

## **ANÁLISE E PROPAGAÇÃO DOS EFEITOS DE BORDA NO PARQUE ESTADUAL MATA DO PAU – FERRO, AREIA – PB**

### **ANALYSIS AND PROPAGATION OF EFFECT OF EDGE IN THE STATE PARK MATA DO PAU - FERRO, AREIA – PB**

### **ANÁLISIS Y PROPAGACIÓN DE LOS EFECTOS DE BORDA EN EL PARQUE ESTATAL MATA DO PAU - FERRO, AREIA - PB**

Jean Oliveira Campos

Graduando em Geografia pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB/Campina Grande – PB

E-mail: jeannolliveira@gmail.com

Janaina da Silva Santos

Graduanda em Geografia pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB/Campina Grande – PB

E-mail: janaynasantos79@gmail.com

Maria do Socorro Silva Salvador

Graduando em Geografia pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB/Campina Grande – PB

E-mail: maria.salvador6991@gmail.com

Valéria Raquel Porto de Lima

Doutora em Geografia, Docente do curso de Licenciatura Geografia da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB/Campus I/ Campina Grande – PB/ E-mail: vrportol@yahoo.com.br

#### **RESUMO**

Em sua paisagem atual a Mata Atlântica é constituída por fragmentos descontínuos, representados por manchas florestais isoladas inseridas em matrizes de perturbação. Uma das principais consequências advindas da fragmentação é a propagação dos efeitos de borda nos fragmentos, modificando a estrutura da vegetação, promovendo mudanças microclimáticas e consequentemente, alterando a composição e distribuição das espécies, acarretando perdas na biodiversidade. Nesse sentido, o presente artigo tem como objetivo analisar a propagação dos efeitos de borda em uma matriz de ocupação urbana e em trilha controlada dentro do Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, Areia – PB. Os dados foram levantados através de um transecto linear de 50x4m compreendendo uma área de 200m<sup>2</sup>, onde foi coletado o número de indivíduos, altura e a Circunferência à Altura do Peito (CAP). Na linha do transecto foi feita aplicação de uma lista de verificação buscando verificar a presença dos indicadores nas parcelas subdivididas em 10m de extensão cada, a mesma lista de verificação foi aplicada ao longo da trilha do Cumbe visando observar a presença dos indicadores dos efeitos de borda em seu percurso de aproximadamente 3,4 km em direção ao interior do fragmento. Os resultados apontam que os efeitos de borda ultrapassam os 50m no gradiente borda-interior e a trilha do Cumbe evidenciou-se como meio de disseminação dos efeitos de borda para as áreas interioranas do fragmento.

**Palavras-chave:** Fragmentação florestal; Efeitos de borda, Indicadores.

#### **ABSTRACT**

In its current landscape the Atlantic Forest consists of discontinuous fragments, represented by isolated forest patches inserted in disturbance matrices. One of the main consequences of fragmentation is the propagation of edge effects on the fragments, modifying the vegetation structure, promoting microclimatic changes and, consequently, altering the composition and distribution of the species, leading to losses in biodiversity. In this sense, the objective of this article is to analyze the propagation of edge effects in a matrix of urban occupation and controlled trail within the State Park Mata do Pau - Ferro, Areia - PB. The data were collected through a linear transect of 50x4m comprising an area of 200m<sup>2</sup>, where the number of individuals, height and the Chest Height Circumference (CHC) were collected. In the transect line, a checklist application was applied to verify the presence of the indicators in the subdivided plots in 10m extension each, the same checklist was applied along the Cumbe trail in order to observe the presence of the edge effects indicators in its course of approximately 3.4 km towards the interior of the fragment. The results indicate that the edge effects exceed 50m in the border-land gradient and the Cumbe trail was evidenced as a means of spreading the edge effects to the interior areas of the fragment.

**Keywords:** Forest fragmentation; Edge effects, Indicators.

## RESUMEN

En su paisaje actual la Mata Atlántica está constituida por fragmentos discontinuos, representados por manchas forestales aisladas insertadas en matrices de perturbación. Una de las principales consecuencias derivadas de la fragmentación es la propagación de los efectos de borde en los fragmentos, modificando la estructura de la vegetación, promoviendo cambios microclimáticos y consecuentemente, alterando la composición y distribución de las especies, acarreando pérdidas en la biodiversidad. En este sentido, el presente artículo tiene como objetivo analizar la propagación de los efectos de borde en una matriz de ocupación urbana y en pista controlada dentro del Parque Estatal Mata del Pau - Ferro, Areia - PB. Los datos fueron levantados a través de un transecto lineal de 50x4m comprendiendo un área de 200m<sup>2</sup>, donde fue recolectado el número de individuos, altura y la Circunferencia a la Altura del Pecho (CAP). En la línea del transecto fue hecha aplicación de checklist buscando verificar la presencia de los indicadores en las parcelas subdivididas en 10m de extensión cada, la misma checklist fue aplicada a lo largo de la pista del Cumbe visando observar la presencia de los indicadores de los efectos de borde en su recorrido de aproximadamente 3,4 km hacia el interior del fragmento. Los resultados apuntan que los efectos de borde sobrepasan los 50m en el gradiente borde-interior y la pista del Cumbe se evidenció como medio de diseminación de los efectos de borde para las áreas interiores del fragmento.

**Palabras clave:** Fragmentación forestal; Efectos de borde, Indicadores.

## 1. INTRODUÇÃO

A paisagem atual da Mata Atlântica encontra-se fragmentada e desconectada, seus remanescentes são compostos por manchas com diferentes fitofisionomias, impactados e circundados por matrizes de perturbação, caracterizadas por ocupação humana, pastos e atividade agropecuária, que tem intensificado os processos de fragmentação florestal no bioma (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2016). Os impactos ambientais gerados pela fragmentação são intensificados nas áreas onde as manchas florestais são comprimidas, cedendo espaço para ocupação antrópica, no isolamento e diante da influência do meio externo, a estrutura da paisagem passa a sofrer modificações constantes (FIGUEIRÓ, 2015). Dentre as principais consequências da fragmentação dos ecossistemas estão os efeitos de borda. Ocorrem por influência da matriz circundante, apresentando diferentes extensões, caracterizam-se como a alteração da estrutura das árvores, perdas da biodiversidade e modificação na dinâmica dos elementos bióticos e abióticos que compõem a área de borda do fragmento (FIGUEIRÓ; COELHO NETTO, 2009).

Dessa forma, a conservação da diversidade biológica presente nos fragmentos florestais é um dos maiores desafios enfrentados na atualidade, em decorrência do elevado nível de perturbação antrópica sob essas áreas (LEAL, 2014). O crescimento desordenado das diferentes formas de uso nas áreas protegidas e em seus entornos têm gerado importantes consequências ambientais e econômicas, que se apresentam como uma problemática para os profissionais envolvidos (FIGUEIRÓ; COELHO NETTO, 2009).

Portanto, são necessários estudos que permitam entender o estado de conservação e a pressão antrópica sofrida pelos fragmentos florestais. Servindo de subsídios para análise, formulação de políticas públicas e medidas de controle sobre essas áreas em vulnerabilidade. Nesse sentido, permitindo compreender a dinâmica dos elementos bióticos e abióticos, e fornecer mecanismos ambientais necessários à conservação da biodiversidade nesses ecossistemas de Mata Atlântica.

Nessa questão, o presente artigo objetiva analisar a propagação dos efeitos de borda em uma área da unidade de conservação Parque Estadual Reserva Ecológica Mata do Pau – Ferro, Areia – PB, através de um grupo de indicadores bióticos e abióticos comuns em zonas afetadas pelo efeito de borda. Dessa forma, visando estabelecer sua área de propagação pela presença dos indicadores na área de borda. Parte-se da hipótese de que a borda florestal presente na interface com a ocupação humana apresentará modificações na estrutura da vegetação e alterações microclimáticas, além disso, supõe-se que trilha turística funcione como veículo de propagação dos efeitos de borda para as áreas interioranas do fragmento.

Além desta introdução, o artigo está subdividido em mais cinco tópicos. Um referencial teórico com as principais discussões a respeito do tema investigado, a metodologia, onde é apresentado a localização da área e os procedimentos utilizados para realização do estudo. Resultados e discussões, apontando os resultados encontrados e comparação com a literatura, as considerações finais, apresentando uma síntese dos principais resultados e conclusões verificadas a partir destes, e finalmente, as referências bibliográficas, contendo as obras e documentos que fundamentaram esta pesquisa.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

As Florestas Tropicais compõem um bioma constituído por grandes e descontínuas manchas que tem sua maior área de distribuição na zona intertropical do planeta. Tais formações apresentam diferentes fitofisionomias vegetais e ocorrem em áreas com precipitação anual superiores a 2.000 mm e atenuada amplitude térmica. No Brasil esse bioma está presente em dois grandes domínios ecológicos, o amazônico, que compreende toda a porção norte do país, e o atlântico, que se estende pela costa nacional. As fitofisionomias encontradas congregam uma variação de adaptações às condições climáticas e pedológicas que ocorrem no bioma, as principais verificadas são florestas ombrófilas, florestas estacionais e campos de altitude

(FIGUEIRÓ, 2015).

A Mata Atlântica ocupa uma área de 1.110.182 Km<sup>2</sup>, que corresponde a 13,04% do território brasileiro. É considerada a maior reserva da biosfera em área de floresta do mundo, devido a sua diversidade de espécies (LEAL, 2014). Abriga mais de 15 mil espécies de plantas e mais de 2 mil espécies animais, o número de insetos e invertebrados ainda é incerto, tamanha sua diversidade. Em média, 70% população do país está situada em área de Mata Atlântica, comprometendo nascentes e cursos hídricos, acelerando o processo de fragmentação florestal. Atualmente sua extensão encontra-se excessivamente reduzida, restando apenas 7,9% de sua área, constituindo remanescentes, o conjunto dos fragmentos acima de 3 hectares representa 11,4% de sua formação original, evidenciando o elevado grau de degradação ambiental no bioma (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2016). Dessa forma, a paisagem atual da Mata Atlântica está constituída por fragmentos descontínuos, de tamanhos diversos, circundados por áreas de perturbação, representadas espaços de atividade agrícola e pecuária, o que têm intensificado os processos de degradação e fragmentação desses ecossistemas (SANTOS; CARVALHO; CARVALHO, 2013).

A implantação de áreas protegidas na Mata Atlântica constituiu um marco significativo para a política das unidades de conservação em todo o país, tendo em vista a grande concentração de unidades nesse bioma. Unidade de Conservação (UC) é a denominação empregada no Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), estabelecido pela Lei nº 9.985 de 2000. As unidades constituem áreas de proteção da biodiversidade, delimitadas pelo poder público, sendo alvos de mecanismos legislativos que visam sua proteção integral ou uso sustentável (FIGUEIRÓ, 2015). Tais unidades são representadas por parques, reservas florestais e áreas de proteção integral. Em sua maioria, têm origem a partir da fragmentação de ecossistemas, constituindo-se, dessa forma, de áreas remanescentes.

No Nordeste brasileiro áreas remanescentes da Mata Atlântica, associadas às elevadas altitudes do Planalto da Borborema, constituem Refúgios Florestais Úmidos, conhecidos como Brejos de Altitude, estes ambientes são encontrados nos estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Paraíba e Pernambuco, distribuídos em uma área de aproximadamente 18.500km<sup>2</sup> (MARQUES et al., 2014). Os Brejos de Altitude no Nordeste são encaves da Mata Atlântica, formando ilhas úmidas em pleno Semiárido, cercados por ambientes de Caatinga e diversas matrizes florestais. Apresentam características climáticas como umidade, temperatura, e fisionomia da vegetação, atípicas em relação ao ambiente semiárido onde estão inseridos, constituem refúgios da biodiversidade em pleno Semiárido, entretanto, o conhecimento sobre estes ambientes ainda é limitado. (AB'SÁBER, 2003; TABARELLI; SANTOS, 2004).

As altitudes apresentadas pelo Planalto da Borborema permitem, em determinadas áreas a formação de uma vegetação de fisionomia adaptada para sobrevivência em climas úmidos, a parte exposta à barlavento recebe os ventos úmidos e maiores índices de precipitações que ocorrem por influencia do relevo, as chuvas orográficas. Tais características climáticas favorecem o surgimento de um ambiente típico de áreas úmidas. Estas áreas constituem refúgios da Mata Atlântica dentro do bioma Caatinga. A Teoria dos Refúgios aponta que a ocorrência dessas áreas está diretamente relacionada com as flutuações climáticas no Plioceno Superior e Pleistoceno (MARQUES et al., 2014). As discussões sobre os refúgios têm início com Haffer (1969), com estudos sobre a especiação em aves na região amazônica, posteriormente, Vanzolini e Williams (1970), pesquisando a especiação em lagartos na mesma região encontraram resultados próximos aos observados pelo geólogo Jürgen Haffer, o que reforçou as proposições teóricas

Ab'Sáber (2003) aponta que os estudos com linhas de pedras e terrenos do Quaternário apresentaram evidências de glaciações e interglaciações que induziram ao surgimento de formações vegetais adaptadas as variações do clima, tais alternâncias refletiram diretamente na biodiversidade das áreas de refúgios. O avanço de corredores de semiaridez no período provocou o recuo de florestas para as áreas mais elevadas do relevo, onde ocorriam maiores índices de

umidade capaz de sustentar a permanência da fisionomia da vegetação, nos períodos de interglaciação, a maior disponibilidade de umidade permitiu a expansão das áreas florestais (SANTOS; CARVALHO; CARVALHO, 2013) Dessa forma, as machas constituídas pelos brejos de altitude tornam-se refúgios da fauna e da flora com matriz semiárida.

No estado da Paraíba é verificada a ocorrência de pelo menos onze Brejos de Altitude, dentre ele o Brejo de Areia, considerado o de maior dimensão na faixa do nordeste oriental, essa característica ocorre em consequência da orientação da escarpa da Borborema, que está presente na região, favorecendo a chegada de ventos úmidos de sudeste. Por estar situada na borda úmida do Planalto da Borborema, a microrregião do Brejo Paraibano apresenta elevados índices de precipitação, favorecendo o desenvolvimento da agropecuária na região (BARBOSA et al., 2004).

No município de Areia, o Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, é tida como a mata de brejo mais representativa do estado da Paraíba. Segundo Barbosa et al. (2004), antes de ser criada a reserva florestal, a mata sofreu intenso desmatamento nas áreas adjacentes para dar lugar ao plantio agrícola e atividade pecuária, o que provocou recuos da sua área original. Atualmente estas áreas encontram-se abandonadas, em processo de sucessão ecológica em diferentes estágios de regeneração, algumas delas incapazes de regeneração em decorrência da pressão antrópica presente. Estes refúgios encontram-se com alto índice de degradação ambiental, e muitos constituem manchas isoladas em matriz de perturbação, cercados por áreas de pastejo animal, cultivos agrícolas e centros urbanos, tais características desequilibram o ecossistema e induzem à fragmentação florestal (SILVA et al., 2006; LEAL, 2014).

A fragmentação florestal é um processo de separação da vegetação por causas naturais ou antrópicas. Este processo favorece o surgimento de manchas e fragmentos isolados de ecossistemas com estrutura natural modificada e inseridos em uma matriz agrícola que induz novas perturbações (BARANEK, 2014). A fragmentação não só ameaça à sobrevivência de espécies animais e vegetais, como também diminui as possibilidades de descobertas de novos indivíduos pela degradação dos ecossistemas. Com a fragmentação ocorre a diminuição do potencial de dispersão animal e vegetal, e consequentemente diminuição do fluxo gênico entre as populações no fragmento, pela formação de barreiras geográficas naturais ou antrópicas que impedem a circulação das espécies (SANTOS; CARVALHO; CARVALHO, 2013; FIGUEIRÓ, 2015). A diminuição da diversidade biológica e alteração na estrutura das árvores estão relacionadas diretamente com o efeito borda nos fragmentos, que ocorre como uma das principais consequências da fragmentação florestal.

O efeito de borda nos fragmentos pode ser definido como a influência do meio externo à parte mais marginal da área florestada. Ocorre devido às alterações bióticas e abióticas que estão presentes na área circundante ao fragmento resultando em alterações físicas e estruturais ao longo da borda (FIGUEIRÓ, 2015). Uma das principais consequências é a modificação na composição de espécies na área de transição, as condições do meio se alteram gradativamente com o avanço dos efeitos de borda para o interior do fragmento. A parte marginal funciona como zona de amortecimento, recebendo diretamente o impacto dos ventos, proliferação espécies pioneiras, cargas de poluição, diminuição na altura das árvores e, é onde se verifica a maior presença da ação antrópica, a intensidade do efeito relaciona-se com o tipo de matriz onde está inserido o fragmento (BARANEK, 2014).

A formação de bordas em florestas é uma ocorrência natural, no entanto seus efeitos são intensificados em decorrência das perturbações da matriz circundante, por isso apresenta extensões diferenciadas no sentido borda-interior. Segundo Figueiró e Coelho Netto (2009), as trilhas presentes nos fragmentos também podem se mostrar como meios de propagação dos efeitos de borda, uma vez que induzem a formação de diversas bordas em suas áreas marginais, e ao mesmo tempo, podem ser utilizadas como indicadoras de degradação em áreas florestais, pois refletem os diversos tipos de uso que lhes são atribuídos. Não existe uma delimitação específica para a largura do efeito de borda, tendo em vista que a dinâmica de alteração

estrutural da paisagem está diretamente relacionada com as variáveis climáticas e geomorfológicas, e a origem do processo de fragmentação (CERQUEIRA et al., 2003; FIGUEIRÓ, 2015). Mesmo com estudos que comprovam a presença dos efeitos até 500 m em algumas localidades, os resultados mais notáveis são verificados nos primeiros 50 m a partir da borda do fragmento (FIGUEIRÓ, 2015).

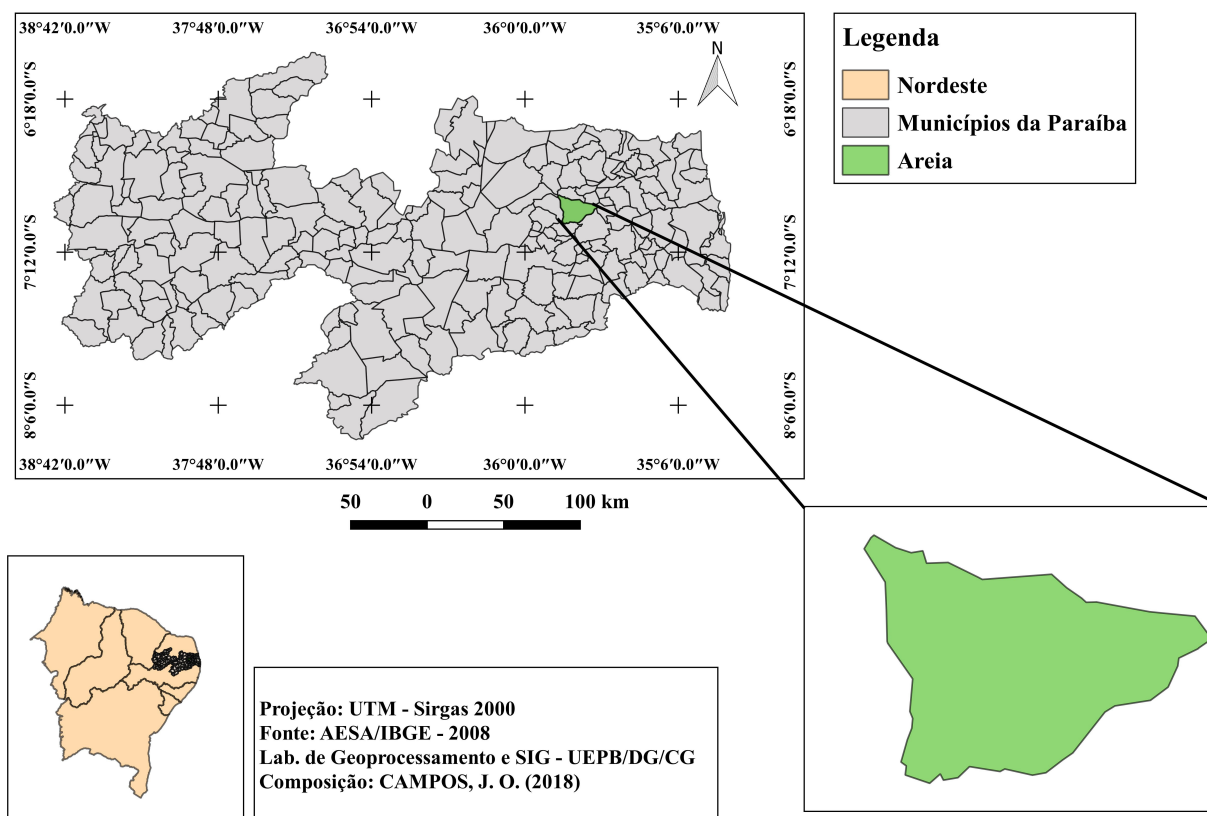
Componentes bióticos e abióticos estão presentes nos estudos mais recentes como indicadores dos efeitos borda nos fragmentos, tais como temperatura, luminosidade, umidade, plantas pioneiras, estrutura da vegetação, lianas e cupins, dentre outros (BLUMENFELD et al., 2016), após mensurados podem fornecer uma dimensão da propagação do efeito de borda, pré-requisito para a construção de medidas de controle que visem atenuar seus efeitos nas áreas florestais. Os trabalhos realizados têm ênfase nos remanescentes que atualmente constituem reservas ecológicas da biodiversidade, situação em que se encontra a maior parte dos fragmentos da Mata Atlântica.

### 3. MATERIAL E METÓDOS

#### 3.1. Localização

O estudo foi realizado no Parque Estadual Mata do Pau – Ferro, localizada no município de Areia, Estado da Paraíba (Figura 1). A área do parque está situada entre 06° 57' 48" e 06° 59' 43" S e 5° 44' 03" e 35° 45' 59" W, compondo uma área de aproximadamente 608 hectares, a região está inserida nos Brejos de Altitude de Areia (SILVA et al., 2006). O Parque Estadual constitui uma unidade de uso sustentável gerida pelo governo estadual, instituída em 2005, através do Decreto Estadual nº 26. 098 (SILVA et al., 2006).

Figura 1 - Localização do município de Areia no estado da Paraíba



Fonte: CAMPOS, J. O (2018)

O município de Areia está inserido na mesorregião do Agreste Paraibano e situado na microrregião do Brejo Paraibano, numa área de 269,4 Km<sup>2</sup>, possui população de 23.829.00 habitantes, com densidade demográfica de 88,42 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). Apresenta altitudes em torno de 600 m acima do nível do mar, topografia acidentada, e ocorrência de vales, encostas e morros escarpados e, predomínio de solos podzólicos. Segundo a classificação de Köppen o clima é do tipo As, quente e úmido, com chuvas de outono e inverno, a precipitação anual oscila entre 800 e 1600 mm e temperaturas entre 26° e 18° C (PARAÍBA, 1985; SILVA et al., 2006)

### 3.2 Procedimentos metodológicos

Para analisar as características da vegetação e os indicadores, foi realizado um transecto linear de 50x4m (início: 6° 57'50,47" S e 35° 44'58,55" W e fim: 6° 57' 52,08" S e 35° 44' 59,35" W) no sentido borda-interior totalizando uma área de 200m<sup>2</sup> (Figura 2), ao longo do transecto feita a amostragem de todos os indivíduos com a CAP (Circunferência à Altura do Peito) superior a 1,30m, incluindo os mortos em pé ou tombados. Foram registrados dados das espécies, altura, CAP e posição no transecto de todos os indivíduos. Na área do transecto também foram coletados dados da temperatura ambiente em diferentes pontos.

A altura das árvores foi mensurada por comparação e referência de fita com 5 metros, os dados da temperatura foram coletados através de um termômetro de ambiente à 1,5m do solo, no início e final da transecção, a identificação das espécies foi realizada de forma visual com base nas características morfológicas. Os dados da vegetação obtidos na área do transecto foram organizados em escalas buscando verificar possíveis modificações na estrutura dos indivíduos, indicando a extensão do efeito de borda.

Ao longo da parcela foram feitas observações buscando verificar a presença ou não, de indicadores bióticos e abióticos dos efeitos de borda, que segundo Figueiró (2015) apresentam-se mais notáveis nos primeiros 50 metros a partir da linha de borda. Foram utilizados os seguintes indicadores para o grupo biótico: lianas, plantas pioneiras, plantas invasoras, animais mortos, formigueiros (saúvas), cupins e árvores mortas. Altura e a CAP dos indivíduos coletados no transecto também compôs a lista de indicadores bióticos. No grupo de indicadores abióticos foram utilizados os seguintes: temperatura do ar na área de borda e incidência de luz por clareiras. Os indicadores bióticos e abióticos quando seguramente verificados apresentam dados relevantes na identificação da extensão dos efeitos de borda (BLUMENFELD et al., 2016). Em seguida foi feito o percurso da trilha do Cumbe (Figura 2), que atravessa a mata e se estende até o reservatório de Vaca Brava, no trajeto buscou-se verificar indícios de degradação ambiental e a presença de indicadores bióticos dos efeitos de borda.

**Figura 2** – Ponto A: Indica a localização do transecto / Ponto B e C: Início e final da Trilha do Cumbe, que tem como destino final o reservatório Vaca Brava



Fonte: Adaptado de Google Earth (2018)

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito borda na estrutura da vegetação no gradiente borda-interior, evidencia a influência dos ventos, poluição atmosférica e o empobrecimento do solo, além disso, a disseminação de espécies invasoras e pioneiras termina por induzir à morte indivíduos que não se adaptam as condições adversas presentes na borda. Conforme se distanciam da zona de borda e a com atenuação agentes perturbadores do meio externo pelos indivíduos que se estabelecem na fronteira da interface com a matriz, os indivíduos retomam o crescimento ascendente em conformidade com as condições ambientais próprias do ecossistema (LEAL, 2014; FIGUEIRÓ, 2015).

Na área de 200 m<sup>2</sup> compreendida pelo transecto foram catalogados 49 indivíduos, incluindo os indivíduos mortos em pé, pertencentes a 13 famílias, conforme mostra o Quadro 1. Para organização dos dados coletados, a linha de 50m do transecto foi subdividida em 5 parcelas de 10m de extensão.

Ao longo da transecção houve maior predominância da espécie *Erythroxylum pauferrense* (Guarda - orvalho) em todas as parcelas de 10 metros. Foram coletados dados de 02 indivíduos mortos em pé e 04 indivíduos tombados vivos na área do transecto, 02 destes originaram clareiras na zona de borda.



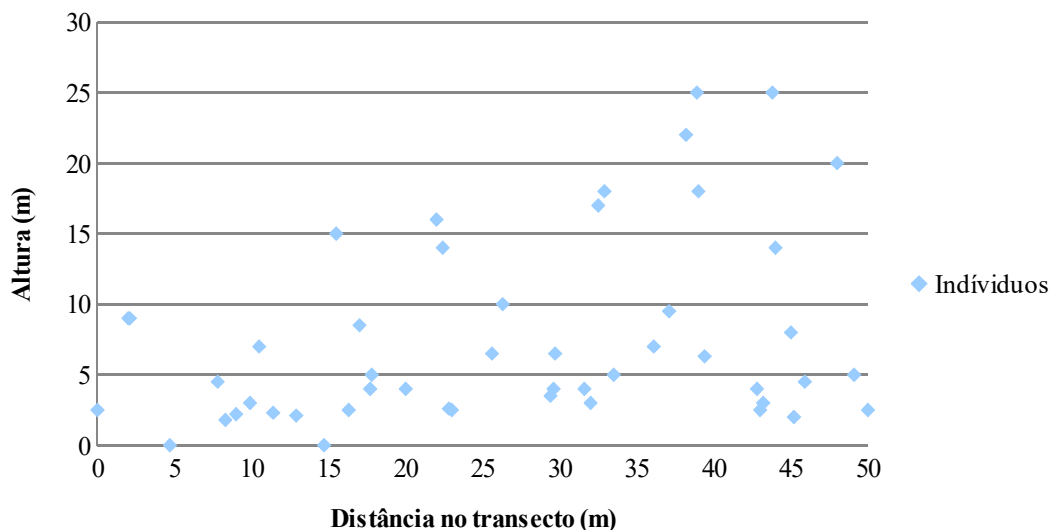
**Quadro 1** – Espécies catalogadas no transecto organizada em família e número de indivíduos

Número	Espécies	Família	Nome vulgar	Nº de indivíduos	Porcentagem em relação ao total de indivíduos
1	<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae	Laranjeira	1	2,04
2	<i>Cordia Goeldina Hunber</i>	Boraginaceae	Freijó	2	4,08
3	<i>Talisia Esculenta</i>	Sapindaceae	Pitombeira	2	4,08
4	<i>Ingá Edulis</i>	Fabaceae	Ingazeiro	1	2,04
5	<i>Saccharum Angustifolium</i>	Poaceae	Estaladeira	4	8,16
6	<i>Erythroxylum Pauferrense</i>	Erythroxylaceae	Guarda-orvalho	20	40,82
7	<i>Laurus Nobilis</i>	Lauraceae	Louro	2	4,08
8	<i>Guapira Oposita</i>	Nyctaginaceae	João-mole	2	4,08
9	<i>Eschweira Ovata</i>	Lecythidaceae	Imbiriba	2	4,08
10	<i>Casearia Guianensis</i>	Salicaceae	Café bravo	3	6,12
11	<i>Goupia Glabra Aubl</i>	Goupiaceae	Cupiúba	4	8,16
12	<i>Polygala Klotzschii</i>	Copositae	Limãozinho	1	2,04
13	<i>Pterodon Emarginatus</i>	Fabaceae	Sucupira	1	2,04
14	<i>Psidium Guianeense</i>	Mytaceae	Goiabinha	2	4,08
15	<i>Hymenaea Courbaril</i>	Fabaceae	Jatobá	2	4,08
<b>Número total de indivíduos</b>	--	--	--	49	--

Fonte: Elaboração dos autores

A altura das árvores foi organizada em conformidade com a distância em que foram catalogadas ao longo dos 50 m. A maior parte dos indivíduos apresentou altura no estrato de 2-10 m em todas as parcelas, alturas superiores a 10 m só foram registradas a partir de 15 metros no gradiente borda- interior. As maiores alturas, correspondentes ao porte entre 20 – 25 m foram verificadas nos últimos 15 metros, a altura de 0 m corresponde correspondem aos indivíduos tombados. Os dados estão representados no Gráfico 1.

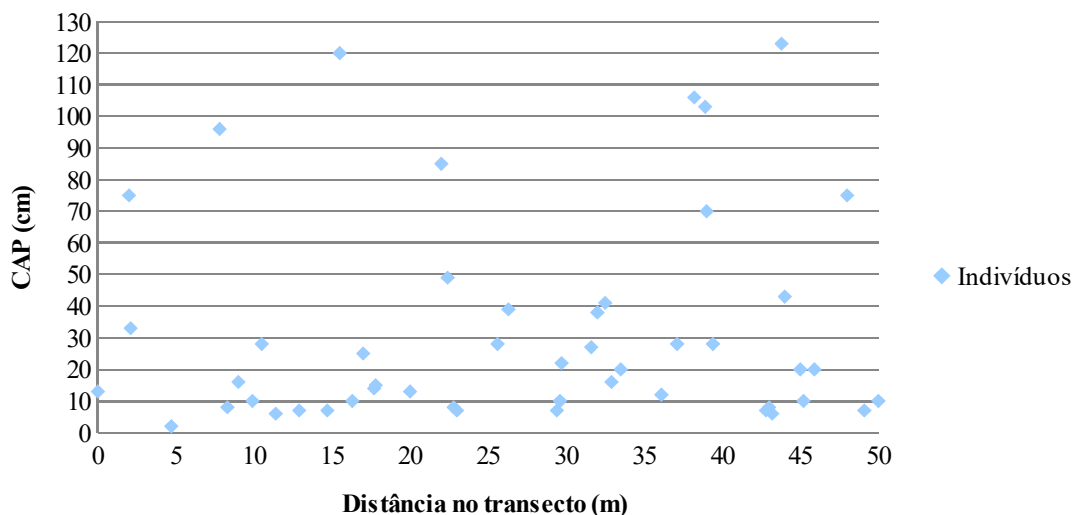
**Gráfico 1** – Altura e distribuição dos indivíduos no transecto



**Fonte:** Elaboração dos autores

Os dados da CAP ( Circunferência à Altura do Peito = 1,30 m do solo) mostram que há predominância dos indivíduos com CAP entre 8 – 40 cm, os valores relacionam-se com o estrato predominante de 02-10 m de altura. No transecto os maiores valores de CAP foram registrados entre 5-20 m e entre 35-45 m. Verifica-se o crescimento dos valores da CAP a partir de 25 m no gradiente borda-interior. Os dados estão representados no Gráfico 2.

**Gráfico 2** – Distribuição das medidas de CAP ao longo do transecto



**Fonte:** Elaboração dos autores

No transecto foram verificadas as presenças dos seguintes indicadores: lianas, cupins, espécies pioneiras, árvores mortas, clareiras, saúvas e mudança microclimática representada pela temperatura. Os indicadores bióticos estão quantificados no Quadro 2. Em relação às mudanças microclimáticas, às 8h00min da manhã, na sombra, a 0m no transecto, o termômetro registrou a 1,5m do solo 23°C, o procedimento foi repetido ao final dos 50m, registrando 22°C, indicando diferença de térmica no sentido borda-interior, também foi verificado a presença de clareiras com alta incidência de luz, estas podem ter modificado a estrutura da vegetação e produzido

bordas internas no fragmento.

**Quadro 2** – Quantificação dos indicadores verificados nas parcelas do transecto

Indicadores bióticos e abióticos dos efeitos de borda	Localização por parcela	Quantidade
Espécies pioneiras	0-10m	1
Formigueiros (Saúvas)	0-10m	1
Lianas	0-10m e 10-20m	3
Cupins	10-20m e 30-40m	2
Clareiras	20-30m e 40-50m	2
Árvores mortas	20-30m e 40-50m	2

**Fonte:** Elaboração dos autores

O trajeto da trilha do Cumbe atravessa o Parque Estadual Mata do Pau – Ferro de norte a sudeste, as duas extremidades do percurso estão circundadas por atividade antrópica, o ponto de partida encontra-se próximos a aglomerados urbanos, já o ponto final apresenta ocupação por atividade agrícola e agropecuária. Ao longo do trajeto buscou-se verificar a presença de dos indicadores bióticos dos efeitos de borda e indícios de degradação ambiental por ação antrópica. Foi verificada a presença dos seguintes indicadores: lianas, cupins, espécies pioneiras, árvores mortas, formigueiros e espécies invasoras, além disso, foi encontrado lixo ao longo da trilha, representado por garrafas pets, sacolas e latas de bebidas. A quantificação de cada indicador está representada no Quadro 3.

**Quadro 3** – Quantificação dos indicadores verificados na trilha do Cumbe

Indicadores bióticos dos efeitos de borda ao longo da trilha do Cumbe	Quantidade
Árvores mortas	108
Lianas	20
Cupins	8
Formigueiros (Saúvas)	4
Espécies pioneiras	2
Espécies invasoras	1

**Fonte:** Elaboração dos autores

Ao longo do transecto não foi possível demarcar uma faixa para ser considerada como interior do fragmento, a dispersão dos indivíduos e a presença dos indicadores bióticos e mudanças microclimáticas sugerem que o efeito de borda se propaga para além dos 50m analisados como apontado por Figueiró (2015) e semelhante ao verificado por Blumenfeld et al. (2016) na delimitação dos indicadores microclimáticos. Figueiró e Coelho Netto (2009) explicam que a presença de trilhas no interior nos fragmentos pode impedir a delimitação de um gradiente de recuperação da estrutura da vegetação afetada pelo efeito de borda, nesse sentido, sugere-se que situação semelhante ocorra na borda do fragmento.

A presença de clareiras parece ter relação direta com indivíduos mortos nas parcelas de 30 e 40m como consequência das alterações microclimáticas, que pode ter tornando a área próxima inóspita para algumas espécies, a relação da incidência de luz e a morte de indivíduos também foi registrada por Figueiró e Coelho Netto (2009). A diferença de temperatura verificada entre o início e fim dos 50m sugere maior aquecimento da zona de borda por influencia do meio externo, o que caracteriza uma borda térmica no gradiente borda-interior, Blumenfeld et al. (2016) verificaram que a matriz circundante ao fragmento influencia

diretamente a temperatura na borda, registrando as maiores variações para a matriz com ocupação humana, tipo ocorrente na área do transecto, sugerindo que a diferença térmica verificada através do registro da temperatura não ocorre de forma semelhante nos tipos de borda encontradas no fragmento. A presença dos indicadores bióticos e abióticos na extensão dos 50m está de acordo com os apontamentos de Figueiró (2015), nos quais os indicadores seriam verificados de forma mais notável nos primeiros 50m a partir da linha de borda.

Os dados de altura das árvores apresentam as maiores medias a partir dos 20m, sendo possível observar o crescimento nas medias de altura, conforme mostra o Gráfico 1, o que indica a diminuição do efeito de borda na estrutura da vegetação a partir deste ponto no transecto. O CAP organizado em escala mostrou dominância dos indivíduos com medias próximas nas duas primeiras parcelas, a partir dos 25m verifica-se um crescimento das medidas em acordo com a altura dos indivíduos (Gráfico 2), apontando a diminuição da influência do efeito de borda a partir desse gradiente. A área interna entre as duas extremidades pode iniciado um processo de regeneração nos últimos anos, o que explicaria a dominância dos valores de CAP entre 8-40 cm, outra explicação seria que este é o valor comum apresentado por estas espécies em condições ambientais afetadas pelo efeito de borda.

Em relação à trilha do Cumbe (Figura 3), a presença dos indicadores bióticos, a incidência de luz e os indícios de degradação ambiental apontam que o efeito de borda se propaga nas áreas marginais das trilhas, como foi registrado por Figueiró e Coelho Netto (2009) em áreas florestais no Rio de Janeiro, no entanto, sua extensão e gradiente são desconhecidos no fragmento. Tais evidências apontam que as trilhas podem estar criando inúmeras bordas no interior do fragmento, contribuindo para a propagação dos efeitos para as áreas mais internas, as evidências estão de acordo com a condições ambientais apontadas por Silva et al. (2006), em vista que os mesmos verificaram elevado índice de degradação ambiental no fragmento aqui analisado, ocasionado principalmente pela pressão antrópica nas bordas do fragmento. O elevado número de árvores mortas ao longo da trilha pode estar relacionado com a alta incidência de luz promovida pela abertura do caminho, alterando as condições microclimáticas ao longo das bordas, outra explicação seria que o empobrecimento nos teores de nutrientes disponíveis no solo e a acentuação de processos erosivos nas áreas marginais estejam impedindo a sobrevivência de algumas espécies. Além disso, o trânsito continuado de pessoas na trilha pode estar potencializando as perturbações, impedido processos de regeneração da vegetação, como consequências estas áreas apresentam maior concentração de indivíduos mortos em pé, como também foi verificado por Figueiró e Coelho Netto (2009), dessa forma, a presença regular pessoas e até mesmo abertura de novas trilhas poderão induzir a uma nova fragmentação na Mata do Pau – Ferro.

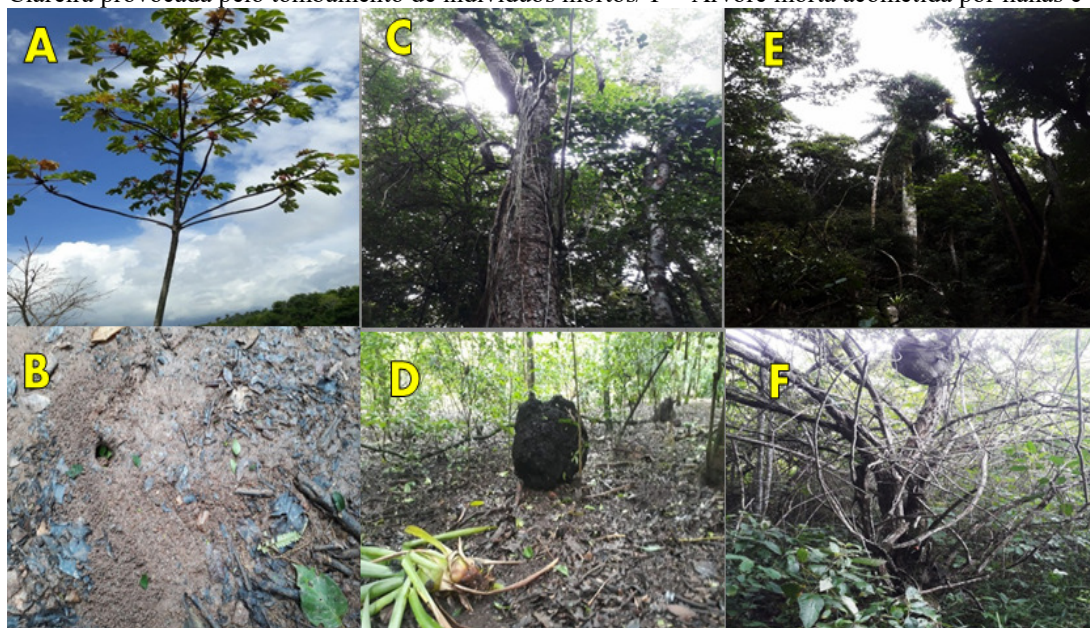
**Figura 3** – Entrada para o percurso da Trilha do Cumbe no Parque Estadual Mata do Pau – Ferro



**Fonte:** Os autores

Para concluir, os dados acima apresentados evidenciam a presença acentuada dos efeitos de borda no fragmento, potencializados pela ocupação humana na da borda analisada. A confirmação dos indicadores bióticos e abióticos utilizados retrata que a comunidade árvores presente na zona de borda encontra-se afetada pelas condições ambientais, representado principalmente na escala de altura que foi verificada no gradiente borda-interior, o que pode estar acarretando a morte de indivíduos, acentuando a ocorrência de mudanças microclimáticas e promovendo o surgimento de novas bordas a partir das clareiras instaladas. Além disso, os indicadores (Figura 4) mostram que o efeito de borda se estende para além dos 50m compreendidos pelo transecto, sendo sua real extensão desconhecida, a temperatura foi o indicador mais eficaz no estabelecimento de uma borda, no entanto as evidências apontam para a ocorrência de novas bordas térmicas diretamente relacionadas com a extensão indicadores bióticos no sentido borda-interior. A trilha apresentou a presença de indicadores dos efeitos de bordas na sua área marginal, dessa forma, sendo caracterizado como um meio propagador dos efeitos para as áreas interioranas do fragmento.

**Figura 4** - Indicadores dos efeitos de borda: A – Espécie pioneira representada pela embaúba (*Cecropia pachystachya*) / B – Formigueiro de saúvas/ C – Árvore acometida por lianas/ D – Cupinzeiro no solo da mata/ E – Clareira provocada pelo tombamento de indivíduos mortos/ F – Árvore morta acometida por lianas e cupins



Fonte: Os autores

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados apresentados mostram que a borda florestal presente na interface com a ocupação humana apresenta modificações na estrutura da vegetação e alterações microclimáticas promovidas pela pressão antrópica sobre o fragmento, visto que os indicadores bióticos e abióticos utilizados demonstram que os efeitos de borda se propagam em todas as parcelas e, se estendem para além dos 50m no gradiente borda-interior na borda com matriz de ocupação urbana. O grupo de indicadores bióticos se mostrou mais eficaz identificação das áreas de borda, dentre os indicadores abióticos a temperatura do ar apresentou resultados mais satisfatórios na identificação de mudanças microclimáticas.

A trilha do Cumbe se mostrou um meio de propagação dos efeitos de borda para áreas interioranas do fragmento, propiciando a instalação de inúmeras bordas que se propagam em sentidos e gradientes desconhecidos. Dessa forma, supõe-se que as trilhas turísticas presentes no fragmento também estejam viabilizando processos de degradação ambiental, promovendo danos à estrutura da vegetação e a comunidade de espécies. A falta de fiscalização dos órgãos estaduais na área tem permitido o crescimento e diversificação dos usos da Mata do Pau – Ferro, dentre eles, destacam-se a caça, o turismo, extração de madeira e o crescimento no número de trilhas, as consequências para a comunidade de espécies que habitam o parque ainda não foram diagnosticadas.

Sugere-se dessa forma, maior controle fiscal do governo sobre a unidade e seus usos pela comunidade local. Os dados apontam o turismo como principal agente de degradação ambiental, implicando no número de trilhas que cruzam o fragmento e danos à biodiversidade. Direcionar suas práticas para a sustentabilidade será de fundamental importância da manutenção da unidade, haja visto que as práticas atuais evidenciam a necessidade de novas estratégias e planos de gestão ambiental por parte do Governo Estadual.

Nesse sentido, para a mensuração do nível de perturbação no Parque Estadual Mata do Pau – Ferro se faz necessário a realização de novas pesquisas que possam mapear as trilhas, delimitar as áreas afetadas pelo efeito de borda e quantificar a pressão exercida pela ação antrópica no fragmento, além disso, analisar a dinâmica dos componentes bióticos e abióticos configura-se como de fundamental importância para compreensão do estado de conservação do

ecossistema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê, 2003.

BARANEK, E. J. **Análise do efeito de borda de sistemas de cultivo orgânico e convencional em fragmentos florestais do centro-oeste paranaense**. Seropédica: UFRRJ, 2014. 61p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

BARBOSA, M. R. de V.; AGRA, M. de F.; SAMPAIO, E. V. S.B.; CUNHA, J. P. da.; ANDRADE, L. A. de. Diversidade Florística na Mata do Pau-Ferro, Areia, Paraíba. In: PORTO, K. C.; CABRAL, J. J. P.; TABARELII, M (Orgs.). **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p.111-121. (Série Biodiversidade, 9).

BLUMENFELD, E. C.; SANTOS, R. F. dos.; THOMAZIELLO, S. A.; RAGAZZI, S. Relações entre tipo de vizinhança e efeitos de borda em fragmento florestal. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 4, p. 1301-1316, out./dez., 2016.

CERQUEIRA, R.; BRANT, A.; NASCIMENTO, M. T; PARDINI, R. Fragmentação: alguns conceitos. In: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. (Orgs.). **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas** Brasília: MMA/SBF, 2003. p. 23-40. (Série Biodiversidade, 6).

FIGUEIRÓ, A. S. **Biogeografia: dinâmicas e transformações da natureza**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

FIGUEIRÓ, A. S.; COELHO NETTO, A. L. Impacto ambiental ao longo de trilhas em áreas de floresta tropical de encosta: Maciço da Tijuca Rio de Janeiro – RJ. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, v. 08, n 16, p. 187-200, 2009.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Relatório anual**, 2016. Disponível em < [https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2013/05/AF\\_RA\\_SOSMA\\_2016\\_web.pdf](https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2013/05/AF_RA_SOSMA_2016_web.pdf) >. Acesso em: 20 de Maio de 2018.

Haffer, J. 1969. Speciation in Amazonian forest birds. **Science** 165(3889): 131-137.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**, 2010. Disponível em < <https://www.ibge.gov.br> >. Acesso em: 20 de Maio de 2018.

LEAL, G. F. **Acúmulo de serapilheira no fragmento florestal no gradiente borda-interior do município de Guaçuí, ES**. 32f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Espírito Santo. Jerônimo Monteiro – ES, 2014.

MARQUES, A. de L.; SILVA, J. B. da.; SILVA, D. G. Refúgios úmidos do Semiárido: um estudo sobre o brejo de altitude de Areia-PB. **Geo Temas**, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil, v.4, n.2, p.17-31, jul./dez., 2014.

PARAÍBA. Secretaria da Educação. Universidade Federal da Paraíba. **Atlas Geográfico da Paraíba**. João Pessoa: GRAFSET, 1985.

SANTOS, A. L. C.; CARVALHO, C. M. de; CARVALHO, T. M. de. Importância de remanescentes florestais para conservação da biodiversidade: estudo de caso na Mata Atlântica em Sergipe através de sensoriamento remoto. **Revista Geografia Acadêmica** v.7, n.2, p. 58 - 84 2013.

SILVA, M. C. da.; QUEIROZ, J. E. R. de.; ARAÚJO, K. D.; PAZERA JR, E. Condições ambientais da Reserva Ecológica Estadual da Mata Pau Ferro, Areia-PB. **Revista Geografia**, v. 15, n. 1, p. 51-62, jan./jun. 2006.

TABARELII, M.; SANTOS, M. M. A. Uma breve descrição sobre a história natural dos brejos nordestinos. In: PORTO, K. C.; CABRAL, J. J. P.; TABARELII, M. **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p.17-24. (Série Biodiversidade, 9).

Vanzolini, P. E., and E.E. Williams, 1970. South American anoles: the geographic differentiation and evolution of the *Anolis chrysolepis* species group (Sauria, Iguanidae). **Arquivos de Zoologia**, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo 19(1-2):1-298.