



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ISABELA SOUTO MAIOR BELÉM

PERTURBAÇÕES ANTRÓPICAS E SEUS IMPACTOS SOBRE A  
BIODIVERSIDADE EM UMA PAISAGEM FLORESTAL PERIURBANA

RECIFE

2019

ISABELA SOUTO MAIOR BELÉM

PERTURBAÇÕES ANTRÓPICAS E SEUS IMPACTOS SOBRE A  
BIODIVERSIDADE EM UMA PAISAGEM FLORESTAL PERIURBANA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Ciências Biológicas, modalidade Bacharelado, da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, como um dos requisitos exigidos para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Carolina Borges Lins e Silva

**Co-orientador:** MSc. Nathan Castro Fonsêca

RECIFE

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

B428p Souto Maior Belém, Isabela  
PERTURBAÇÕES ANTRÓPICAS E SEUS IMPACTOS SOBRE A BIODIVERSIDADE EM  
UMA PAISAGEM  
FLORESTAL PERIURBANA / Isabela Souto Maior Belém. - 2019.  
49 f. : il.

Orientadora: Ana Carolina  
Borges Lins e Silva.  
Coorientador: Nathan Castro  
Fonseca.  
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de  
Pernambuco, Bacharelado em Ciências Biológicas, Recife, 2020.

1. Unidade de Conservação. 2. Mata Atlântica. 3. Idade florestal. 4. Escala espacial. 5. SIG. I.  
Silva, Ana Carolina Borges Lins e, orient. II. Fonseca, Nathan Castro, coorient. III. Título

ISABELA SOUTO MAIOR BELÉM

PERTURBAÇÕES ANTRÓPICAS E SEUS IMPACTOS SOBRE A  
BIODIVERSIDADE EM UMA PAISAGEM FLORESTAL PERIURBANA

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Bacharelado em  
Ciências Biológicas/UFRPE como um dos  
requisitos exigidos para a obtenção do grau de  
Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovado em \_\_/\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

MSc. Nathan Castro Fonsêca - UFRPE  
Presidente

---

MSc. Marina Falcão Rodrigues – Parque Estadual de Dois Irmãos-PEDI  
Avaliadora Titular

---

Dra. Maria Adélia Borstelmann de Oliveira - UFRPE  
Avaliadora Titular

---

Dra. Ednilza Maranhão dos Santos - UFRPE  
Avaliadora Suplente

RECIFE

2019

*Dedico este trabalho à minha mãe  
Edna, que me ensinou e continua  
ensinando todos os dias o real significado  
do amor verdadeiro.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter conseguido completar o curso, por ter me dado forças quando minha bateria arriava, por ter me acalmado, por estar em todos os momentos me mostrando o caminho certo, mesmo quando achava que estava perdida. Muito obrigada, mas não é só por hoje e sim por todos os dias dos sete anos que me levaram ao hoje.

Agradeço a Ela (a que sabe, la loba, mulher selvagem, dentre tantos outros) por ter se mostrado pra mim, permitindo que eu gire a chave, escute a boneca, não tenha medo da Mulher-Esqueleto nem de Baba Yaga.

Agradeço imensamente a minha mãe, por todos os ensinamentos direta e indiretamente passados para mim, por estar ao meu lado, por ser meu maior exemplo de mulher guerreira e que não desiste nunca de quem ama.

Também agradeço de imenso coração à Rafa, meu companheiro, amigo, parceiro, que fez eu me redescobrir me mostrando meu melhor lado. Obrigada por todos os conselhos, tapas de realidades, puxões de orelha, avisos e ensinamentos. Obrigada também por todo amor e carinho, mesmo quando ativo o modo miniatura Pincher.

Tenho um agradecimento muito especial à minha orientadora Ana Carolina Borges Lins e Silva. Carol, muito obrigada a todos os conselhos, puxões de orelha, indiretas do bem, saiba que vou levar tudo o que a senhora já me disse por esses pouco mais de três anos sendo orientanda da senhora. Tenho uma admiração e respeito muito grande, você me inspira a continuar trilhando o caminho mesmo nas situações difíceis, mostrando não só pelas palavras, mas sim, pelo exemplo que é.

Agradeço do fundo do coração à minha casinha da pesquisa ao longo desses pouco mais de três anos e a todos os seus integrantes que continuam e que já passaram nesse caminho. Obrigada a Pedro França, Irik, Élyda, Manu, Marquinhos, Jéssica, Alberes, Lúcia, Ingrid, Rita, Marina, Wesley, Ângelita, Vitória, Graziela, Leonardo. Um obrigada especial a Monara, Pedro Sena e Fabi pela amizade, risadas, brincadeiras, troca de conhecimento, por terem sido meus guias como pesquisadores e profissionais. Outro obrigada especial vai pra Nathan, que sempre se mostrou prestativo para ajudar no que puder, sempre deu conselhos e puxões de orelha, além de você me inspirar muito, tenho um respeito muito grande.

Também devo agradecer a todos os meus professores que ao longo do curso fui conhecendo e me inspirando, desde quando era na UNICAP, até aqui na UFRPE. Um

obrigada especial à Aline, Vital, Sérgio e Cíntia da Católica, e Soraya, Thiago, Adélia e Ângelo da UFRPE. Cada um contribuiu para meu amadurecimento e crescimento profissional.

Agradeço também a minha turma na Católica, a única turma que pertenci de verdade nesse tempo todo na faculdade. Agradeço a união, confiança que cada um tinha, as risadas, brincadeiras em sala, as viagens e a inesquecível casa de Porto. Entrei na turma pensando que não iria me apegar a ninguém por passar pouco tempo, mas tão aí gravados nas melhores memórias.

Agradeço de corpo e alma aos meus amigos que me aturam desde a Católica, que passaram por várias fases da minha vida e continuam firmes e fortes me aturando e me aperriando também. Obrigada, imundos, Ady, Karol e Thaís, a amizades e irmandade de vocês é um combustível pra mim.

Também agradeço aos amigos que marcaram nesse caminho, obrigada especial a Paulo Gusmão, Bruna (Brunersson) e Ezequiel, vocês deixaram a UFRPE ainda mais colorida com esse amor, carinho, alegria, boas risadas, conversas cabeça e fora temer com copos de caipirinhas. Também agradeço à amiga/irmã Júlia, que tá junto desde criancinha, parceira em vários sentidos.

Agradeço também a todas as demais pessoas que me enriqueceram em qualquer aspecto que seja nessa trajetória. Obrigada de coração a todos.

*"A vida em seus métodos diz calma, vá com calma você vai chegar, se existe desespero é contra a calma e sem ter calma nada você vai encontrar."*

***Di Melo***



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização do Parque Estadual de Dois Irmãos, situado no estado de Pernambuco (nordeste do Brasil). Fonte: SANTOS (2018). 21
- Figura 2.** Mapa das trilhas existentes no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife/PE, Brasil. 24
- Figura 3.** Módulo RAPELD do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife/PE, Brasil. Fonte: Santos (2017). 25
- Figura 4.** Desenho amostral da parcela do módulo RAPELD do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio). Fonte: Fonsêca (2017). 26
- Figura 5.** Gráfico das classes de larguras das trilhas nas duas idades (madura e regenerante) do Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife/PE, Brasil. 28
- Figura 6.** Gráfico da frequência das 12 categorias de IPAs, em nível de paisagem no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife/PE, Brasil. 29
- Figura 7.** Registros de Objetos Religiosos (A), Resíduos Sólidos (B), Fogo (C) e Recreação Informal utilizada para prática de Motocross (D) no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife/PE, Brasil. 30
- Figura 8.** Registro de corte seletivo de indivíduo arbóreo em parcela de floresta madura no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife/PE, Brasil. 32
- Figura 9.** Frequência das cinco categorias de IPAs nas duas escalas (paisagem e parcela) no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife/PE, Brasil. 33
- Figura 10.** Frequência das três categorias de IPAs nas duas idades (madura e regenerante) no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife/PE, Brasil. 34

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Lista de indicadores de perturbação antrópica selecionados para registro nas parcelas.	22
<b>Tabela 2.</b> Total de ocorrências de IPAs encontrados nas trilhas e em 10 ha de parcelas no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife - PE, Brasil.	28
<b>Tabela 3.</b> Total de ocorrências de IPAs em 10ha no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife - PE, Brasil.	31
<b>Tabela 4.</b> Porcentagem das cinco categorias de IPAs com maiores ocorrências para escala no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife - PE, e variação da análise de resíduos do qui-quadrado.	33
<b>Tabela 5.</b> Porcentagem das três categorias de IPAs com maiores ocorrências para cronossequência no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife - PE, e variação da Análise de Resíduos do qui-quadrado.	34

## **SUMÁRIO**

1. RESUMO GERAL	<b>12</b>
2. INTRODUÇÃO GERAL	<b>13</b>
2. OBJETIVOS	<b>16</b>
2.1. GERAL	16
2.2. ESPECÍFICOS	16
3. MANUSCRITO DO ARTIGO	<b>17</b>
3.1. INTRODUÇÃO	19
3.2. MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.2.1. Área de estudo	21
3.2.2. Fatores antropogênicos	22
3.2.3. Fatores da biodiversidade vegetal	23
3.2.4. Aquisição dos dados	24
3.2.5. Análise dos dados	27
3.3. RESULTADOS	28
3.3.1. Descrição dos IPAs no PEDI	28
3.3.2. Relação dos IPAs com a Escala do registro e percepção do observador	33
3.4. DISCUSSÃO	36
3.5. CONCLUSÃO	41
3.6. REFERÊNCIAS DO ARTIGO	42
4. REGRAS DE PUBLICAÇÃO	<b>48</b>
5. CONCLUSÕES GERAIS	<b>49</b>
6. REFERÊNCIAS INTRODUÇÃO GERAL	<b>50</b>

## 1. RESUMO GERAL

Os seres humanos vêm causando alterações na configuração natural do planeta para atender suas necessidades, pressionando os remanescentes de florestas naturais. O aumento de áreas protegidas para mitigar esse fator, simboliza a preocupação diante deste cenário e a importância que esse veículo de conservação tem no papel de manutenção dos recursos naturais. Esse estudo objetiva analisar espacialmente as atividades antrópicas que caracterizam perturbação e a influência destas sobre a biodiversidade arbórea. O trabalho foi realizado no Parque Estadual de Dois Irmãos, localizado na Cidade do Recife, composto pela Mata de Dois Irmãos (384,42 ha) e pela Antiga Fazenda Brejo dos Macacos, que foi incorporada (774,09 ha). Os indicadores de perturbação antrópica (IPAs) foram selecionados a partir da escala ampla, em seguida, utilizados como *proxis* para mensurar a quantidade de perturbação encontrada nas áreas. Para a configuração da paisagem foram selecionadas seis categorias registradas a partir de caminhadas nas trilhas, nas quais também foram analisadas, a partir da frequência de classes de largura, para a configuração de parcela selecionamos 17 indicadores. Para relacionar os IPAs em escalas (paisagem e parcela), os IPAs com maiores ocorrências foram inseridos em novas categorias resultando em cinco novas categorias, o mesmo ocorreu para relacionar com a cronossequência (Madura e Regenerante), resultando em três novas categorias. As trilhas do parque têm uma alta frequência de larguras entre as classes 1-1,5 na área regenerante e <1 na área madura. Foram encontrados uma alta frequência de IPAs: 267 na área regenerante e 1841 na área madura. A escala de percepção do IPA *Resíduos Sólidos* foi mais aparente no nível de paisagem (35%), a *Exploração de Recursos* foi mais sensível no nível das parcelas (94,9%). Para as idades da mancha florestal, houve alta frequência da *Exploração de Recursos*, composta principalmente pelo sub-indicador *Corte seletivo de madeira* mais frequente na área madura (98,7%), na área regenerante (88,6%) este sub-indicador foi relacionado ao histórico de uso do local. Este trabalho vem com o intuito de alertar à gestão de áreas protegidas para os danos gerados a partir do contato sem planejamento, fiscalização e cuidado por parte de seus usuários.

**Palavras-chave:** Unidade de Conservação, Mata Atlântica, Idade florestal, Escala espacial, SIG.

## 2. INTRODUÇÃO GERAL

As perturbações antrópicas, em escala mundial, vêm causando intensas modificações na configuração natural do planeta para atender as necessidades humanas (RIBEIRO *et al.*, 2015), além das suas excentricidades e sede de lucro. Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês), o resultado dessas modificações, como exemplo, o desmatamento, queimadas e poluição, acelerou e intensificou as mudanças no clima no planeta (IPCC, 2014; LIMA, 2019). Além disso, as aglomerações nos centros urbanos que abrigam mais da metade da população mundial (LAURANCE *et al.*, 2014; RIBEIRO *et al.*, 2015), também intensificam essas mudanças pois os efeitos, de suas atividades, vão desde perturbações atmosféricas locais até resultados que podem se intensificar em nível global (IPCC, 2014). Diante desse cenário de expressivas modificações e pressões antrópicas, gerando consequências negativas à biodiversidade e a organização natural do planeta, principalmente em um período curto, Crutzen e Stoermer (2000) denominaram de Antropoceno este tempo mais recente, marcado pelas ações aceleradas do ser humano.

Diferentemente dos distúrbios naturais, que sempre moldaram as paisagens, transformando-as em mosaicos, a ocupação antrópica modifica o natural para atender várias utilidades, pela exploração do uso da terra (RIBEIRO *et al.*, 2015). Smith *et al.* (1997), Fonsêca (2017) e Ribeiro (2015) sugerem que quanto mais próximas dos vetores de perturbações essas áreas estejam, mais danificadas pela pressão as áreas vão estar. Laurance *et al.* (2014) mencionam que a população humana está projetada para atingir 11 bilhões de pessoas neste século e os maiores aumentos serão em países tropicais e em desenvolvimento. Nos países em desenvolvimento uma grande parte da população adjacente a áreas de vegetação nativa é dependente dos recursos oferecidos por essas áreas naturais.

As mudanças no uso da terra decorrentes das atividades humanas em geral ocorrem a partir da transformação aguda dos ecossistemas, que pode implicar na redução do habitat e na consequente perda direta de espécies (RIBEIRO *et al.*, 2015). Além dessas transformações, áreas naturais remanescentes podem ser submetidas a impactos humanos em pequena escala, conhecidos como perturbações crônicas, como a criação extensiva de animais, extração de lenha e outros produtos florestais não madeireiros, a caça e introdução de espécies exóticas (RIBEIRO *et al.*, 2015). Essas perturbações crônicas são contínuas e frequentes e são consideradas igualmente

deletérias, às agudas em relação às perturbações, ameaçando a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos.

À medida que a variação da paisagem aumenta, mais vegetação nativa é perdida e a intensidade de uso da terra aumenta, gerando paisagens degradadas e com baixa cobertura de vegetação nativa (FISCHER; LINDENMAYER, 2007). Quando essas áreas são abandonadas, elas passam por um processo de regeneração (AIDE et al., 2000), composta por um padrão de sucessão progressiva (aumento da complexidade estrutural) ou regressiva (menor complexidade estrutural) (OLIVEIRA; SILVA JUNIOR, 2011). Esse padrão é observado utilizando uma cronosequência, ou seja, são desenvolvidos estudos em áreas com diferentes idades de regeneração para inferir sobre o padrão de sucessão (CHAZDON, 2008; AGUIAR, 2016).

Este cenário é percebido na Mata Atlântica brasileira, que, ao longo da história tem passado por intensa exploração. Hoje, esse bioma abriga em seu domínio 60% da população brasileira (SCARANO; CEOTTO, 2015), duas das maiores metrópoles da América do Sul, Rio de Janeiro e São Paulo, e é um dos mais preocupantes dos 36 *hotspots* de biodiversidade (MITTERMEIER et al., 2011; NOSS et al., 2015; REZENDE et al., 2018). Myers (2000) esclarece que para uma região natural ser considerada um *hotspots* de biodiversidade, tem que ter mais de 1.500 espécies de plantas endêmicas, bem como uma perda de, no mínimo, 70% do seu território de habitat natural. A Mata Atlântica hoje tem 28% de vegetação nativa, distribuídos em formações florestais (26%) e não florestais (2%), na qual 30% estão em áreas protegidas, sendo composta em sua minoria pela proteção integral (9%) (REZENDE et al., 2018).

Esse bioma possui mais de 20 mil espécies de plantas, destas cerca de 8 mil são endêmicas (WWF, 2019; SOS MATA ATLÂNTICA, 2019), é encontrado na Mata Atlântica cerca de 1544 espécies de plantas, 380 espécies de fauna, e uma em cada quatro espécies de vertebrados terrestres (SCARANO; CEOTTO, 2015). A Mata Atlântica é conhecida por ser bastante fragmentada, com muitos remanescentes de vegetação secundária e jovem, muitas áreas afetadas pelas bordas, com baixa conectividade e desconexão entre fragmentos maiores (RIBEIRO et al., 2009; REZENDE et al., 2018). No nordeste brasileiro, o cenário de fragmentação e degradação deste bioma é mais preocupante, pois seus fragmentos não ultrapassam 10.000 ha e só 1% encontra-se protegidos (RIBEIRO et al., 2009) em Unidades de Conservação.

Como consequência, a Mata Atlântica tem uma realidade de alta vulnerabilidade. A urbanização está entre os fatores que mais fragilizam esse bioma, pois se caracteriza por ser uma perturbação irreversível (ZHOU *et al.*, 2011). Yuan (2018) explica que a urbanização é um processo de aumento populacional, expansão do uso da terra urbana e mudança de estilo de vida da população humana. Para Anderson (2006) esse processo transforma a paisagem em mais heterogênea geometricamente e mais complexa, resultando em um mosaico de cobertura vegetal misturada a diversos tipos de usos. Em áreas urbanizadas, a cobertura vegetal tende a ser mais estável nos locais em que a urbanização parou de avançar e mais instável em áreas onde o processo de urbanização ainda está em andamento (ZHOU *et al.*, 2011).

Assim, este trabalho visa analisar as perturbações antrópicas existentes em um remanescente de Mata Atlântica periurbana, em relação à escala de percepção do observador a partir de trilhas (oficiais e irregulares) e parcelas, fazendo a seguinte pergunta: "A escala influencia a ocorrência de indicadores de perturbação antrópica?". Além disso buscamos analisar as idades da floresta (Madura e Regenerante) dos dois fragmentos que compõem esse remanescente fazendo a seguinte pergunta: "A idade influencia na ocorrência de indicadores de perturbação antrópica?", a partir dessas respostas buscamos fornecer subsídios para seu monitoramento e fiscalização, além de permitir planejamento e gestão para conservação e integridade da biodiversidade na área protegida.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. GERAL**

Analisar espacialmente as atividades antrópicas que caracterizam perturbação, em diferentes escalas e ao longo de uma cronosequência, na maior Unidade de Conservação de proteção integral de Mata Atlântica periurbana ao norte do Rio São Francisco, o Parque Estadual de Dois Irmãos (PEDI), Recife/PE, Brasil.

### **2.2. ESPECÍFICOS**

- Avaliar as perturbações antrópicas localizadas dentro do PEDI em uma escala local (parcela);
- Analisar as perturbações antrópicas no PEDI em uma escala de paisagem, nos dois fragmentos que compõem o parque;
- Analisar a influência da idade da mancha florestal nas perturbações antrópicas registradas localizadas dentro do parque.



### 3. MANUSCRITO DO ARTIGO

#### PERSPECTIVES IN ECOLOGY AND CONSERVATION

## **PERTURBAÇÕES ANTRÓPICAS EM DIFERENTES ESCALAS ESPACIAIS E AO LONGO DE UMA CRONOSSEQUÊNCIA EM UMA PAISAGEM FLORESTAL PERIURBANA**

BELÉM, I. S. M.<sup>a\*</sup>; SANTOS, F. C.<sup>b</sup>; FONSÊCA, N. C.<sup>a,c</sup>; LINS E SILVA, A. C. B.<sup>a,c</sup>

<sup>a</sup> Laboratório de Ecologia Vegetal, Departamento de Biologia, UFRPE, Recife, PE, 52.171-900, Brasil.

<sup>b</sup> Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste, CEPAN, Av. Montevideu, 172, Recife, PE, 50.050-250, Brasil.

<sup>c</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, UFRPE, Recife, PE, 52.171-900, Brasil.

\* belasoutomaior@gmail.com

### RESUMO

A vulnerabilidade dos *hotspots*, como o bioma Mata Atlântica, frente às mudanças climáticas e atual crise de extinção da biodiversidade é um dos maiores desafios que a humanidade enfrenta. As áreas protegidas atuam como mitigador desse fator e simboliza a importância da preocupação diante deste cenário, servindo como veículo de conservação e manutenção dos recursos naturais. Esse estudo objetiva analisar espacialmente as atividades antrópicas que caracterizam perturbação e a influência destes sobre a biodiversidade arbórea. O trabalho foi realizado no Parque Estadual de Dois Irmãos, localizado na Cidade do Recife, composto pela Mata de Dois Irmãos (384,42 ha) e pela Antiga Fazenda Brejo dos Macacos, que foi incorporada (774,09 ha). Os indicadores de perturbação antrópica (IPAs) foram selecionados a partir da escala ampla, em seguida, utilizados como *proxis* para mensurar a quantidade de perturbação encontrada nas áreas. Para a configuração da paisagem foram selecionadas seis categorias registradas a partir de caminhadas nas trilhas, nas quais também foram analisadas, a partir da frequência de classes de largura, para a configuração de parcela selecionamos 17 indicadores. Para relacionar os IPAs em escalas (paisagem e parcela), os IPAs com maiores ocorrências foram inseridos em novas categorias resultando em cinco novas categorias, o mesmo ocorreu para relacionar com a cronosequência (Madura e Regenerante), resultando em três novas categorias. As trilhas do parque têm uma alta frequência de larguras entre as classes 1-1,5 na área regenerante e <1 na área madura. Foram encontrados uma alta frequência de IPAs: 267 na área regenerante e 1841 na área madura. A escala de percepção do IPA *Resíduos Sólidos* foi mais aparente

no nível de paisagem (35%), a *Exploração de Recursos* foi mais sensível no nível das parcelas (94,9%). Para as idades da mancha florestal, houve alta frequência da *Exploração de Recursos*, composta principalmente pelo sub-indicador *Corte seletivo de madeira* mais frequente na área madura (98,7%), na área regenerante (88,6%) este sub-indicador foi relacionado ao histórico de uso do local. Conclui-se que, os dois fragmentos encontram-se com vetores de perturbações antrópicas bastante altos, apesar de se tratar de uma Unidade de Conservação de proteção integral.

**Palavras-chave:** Unidade de Conservação, Mata Atlântica, Idade florestal, escala espacial, SIG.

#### ABSTRACT

Humans has been causing alterations in the natural configuration of the planet to attend their necessities, pressing the remnants of natural forests. The increase of protected areas to mitigate this factor, symbolize the concernment about that scenery and the importance that this conservation vehicle has in the role of maintenance of natural resources. This study aims to spatially analyse the anthropic activities that characterizes disturbance and their influence over the arboreous biodiversity. The work was performed in Dois Irmãos state park, located in the city of Recife, formed by Dois Irmãos Forest (384,42 ha) and by the old Brejos do Macacos farm (774,09 ha), which was attached. The anthropic disturbance indicators (IPAs) were selected as of broad scale, then used as proxis to measure the disturbance amount found in the areas. In landscape configuration was selected six categories registered, set in trail walk, which also was analyzed by the frequency of width classes, in configuration of parcel was selected 17 indicators. To relate the IPAs in scale (landscape and parcel), we recategorized the IPAs with highest occurrences resulting in five, the same occurred to list with the chronosequence (Mature and Regenerating), resulting in three new categories. The park trails have a high frequency of widths between classes 1-1.5 in the regenerating area and <1 in the mature area. We found a high frequency of IPAs: 267 for regenerating area and e 1841 for mature area. The IPA Solid Waste perception scale was more apparent at the landscape level (35%), while the exploitation of resources was more sensible at parcel level (94,9%). For the age of the forest spot, there was high frequency of Resources Exploitation, being mostly formed by sub-indicator selective wood cutting, more frequent in mature area (98,7%), in the regenerating area (88,6%),

this sub-indicator being related with local use history. This concludes that the two fragments has vectors of anthropic disturbance very high, even though it is a conservation unit of legal protection.

**Key-words:** Conservation Unit, Atlantic Forest, Forest age, spatial scale, GIS.

### 3.1. INTRODUÇÃO

O bioma Mata Atlântica é habitat para cerca de 20 mil espécies vegetais e 1.680 espécies de vertebrados terrestres endêmicos (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2015). Mais de 125 milhões de brasileiros vivem neste espaço, considerado o motor da economia nacional (REZENDE, *et al.*, 2018), que ainda abriga alguns dos maiores centros urbanos da América do Sul (JOLY *et al.*, 2014; MARTINELLI; SCARANO; CEOTTO, 2015). Historicamente, foi palco de uma intensa exploração (CAMPANILI; SCHAFFER, 2010), que a fez figurar entre os biomas mais frágeis do mundo, em virtude das pressões antrópicas que ainda hoje leva a perdas de habitat e biodiversidade (RIBEIRO *et al.*, 2015), estando entre os 36 *hotspots* de biodiversidade mais preocupantes (MITTERMEIER *et al.*, 2011; NOSS *et al.*, 2015; REZENDE *et al.*, 2018). Atualmente, possui 28% de cobertura vegetal nativa (REZENDE, *et al.*, 2018), sendo configurada em um arquipélago de pequenas ilhas vegetais embutidas em uma matriz de áreas degradadas, pastagens, agricultura, silvicultura e áreas urbanizadas (JOLY *et al.*, 2014).

Bellard (2014) alerta para a vulnerabilidade dos *hotspots* frente às mudanças climáticas, bem como expõe que a atual crise de extinção da biodiversidade é um dos maiores desafios que a humanidade enfrenta. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2014) projeta para o futuro alguns cenários resultantes das ações humanas. Em cenários mais otimistas, as mudanças nas atividades antropogênicas resultam na redução das emissões de gases do efeito estufa até 2100, minimizando seus efeitos danosos na vida na Terra (IPCC, 2014). Diante disso, entidades mundiais trazem medidas para reverter esse cenário. Essas medidas englobam os objetivos globais de conservação, como os propostos pela Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB, 2014), pelas “Metas de Aichi” para 2020, pelo Painel Intergovernamental Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPEBS) e Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (NAVARRO *et al.*, 2017; ROQUE *et al.*, 2018).

A crescente preocupação com o meio ambiente e biodiversidade fez aumentar a proteção legal das áreas naturais. As áreas protegidas surgiram inicialmente com o intuito de salvaguardar lugares e recursos para fins religiosos, caça ou uso comum (WATSON *et al.*, 2014). Atualmente se reconhece que, essas áreas desempenham um papel mais amplo, englobando a manutenção da biodiversidade e dos processos ecológicos (SANTOS *et al.*, 2018). Os números atuais apontam que cerca de 14,7% das áreas terrestres no mundo estão protegidas (UNEP-WCMC, 2016). Em âmbito nacional, o país abriga um dos maiores sistemas de áreas protegidas (APs) no mundo, com aproximadamente 271 milhões de hectares (ROQUE *et al.*, 2018). Segundo Vitorino *et al.* (2016), existem mais de 150 milhões de hectares protegidos, sendo 17% do nosso território continental, esse valor é semelhante ao encontrado por Roque *et al.* (2018), na qual 154 milhões de hectares são de parques e outras categorias de terras protegidas.

Embora exista grande extensão territorial regido por legislação ambiental, as consequências das atividades humanas ainda encontram-se altas e a vulnerabilidade dessas áreas mostram que a proteção legal, por si só, não basta. Ribeiro *et al.* (2015) explica que as perturbações não naturais em pequena escala, são chamadas de perturbações crônicas que inclui a criação extensiva de animais, extração de lenha e outros produtos florestais não madeireiros, a caça e introdução de espécies exóticas. Estas perturbações são constantemente encontradas nos fragmentos florestais remanescentes, além disso são consideradas contínuas e frequentes e são consideradas tão deletérias quanto às perturbações agudas, que ameaçam a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos.

Nos países em desenvolvimento, grande parte da população que vive no entorno de remanescentes florestais é dependente dos recursos oferecidos por essas áreas naturais, o que vem a provocar tanto perturbações agudas quanto crônicas. Além disso, quanto mais próximo às áreas naturais estiverem dos vetores de perturbações, estas serão mais danificadas pela pressão antrópica (SMITH *et al.*, 1997; RIBEIRO, 2015; FONSECA, 2017). Essa conjuntura é encontrada nos fragmentos florestais remanescentes no Nordeste do Brasil, em específico, numa das maiores florestas de Mata Atlântica periurbana, conhecida popularmente como Mata de Dois Irmãos, inserida numa matriz populacional com cerca de 1.537.704 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010). Ainda, essa região passou por um processo de urbanização acelerado nos últimos 50 anos (BITOUN *et al.*, 2012).

Assim, este trabalho visa analisar as perturbações antrópicas existentes em um remanescente de Mata Atlântica periurbana, em relação à escala de percepção do observador e à idade da floresta, fornecendo subsídios para seu monitoramento e fiscalização, além de permitir planejamento e gestão para conservação e integridade da biodiversidade na área protegida.

## **3.2. MATERIAIS E MÉTODOS**

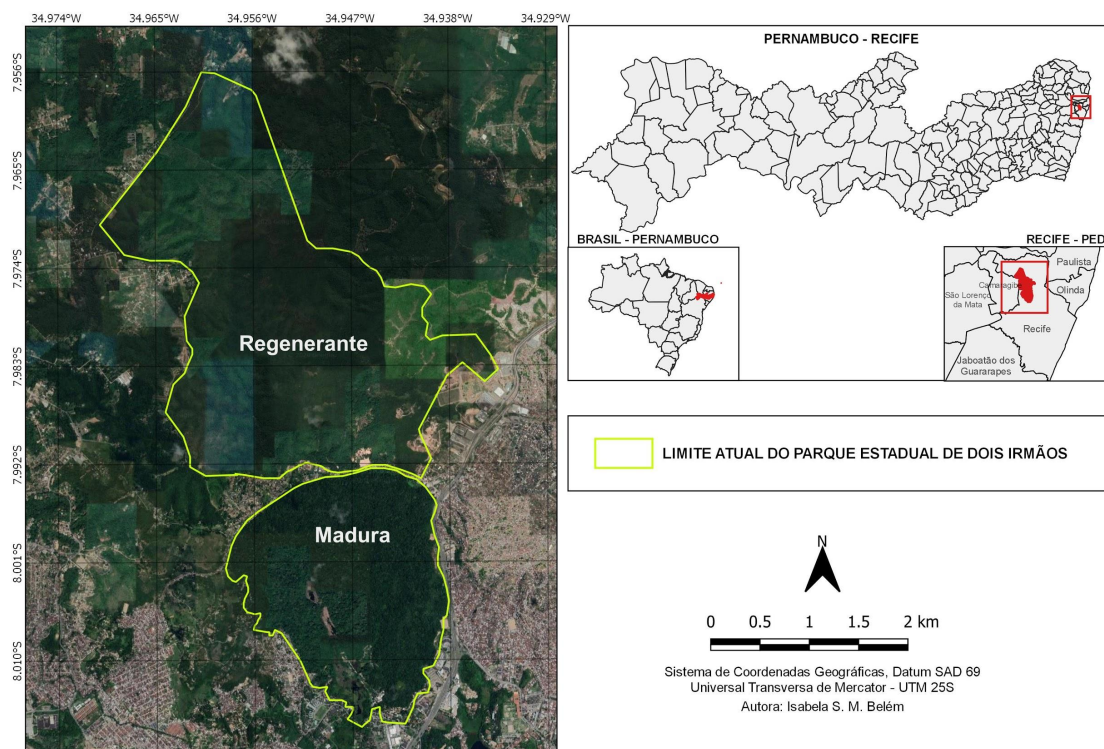
### **3.2.1. Área de estudo**

O Parque Estadual de Dois Irmãos (PEDI) é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, com área total de 1.158,51 hectares (PERNAMBUCO, 2014), localizado na Cidade do Recife, entre as coordenadas 7°57'21" e 8°00'54"S; 34°55'53" e 34°58'38"W (AGUIAR, 2016) (Figura 1). É composto por dois fragmentos de Mata Atlântica, a Mata de Dois Irmãos que tem histórico de preservação desde 1885 (PERNAMBUCO, 2014), porém só foi considerado como área protegida com sua criação pela Lei nº 9.989/87 (PERNAMBUCO, 1987) e, posteriormente, passou à categoria de Parque com a Lei nº 11.622/98 (PERNAMBUCO, 1998). A Mata de Dois Irmãos abrange uma área de 384,42 ha (PERNAMBUCO, 2006), sem histórico de supressão ao longo das últimas cinco décadas sendo coberta por floresta madura (SANTOS, 2015). Neste trabalho, esta mata será chamada de Madura. O segundo fragmento é a Antiga Fazenda Brejo dos Macacos, que foi incorporada ao parque pelo Decreto nº 40.547/14 (PERNAMBUCO, 2014), abrange 774,09 ha. Esta “nova” área tem histórico de ocupação do solo bem distinto da Mata de Dois Irmãos, com vegetação secundária, cobertura florestal mais baixa e aberta. Neste trabalho, esta mata será chamada de Regenerante (Figura 1).

O parque se situa em uma paisagem de matriz periurbana (interface entre o urbano e o rural), com parte do seu entorno limitando-se imediatamente com áreas residenciais urbanas (parte sudeste, sul e sudoeste, principalmente), uma rodovia federal (BR-101), indústrias e a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) (PERNAMBUCO, 2014).

O clima, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, é tropical úmido ou tropical costeiro (As'). Possui uma precipitação média anual de 2460 mm (AGUIAR, 2016) e temperatura média de 26°C (BRASIL, 2012). Sua vegetação é classificada como Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (BRASIL, 2012) e possui solo do

tipo podzólico, com textura, em geral, areno-argilosas e pH entre 4 e 5 (ácido) (PERNAMBUCO, 2014).



**Figura 1. Localização do Parque Estadual de Dois Irmãos, situado no estado de Pernambuco (nordeste do Brasil), com destaque para as matas Madura e Regenerante.** Fonte: SANTOS (2018).

### 3.2.2. Fatores antropogênicos

Utilizamos indicadores de perturbações antrópicas (IPAs) a partir de levantamento *in loco* e com base na literatura (MACE *et al.*, 2005; MAGALHÃES; LOPES; QUEIROZ, 2015; RIBEIRO *et al.*, 2015). Inicialmente, foram coletados os IPAs brutos por todo parque, em seguida, os IPAs foram agrupados em seis categorias (Resíduos Sólidos, Atividades Recreativas, Exploração, Fogo, Saneamento e Outros). Posteriormente, 17 IPAs (Tabela 1) foram selecionados como *proxies* para mensurar a quantidade de pressão antrópica existente nas áreas estudadas. Nesse estudo, não foram analisadas as perturbações referentes a espécies exóticas invasoras vegetais.

**Tabela 1. Lista dos *proxies* de indicadores de perturbação antrópica selecionados para registro nas 10 parcelas do módulo PPBio/Sítio PEDI, do Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife-PE, Brasil.**

<b>Código</b>	<b>Indicador</b>
1	Agricultura
2	Animais domésticos asselvajados/ ferais;
3	Caça a animais nativos e/ou endêmicos;
4	Degradação de corpos hídricos;
5	Equipamentos de recreação informal (campo de futebol, trilha de motocross/ bicicleta, esportes radicais, acampamento) ;
6	Equipamentos de turismo e recreação formal (campings, trilhas, rapel, escalada, arvorismo, visitação guiada);
7	Espécies exóticas invasoras (vegetal);
8	Exploração de recursos madeireiros e não madeireiros (retirada de fruto, madeira, casca, látex, árvore cortada);
9	Mineração;
10	Pecuária;
11	Poluição sonora;
12	Presença de canais de esgoto, aterramento ou cisternas;
13	Resíduos sólidos (lixo, entulho, pneus, estacas);
14	Sinais de vandalismo (pichação, caules marcados, plantas arrancadas);
15	Sinal de incêndio, queimada ou fogueira;
16	Urbanização (assentamentos urbanos ou rurais, isolados ou agrupados, rodovias);
17	Clareiras de origem antrópica.

### 3.2.3. Fatores da biodiversidade vegetal

Para relacionar os IPAs às idades florestais, foram utilizados os dados de cronossequência adaptados do estudo de Aguiar (2016), realizado no PEDI. A delimitação do histórico de ocupação do solo das duas áreas foram obtidas por meio de fotografias aéreas oriundos do banco de dados da Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (CONDEPE/FIDEM) e Serviço Geológico do Brasil (CPRM), bem como imagens de satélite do Google Earth (2014). Estas imagens foram digitalizadas e georreferenciadas na projeção UTM (Universal Transversa de Mercator), Zona 25 Sul e Datum SAD 69, utilizando o *software* QGIS 2.18 (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2017) (AGUIAR, 2016). A cronossequência teve o intuito de determinar a idade das manchas florestais de acordo com a pausa do abandono das atividades de uso do solo e início da regeneração, a partir da mudança de cobertura do

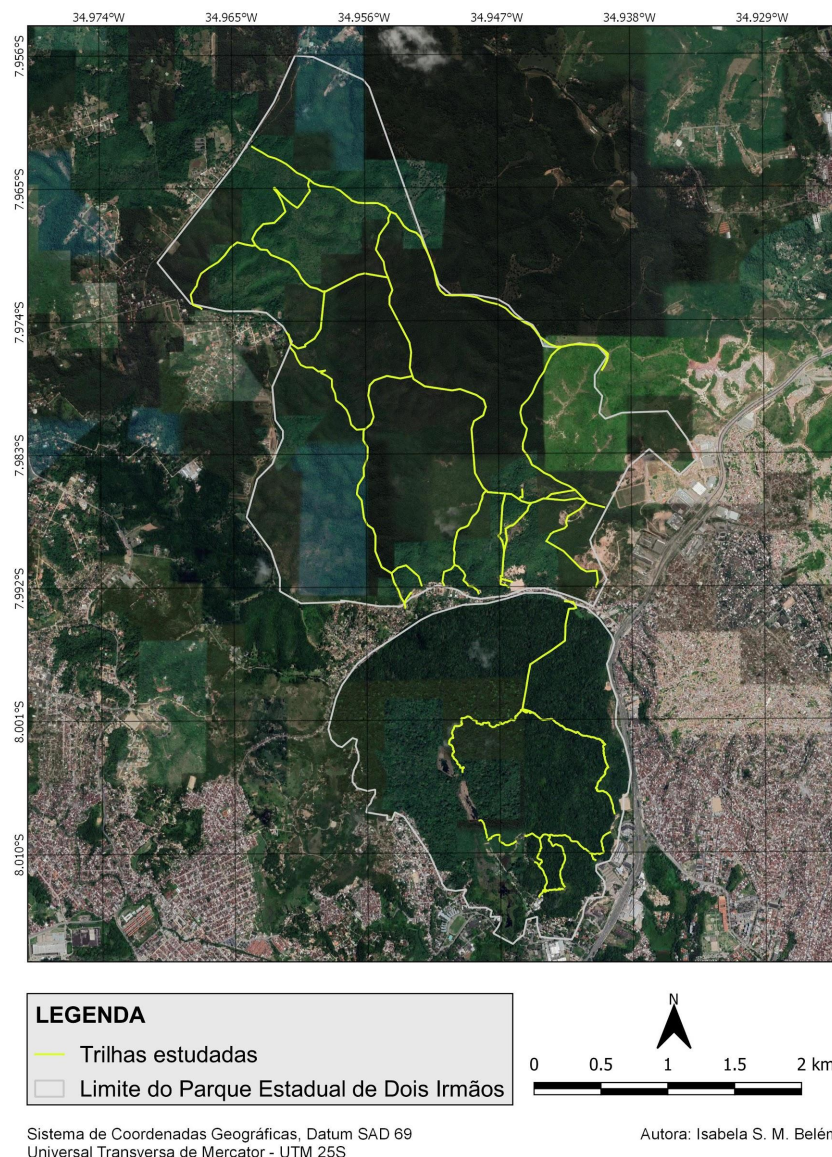
solo. Como resultado, a cronossequência foi composta por duas idades: uma madura, com idade e histórico de mais de 80 anos sem sinais de supressão da vegetação nativa, e uma regenerante, contendo sítios com idades inferiores a 46 anos.

O PEDI apresenta biomassa na floresta madura de 255,67 Mg.ha<sup>-1</sup> e 97,36 Mg.ha<sup>-1</sup> na floresta regenerante (FONSÊCA, 2017; PUGAS, 2017; SANTOS, 2018). Sobre a riqueza de espécies vegetais no PEDI, eram encontradas 440 espécies, das quais 353 spp. na floresta madura e 191 spp. na floresta regenerante, 125 spp. eram endêmicas do bioma Mata Atlântica (RODRIGUES, 2019).

#### **3.2.4. Aquisição dos dados**

Os dados dos IPAs em escala ampla foram obtidos a partir de caminhadas nas trilhas (oficiais: 1. Trilha do Macaco; 2. Tigre; 3. Chapéu-de-sol; 4. Bromélias; 5. Felinos; 6. Caminho do Prata; 7. Macaxeira, e irregulares: sem nome) no parque (Figura 2). As caminhadas foram realizadas, mantendo-se velocidade baixa e constante, utilizando o GPS Garmin 60 CSx de alta precisão (3 m) sob cobertura florestal. Os IPAs foram registrados como pontos quando encontrados: 1) nas trilhas; 2) nas bordas dos fragmentos de trilhas; e 3) até 20 m de distância fora das bordas. Além dos IPAs, também foi registradas as larguras dos trechos das trilhas, que posteriormente foram estabelecidas em cinco classes (<1; 1 – 1,5; 1,6 – 2; 2,1 – 4; e >4 m) A partir das trilhas também foi possível analisar o indicador *Motocross*, que foi registrado a partir de aspectos do solo nas trilhas, geralmente apresentando sulcos com marcas de pneu da motocicleta. Os dados foram inseridos em uma plataforma de Sistema de Informações Geográficas (SIG), no *software* QGIS 2.18 (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2017) utilizando o sistema cartográfico de coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator), zona 25S e Datum horizontal SAD 69, com resolução 1,5 m, preparado por Santos (2015) como base.

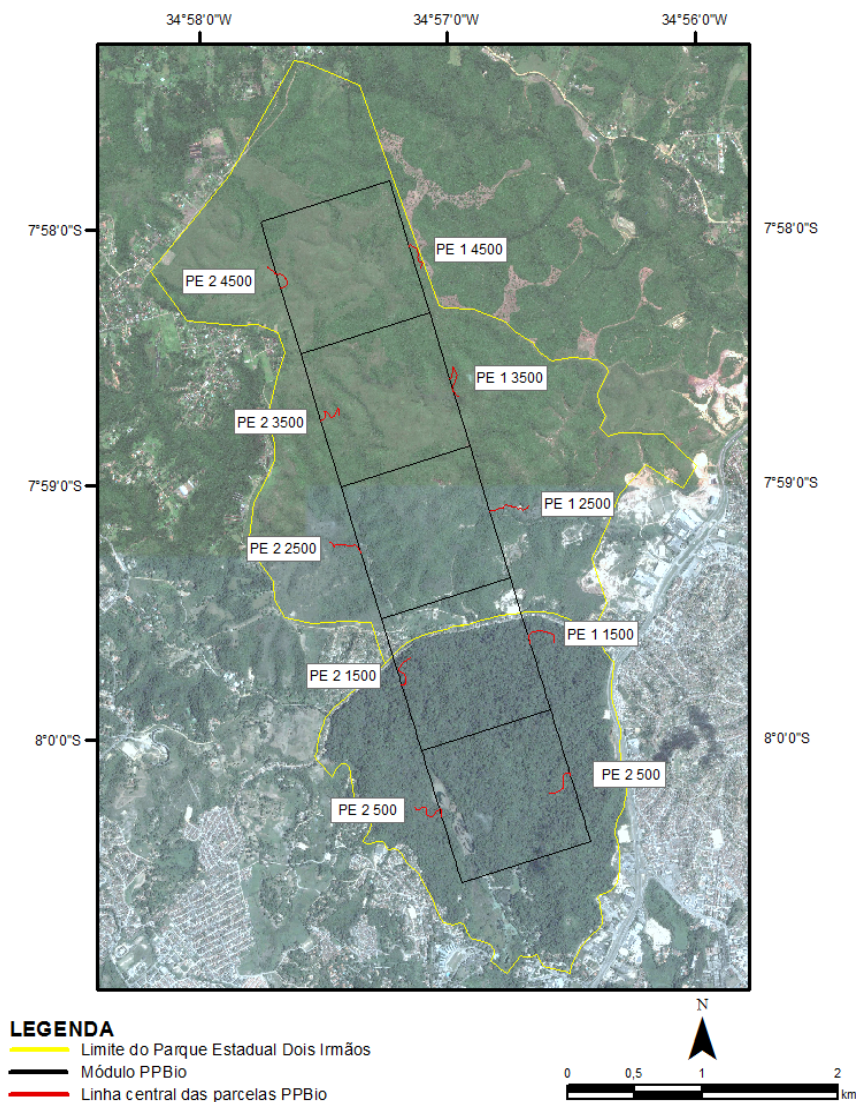




**Figura 2. Mapa das trilhas estudadas no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife/PE, Brasil.**

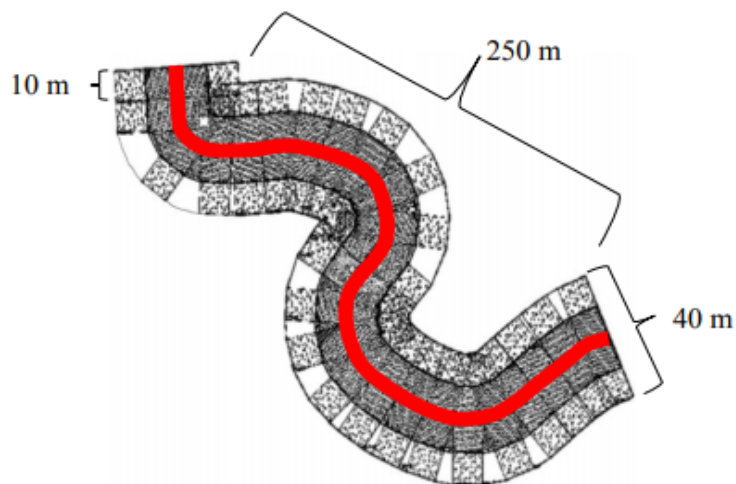
Os dados dos IPAs em escala fina foram obtidos utilizando o módulo RAPELD (*Rapid Assessment Surveys – RAP e Pesquisa Ecológica de Longa Duração - PELD*) do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio)/Rede Mata Atlântica (MAGNUSSON *et al.* 2005) (Figura 3). Neste módulo, há duas linhas de 5 km de extensão (chamadas de PE1 e PE2), distantes um quilômetro entre si. Ao longo destas,

encontram-se instaladas dez parcelas, com um quilômetro de distância entre elas, sendo cinco em cada uma das duas linhas (FREITAS *et al.*, 2011).



**Figura 3. Módulo RAPELD do programa de pesquisa em biodiversidade (PPBio), no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife/PE, Brasil. Fonte: Santos (2017).**

Cada parcela compreende uma trilha que segue as curvas de nível do terreno, apresenta 25 segmentos válidos com 10 m de extensão, totalizando 250 m de comprimento por parcela e 20 m de largura para cada lado de um corredor central, totalizando 1 ha cada (Figura 4). Dentre as parcelas, quatro se encontram na floresta madura e seis na floresta regenerante.



**Figura 4. Desenho amostral da parcela do módulo RAPELD do programa de pesquisa em biodiversidade (PPBio). Fonte: Fonsêca (2017).**

Os IPAs foram coletados nas 10 parcelas do módulo em sua extensão maior (250m x 40m) sendo considerada como unidade amostral, no período de setembro de 2017 a fevereiro de 2018. Em campo, cada parcela foi amostrada apenas uma vez e foi anotada a presença dos indicadores, registrados individualmente (Tabela 1), de acordo com: 1) sua posição geográfica (distância para o corredor central em metros; 2) o lado (direito ou esquerdo); 3) o segmento de cada parcela; 4) o código do indicador; 5) o indicador correspondente e, 6) as observações (p. ex., tipo de resíduo sólido). Quando necessário, foram feitos registros fotográficos das perturbações.

### 3.2.5. Análise dos dados

Para avaliar as perturbações em diferentes escalas, foi feita a primeira pergunta: "A escala influencia a ocorrência dos IPAs?". Para respondê-la, foram utilizadas os IPAs obtidos no nível mais amplo, a partir das trilhas (oficiais e irregulares) e os IPAs obtidos no nível da parcela, utilizando-se as 10 parcelas do módulo PPBio/ Sítio PEDI, 1 ha cada (10 ha analisados no total). Esses dados foram agrupados, de forma a revelar os IPAs com maiores ocorrências, resultando em cinco categorias (*Resíduos sólidos, Exploração de recursos, Fogo, Clareira antropogênica e Urbanização*).

Para avaliar as perturbações em diferentes idades, foi feita a pergunta "A idade influencia na ocorrência dos IPAs?". Para responder, foram utilizados os IPAs obtidos nas duas idades (Madura e Regenerante), na qual o protocolo de amostragem foi

realizado nas parcelas do módulo PPBio/Sítio PEDI, composta por quatro parcelas na área madura e seis na área regenerante. Esses dados também foram agrupados de acordo com os IPAs que apresentaram maiores ocorrências o que resultou em três categorias: (*Resíduos sólidos, Exploração de recursos e Outros*, composto por *Urbanização, Clareira antropogênica e Fogo*).

Os dados agrupados dos IPAs foram extraídos a partir da tabela de atributos do *software* QGIS 2.18 e refinados no *software* Microsoft Excel (2016); posteriormente foram estatisticamente analisados utilizando o *software* BioEstat 5.0. por meio do Teste-G e Qui-quadrado por tabela de contingência L x C, com  $p < 0,05$ . Em seguida, foi realizada a Análise de Resíduos do Qui-quadrado, a partir da seguinte hipótese:

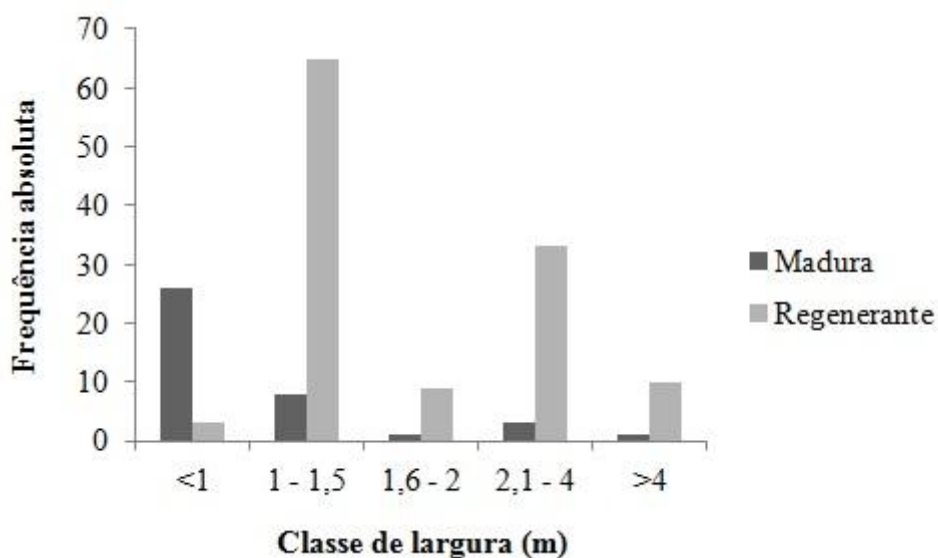
H<sub>0</sub>: A frequência de percepção dos IPAs permanece a mesma nas duas escalas (paisagem e parcela).

H<sub>1</sub>: As ocorrências dos IPAs não diferem nas duas idades dos fragmentos florestais (Madura e Regenerante).

### **3.3. RESULTADOS**

#### **3.3.1. Descrição dos IPAs no PEDI**

A largura das trilhas na área Madura de acordo com Aguiar (2014) tem um valor máximo de 3,4 m e mínimo de 0,4 m, com maior frequência na classe <1 e menor frequência na classe 1,6 - 2 m. Na área Regenerante, a largura teve um valor máximo de 7 m e mínimo de 0,8 m, com maior frequência na classe 1 – 1,5 m e menor frequência na classe <1. Ainda, na área regenerante foram encontradas as trilhas com uma frequência alta na classe 2,1 - 4 m (Figura 5). Lembrando que as trilhas oficiais encontram-se na área Madura e as irregulares são consideradas neste estudos todas da área Regenerante, visto que as trilhas dessa área ainda não estão regulamentadas pela gestão do parque, pois essa área foi incorporada recentemente ao parque.



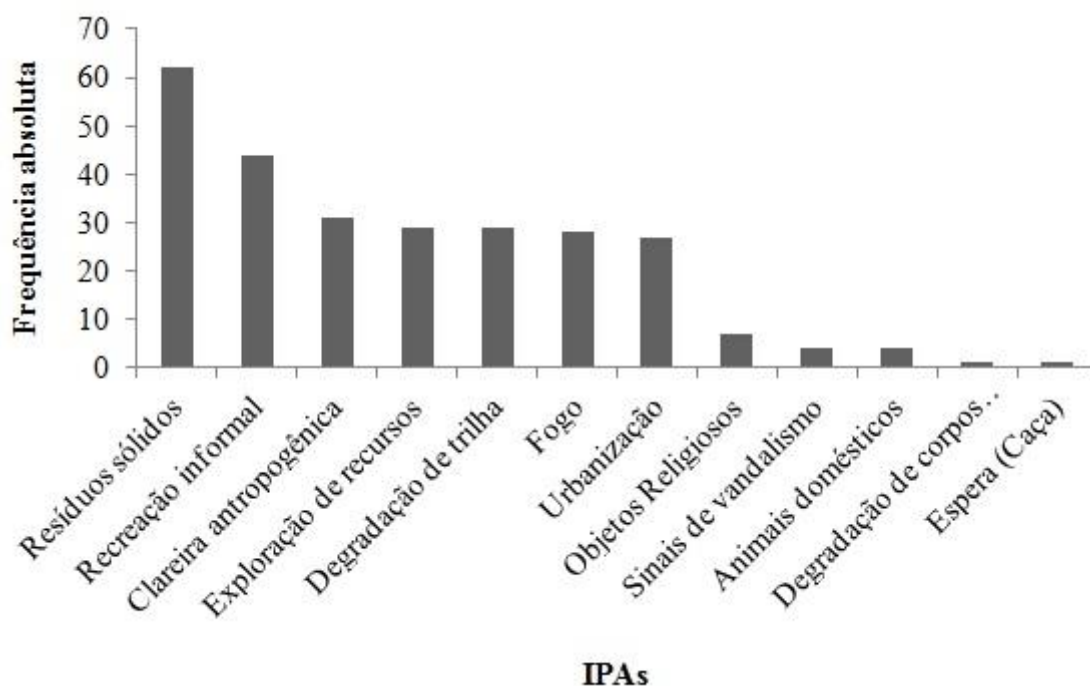
**Figura 5. Gráfico das classes de larguras das trilhas nas duas idades (Madura e Regenerante) do Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife- PE, Brasil.**

Para o nível de paisagem, foi encontrado um total de 267 pontos de perturbações ao longo das trilhas (Tabela 2). Esses dados foram inseridos em 12 categorias de IPAs para melhor visualização de seus efeitos.

**Tabela 2. Total de ocorrências de IPAs encontrados nas trilhas e em 10 ha de parcelas no período de 2017 no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife- PE, Brasil.**

IPAs	Paisagem	Parcela
Resíduos sólidos	62	23
Recreação informal	44	2
Exploração de recursos	29	1743
Fogo	28	36
Sinais de vandalismo	4	0
Animais domésticos	4	1
Clareira antropogênica	31	8
Degradação de corpos hídricos	1	1
Urbanização	27	27
Espera (Caça)	1	0
Objetos Religiosos	7	0
Degradação de trilha	29	0
<b>Total</b>	<b>267</b>	<b>1841</b>

O indicador *Resíduos sólidos* apresentou maior frequência com 62 registros ao todo, sendo representado por 23,22% do total de indicadores (Figura 6). Os IPAs com menos ocorrências foram *Degradação de corpos hídricos* e *Espera (caça)*, ambos com uma ocorrência (0,37%).



**Figura 6. Gráfico da frequência das 12 categorias de IPAs, no período de 2017, para o nível de paisagem no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife -PE, Brasil.**

A presença do IPA *Motocross* inserido na categoria de *Recreação informal* teve 44 ocorrências (16,48%). Esse indicador foi registrado a partir de aspectos do solo nas trilhas, geralmente apresentando sulcos com marcas de pneu da motocicleta (Figura 7-D). O indicador *Fogo* obteve 28 registros (10,49%), porém, esse valor não espelha a realidade dessa perturbação em campo, sendo possível dimensioná-la na ilustração da figura 7-C.

Os demais indicadores *Exploração de recursos* (29), *Clareira antropogênica* (31), *Urbanização* (27), *Degradação de trilha* (29) encontrados em campo, também foram expressivos. *Sinais de vandalismo* (1,5%), *Animais domésticos* (1,5%) e *Objetos religiosos* (2,62%) apresentaram menos ocorrências em relação aos demais IPAs. Algumas dessas perturbações estão ilustradas na figura 7 (A, B, C e D).



**Figura 7. Registros de objetos religiosos (A), resíduos sólidos (B), fogo (C) e recreação informal utilizada para prática de motocross (D), no ano de 2017, no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife - PE, Brasil.**

Ao longo dos 10 hectares de parcelas do PEDI, foram registrados 1841 IPAs ao todo, das oito categorias de IPAs (Tabela 2). A parcela PE1 1500, na área madura, apresentou maior ocorrência de perturbações, com 659 registros no total, sendo representada por 36% dos IPAs em parcelas. A PE2 4500 (na área regenerante) foi a parcela que apresentou menor ocorrência de IPAs, com um total de 17 registros, sendo representada por 1% do total de IPAs em 10 ha de floresta (Tabela 3).

**Tabela 3. Total de ocorrências de IPAs em 10ha no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife - PE, Brasil.**

IPAs	Madura				Regenerante						Total de ocorrências em 10ha	% total em 10ha
	Linha 1		Linha 2		Linha 1			Linha 2				
	500	1500	500	1500	2500	3500	4500	2500	3500	4500		
Resíduos sólidos	0	5	1	0	13	1	1	0	2	0	23	1,25%
Recreação informal	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0,11%
Exploração de recursos	106	650	98	272	116	174	19	234	62	12	1743	94,63%
Fogo	0	2	0	0	0	2	0	3	24	5	36	1,95%
Animais domésticos	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,05%
Clareira antropogênica	0	1	0	6	0	0	0	0	1	0	8	0,43%
Degradação de corpos hídricos	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2	0,11%
Urbanização	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	27	1,47%
<b>Total por parcela</b>	106	659	99	279	129	177	47	237	92	17	1842	100,00%
<b>% por parcela</b>	6%	36%	5%	15%	7%	10%	3%	13%	5%	1%		

O indicador de *Corte e retirada de madeira* inserido na categoria de *Exploração de recursos* (Figura 8) apresentou maior abundância, com 1743 registros, estando presente em todas as parcelas, e representou 94,63% dos IPAs registrados nas parcelas do parque.





**Figura 8. Registro de corte seletivo de indivíduo arbóreo em parcela de floresta madura, no ano de 2017, no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife - PE, Brasil.**

Os IPAs *Sinais de vandalismo*, *Espera (Caça)*, *Objetos de Rituais Religiosos e Degradação de trilha* não apresentaram registros nas parcelas. Os IPAs com baixo registro (menos de 1%) foram *Recreação informal*, *Animais domésticos*, *Clareira antropogênica*, e *Degradação de corpos hídricos*. Os demais, *Fogo*, *Resíduos sólidos e Urbanização* apresentaram menos de 2% do total de indicadores registrados em 10ha (Tabela 3). Vale salientar que, os vestígios de queimadas, inseridos na categoria de *Fogo* registrados nas parcelas, foram acompanhados, frequentemente, de *Corte e retirada de madeira*.

### 3.3.2. Relação dos IPAs com a Escala do registro e percepção do observador

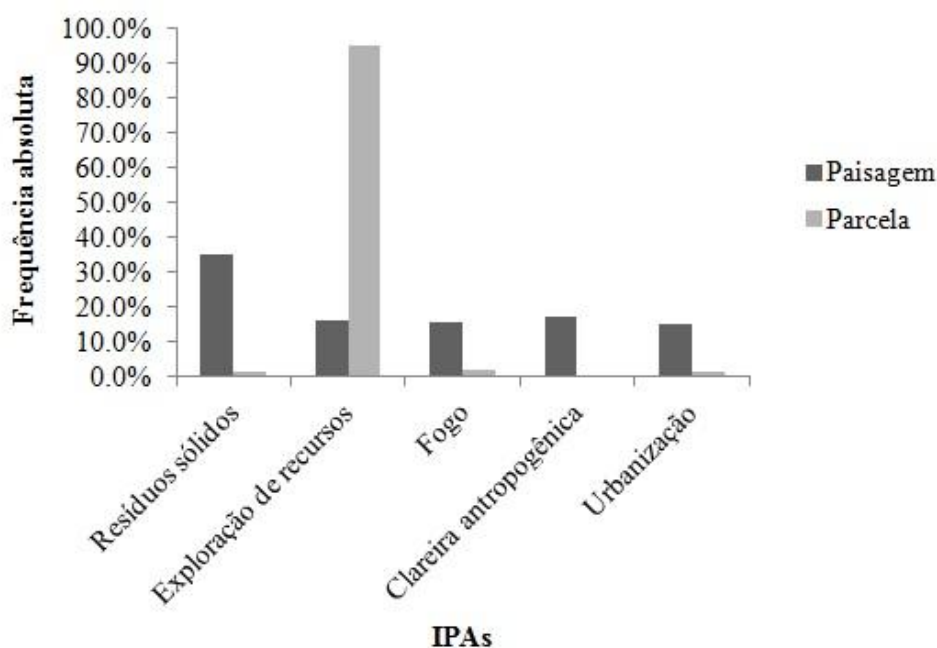
Após análise para a escala, foi possível verificar que houve diferença significativa na percepção das 12 categorias de IPAs entre as duas escalas ( $G = 980,3364$ ;  $p = < 0,0001$ ). Diante da seleção das cinco categorias com maiores ocorrências (*Resíduos sólidos*, *Exploração de recursos*, *Fogo*, *Clareira antropogênica* e *Urbanização*), as diferenças permaneceram significativas ( $X^2=1004.647$ ;  $p = <0,0001$ ). Em seguida, a Análise de Resíduos complementou o teste e revelou que todas as cinco categorias de IPA diferem estatisticamente entre si (Tabela 4).

Diante disso, a hipótese nula ( $H_0$ ) deve ser rejeitada para as escalas, aceitando a hipótese alternativa ( $H_1$ ) de que a frequência de percepção dos IPAs é diferente em escala de paisagem e de parcela.

**Tabela 4. Porcentagem das cinco categorias de IPAs com maiores ocorrências para escala no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife - PE, e variação da análise de resíduos do qui-quadrado.**

IPAs	Proporção		Variação	
	Paisagem	Parcela	$\Delta$ Paisagem	$\Delta$ Parcela
Resíduos sólidos	0,350	0,013	21,3455	-21,3455
Exploração de recursos	0,164	0,949	-30,6757	30,6757
Fogo	0,158	0,020	10,0395	-10,0395
Clareira antropogênica	0,175	0,004	15,7474	-15,7474
Urbanização	0,153	0,015	10,8427	-10,8427

A partir do gráfico de frequência (Figura 9), foi visível a diferença de percepção dos IPAs por escala, na qual o indicador *Exploração de recursos* foi majoritariamente mais sensível em nível de parcela, mostrando uma alta frequência diante dos demais indicadores. Em contrapartida, os indicadores *Resíduos sólidos*, *Fogo*, *Clareira antropogênica* e *Urbanização* são mais perceptíveis em escala da paisagem.



**Figura 9. Frequência (%) das cinco categorias mais expressivos de IPAs nas duas escalas (paisagem e parcela) no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife - PE, Brasil.**

### 3.3.3. Relação dos IPAs com a Cronossequência

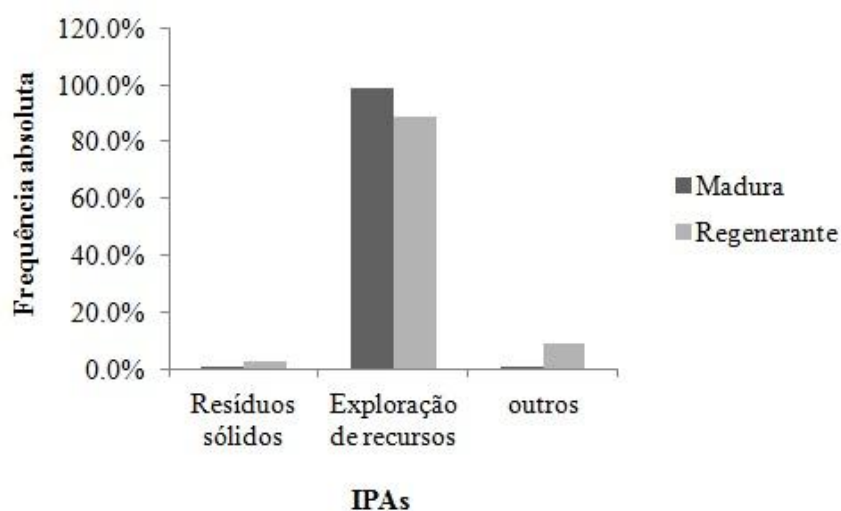
Houve diferença significativa nas proporções das 12 categorias de IPAs entre as duas idades dos fragmentos florestais (Madura e Regenerante) ( $G = 1293366$ ;  $p =$

<0,0001). Também houve diferença significativa após a seleção das três categorias de IPAs com maiores ocorrências (*Resíduos sólidos*, *Exploração de recursos* e *Outros*) ( $X^2= 91,008$ ;  $p = < 0,0001$ ) e a Análise de Resíduos também mostrou que todas as três categoria de IPA diferem estatisticamente entre si (Tabela 5). Com isso, aceitou-se a hipótese de que a frequência de IPAs difere entre idades dos fragmentos florestais.

**Tabela 5. Porcentagem das três categorias de IPAs com maiores ocorrências para cronossequência no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife - PE, e variação da Análise de Resíduos do qui-quadrado.**

IPAs	Proporção		Variação	
	Madura	Regenerante	$\Delta$ Madura	$\Delta$ Regenerante
Resíduos sólidos	0,005	0,024	-3,5840	3,5840
Exploração de recursos	0,987	0,886	9,4699	-9,4699
Outros	0,008	0,089	-8,7578	8,7578

A visualização da frequência de IPAs por categoria em relação a cronossequência mostra que, mesmo diante da alta frequência do indicador *Exploração de recursos* nas duas idades, ainda assim a maior concentração encontra-se na idade madura (Figura 10).



**Figura 10. Frequência das três categorias de IPAs nas duas idades (Madura e Regenerante) no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife - PE, Brasil.**

### 3.4. DISCUSSÃO

De acordo com o Plano de Manejo do PEDI, as trilhas oficiais encontram-se na Mata de Dois Irmãos, já as trilhas presentes na Antiga Fazenda Brejo dos Macacos ainda estão em estudo para uma posterior regularização, pois essa área encontra-se em processo de desapropriação (PERNAMBUCO, 2014). Diante disso, compreende-se que a floresta regenerante obtém um grande percentual de trilhas com alta frequência de largura nas classes entre 1 e 4 metros. Essa frequência elevada pode estar relacionada com o modo de utilização dessas trilhas. Concordamos com Lee e Maheswaran (2011) que afirmam que trilhas em áreas naturais podem trazer diversos benefícios para a população como saúde e educação. Porém, também concordamos com o oposto por vários autores que alertam para o fato que as trilhas podem também se tornar ameaças à biodiversidade quando sua construção, manutenção e uso são inadequadamente projetados e gerenciados, causando uma série de impactos diretos e indiretos na flora, fauna, solo e água (COLE, 2004; LIDDLE, 1997; MONZ; PICKERING; HADWEN, 2013)

As raízes para que as trilhas se transformem em uma perturbação à biodiversidade foram avaliados por Eisenlohr *et al.* (2013) e Tabarelli *et al.* (2012), que mostram que a abertura de trilhas, provoca variações na temperatura, há a exposição direta do solo à radiação solar, bem como o aumento do grau de exposição aos ventos. Essas informações relacionadas com a alta frequência de trilhas encontradas na área Regenerante nos preocupa pois, essas trilhas foram abertas pela população que mora em seu entorno antes dessa área ser transformada em parque, porém ainda encontram-se em uso. De acordo com Tomczyk *et al.* (2017), Dixon *et al.* (2004) e Farrell e Marion (2001), o uso da trilha está mais relacionado à largura do que à profundidade, trilhas com tráfego baixo e destinadas a caminhadas geralmente são mais estreitas do que trilhas com tráfego mais alto e utilizadas por veículos motorizados (WIMPEY; JEFFREY; MARION, 2010; TOMCZYK *et al.*, 2017). Ballantyne *et al.* (2014) explicam que as atividades recreativas, como caminhadas, ciclismo e recreação motorizada são comuns em florestas urbanas remanescentes. Esse cenário se assemelha ao que é encontrado na floresta Regenerante do PEDI, pois essa área obteve frequência alta de trilhas com larguras na classe 2,1 - 4 m, já na área Madura não há presença de ciclismo e recreação motorizada. Ainda, nossos resultados concordam que essas

atividades podem resultar em extensas redes de trilhas, fragmentando a vegetação em manchas separadas por efeitos de borda modificados (BALLANTYNE *et al.*, 2014).

Um sistema de trilhas manejadas formalmente pela gestão de áreas protegidas é um fator essencial de infraestrutura (WIMPEY; JEFFREY; MARION, 2010), pois podem ser utilizadas para acessar áreas sob monitoramento e facilitar a vigilância em áreas de grande extensão (WIMPEY; JEFFREY; MARION, 2010). Além disso, possibilita o acesso de visitantes a experiências recreativas sustentáveis (WIMPEY; JEFFREY; MARION, 2010). No PEDI, esses critérios não foram considerados para a existência de trilhas na área Regenerante, transformando um veículo de ecoturismo e conservação em um indicador de perturbações antrópicas, bem como um fator facilitador para entrada dessas perturbações no interior de fragmentos florestais. Porém, devemos lembrar que essa área ainda encontra-se em processo de regularização, que antes de ser um parque era uma fazenda e que essas trilhas foram predominantemente abertas pela população, na qual ainda ocorrem práticas recreativas motorizadas, não tiverem manejo adequado, conservação e planejamento.

Esses fatores citados corroboram com os encontrados em campo, pois a partir das caminhadas pelas trilhas do parque foi possível registrar um número elevado de IPAs (267), na qual 23,22% pertencem a classe de *Resíduos sólidos*. Para White (2008) o lixo está associado ao impacto de recreação para as áreas naturais, visto que, normalmente, esses espaços não tem um sistema de recolhimento adequado de resíduos sólidos, como lixeiras nas trilhas. Porém no PEDI, esses resíduos são mais associados a deposição inadequada pela população do entorno do que a prática do ecoturismo. Além disso, Laurance *et al.* (2009) afirmam que impactos antrópicos no interior de áreas naturais estão fortemente influenciados por estradas em áreas de borda, pois facilitam a entrada de pessoas para diversos fins. O PEDI é cercado por estradas, uma delas uma rodovia federal, outra uma via local, que separa os dois fragmentos que compõem o parque, pavimentada recentemente, conhecida como Estrada dos Macacos.

Diante disso, o acesso dos visitantes se torna mais fácil, porém, por ser uma Unidade de Conservação, essas atividades deveriam ser restritas. No Plano de Manejo do PEDI, constam quais são as atividades permitidas e as não permitidas. Um exemplo considerado uma atividade ilegal é a prática da caça. Neste estudo, encontramos um registro de *Espera (caça)*. Além disso, também consta no plano que as manifestações religiosas praticadas dentro dos limites do Parque devem ser autorizadas pela gestão, não podendo fazer o uso de fogo ou deixar qualquer resíduo (PERNAMBUCO, 2014).

Nesse estudo, registramos locais de manifestações religiosas, que não obedeciam aos critérios exigidos. Outro indicador considerado proibido é a presença de espécies exóticas de fauna, como o caso dos animais selvagerizados. Silva *et al.* (2018) expõem que, em áreas protegidas, uma das espécies exóticas mais comuns são os cães domésticos (*Canis lupus familiaris*) e seu impacto é uma forte preocupação para conservação (HUGHES; MACDONALD, 2013; PASCHOAL *et al.*, 2016). Além desses indicadores, uma perturbação considerada ilegal e que está relacionada com as atividades humanas são as queimadas. Nesse estudo, encontramos um número elevado de ocorrências. A maioria dos incêndios é de difícil controle, sendo ocasionada para diferentes fins, como a invasão em área de floresta para construção de moradias, arruamento e abertura de local para deposição de resíduos. Além disso, os autores do presente estudo se preocupam que os incêndios podem levar à extinção de espécies nativas, esgotamento dos solos e proliferação de espécies exóticas (SANTOS *et al.*, 2018).

As estradas também são associadas com o aumento das perturbações crônicas, visto que criam novas bordas nas áreas facilitando o acesso ao interior dos fragmentos florestais (REIJNEN *et al.*, 1995; WILKIE *et al.*, 2000; LAURANCE *et al.*, 2009; DA FONSECA *et al.*, 2017). A prática do *Motocross* foi um tipo de perturbação frequente na floresta Regenerante, tidas como distúrbios crônicos, geralmente irreversíveis, pois podem gerar impactos negativos para o ecossistema local, como erosão do solo, alterações na temperatura do local, danos, perda de vegetação e de espécies mais sensíveis e aumento de espécies ruderais (BALLANTYNE; PICKERING, 2015), bem como a extinção de espécies endêmicas, raras ou ameaçadas, tanto da fauna quanto da flora (SANTOS *et al.*, 2018).

Seguindo o nível de percepção de acordo com o observador, esse estudo permitiu dimensionar as perturbações encontrados na escala fina, na qual registramos mais de 1800 IPAs em 10 hectares de Mata Atlântica. Entre as parcelas do módulo PPBio/Sítio PEDI, a que apresentou maior registro foi aquela localizada mais próxima à Estrada dos Macacos, que de acordo com Reijnen *et al.* (1995), Wilkie *et al.* (2000), Laurance *et al.* (2009) e da Fonseca *et al.* (2017) essa proximidade facilita a ocorrência dessas perturbações, no que nossos dados concordaram.

Analisando por escala, nossos resultados mostraram que a percepção dos IPAs difere entre uma amostragem na paisagem (pelas trilhas) e aquela realizada nas parcelas. Para a paisagem, as categorias de IPAs mais frequentes foram *Resíduos*

*sólidos, Fogo, Clareira antropogênica e Urbanização*, reforçando o que vem sendo discutido acima. Essas categorias, quando relacionadas com a cronossequência, apresentaram maiores valores na área de floresta regenerante. Além disso, o indicador de *Exploração de recursos* apresentou valores bastante expressivos na percepção mais fina, no nível de parcela (94,63% dos IPAs), sendo bastante frequente na área de floresta madura (1.126 ocorrências). Os autores desse estudo se preocupam com os dados encontrados, pois de acordo com Singh (1998) a exploração de recursos madeireiros e não madeireiros é considerada um distúrbio antropogênico crônico que leva a perda de pequenas quantidades de biomassa podendo empobrecer e simplificar ainda mais áreas fragmentadas. Neste estudo trabalhamos com as informações de biomassa apresentadas por Fonseca (2017), Pugas (2017) e Santos (2018), na qual a floresta Madura apresenta 255,67 Mg.ha<sup>-1</sup>. Um estudo realizado por Oliveira *et al.* (2003) na Amazônia Ocidental mostrou que a exploração seletiva de madeira possui notório efeito sobre a biomassa acima do solo com uma redução drástica para espécies mais exploradas, chegando a 3 Mg.ha<sup>-1</sup>. Além disso, essas informações são preocupantes, pois nessa área o parque possui 353 spp. vegetais, contendo espécies endêmicas do bioma Mata Atlântica.

Contudo, na floresta regenerante houve uma significativa ocorrência nesta categoria de IPA. Nesses dados, a maioria dos registros de *Cortes* na área regenerante encontravam-se em estado mais acelerado de decomposição, diferente dos apontados na área madura, pois estes apresentavam características de *Cortes* recente como foi possível observar na Figura 8. Vale ressaltar que a área de floresta regenerante pertenceu por um longo período a uma fazenda, que de acordo com o Plano de Manejo do PEDI, a área foi configurada por uma constante mudança de cobertura e uso do solo (PERNAMBUCO, 2014). Nessa área, a floresta regenerante apresenta 97,36 Mg.ha<sup>-1</sup> e 191 spp., mostrando uma nítida diferença na riqueza de espécies entre as duas áreas.

Os dados de *Exploração de recursos* encontrados neste trabalho alertam para a destinação e uso desse recurso, Silva e Andrade (2005) e Prance *et al.* (1987) afirmam que a exploração de recursos madeireiros e não madeireiros é considerada uma atividade frequente no bioma Mata Atlântica e seus produtos são destinados para a alimentação, comércio, construção (39,2%), medicinal, tecnológico (19%) (confecção de ferramentas, equipamentos, móveis e utensílios domésticos) e combustível na forma de lenha (21,6%), além disso 78% da população que utiliza os recursos florestais têm preferência pela utilização do tronco da árvore (SILVA; ANDRADE, 2005; DA CUNHA; ALBUQUERQUE, 2006; MEDEIROS *et al.*, 2011) sendo compatível com os

registros encontrados em campo, que foi possível observar na Figura 8. Para Medeiros *et al.* (2011) a madeira extraída e destinada à produção de energia em forma de lenha chega a 92% da preferência pela população, além disso os autores destacaram que a madeira destinada para construção vem de práticas mais destrutivas e se concentra no consumo de algumas poucas espécies, principalmente as espécies nativas (87,3 %), e de porte arbóreo (94,5 %), como *Bowdichia virgilioides* (sucupira), *Eschweilera ovata* (embiriba) e *Tabebuia avellanae* (paud'arco-roxo) para construção de habitações e locais de trabalho (barracas e currais) (SILVA; ANDRADE, 2005).

De acordo com os resultados encontrados neste trabalho, o PEDI encontra-se com grande dificuldade em alcançar seus objetivos como uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, atuando como mantenedor da biodiversidade e de diversos serviços ecossistêmicos gerados a partir de sua floresta. São serviços prestados, por exemplo, o microclima, processos bióticos e abióticos, bem como o fornecimento de benefícios diretos e indiretos para a população circunvizinha, com a regulação do fluxo de mananciais hídricos, conforto térmico e a preservação do patrimônio histórico e cultural da cidade do Recife (MELO; FURTADO, 2006). Estudos anteriores já vinham mostrando a realidade da situação das trilhas presentes na área como no trabalho de Ribeiro *et al.* (2007), na qual concluíram que as perturbações encontradas, são causados por uma ausência de um programa efetivo de conscientização acerca das regras e atitudes a serem tomadas durante a visitação, além da conjuntura da qualidade das trilhas. No Plano de Manejo do parque é possível encontrar Programas de Manejo para atividades a serem desenvolvidas para a gestão do Parque (PERNAMBUCO, 2014), porém existe uma ausência da implementação destes. Ainda, Aguiar (2014) ressalta que o descaso na qualidade e manutenção de trilhas influencia na proliferação de espécies exóticas invasoras de plantas, mostrando que sem as devidas restrições asseguradas pelo Plano de Manejo do parque, as trilhas podem ser um forte veículo de indicador de perturbação antrópica. Por apresentar tamanha vulnerabilidade, é primordial que o diálogo entre ciência, população e a gestão, principalmente de áreas protegidas urbanas e periurbanas, sejam englobadas em futuras ações buscando a conservação desse bioma.



### **3.5. CONCLUSÃO**

Nossos resultados mostram que os dois fragmentos que compõem o Parque Estadual de Dois Irmãos apresentam uma condição bastante antropizada, com um alto registro de indicadores de perturbações antrópicas em ambos. A influência dessas perturbações em nível de escala foi significativa, na qual a percepção dos resíduos sólidos acontece em nível de paisagem. Os indicadores relacionados ao corte seletivo de madeira são mais sensíveis quando estudados em nível de parcela. Ainda, nossos resultados apontaram diferenças significativas quando comparados com a cronossequência, os dados encontrados para a floresta madura esteve relacionados diretamente às perturbações crônicas, em oposição às registradas na área de floresta regenerante, mais relacionadas ao histórico de ocupação do solo, pois diversos indicadores de corte, em nível de parcela foram registrados em estágio mais acelerado de decomposição, sendo considerados cortes antigos. Este trabalho vem com o intuito de alertar à gestão de áreas protegidas para os danos gerados a partir do contato sem planejamento, fiscalização e cuidado por parte de seus visitantes e usuários. Embora o parque seja uma Unidade de Conservação de proteção integral, ainda se encontra longe de alcançar seus objetivos, colocando ainda mais em perigo a sua biodiversidade.

### **AGRADECIMENTOS**

Este estudo foi apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq/MCTI), I. S. M. Belém recebeu bolsa de Iniciação Científica através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Agradecemos a equipe do Grupo de Pesquisa Ecologia de Plantas e Paisagens do módulo PPBio/ Sítio PEDI do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio). Agradecemos ao Parque Estadual de Dois Irmãos (PEDI) pela permissão para realização da pesquisa, bem como ao assistente de campo M.A. Chaga e ao Laboratório de Ecologia Vegetal (LEVE) por toda a assistência.

### 3.6. REFERÊNCIAS DO ARTIGO

AGUIAR, M. M. B. **Influência das trilhas na ocorrência e distribuição de espécies exóticas invasoras vegetais no parque estadual de dois irmãos.** Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife. 2014.

AGUIAR, M. M. B. **Sucessão florestal em cronosequência na floresta atlântica: Capacidade de resiliência e influência do meio.** 2016. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Ciência Florestal, Recife.

ALEIXO, A. **Effects of Selective Logging on a Bird Community in the Brazilian Atlantic Forest.** *The Condor*, [s. l.], v. 101, n. 3, p. 537–548, 1999.

ASNER, G. P. *et al.* **Condition and fate of logged forests in the Brazilian Amazon.** *Proceedings of the National Academy of Sciences*, [s. l.], v. 103, n. 34, p. 12947–12950, 2006.

BALLANTYNE, M.; GUEDES, O.; PICKERING, C.M. **Recreational trails are an important cause of fragmentation in endangered urban forests: A case-study from Australia.** *Landscape and Urban Planning*.v.130, p.112-124, 2014.

BALLANTYNE, M.; PICKERING, C. M. **Differences in the impacts of formal and informal recreational trails on urban forest loss and tree structure.** *Journal of Environmental Management*, v. 159, p. 94 – 105, 2015.

BALLANTYNE, M.; PICKERING, C. M. **The impacts of trail infrastructure on vegetation and soils: Current literature and future directions.** *Journal of Environmental Management*, v. 164, p. 53-64, 2015.

BELLARD, C.; LECLERC, C.; LEROY, B.; BAKKENES, M.; VELOZ, S.; THUILLER, W.; COURCHAMP, F. **Vulnerability of biodiversity hotspots to global change.** *Global Ecology and Biogeography*, 2014.doi: 10.1111/geb.12228

BITOUN, J. et al. Região Metropolitana do Recife no contexto de Pernambuco no Censo 2010. **Observatório das Metrôpoles.** Recife. s, 2012.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** 2012. Série Manuais Técnicos em Geociências 1, 2ª edição revista e ampliada. IBGE, Rio de Janeiro.

CAMPANILI, M.; SCHAFFER, W.B. **Mata Atlântica: patrimônio nacional dos brasileiros. Secretaria de Biodiversidade e Florestas.** Núcleo Mata Atlântica e Pampa. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA), p. 408, 2010.

CBD - **Global Biodiversity Outlook 4.** Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montréal, 155 pp. 2014. Disponível em: <https://www.cbd.int/>. Acesso em: 04 junho. 2019.

COLE, D.N. **Impacts of hiking and camping on soils and vegetation: A review.** R. Buckley (Ed.), Environmental impacts of ecotourism, CABI Publishing, Wallingford, UK, p. 41-61, 2004.

COCHRANE, M. A.; LAURANCE, W. F. **Fire as a large-scale edge effect in Amazonian forests.** Journal of Tropical Ecology, [s. l.], v. 18, n. 03, p. 311–325, 2002.

DA CUNHA, L. V. F. C.; ALBUQUERQUE, U. P. **Environ Monit Assess**, v. 114, n. 1, 2006.

DA FONSECA, M.A. Fragmentação, conservação e restauração da caatinga. 2017. **Tese (Doutorado em Ecologia)** - UFRN, Centro de Biociências, Natal. 2017.

DIXON, G.; HAWES, M.; MCPHERSON, G.; **Monitoring and modeling walking track impacts in the Tasmanian wilderness world Heritage area, Australia**, Journal of Environmental Management, v.71, p.15, 2004

EISENLOHR, P.V.; MEYER, L.; MIRANDA, P.L.S.; REZENDE, V.L.; SARMENTO, C.D.; MOTA, T.J.R.C.; GARCIA, L.C.; MELO, M.M.R.F. **Trilhas e seu papel ecológico: o que temos aprendido e quais as perspectivas para a restauração de ecossistemas?**, Hoehnea n.40, v.3, p.407-418, 2013.

FARREL, T.A.; MARION, J.L. **Trail impacts and trail impact management related to visitation at Torres del Paine National Park, Chile.** Leisure/Loisir, v. 26, n. 1-2, p. 31-59, 2001.

FREITAS, M. A.; COSTA, F.; MORAIS, A. **Manual de Instalação Parcelas RAPELD: Protocolo de Instalação de Parcelas Terrestres.** INPA. 2011. Disponível em: <http://ppbio.inpa.gov.br/manuais>. versão Maio 2011.

FONSÊCA, N. C. Estimativa de biomassa e necromassa arbórea acima do solo em um fragmento de floresta tropical. 2017. 90 p. **Dissertação (Mestre em Ciências Florestais)** Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

GOOGLE EARTH. Parque Estadual de Dois Irmãos e redondeza, 2014. Fonte: Google, DigitalGlobe.

HUGHES, J., MACDONALD, D.W. **A review of the interactions between free-roaming domestic dogs and wildlife.** Biol. Conserv. v.157, p.341–351, 2013.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Mata Atlântica. 2015.** Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica>. Acesso em: 04 julho. 2018.

IPCC - Climate Change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Summaries, frequently asked questions, and cross-chapter boxes. **In:** A Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. World Meteorological Organization, Geneva. 2014.

JOLY, C. A.; METZGER, J. P.; TABARELLI, M. **Experiences from the Brazilian Atlantic Forest: ecological findings and conservation initiatives.** *New Phytologist*, [s. l.], v. 204, n. 3, p. 459–473, 2014.

LAURANCE, W.F. **Conserving the hottest of the hotspots.** *Biol. Conserv.* v, 142, 1137. 2009.

LEE, A.C.K.; MAHESWARAN, R. **The health benefits of urban green spaces: A review of the evidence.** *Journal of Public Health*, n.33, v.2, p. 212-222, 2011.

LIDDLE, M.J. **Recreation ecology.** Chapman and Hall Publishing, London, UK p. 664, 1997.

MACE, G. et al. **MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.273.aspx.pdf>>. Acesso em: 22 maio. 2018.

MAGALHÃES, J. L. L.; LOPES, M. A.; QUEIROZ, H. L. De. **Development of a Flooded Forest Anthropization Index (FFAI) applied to Amazonian areas under pressure from different human activities.** *Ecological Indicators*, [s. l.], v. 48, p. 440–447, 2015. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1470160X14004105>>

MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A. P.; LUIZÃO, R.; LUIZÃO, F.; COSTA, F. R. C.; CASTILHO, C. V.; KINUPP, V. F. **RAPELD: a modification of the Gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites.** *Biota Neotropica*, v. 5, n. 2, 2005.

MARTINELLI, G., MORAES, M.A. **Livro vermelho da flora do Brasil.** Centro Nacional de Conservação da Flora, Rio de Janeiro. 2013.

MEDEIROS, P.M.; ALMEIDA, A.L.S.; SILVA, T.C.; ALBUQUERQUE, U.P. **Pressure Indicators of Wood Resource Use in an Atlantic Forest Area, Northeastern Brazil.** *Environmental Management*. v.47, p.410–424, 2011.

MELO, M.D.V.C.; FURTADO, M.F.G. **Florestas urbanas: estudo sobre as representações sociais da Mata Atlântica de Dois Irmãos, na cidade do Recife – PE.** São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, p.45, 2006.

MITTERMEIER, R. A. et al. **Global Biodiversity Conservation: The Critical Role of Hotspots.** In: *Biodiversity Hotspots*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011. p. 3–22.

MONZ, C.A.; PICKERING, C.M.; HADWEN, W.L. **Recent advances in recreation ecology and the implications of different relationships between recreation use and ecological impacts.** *Frontiers in Ecology and the Environment*, n.11, v.8, p.441-446, 2013.

NAVARRO, L.M., FERNÁNDEZ, N., GUERRA, C., et al., 2017. **Monitoring biodiversity change through effective global coordination.** *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 29, 158–169.

NOSS, R.F.; PLATT, W. J.; SORRIE, B.A.; WEAKLEY, A.S.; MEANS, D.B. COSTANZA, J.; PEET, R.K. **How global biodiversity hotspots may go unrecognized: lessons from the North American Coastal Plain.** Diversity and Distributions.v.21. p.236–244, 2015.

OLIVEIRA, L.C. et al. **Impactos da exploração seletiva de madeira em áreas em processo de fragmentação florestal na Amazônia Ocidental.** Cerne, Lavras, v.9, n. 2, p. 213-220, jul./dez. 2003.

PASCHOAL, A.M.O., MASSARA, R.L., BAILEY, L.L., KENDALL, W.L., DOHERTY JR., P.F., HIRSCH, A., CHIARELLO, A.G., PAGLIA, A.P. **Use of Atlantic Forest protected areas by free-ranging dogs: estimating abundance and persistence of use.** Ecosphere 7 (10), 2016.

PERNAMBUCO (Estado). Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS). **Plano de Manejo: Parque Estadual de Dois Irmãos.** Recife, PE, 2014.

PERNAMBUCO (Estado). Lei nº 11.622 de 30 de dezembro de 1998. Dispõe sobre a mudança de categoria, de Manejo das Reservas Ecológicas de Caetés e Dois Irmãos e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de Pernambuco**, Pernambuco, PE, 29 de dez. 1998.

PERNAMBUCO (Estado). Lei nº 13.159, de 7 de dezembro de 2006. Altera o artigo 3º e o Anexo II da Lei nº 11.622, de 29 de dezembro de 1998, que dispõe sobre a mudança de categoria do Manejo das Reservas Ecológicas de Caetés e Dois Irmãos, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de Pernambuco**, Pernambuco, PE, 7 de dez. 2006.

PERNAMBUCO (Estado). Lei nº 9.989, de 13 de janeiro de 1987. Define as reservas ecológicas da Região Metropolitana do Recife. **Diário Oficial do Estado de Pernambuco**, Pernambuco, PE, 13 de jan. 1987.

PERNAMBUCO (Estado). Lei nº 13.787, de 08 de junho de 2009. Institui o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza – SEUC, no âmbito do Estado de Pernambuco, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de Pernambuco**, Pernambuco, PE, 09 de Jun. 2009.

PERNAMBUCO (Estado). Decreto nº 40.547, de 28 de março de 2014. Amplia os limites da Unidade de Conservação Parque Estadual de Dois Irmãos. **Diário Oficial do Estado de Pernambuco**, Pernambuco, PE, 28 de mar. 2014.

PRANCE, G. T. ‘Etnobotânica de algumas tribos amazônicas’, in *Suma etnológica brasileira* v. 1, Vozes, Petrópolis, FINEP, Rio de Janeiro, p.119–134. 1987.

PURGAS, R.A.F. **Dinâmica sucessional, alterações na cobertura vegetal e a biomassa estocada acima do solo em uma floresta periurbana.** 2017. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Biologia. Recife.

QGIS Development Team, **QGIS Geographic Information System.** Open Source Geospatial Foundation Project. 2017.

REIJNEN, R.; FOPPEN, R.; BRAAK, C.T.; THISSEN, J. **The effects of car traffic on breeding bird population in woodland, III. Reduction of density in relation to the proximity of main roads.** *Journal of Applied Ecology*, p.187-202.

REZENDE, C.L.; SCARANO, F.R.; ASSADD, E.D.; JOLY, C.A.; METZGER, J.P.; STRASSBURGG, B.B.N.; TABARELLI, M.; FONSECAI, G.A.; MITTERMEIER, R.A. **From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest.** *Perspectives in Ecology and Conservation* v.16, p.208–214, 2018.

RIBEIRO, E. M. S.; RAMOS, E. M. N. F.; SILVA, J. S. B. **Impactos Ambientais Causados pelo Uso Público em Áreas Naturais do Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife – PE.** *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 72-74, jul. 2007.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. **The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation.** *Biological Conservation*, v. 142, p. 1141-1153, 2009.

RIBEIRO, E. M. S. et al. **Chronic anthropogenic disturbance drives the biological impoverishment of the Brazilian Caatinga vegetation.** *Journal of Applied Ecology*, [s. l.], v. 52, n. 3, p. 611–620, 2015.

ROQUE, F. O.; UEHARA-PRADO, M.; VALENTE-NETO, F.; QUINTERO, J. M. O.; RIBEIRO, K. T.; MARTINS, M. B.; LIMA, M. G.; SOUZA, F. L.; FISCHERA, E.; SILVA JR. U. L.; ISHIDA, F. Y.; GRAY-SPENCE, A.; PINTO, J. O. P.; RIBEIRO, D. B.; MARTINS, C. A.; RENAUD, P. C.; PAYS, O.; MAGNUSSON, W. E. **A network of monitoring networks for evaluating biodiversity conservation effectiveness in Brazilian protected areas.** *Perspectives in Ecology and Conservation*, v.16, p.177–185, 2018.

SANTOS, F. C. **Dinâmica espaço-temporal do uso e cobertura do solo em uma paisagem de matriz predominantemente urbana.** 2015. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Biologia. Recife.

SANTOS, F. C. **Perturbações antrópicas na Mata Atlântica: impactos no ecossistema e na assembleia de plantas.** 2018. **Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – UFRPE**, Departamento de Ciência Florestal, Recife. 2018.

SANTOS, J.F.C.; ROMEIRO, J.M.N.; ASSIS, J.B.; TORRES, F.T.P.; GLERIANI, J.M. **Potentials and limitations of remote fire monitoring in protected areas.** *Science of The Total Environment*. v.616–617, p.1347-1355, 2018.

SCARANO, F.R., CEOTTO, P. **Brazilian Atlantic forest: impact, vulnerability, and adaptation to climate change.** *Biodivers. Conserv.* 24, 2319–2331, 2015.

SINGH, S. P. **Chronic disturbance, a principal cause of environmental degradation in developing countries.** *Environmental Conservation*, [s. l.], v. 25, n. 1, p. S0376892998000010, 1998.

SILVA, K.V.K.A.; KENUP, C.F.; KREISCHER, C.; FERNANDEZ, F.A.S.; PIRESA, A.S. **Who let the dogs out? Occurrence, population size and daily activity of domestic dogs in an urban Atlantic Forest reserve.** *Perspectives in Ecology and Conservation*, v.16, p.228–233, 2018.

Silva, A.J.R.; Andrade, L.H.C. **Etnobotânica nordestina: estudo comparativo da relação entre comunidades e vegetação na Zona do Litoral - Mata do estado de Pernambuco, Brasil.** *Acta Botanica Brasilica*. v.19, p.45-60, 2005.

SMITH, A.P.; HORNING, N.; MOORE, D. **Regional biodiversity planning and lemur conservation with GIS in western Madagascar.** *Conservation Biology*, n. 11, v. 2, p. 498-512, 1997.

SOS MATA ATLÂNTICA. Sala de imprensa, dados. 2019. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/sala-de-imprensa/dados/>>. Acesso em: 10 de julho. 2019.

TABARELLI, M. et al. **A conversão da floresta atlântica em paisagens antrópicas: lições para a conservação da diversidade biológica das florestas tropicais.** *Interciencia*, [s. l.], v. 37, n. 2, 2012.

TOMCZYK, A.M. et al. **A new framework for prioritising decisions on recreational trail management.** *Landscape and Urban Planning*, v. 167, p. 1-13, 2017.

UNEP–WCMC. **World Database on Protected Areas**, 2016. Disponível em <<http://www.wdpa.org>>. Acesso em: 4 de julho. 2019

VITORINO, M.R.; CARVALHO, V.C.; FONTES, M.A.L.; BARRA, A.O.; PEREIRA, J.A.A. **Assessment of research groups on natural protected areas and their public use in Brazil.** *CERNE*, v. 22, n. 3, p.271-276, 2016.

WATSON, J.E.M.; DUDLEY, N.; SEGAN, D.B.; HOCKINGS, M. **The performance and potential of protected areas.** *Nature*, n.515, p.67-73, 2014.

WILKIE, D.; SHAW, E.; ROTBERG, F.; MORELLI, G.; AUZEL, P. **Roads, development, and conservation in the Congo Basin.** *Conservation Biology*. n.14, v.6, p.1614-1622, 2000.

WHITE, D. D.; VIRDEN, R. J.; VAN RIPER, C. J. **Effects of Place Identity, Place Dependence, and Experience-Use History on Perceptions of Recreation Impacts in a Natural Setting.** *Environmental Management*, v. 42, p. 647–657, 2008.

WIMPEY, J. F.; JEFFREY L. MARION, J. L. **The influence of use, environmental and managerial factors on the width of recreational trails.** *Journal of Environmental Management*, v. 91, p. 2028-37, 2010.

WWF - World Wide Fund For Nature. Atlantic Forests, South America. 2019. Disponível em: <[https://wwf.panda.org/knowledge\\_hub/where\\_we\\_work/atlantic\\_forests/](https://wwf.panda.org/knowledge_hub/where_we_work/atlantic_forests/)>. Acesso em: 10 de julho. 2019.

#### 4. REGRAS DE PUBLICAÇÃO

**Research Letters** are original scientific research presented in a more concise manuscript with up to 3500 words in length (excluding text in boxes, figures, tables and references), abstract with up to 200 words, graphical abstract (because it draws more attention to the online article), and up to 1 box (400 words) and 4 figures or tables, 40 references and highlights (a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system).

##### **Essential title page information**

**Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.

**Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.

**Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.

##### **Abstract**

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

##### **Keywords**

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

##### **Acknowledgements**

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

##### **Figure captions**



Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (not on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

### **Tables**

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

## **5. CONCLUSÕES GERAIS**

Nossos resultados mostram que os dois fragmentos que compõe o Parque Estadual de Dois Irmãos apresentam uma configuração bastante antropizada, constando um alto registro de indicadores de perturbações antrópicas, em ambos. A influência dessas perturbações em nível de escala foi significativa, na qual a percepção dos resíduos sólidos acontece em nível de paisagem, já os indicadores ligados ao corte seletivo de madeira são mais sensíveis quando estudados em nível de parcela. Ainda, nossos resultados apontaram diferenças significativas quando comparados com a cronosequência, os dados encontrados para a floresta madura estão relacionados diretamente com perturbações crônicas, em antinomia, deve-se ressaltar que as perturbações registradas na área de floresta regenerante podem estar mais ligadas ao histórico de ocupação do solo, pois diversos indicadores de corte, em nível de parcela foram encontrados em estágio mais acelerados de decomposição, sendo considerados cortes antigos. Este trabalho vem com o intuito de alertar à gestão de áreas protegidas para os danos gerados a partir do contato sem planejamento, fiscalização e cuidado por parte de seus visitantes, pois, embora o parque seja uma Unidade de Conservação de proteção integral ainda encontra-se longe de alcançar seus objetivos, colocando ainda mais a biodiversidade em perigo.

## **6. REFERÊNCIAS INTRODUÇÃO GERAL**

AGUIAR, M.M.B. Sucessão florestal em cronosequência na floresta atlântica: Capacidade de resiliência e influência do meio. 2016. **Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)** – UFRPE, Departamento de Ciência Florestal, Recife. 2016.

AIDE, T.M.; ZIMMERMAN, J.K.; PASCARELLA, J.B.; RIVERA, L.; MARCANO-VEGA, H. **Forest Regeneration in a chronosequence of tropical abandoned pastures: Implications for restoration ecology.** *Restoration Ecology*, v. 8, n. 4, p. 328-338, 2000.

ANDERSON, E. **Urban landscapes and sustainable cities.** *Ecology and Society*, v. 34, 2006.

CHAZDON, R.L. **Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands.** *Science*, v. 320, n. 5882, p. 1458-1460, 2008.

CRUTZEN, P.J.; STOERMER, E.F. **The Anthropocene.** *Global Change Newsletter*, v. 41, p.17–18, 2000.

FISCHER, J.; LINDENMAYER, D. B. **Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis.** *Global Ecology and Biogeography*, n. 16, pp. 265–280, 2007.

LAURANCE, W. F.; SAYER, J.; CASSMAN, K. G. **Agricultural expansion and its impacts on tropical nature.** *Trends in Ecology & Evolution*, [s. l.], v. 29, n. 2, p. 107–116, 2014.

LIMA, A. A.; RIBEIRO, M. C.; GRELLE, C. E. V.; PINTOD, M. P. **Impacts of climate changes on spatio-temporal diversity patterns of Atlantic Forest primates.** *Perspectives in Ecology and Conservation*. v. 101. 2019.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; DA FONSECA, G.A.B.; KENT, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities.** *Nature*, [s. l.], v. 403, n. 6772, p. 853–858, 2000.

OLIVEIRA, M.C.; SILVA JUNIOR, M.C. **Evolução histórica das teorias de sucessão vegetal e seus processos.** *CEPPG*, n. 24, p. 104-118, 2011.

ZHOU, W. **90 years of forest cover change in an urbanizing watershed: spatial and temporal dynamics.** *Landscape Ecology*, v. 26, p. 645–659, 2011.

YUAN, Y.; WU, S.; YU, Y.; TONG, G.; MO, L.; YAN, D.; LI, F. **Spatiotemporal interaction between ecosystem services and urbanization: Case study of Nanjing City, China**. *Ecological Indicators*, v.95, p.917-929, 2018.