1969. Thermodynamic Equilibria of Animals with Environment. Ecological Monographs 39:227–244
- Prado, D.E. 2003. As caatingas da América do Sul. In: Leal IR, Tabarelli M & Silva JMC (Eds.). Ecologia e conservação da caatinga. Ed. Universitária da UFPE, Recife.
- Ratter, J. A; Ribeiro, J. F & Bridgewater, S. (1997). The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. Annals Of Botany 80: 223±230.
- Remsen, J.V. 2003. Family Furnariidae (Ovenbirds). In: Del Hoyo, J., A. Elliott and D.A. Christie (eds). 2003. Handbook of the Birds of the World. Vol. 8. Broadbills to Tapaculos. Lynx Edicions, Barcelona.
- Risser, P. G. 1993. Ecotones at Local to Regional Scales from Around the World. Ecological Applications 3:367–368.
- Risser, P. G. 1995. The status of the science examining ecotones. BioScience. 45: 318-325.
- Roth, R. R. 1976. Spatial heterogeneity and birds species diversity. Ecology, 57: 773-782.
- Saatchi, S.; Buermann, W.; Mori, S. and ter Steege, H. 2008. Modeling distribution of Amazonian tree species and diversity using remote sensing measurements. Remote Sensing of Environment, 112 (5): 2000-2017.
- Samuels, C. L. and Drake, J. A. 1997. Divergent perspectives on community convergence. Trends Ecol. Evol. 12: 427-432.
- Santos, M.P.D. 2004. As comunidades de aves em duas fisionomias da vegetação de Caatinga no estado do Piauí, Brasil. Ararajuba 12 (2):113-123.

- Santos, M. P. D. 2008. Bird community distribution in a Cerrado- Caatinga transition area, Piauí, Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 16:323-338.
- Santos, R.M.; Oliveira-Filho, A.T.; Eisenlohr, P.V.; Queiroz, L.P.; Cardoso, D.B.O.S. & Rodal, M.J. N. 2012. Identity and relationships of the Arboreal Caatinga among other floristic units of seasonally dry tropical forests (SDTFs) of north-eastern and Central Brazil. *Ecology and Evolution*.
- Silva Júnior, M.C. 1998. Comunidades de árvores e sua relação com os solos na Mata do Pitoco, Reserva Ecológica do IBGE, Brasília-DF. *Revista Árvores, Viçosa*, v. 22, p. 29-40.
- Silva, J.M.C. & Santos, M.P.D. 2005. A importância relativa dos processos biogeográficos na formação da avifauna do Cerrado e de outros biomas brasileiros. In *Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação* (A. Scariot, J.C. Souza Filho & J.M. Felfili, eds). Ministério do Meio ambiente, Brasília, p. 224-233.
- Silva, J.M.C.; Rylands, A. B. & Fonseca, G. A. B. 2005. O destino das áreas de endemismo da Amazônia. *Megadiversidade* 1:124-131.
- Simberloff, D. S. and Abele, L. G. 1982. Refuge design and island biogeography theory: Effects of fragmentation. *American Naturalist*, 120: 41-50.
- Sousa, A. E. B. A; Lima, D.M. & Lyra-Neves, R.M. 2012. Avifauna of the catimbau national park in the brazilian state of pernambuco, brazil: species richness and spatio-temporal variation. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 20(3), 230-245.
- Trovão, D. M. de B. M.; Fernandes, P.D.; Andrade, L.A. & José Dantas Neto. 2007. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.11, n.3, p.307–311
- Van der Maarel , E. 1990. Ecotones and ecoclines are different. *Journal of Vegetation Science* 1 ,135 – 138 .
- Van Houtan, K.S.; Pimm, S.L.; Halley, J.M.; Bierregaard, R.O.; Lovejoy, T.E. 2007. Dispersal of Amazonian birds in continuous and fragmented forest. *Ecology Letters* 10: 219–229.
- Vasconcellos, A.; Andrezza, R.; Almeida, A.M.; Araujo, H.F.P.; Oliveira, E.S. & Oliveira, U. 2010. Seasonality of insects in the semi-arid Caatinga of northeastern Brazil. *Rev. Bras. Entomologia*. vol.54 no.3
- Vielliard, J.M.E.; M.E.C. Almeida; I. Anjos; W.R. Silva .2010. Levantamento quantitativo por pontos de escuta e o índice pontual de abundância (IPA). In: Matter, S.V.; F.C. Straube; I. Accordi; V. Piacentini & J.F. Cândido-Jr. p.47-60.

Ornitologia e Conservação. Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento. Rio de Janeiro: Technical Books.

Weiher, E. & P.A. Keddy. 1999. Ecological assembly rules: perspectives, advances, retreats. Cambridge University Press, Cambridge.

Werneck, F. P. 2011. The diversification of eastern South American open vegetation biomes: historical biogeography and perspectives. *Quat. Sci. Rev.* 30:1630–1648.

Woodroffe, R. and Ginsberg, J.R. 1998. Edge effects and the extinction of populations inside protected areas. *Science* 280:2126-2128.

Zar, J. H. 2010. *Biostatistical Analysis*. 5<sup>th</sup> edition. Pearson Prentice-Hall, upper Saddle River, N.J. 944 pp.

## Anexo

## Dados Ambientais Cerrado-Ecótano-Caatinga

<b>Identificação do Ponto:</b>	<b>Data:</b>	____/____/____				<b>Trat:</b>	
<b>Estimativas visuais</b>	0 =	Ausente (0%)				D = Arbórea	
	1 =	Esparsa (< 10%)				C = Arbustiva	
	2 =	Médio (10-40%)				E = Florestal	
	3 =	Denso (40-75%)				M = Rupestre	
	4 =	Muito denso (>75%)				N = Nenhuma	
<b>COBERTURA VEGETAÇÃO</b>							
<b>COBERTURA VEGETAÇÃO</b>		<b>Dossel &gt; 2 m</b>					<b>Obs.:</b>
Tipo de vegetação		D	C	E	M	N	
Árvores grandes (DAP > 15 cm)		0	1	2	3	4	
Árvores pequenas (DAP < 15 cm)		0	1	2	3	4	
<b>Sub-bosque (0,5 até 2 m altura)</b>							
Tipo de vegetação		D	C	E	M	N	
Arbustos lenhosos & mudas		0	1	2	3	4	
Ervas sem troco lenhoso e gramíneas		0	1	2	3	4	
<b>Vegetação rasteira (&lt; 0,5 m altura)</b>							
Arbustos lenhosos & mudas		0	1	2	3	4	
Ervas sem troco lenhoso e gramíneas		0	1	2	3	4	
Solo sem cobertura vegetal ou serrapilheira		0	1	2	3	4	
<b>INFLUÊNCIA HUMANA</b>							
<b>INFLUÊNCIA HUMANA</b>		<b>0= ausente p= &lt; 10 m C = &gt; 10 m</b>					
Muro, canalização, dique		0	P	C	Obs.:		
Construção		0	P	C	Obs.:		
Estrada calçada ou cascalhada		0	P	C	Obs.:		
Rodovia/ferrovia		0	P	C	Obs.:		
Roça		0	P	C	Obs.:		
Entulho/lixo		0	P	C	Obs.:		
Queimada		0	P	C	Obs.:		
Plantação de grãos		0	P	C	Obs.:		
Pastagem		0	P	C	Obs.:		
Silvicultura/desmatamento		0	P	C	Obs.:		
Mineração		0	P	C	Obs.:		
<b>DADOS GERAIS</b>							
Temperatura	Med 1		Med 2		Med 3		
Humidade	Med 1		Med 2		Med 3		
Altitude							
Altura serrapilheira régua (3 medidas por plot)	Med 1		Med 2		Med 3		
Complexidade da vegetação (Foto 2 m)	Sim		Não				
Abertura de dossel (Foto 1,2m do solo)	Sim		Não				
<b>Equipe:</b>							