

**RICARDO CORDEIRO DE LIMA**

**INTERFERÊNCIA ANTRÓPICA NA COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DE  
FRAGMENTOS FLORESTAIS URBANOS**

**RECIFE**  
**Pernambuco – Brasil**  
**Fevereiro - 2023**

RICARDO CORDEIRO DE LIMA

INTERFERÊNCIA ANTRÓPICA NA COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DE  
FRAGMENTOS FLORESTAIS URBANOS

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Ciências Florestais da  
Universidade Federal Rural de  
Pernambuco para obtenção do título de  
Mestre em Ciências Florestais

**Orientador:** Prof. Dr. Everaldo Marques de Lima Neto

**Coorientador:** Prof. Dr. Emanuel Araújo Silva

RECIFE  
Pernambuco – Brasil  
Fevereiro - 2023

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)

---

- L732i Lima, Ricardo Cordeiro de  
Interferência antrópica na composição e estrutura de fragmentos florestais urbanos / Ricardo Cordeiro de Lima. -  
2023.  
90 f. : il.
- Orientador: Everaldo Marques De Lima Neto.  
Coorientador: Emanuel Araujo Silva.  
Inclui referências.
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciências  
Florestais, Recife, 2023.
1. Ecologia urbana. 2. Interferência humana. 3. Grupos ecológicos. 4. Síndrome de Dispersão. 5. Diversidade. I.  
Neto, Everaldo Marques De Lima, orient. II. Silva, Emanuel Araujo, coorient. III. Título

CDD 634.9

---

RICARDO CORDEIRO DE LIMA

INTERFERÊNCIA ANTRÓPICA NA COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DE  
FRAGMENTOS FLORESTAIS URBANOS

Aprovado em: 28/02/2023

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Rafael Ricardo Vasconcelos da Silva (UFAL)

---

Profa. Dra. Ana Carolina Borges Lins e Silva (UFRPE)

Orientador:

---

**Prof. Dr. Everaldo Marques de Lima Neto**

Departamento de Ciência Florestal – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Aos meus pais, Cícera Maria Cordeiro de Lima e José Cordeiro de Lima (*In memoriam*), que me ensinaram com todo amor e humildade os princípios da vida.

Dedico!

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Everaldo Marques de Lima Neto por todo incentivo ao longo dessa jornada repleta de muita novidade e conhecimento. Assim como aos demais professores que de algum modo contribuíram com a elaboração deste trabalho.

Agradeço aos vários colegas pelo apoio durante as atividades de campo, entre eles: Maria Alinny Cruz da Silva, Aline Amorim da Silva, Thiago Allain Martins Siqueira Moura, Rodrigo Lacerda Brito Neto, Carlos Roberto de Nazaré Carvalho Júnior, Juliana Araújo Leite, Denisvaldo Artur de Meireles, Jailson Medeiros Silva, e Arthur Fonseca Chateaubriand de Vasconcelos. A ajuda de vocês foi imprescindível para que esse trabalho pudesse ser realizado.

Aos Gestores responsáveis pela FURB Mata do Passarinho, pela autorização para execução da pesquisa. Agradeço especialmente ao Guarda José da Silva Mendes e a Companhia Independente de Policiamento com Cães (CIPcães), pelo suporte dado ao longo da realização deste trabalho, ao garantir a segurança de todos os membros da equipe durante as atividades de campo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES, pelo apoio financeiro e a Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, por viabilizarem o curso.

À minha família, pelo constante apoio e encorajamento demonstrado, assim como, pela compreensão por estar muitas vezes distante devido a essa trajetória acadêmica.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>16</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
2.1 ECOLOGIA URBANA .....	18
2.2 FLORESTA URBANA: BASES CONCEITUAIS .....	19
2.2.1 RESERVA DE FLORESTA URBANA DE PERNAMBUCO.....	21
2.3 IMPORTÂNCIA DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS URBANOS.....	22
2.4 EFEITO DE BORDA EM FRAGMENTOS FLORESTAIS.....	23
2.5 PERTURBAÇÕES ANTRÓPICAS EM FRAGMENTOS FLORESTAIS URBANOS	25
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>33</b>
<b>INFLUÊNCIA DAS PERTURBAÇÕES ANTRÓPICAS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO URBANAS DA MATA ATLÂNTICA.....</b>	<b>33</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>36</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>37</b>
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	37
2.2 COLETA DE DADOS.....	39
2.3 ANÁLISE DE DADOS .....	40
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>41</b>
3.1 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLÓGICA.....	41
3.2 CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS DE PERTURBAÇÃO ANTRÓPICA .....	45
3.3 CORRELAÇÃO ENTRE DESCRITORES DA ASSEMBLEIA E VARIÁVEIS DE PERTURBAÇÃO ANTRÓPICA .....	48
3.4 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (ACP) .....	52
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>57</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>62</b>
<b>ESTRUTURA DA ASSEMBLEIA ARBÓREA DE UMA RESERVA DE FLORESTA URBANA AO LONGO DO GRADIENTE AMBIENTAL BORDA-INTERIOR .....</b>	<b>62</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>65</b>

<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>66</b>
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	66
2.2 COLETA DE DADOS.....	67
2.3 ANÁLISE DE DADOS .....	68
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>69</b>
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>85</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>85</b>
<b>CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>90</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>CAPÍTULO I</b> .....	33
<b>INFLUÊNCIA DAS PERTURBAÇÕES ANTRÓPICAS EM DUAS RESERVAS DE FLORESTA URBANA DE PERNAMBUCO</b> .....	33
<b>Tabela 1:</b> – Classificação da estrutura fitossociológica das espécies arbóreas por índice de valor de importância (VI) da Reserva de Floresta Urbana no município de Olinda – PE.....	42
<b>Tabela 2:</b> – Classificação da estrutura fitossociológica das espécies arbóreas por índice de valor de importância (VI) Reserva de Floresta Urbana Mata de Dois Unidos no município de Recife – PE.....	43
<b>Tabela 3:</b> Correlação de Pearson entre os descritores fitossociológicos da comunidade e variáveis de perturbação antrópica na FURB Mata do Passarinho.....	49
<b>Tabela 4:</b> Correlação de Pearson entre os descritores fitossociológicos da comunidade e variáveis de perturbação antrópica na FURB Mata de Dois Unidos.....	50
<b>Tabela 5</b> – Autovalores e variância dos componentes principais resultantes dos indicadores de interferências amostradas na FURB Mata do Passarinho (Em negrito variáveis mais representativas).....	52
<b>Tabela 6</b> – Autovalores e variância dos componentes principais resultantes dos indicadores de interferências amostradas na FURB Mata de Dois Unidos (Em negrito variáveis mais representativas).....	53
<b>CAPÍTULO II</b> .....	62
<b>ESTRUTURA DA ASSEMBLEIA ARBÓREA DE UMA RESERVA DE FLORESTA URBANA AO LONGO DO GRADIENTE AMBIENTAL BORDA-INTERIOR</b> .....	62
<b>Tabela 1</b> – Classificação da estrutura fitossociológica das espécies arbóreas por índice de valor de importância (IVI) no Ambiente A1 da FURB Mata do Passarinho, no município de Olinda – PE.....	71
<b>Tabela 2</b> – Classificação da estrutura fitossociológica das espécies arbóreas por índice de valor de importância (IVI) no Ambiente A2 da FURB Mata do Passarinho, no município de Olinda – PE. ....	72

<b>Tabela 3</b> – Classificação da estrutura fitossociológica das espécies arbóreas por índice de valor de importância (IVI) no Ambiente A3 da FURB Mata do Passarinho, no município de Olinda – PE.....	73
<b>Tabela 4</b> - Distribuição dos Grupos ecológicos por índice de valor de importância (IVI) encontrados nos Ambientes A1, A2 e A3 da Reserva de Floresta Urbana Mata do Passarinho em Olinda - PE.....	74
<b>Tabela 5</b> – Tabela 5 - Análise de variância do número de indivíduos de cada Grupo Ecológico ao longo dos diferentes ambientes na FURB Mata do Passarinho.....	76
<b>Tabela 6</b> – Classificação das síndromes de dispersão por índice de valor de importância (IVI) nos Ambientes A1, A2 e A3 da Reserva de Floresta Urbana em Olinda - PE.....	77
<b>Tabela 7</b> - Análise de variância do número de indivíduos de cada Síndrome de Dispersão ao longo dos diferentes ambientes na FURB Mata do Passarinho.....	78
<b>Tabela 8</b> - Matriz de similaridade obtida por meio do coeficiente de Jaccard (S) entre os diferentes ambientes da FURB Mata do Passarinho.....	81

## LISTA DE FIGURAS

<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	18
<b>Figura 1:</b> Classificação da Floresta Urbana. Fonte: Biondi (2015) .....	20
<b>CAPÍTULO I</b> .....	33
<b>INFLUÊNCIA DAS PERTURBAÇÕES ANTRÓPICAS EM DUAS RESERVAS DE FLORESTA URBANA DE PERNAMBUCO</b> .....	33
<b>Figura 1</b> – Localização geográfica da área de estudo circunvizinha com a matriz urbana das FURBs estudadas.....	38
<b>Figura 2</b> – Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis de perturbação antrópica e suas distâncias até a borda.....	46
<b>Figura 3-</b> A - Formação de clareiras causadas pelo despejo de resíduos na FURB Mata de Dois Unidos. B – Animais atraídos pelos resíduos com presença de trilhas ao fundo na FURB Mata de Dois Unidos.....	48
<b>Figura 4-</b> Presença de espécies frutíferas associadas com a formação de clareiras na FURB Mata de Dois Unidos.....	51
<b>Figura 5-</b> Diagrama de ordenação resultante da análise de componentes principais (ACP) da FURB Mata do Passarinho.....	53
<b>Figura 6-</b> Diagrama de ordenação resultante da análise de componentes principais (ACP) da FURB Mata de Dois Unidos.....	54
<b>CAPÍTULO II</b> .....	62
<b>ESTRUTURA DA ASSEMBLEIA ARBÓREA DE UMA RESERVA DE FLORESTA URBANA AO LONGO DO GRADIENTE AMBIENTAL BORDA-INTERIOR</b> .....	62
<b>Figura 1</b> - Localização da área de estudo da FURB Mata do Passarinho, Olinda-PE.....	66
<b>Figura 2</b> – Diferentes ambientes e parcelas demarcadas em branco para estudo do efeito de borda na Mata do Passarinho, Olinda, PE.....	68
<b>Figura 3</b> – Curva de rarefação de espécies nos ambientes A1, A2 e A3 da FURB Mata do Passarinho.....	70
<b>Figura 4</b> - Grupo ecológico das espécies entre os diferentes ambientes da FURB Mata do Passarinho.....	75

<b>Figura 5</b> - Médias do número de indivíduos em cada Grupo Ecológico. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. PI = pioneira; SI = secundária inicial; ST = secundária tardia.....	76
<b>Figura 6</b> - Síndrome de dispersão entre os diferentes ambientes da FURB Mata do Passarinho.....	78
<b>Figura 7</b> - Médias do número de indivíduos por ambiente (A) e de cada Síndrome de Dispersão (B). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Zoo = zoocoria, Ane = anemocoria, Aut = autocoria.....	79
<b>Figura 8</b> - Distribuição diamétrica dos diferentes ambientes da FURB Mata do Passarinho.....	80
<b>Figura 9</b> - Avaliação da riqueza de espécies por meio do diagrama de Venn.....	82
<b>Figura 10</b> - Representação de barras do erro padrão da média entre as variáveis e os diferentes ambientes.....	84

**LIMA, RICARDO CORDEIRO. INTERFERÊNCIA ANTRÓPICA NA COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DE FRAGMENTOS FLORESTAIS URBANOS. 2023. Orientador: Everaldo Marques De Lima Neto. Coorientador: Emanuel Araújo Silva.**

## **RESUMO**

A interação entre o ambiente antrópico e a vegetação pode impactar a comunidade florestal de diversas formas, afetando a florística e estrutura das comunidades e resultando em diferenças na riqueza das espécies florestais. Nesse cenário, tem-se como consequência, o comprometimento dos sistemas ecológicos de fragmentos localizados nas regiões urbanas. O estudo foi realizado na Região Metropolitana de Recife, nas FURB Mata do Passarinho e FURB Mata de Dois Unidos, sendo elas, unidades de conservação de uso sustentável do bioma Mata Atlântica. Em cada fragmento foram implantadas 20 parcelas retangulares de 10 m x 25 m (0,5 hectare por área). A estrutura do componente arbóreo foi analisada por meio dos descritores: Densidade, Frequência e Dominância, em seus valores absolutos e relativos, e também foi estimada a diversidade de Shannon e de Simpson e equabilidade de Pielou. Para analisar as correlações entre as variáveis de interferências humanas e os parâmetros ecológicos foi empregada a correlação de Pearson e também foi realizada uma Análise de Componentes Principais entre as variáveis. Foi realizada a classificação sucessional e síndrome de dispersão das espécies, assim como a análise de variância (ANOVA) entre os ambientes. Dessa forma, o primeiro capítulo teve como objetivo analisar a influência das variáveis de perturbação antrópica em duas Reservas de Floresta Urbana (FURB) de Pernambuco, a fim de compreender se as perturbações antrópicas influenciam a florística e estrutura da comunidade arbórea de fragmentos com diferentes tamanhos. Assim, observou-se que a FURB Mata de Dois Unidos apresentou maior densidade e dominância de indivíduos por hectare e também uma maior diversidade de espécies. Quanto às perturbações antrópicas, constatou-se que à medida que ocorre o aumento da distância entre a borda e o interior do fragmento, as interferências humanas diminuem, havendo maior pressão de atividades nas áreas mais próximas à borda dos fragmentos. O segundo capítulo teve como objetivo caracterizar a estrutura e composição de um remanescente florestal, com o intuito de compreender como as florestas urbanas são afetadas ao longo de um gradiente ambiental, no qual buscou-se responder a seguinte pergunta: de que forma a estrutura da comunidade arbórea, circundada pela paisagem urbana, varia entre a borda e o interior? A análise dos grupos ecológicos apontou uma predominância de grupos sucessionais iniciais, na qual ocorre a dominância das espécies pioneiras e secundárias iniciais ao longo de todo o gradiente dos ambientes estabelecidos. Em relação à síndrome de dispersão, a zoocoria predomina, seguida por autocoria e anemocoria. Quanto ao índice de diversidade de Shannon modificado e de Equabilidade de Pielou, verificou-se que os valores entre os diferentes ambientes apresentaram variações ao longo da borda e do interior. Portanto, conclui-se que as perturbações reduzem a abundância e diversidade das espécies florestais e influenciam na mortalidade de espécies arbóreas, causando diferenças entre as FURBs em virtude, principalmente, do tamanho do fragmento, apontando que a FURB Mata do Passarinho, por ser menor, se mostrou mais afetada pelo meio urbano. Recomenda-se que na fase de elaboração e atualização dos planos de manejos das FURBs, sejam efetivadas estratégias que busquem diminuir as interferências antrópicas causadas pelo seu entorno.

**Palavras-chave:** Ecologia urbana; Interferência humana; Grupos ecológicos; Síndrome de Dispersão; Diversidade.

LIMA, RICARDO CORDEIRO. **ANTHROPIC INTERFERENCE IN THE COMPOSITION AND STRUCTURE OF URBAN FOREST FRAGMENTS.** 2023. Advisor: Everaldo Marques De Lima Neto. Co-advisor: Emanuel Araújo Silva.

### ABSTRACT

The interaction between the anthropic environment and the vegetation can impact the forest community in different ways, affecting the floristics and structure of the communities and resulting in differences in the richness of the forest species. In this scenario, the consequence is the compromise of the ecological systems of fragments located in urban regions. The study was carried out in the Metropolitan Region of Recife at FURB Mata do Passarinho and FURB Mata de Dois Unidos, which are conservation units for sustainable use of the Atlantic Forest biome. In each fragment, 20 rectangular plots of 10 m x 25 m (0.5 hectare per area) were implanted. The structure of the tree component was analyzed using the descriptors: Density, Frequency and Dominance, in their absolute and relative values, and Shannon and Simpson diversity and Pielou evenness were also estimated. To analyze the correlations between the human interference variables and the ecological parameters, Pearson's correlation was used and a Principal Component Analysis was also performed between the variables. The successional classification and dispersion syndrome of the species were performed, as well as the analysis of variance (ANOVA) between environments. Thus, the first chapter aimed to analyze the influence of anthropic disturbance variables in two Urban Forest Reserves (FURB) in Pernambuco, in order to understand whether anthropic disturbances influence the floristic and structure of the tree community of fragments with different sizes. Thus, it was observed that the FURB Mata de Dois Unidos had a higher density and dominance of individuals per hectare and also a greater diversity of species. As for anthropic disturbances, it was found that as the distance between the edge and the interior of the fragment increases, human interference decreases, with greater pressure from activities in the areas closest to the edge of the fragments. The second chapter aimed to characterize the structure and composition of a forest remnant, in order to understand how urban forests are affected along an environmental gradient, in which we sought to answer the following question: how does the community structure arboreal, surrounded by the urban landscape, varies between the edge and the interior? The analysis of the ecological groups pointed to a predominance of initial successional groups, in which the dominance of pioneer and secondary species occurs along the entire gradient of established environments. Regarding the dispersion syndrome, zoochory predominates, followed by autochory and anemochory. As for the modified Shannon diversity index and Pielou's Equability, it was verified that the values between the different environments showed variations along the edge and in the interior. Therefore, it is concluded that the disturbances reduce the abundance and diversity of forest species and influence the mortality of tree species, causing differences between the FURBs mainly due to the size of the fragment, pointing out that the FURB Mata do Passarinho, for being smaller, was more affected by the urban environment. It is recommended that in the elaboration and update phase of the FURB management plans, strategies be put in place that seek to reduce the anthropic interference caused by their surroundings.

**Keywords:** Urban ecology; Human interference; Ecological groups; Dispersion Syndrome; Diversity.

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Conhecida como uma importante formação florestal, não só por apresentar alta biodiversidade, mas também pelo elevado grau de endemismo (OLIVEIRA *et al.*, 2011), a Mata Atlântica vem sofrendo nos últimos séculos grandes perdas na sua biodiversidade, gerando, desse modo, uma substituição gradual das áreas de florestas naturais (SILVA *et al.*, 2019). No contexto urbano, a influência exercida pelas cidades sobre os remanescentes florestais costuma ocorrer de forma mais intensa do que no meio rural, podendo levar até mesmo, a um aumento no efeito de borda dos fragmentos (BLUMENFELD, 2015).

O efeito de borda é o resultado da interação entre dois ecossistemas adjacentes, sendo formado quando ambos estão separados por uma transição abrupta entre suas bordas, tornando-se deletério para o fragmento florestal por ser capaz de afetar suas condições bióticas e abióticas (MURCIA, 1995). Promovendo modificações no comportamento das comunidades arbóreas e de fatores como umidade, intensidade luminosa, temperatura e velocidade do vento (SILVA *et al.*, 2021). Quando o entorno é composto por matriz predominantemente urbana, em que ocorre o uso mais intensivo do solo, o percentual da sua superfície dos fragmentos afetado por efeito de borda tende a ser maior, enquanto remanescentes com entorno circundado por matriz com atividade menos intensa e invasiva, como pastagens, apresentam menor percentual de área sob efeito de borda (GUERRA *et al.*, 2017; COSTA; GALVÃO e SILVA, 2019).

As mudanças ocasionadas tornam-se mais evidentes e significativas em florestas tropicais (RIBEIRO *et al.*, 2009), onde se constata uma rápida transformação dos ambientes naturais em áreas urbanas, tornando os ambientes desfavoráveis para as espécies arbóreas (VIJAY *et al.*, 2016). Desse modo, a alteração dos ecossistemas florestais no meio urbano, que costumam ocorrer visando o uso alternativo do solo, tende a reconfigurar toda a paisagem, promovendo um aumento no número de fragmentos com áreas adjacentes as cidades. Algo preocupante, visto que o efeito de borda representa uma importante fonte de alteração da vegetação em áreas que apresentam histórico de perturbações antrópicas crônicas (PSCHEIDT *et al.*, 2018).

As perturbações antrópicas crônicas são aquelas que não resultam em mudanças drásticas e repentinas no ambiente, como a coleta de produtos florestais não madeireiros (ex.: folhas, frutos e cascas), formação de clareiras que alteram a quantidade de luz que atinge o solo, e a formação de trilhas que também alteram as características dos micro-habitats e o

comportamento dos animais (ALBUQUERQUE *et al.*, 2017) e, portanto, demandam mais tempo para serem notadas. Assim, os fragmentos envoltos pelas cidades sofrem gradativamente com as alterações promovidas por seu entorno, cujas ações se refletem principalmente no interior dos ambientes presentes nessas áreas por meio da modificação de alguns fatores, como: perda, declínio da qualidade e sobre-exploração dos seus habitats (RICKLEFS, 2001). Porém, mesmo envoltos por uma matriz fortemente antropizada, seja no meio rural ou urbano, tais remanescentes resistem na paisagem, em sua maioria, isolados e rodeados por diferentes formas de usos do solo (RICKETTS, 2001).

Desse modo, a redução florestal e a alteração de habitats promovidas pelo efeito de borda, associadas com o conjunto de circunstâncias que rodeiam essas manchas de vegetação, podem afetar diretamente a diversidade e sustentabilidade dos poucos remanescentes urbanos e assim impactar todo seu interior, já que, fatores como o isolamento, o tamanho da área e de bordas, exercem grande pressão na comunidade arbórea (BLUMENFELD, 2015; SILVA *et al.*, 2019). Sendo capazes de levar a diminuição de muitas espécies e alterar a composição e estrutura desses fragmentos florestais, além de outros processos ecológicos do local (HADDAD I., 2015; COSTA; GALVÃO e SILVA, 2019).

Portanto, estudos sobre as comunidades arbóreas possuem grande importância ao permitir analisar e compreender possíveis modificações da estrutura e composição de espécies, que são causados por influência da matriz predominante na paisagem (PSCHEIDT *et al.*, 2015; PASCHOAL *et al.*, 2021) e que resultam na alteração dos padrões ecológicos de fragmentos florestais urbanos (VALE *et al.*, 2017; ROCHA *et al.*, 2020).

Dessa forma, levando em conta que fragmentos florestais menores e mais antropizados possam sofrer maior influência da paisagem urbana, quando comparados aos fragmentos maiores, resultando em variações na estrutura e diversidade das espécies, as hipóteses motivadoras desta pesquisa são: (1) as perturbações antrópicas influenciam a florística e estrutura da comunidade arbórea; (2) as variações florísticas e estruturais estão relacionadas com o tamanho do fragmento; (3) a estrutura florestal arbórea no meio urbano varia entre borda e interior.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ECOLOGIA URBANA

Apesar de ser uma área relativamente nova, se comparada a outros campos mais específicos da ecologia, a ecologia urbana vem tendo um crescimento bastante acelerado, sendo definida como o estudo de padrões espaço-temporais, impactos ambientais e sustentabilidade da urbanização com ênfase na biodiversidade, processos ecossistêmicos e serviços do ecossistema (WU; XIANG; ZHAO, 2014). Desse modo, pode ser dividida em duas formas de abordagem: ecologia “nas” cidades e ecologia “das” cidades. O estudo da ecologia nas cidades representa um dos fundamentos originais da ecologia urbana e aplica métodos utilizados nos sistemas naturais, focando em organismos não humanos que se encontram no ambiente urbano, tendo como interesse central compreender como a urbanização afeta a ecologia desses organismos nos habitats urbanos (WU, 2014; OSMOND e PELLERI, 2017).

A ecologia das cidades, por sua vez, inclui o campo da ecologia humana e ecologia da paisagem. Ela reconhece que os seres humanos são as espécies-chave nos sistemas urbanos, portanto seu enfoque é remetido à abordagem sociológica, utilizando conceitos ecológicos para tentar entender o ambiente urbano, se revestindo assim de metodologias tradicionais (WU, 2014; OSMOND e PELLERI, 2017; OLIVEIRA e SANTOS, 2021). Em função disso, a Ecologia Urbana pode auxiliar na diminuição de impactos ambientais por meio de uma visão integrada dos ecossistemas naturais e urbanos, tendo como objetivo central a sustentabilidade das cidades (WU; XIANG; ZHAO, 2014; OLIVEIRA e SANTOS, 2021).

Diversos estudos que contemplam essa temática vêm sendo realizados nos últimos anos. Alguns têm foco na descrição e comparação de fragmentos urbanos, nos quais são realizados estudos da estrutura da vegetação arbórea ao longo do gradiente florestal (PSCHEIDT *et al.*, 2015; VALE *et al.*, 2017; ROCHA *et al.*, 2020; PASCHOAL *et al.*, 2021). Outros buscam compreender as consequências do uso e ocupação do solo e suas relações entre a expansão urbana e a diminuição das áreas de vegetação, que resultam na degradação do solo devido ao aumento da pressão antrópica (DAMAME; OLIVEIRA; LONGO, 2019; NUNES e ROSA, 2020; ROCHA *et al.*, 2020).

É possível encontrar também estudos com foco na paisagem urbana. Esses, além de mapear e avaliar os fragmentos por meio de indicadores ambientais, identificando áreas

prioritárias para ações de recuperação e manejo (SILVA *et al.*, 2019), buscam também analisar seus tamanhos e realizam a quantificação do número de remanescentes, com intuito de identificar e caracterizar esses fragmentos urbanos, como forma de guiar as decisões nas cidades (ROCHA; BORGES e MOURA, 2016). A partir disso, é realizado o monitoramento da cobertura vegetal, sendo feitas observações de como ela se relaciona com a população urbana (MARTINS JUNIOR *et al.*, 2021), com o intuito de garantir sua perpetuação e manutenção dos seus serviços ecossistêmicos.

## 2.2 FLORESTA URBANA: BASES CONCEITUAIS

De acordo com o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 1992), o conceito de Floresta refere-se a todo grupo de plantas com exigências ecológicas semelhantes e que apresentam quatro estratos bem definidos: herbáceo, arbustivo, arvoreta e arbóreo. É considerada também à altura das plantas, que é utilizada como característica para diferenciar as Florestas de outras formações lenhosas campestres. De modo diferente e, levando em consideração aspectos de uso e ocupação do solo, a Food and Agriculture Organization of The United Nations (FAO, 2018), define Floresta como áreas que devem medir mais de 0,5 ha e apresentar árvores capazes de alcançar mais de 5 m de altura, com cobertura de copa superior a 10%; contudo, essa definição não inclui terras predominantemente agrícolas ou de área urbana.

No Brasil, a designação do conjunto da vegetação arbórea presente nas cidades pode ser representada por dois conceitos: Arborização Urbana e Floresta Urbana (MAGALHÃES, 2006). O termo “Arborização Urbana” é uma terminologia que reduz muito o seu significado e função, pois no meio urbano sua aplicação está relacionada principalmente com as árvores que ocorrem de forma isolada ou em pequenos grupos (MAGALHÃES, 2006; BIONDI, 2015). Desse modo, é sugerido que ocorra uma mudança do termo arborização urbana para floresta urbana, contemplando assim as diversas formas de atuação das árvores e outras formas de vida existentes nas cidades (BIONDI, 2015).

Nos últimos anos, o termo Floresta Urbana vem sendo bastante difundido por vários autores (BERLAND e MANSON, 2013; BIONDI, 2015; GRISE *et al.*, 2016; RIBEIRO; MELLO; VALENTE, 2020; ZHI-YING e YEO-CHANG, 2020). Essa terminologia busca descrever toda cobertura vegetal dentro ou perto da malha urbana, sendo composta principalmente por vegetação florestal natural ou transformada, contemplando os fragmentos florestais e a ocorrência de outras formas de vida, como árvores isoladas, arbustos,

trepadeiras, herbáceas e plantas de forração e aquáticas (BERLAND e MANSON, 2013; BIONDI, 2015; ZHI-YING e YEO-CHANG, 2020).

Segundo Biondi (2015), a Floresta Urbana pode ser classificada em dois grandes grupos ou tipologias de acordo com a posse da terra, que são: Floresta Urbana Particular e Floresta Urbana Pública (Figura 1). A Floresta Urbana Particular inclui arboretos, jardins residenciais e condomínios, estando a vegetação localizada em áreas privadas. Enquanto a Floresta Urbana Pública, por sua vez, está localizada em espaços públicos, sendo administrada por prefeituras e contemplam a arborização de ruas e as áreas verdes. Nesta última tipologia encontram-se os Fragmentos Florestas Urbanos, definidos pela autora como remanescentes de florestas que foram alterados devido à expansão das cidades. Ainda que não seja apresentado pela autora, ressalta-se que no grupo da Floresta Urbana Particular também podem ser encontrados Fragmentos Florestais que integram os limites de áreas privadas.

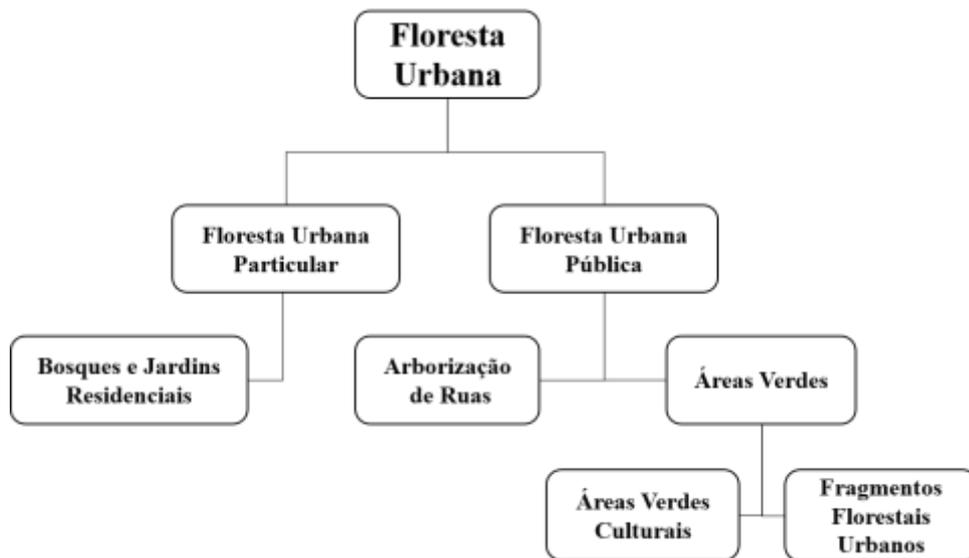


Figura 1: Classificação da Floresta Urbana. Fonte: Biondi (2015).

No trabalho de Amaral, Costa e Muzzi (2017), que estudaram o papel das florestas urbanas na provisão de serviços ecossistêmicos, as florestas urbanas são classificadas como a soma de toda vegetação arbórea a ela associada, existente em assentamentos urbanos ou a eles circundantes. Santana, Fonseca e Carvalho (2019) ao avaliar a composição, estrutura e diversidade de espécies regenerantes, empregam a terminologia “floresta urbana” e “fragmentos urbanos” como sinônimos, quando na verdade, a primeira é uma categoria maior que abrange a segunda. Por sua vez, Silva (2013) ao avaliar do potencial de um fragmento

como fonte de propágulos por meio da classificação dos grupos ecológicos e da síndrome de dispersão das espécies fez distinção entre os termos, referindo-se a floresta urbana como uma grande tipologia que contempla o grupo dos fragmentos florestais urbanos.

### 2.2.1 RESERVA DE FLORESTA URBANA DE PERNAMBUCO

Dentre os vários remanescentes florestais localizados na Região Metropolitana do Recife-PE, que se enquadram no contexto de Fragmentos Florestais Urbanos, alguns são intitulados como Reserva de Floresta Urbana (FURB). Essas FURBs foram inicialmente categorizadas como Reservas Ecológicas, mas passaram por alteração, pois não estavam resguardadas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (BRASIL, 2000), tão pouco pelo Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC). Em função disso, as Reservas Ecológicas foram recategorizadas com a Lei Estadual nº 14.324/2011, com intuito de serem compatibilizadas na categoria de Unidades de Conservação criadas pelo SEUC (Lei Estadual nº 13.787/09). Foram então criadas as oito Reservas de Floresta Urbana de Pernambuco, sendo elas: Mata de São Bento; Mata de Camaçari; Mata de Jangadinha; Mata de Manassú; Mata de Jaguarana; Mata do Janga; Mata do Passarinho e Mata de Dois Unidos.

De acordo com o artigo 20 da Lei Estadual nº 13.787/09, a Reserva de Floresta Urbana é categorizada como:

[...] área remanescente de ecossistemas com predominância de espécies nativas, localizada no perímetro urbano, constituída por áreas de domínio público ou privado, que, apesar das pressões existentes em seu entorno, ainda detêm atributos ambientais significativos (Art. 20, Lei Estadual nº 13.787 de 08 de junho de 2009).

As Reservas de Florestas Urbanas de Pernambuco fazem parte do grupo das Unidades de Conservação de uso sustentável e de acordo com o artigo 20, parágrafo I do SEUC, elas têm por objetivo:

[...] prestar serviços ambientais às cidades tais como: proteção de nascentes e disponibilidade de água, amenização do clima, manutenção e proteção do solo contra erosão, controle de enchentes, redução da poluição atmosférica, influenciando direta ou indiretamente a qualidade de vida urbana. (Art. 20, § 1, Lei Estadual nº 13.787 de 08 de junho de 2009).

De acordo com o SEUC, nos limites territoriais dessas unidades de conservação podem ser desenvolvidas diferentes tipos de atividades, que busquem principalmente envolver a comunidade local na gestão dessas áreas, conforme estabelecido no artigo 20, parágrafo II e III:

[...] poderão ser desenvolvidas atividades de educação ambiental, recreação e lazer para a inserção das comunidades no processo de conservação da natureza, [...] deverá ser priorizado o envolvimento da comunidade local, incorporando na gestão da unidade a valorização dos serviços ambientais prestados, estabelecendo, assim, uma interação entre a floresta e a comunidade a partir das utilidades e necessidades de cada uma delas. (Art. 20, § 2, § 3, Lei Estadual nº 13.787 de 08 de junho de 2009).

### 2.3 IMPORTÂNCIA DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS URBANOS

Os fragmentos florestais urbanos são um componente essencial do planejamento das cidades, e tornam-se fundamentais devido aos serviços ecológicos e sociais que oferecem (IGNATIEVA; GLENN; TEWART, 2011). No contexto de paisagem esses remanescentes florestais podem ser utilizados para diversos fins. Os quais variam de acordo com seus objetivos, gestão, manejo e características ambientais, propiciando melhoria estética e climática, gerando oportunidades recreativas, proteção ambiental e a conservação da biodiversidade, ao mesmo tempo em que atendem às necessidades sociais e psicológicas da população urbana (IGNATIEVA; GLENN; TEWART, 2011; PIPPI; TRINDADE, 2013).

No espaço urbano, os fragmentos florestais atuam como filtros, retendo parte das partículas poluentes que estão em suspensão no ar, sendo assim responsáveis pela redução dos níveis de poluição atmosférica das cidades (SOUZA *et al.*, 2013). Os serviços ecossistêmicos provenientes desses remanescentes florestais podem ser relacionados a outros, inerentes à presença de vegetação arbórea nas cidades, tais como a diminuição da poluição sonora, produção de alimentos, aumento da fertilidade do solo, prevenção e redução da erosão, além de promover uma maior interceptação, com conseqüente manutenção dos aquíferos e purificação da água (AMARAL; COSTA; MUZZI, 2017), pois nos solos cobertos com vegetação ocorre uma elevada infiltração e evapotranspiração, causando pouco escoamento superficial das águas pluviais (SOUZA *et al.*, 2013).

Além de conservarem as características fisionômicas e estruturais da vegetação, os remanescentes florestais também são importantes para os agentes polinizadores e dispersores de sementes que se encontram nos espaços urbanos, como as aves e abelhas (MUÑOZ; FREITAS, 2017). Alguns grupos de aves, mamíferos e répteis utilizam esses fragmentos urbanos como fonte de alimento, abrigo e locais de reprodução e, assim, a existência dessas áreas contribuem para a conservação da fauna e flora nativa nos centros urbanos (ARAÚJO; MOREIRA, 2020).

Desse modo, torna-se essencial conhecer a diversidade e estrutura dos fragmentos florestais urbanos para que ocorra o entendimento das relações entre as espécies que os

compõem e o meio antrópico. Em função disso, é possível encontrar estudos que avaliaram as tendências florísticas e estruturais e as possíveis consequências das ações antrópicas no presente e futuro de comunidades florestais urbanas (ARAUJO *et al.*, 2015; COSTA; GALVÃO e SILVA, 2019). Há também estudos que buscaram avaliar e caracterizar a composição florística e estrutural de fragmentos com históricos diferentes de antropização, identificando uma maior similaridade florística entre fragmentos que possuem históricos de intervenção antrópica mais antigos (PASCHOAL *et al.*, 2021; SILVA; FERREIRA; SANTOS, 2021). Devido à proximidade com o meio urbano, encontram-se trabalhos que verificaram se há indícios de que as plantas exóticas estejam prejudicando a trajetória sucessional progressiva de florestas urbanas (MIYAMURA *et al.*, 2019; RODRIGUES, 2019; SANTANA; FONSECA; CARVALHO, 2019), afetando assim os padrões ecológicos de espécies presentes em fragmentos florestais urbanos (VALE *et al.*, 2017; ROCHA *et al.*, 2020).

Diversos trabalhos envolvendo essa temática foram realizadas na região metropolitana de Recife ao longo dos últimos anos (PESSOA *et al.*, 2019; SILVA, 2013; OLIVEIRA, 2015; GUERRA *et al.*, 2017; RODRIGUES, 2019). No contexto das cidades, a importância dos fragmentos florestais urbanos também pode ser explicada pelo seu potencial em propiciar qualidade ambiental à população, ao amenizar as consequências negativas da urbanização (MUÑOZ; FREITAS, 2017). Visto que são espaços nos quais podem ser realizadas diferentes atividades, sejam voltadas para pesquisas, as quais permitem obter informações científicas dos ecossistemas, como também oferecer subsídios para sua preservação e proteção ambiental, ou para contemplar a beleza cênica da paisagem por meio da realização de atividades físicas, recreativas e de educação ambiental (SOUZA *et al.*, 2013). Esses fragmentos também têm como função atender à demanda urbana, principalmente visando ao bem-estar dos cidadãos, levando em consideração as inter-relações entre a sociedade e a natureza (LIMA; LOPES e FAÇANHA, 2019).

#### 2.4 EFEITO DE BORDA EM FRAGMENTOS FLORESTAIS

A interação entre diferentes tipos de ecossistemas que estão separados de forma abrupta, como é o caso de fragmentos florestais no meio urbano, expõe os organismos que permanecem nos remanescentes às diferentes condições das cidades que os circundam. Isso pode formar o que se conhece como Efeito de Borda, que surge como resultado de uma perturbação natural ou antrópica, também chamada de borda induzida. A influência da borda

nos fragmentos florestais pode desencadear múltiplos processos que resultam em diferenças detectáveis na composição e estrutura da vegetação localizada perto da borda, em comparação com ecossistemas mais distantes (MURCIA, 1995; HARPER *et al.*, 2005).

De acordo com Murcia (1995), existem três tipos de efeitos de borda em fragmentos: (1) efeitos abióticos, que envolvem as mudanças das características ambientais, (2) efeitos biológicos direto, que afeta a abundância e distribuição das espécies, e (3) efeitos biológicos indiretos, que alteram as interações entre as espécies. Dentre os fatores abióticos, a umidade do ar e a temperatura do solo destacam-se como fatores significativos, pois a borda da floresta possui regimes distintos de temperatura e umidade resultantes da interação com o vento (JUNG *et al.*, 2017), sendo criado um gradiente ambiental por meio desses atributos. Além disso, a influência de borda é considerada relativamente mais pronunciada e ecologicamente mais importante, para outras condições como: luminosidade, baixas latitudes com alta radiação solar, baixa média anual de cobertura de nuvens e profundidade do solo raso (HARPER *et al.*, 2005; TABARELLI; LOPES; PERES, 2008; JUNG *et al.*, 2017).

Os efeitos de borda relacionados aos fatores bióticos direto podem causar alterações na riqueza, diversidade e uniformidade de espécies, promovendo na comunidade vegetal o estabelecimento das espécies generalistas e exigentes de luz (JUNG *et al.*, 2017). De acordo com Tabarelli, Lopes e Peres (2008), isso pode desencadear um processo sucessional regressivo nos remanescentes florestais, com consequências decisivas para a manutenção da diversidade funcional em florestas tropicais. Segundo os mesmos autores, a fragmentação do hábitat pode direcionar porções de fragmentos florestais afetados pela borda para um sistema sucessional inicial, dominado por pioneiros de vida curta e longa.

O ecossistema alterado emerge e depois persiste por estar relacionado com os efeitos de borda e as mudanças associadas no regime de luz, que consistentemente favorece um pequeno conjunto de espécies de plantas, as quais exigem maior luminosidade em detrimento de um conjunto altamente diversificado de outras espécies que demandam de sombra para se estabelecer (TABARELLI; LOPES; PERES, 2008) alterando, portanto, as interações entre elas. O dossel mais aberto nas áreas de borda favorece as plantas pioneiras e, conseqüentemente, contribui para aumentar a riqueza dessas espécies, que passam a apresentar uma maior regeneração tornando-se dominantes (JUNG *et al.*, 2017).

## 2.5 PERTURBAÇÕES ANTRÓPICAS EM FRAGMENTOS FLORESTAIS URBANOS

Devido ao crescimento desordenado e ao uso e ocupação irregular do solo, os recursos naturais estão sofrendo cada vez mais as consequências do aumento da pressão causadas pelas paisagens urbanas (GRISE *et al.*, 2016). Com essa rápida expansão, a estrutura dos sistemas ecológicos nas regiões metropolitanas é afetada, causando impactos que incluem a diminuição da qualidade do ar e da água, alteração dos padrões microclimáticos e principalmente a destruição de habitats devido à perda de vegetação (BERLAND e MANSON, 2013). Problemas esses, resultantes do crescente processo de impermeabilização do solo nas cidades, que estão associados com as alterações físicas promovidas nos ambientes naturais (NUNES e ROSA, 2020; ROCHA *et al.*, 2020) e com as consequentes modificações que ocorrem no interior dos fragmentos florestais.

Segundo Guerra *et al.* (2017), o uso da terra pode ser alterado de acordo com as diferentes finalidades das atividades humanas, podendo promover a destruição dos habitats naturais e a consequente fragmentação da vegetação em todo o globo. Assim, as características do entorno podem atuar como facilitadoras de perturbações no interior desses remanescentes, ao possibilitar a exploração ilícita de recursos madeireiros e não madeireiros pela população (SANTOS, 2018). Quando as pessoas removem apenas uma pequena fração da biomassa florestal em um determinado momento, é tido que ocorre uma Perturbação Antrópica Crônica, (SINGH, 1998). O mesmo pode ocorrer com o corte de árvores e despejo de resíduos no interior desses fragmentos florestais.

Desse modo, os ecossistemas remanescentes são expostos a várias modificações, sendo parte destas, influenciadas pelo tipo de matriz circundante (GUERRA *et al.*, 2017; COSTA; GALVÃO e SILVA, 2019). O problema com a forma crônica de perturbação florestal é que as plantas ou ecossistemas muitas vezes não têm tempo para se recuperar adequadamente, porque a interferência humana nunca para e pode causar mudanças adversas na floresta (SINGH, 1998).

Em seu estudo, Rodrigues (2019) identificou que a presença e influência das perturbações antrópicas crônicas nos fragmentos, foram causadas pelas comunidades do entorno da floresta. A autora também argumenta que as perturbações causadas pela exploração de recursos são recorrentes e causam impactos de curto e longo prazo tanto na riqueza, quanto na composição e diversidade da comunidade arbórea, afetando o andamento da recuperação da floresta, pois se cria um padrão de coleta seletiva dos recursos madeireiros e não madeireiros que, em longo prazo, pode diminuir a densidade das espécies

preferencialmente utilizadas, levando a mudanças na vegetação local (ALBUQUERQUE, 2017).

Os problemas ambientais causados por interferência antrópica podem vir a se destacar entre os principais problemas resultantes do padrão de crescimento insustentável das cidades (OLIVEIRA e SANTOS, 2021). Dados da United Nations (2018) apontam que a população urbana no Brasil continuará crescendo até 2050, momento em que atingirá um percentual superior a 90% da sua população vivendo em áreas urbanas. Essa tendência de crescimento traz consigo um prelúdio dos futuros desafios em conservar a biodiversidade das cidades, frente às complexas mudanças resultantes do desenvolvimento urbano.

Como a proximidade entre as áreas naturais e o meio urbano contribui com o acesso da população aos fragmentos florestais e possibilita a presença humana no entorno e no interior dos fragmentos, efeitos negativos na biodiversidade podem surgir a partir dessa interação, principalmente se ocorrer de forma não organizada (SANTOS, 2018). O uso de trilhas não planejadas, por exemplo, pode provocar a morte de vegetais herbáceos e de pequenos vertebrados terrestres, por pisoteio, além de facilitar o acesso de caçadores para os locais onde determinados animais habitam (PONTES; MELLO, 2013). Portanto, diante das altas projeções do aumento populacional das cidades, tem-se uma crescente preocupação dos efeitos deletérios das áreas urbanas sobre a conservação da biodiversidade nesses locais, pois uma maior quantidade de área urbana nos entornos dos fragmentos florestais induz um efeito de borda mais intenso sobre a vegetação, afetando a diversidade de espécies (GUERRA *et al.*, 2017).

É esperado que o crescimento das cidades venha a ocorrer de forma desordenada devido à falta de planejamento, sobretudo nas zonas de expansão urbana, havendo um maior desenvolvimento de atividades, com conseqüente aumento dos níveis de vulnerabilidade ambiental (DAMAME; OLIVEIRA; LONGO, 2019), visto que nessas áreas o processo de urbanização muitas vezes está relacionado com a redução da cobertura vegetal (LIMA; LOPES e FAÇANHA, 2019).

Outro ponto importante, referente à retirada da vegetação nas áreas de ampliação das cidades, surge posteriormente, com a demora de recuperação de cobertura vegetal ou, em alguns casos, podendo ocorrer a redução definitiva dessa vegetação (LIMA; LOPES e FAÇANHA, 2019), promovendo uma perda crescente de áreas naturais no espaço urbano. Além disso, os remanescentes restantes sofrem também com outras ações humanas como a caça, a extração de madeira e a coleta de plantas, que reduzem ainda mais o tamanho das populações vegetais, favorecendo a perda de habitats e reduzindo drasticamente os serviços

ecossistêmicos prestados e a conservação das paisagens antrópicas (TABARELLI *et al.*, 2012).

Quando associados aos efeitos de borda, a perda da biodiversidade torna-se ainda mais acentuada para fauna e flora, pois promove alterações físicas e biológicas que comprometem os ecossistemas florestais (ROCHA *et al.*, 2020). Desse modo, a manutenção da vegetação nativa se torna vital para que os fragmentos desempenhem seu papel ecológico nas cidades, e forneçam serviços ecossistêmicos para a população (COSTA; GALVÃO e SILVA, 2019), serviços esses que podem ser comprometidos devido as crescentes pressões antrópicas. Nesse sentido, compreender a relação entre degradação ambiental e a influência urbana sobre os remanescentes florestais é extremamente necessário para que os impactos futuros sejam prevenidos e evitados, sobretudo, os impactos na fauna e flora (DAMAME; OLIVEIRA; LONGO, 2019).

Portanto, fica evidente a necessidade de uma maior investigação sobre os impactos da expansão urbana e incorporação de novas áreas com vegetação remanescente ao espaço das cidades (LIMA; LOPES e FAÇANHA, 2019), pois essa busca por melhor qualidade de vida nos centros urbanos tende a mover a população para as periferias das cidades, que são compostas por áreas que tendem a apresentar maior número de fragmentos florestais. Se a expansão não ocorrer de forma organizada, podem ser gerados diversos efeitos negativos decorrentes do processo de urbanização; a exemplo do bioma Mata Atlântica que se encontra completamente fragmentado com grande parte da sua área antropizada e apresentando redução de cobertura vegetal nativa (BOBROWSKI e BIONDI, 2012; REZENDE *et al.*, 2018).

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, U. P.; GONÇALVES, P. H. S.; FERREIRA JÚNIOR, W. S.; CHAVES, L. S.; OLIVEIRA, R. C. S.; SILVA, T. L. L.; SANTOS, G. C.; ARAÚJO, E. L. Humans as niche constructors: Revisiting the concept of chronic anthropogenic disturbances in ecology. **Perspect Ecol Conserv**. V. 16, n. 1, 2017.

AMARAL, R.; COSTA, S. A. P.; MUZZI, M. R. S. O sequestro de carbono em trechos da floresta urbana de Belo Horizonte: por um sistema de espaços livres mais eficiente no provimento de serviços ecossistêmicos urbanos. **Paisagem e Ambiente**, [S. l.], n. 39, p. 163-179, 2017. DOI: 10.11606/issn.2359-5361.v0i39p163-179. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/109272>. Acesso em: 20 nov. 2022.

ARAÚJO, T. T.; ALMEIDA, V. C.; RIBEIRO, J. H. C.; CARVALHO, F. A. Fitossociologia e grupos ecológicos da regeneração arbórea de floresta secundária urbana às margens de um reservatório hídrico (Juiz de fora, MG, Brasil). **Caminhos de Geografia**, Uberlândia v. 16, n. 54, p. 113–124, jun. 2015.

ARAÚJO, Y. R. V.; MOREIRA, Z. C. G. Verde urbano na conservação da biodiversidade em João Pessoa, Paraíba. **Revista Verde**, v.15, n.1, p.73-82, 2020.

BERLAND, A.; MANSON, S. M. Patterns in Residential Urban Forest Structure Along a Synthetic Urbanization Gradient. **Annals of the Association of American Geographers**, 103:4, 749-763, 2013.

BIONDI, DANIELA. Floresta Urbana: Conceitos e terminologias. In: BIONDI, DANIELA. **Floresta Urbana**. Curitiba: Produção independente, 2015. p.11- 28.

BOBROWSKI, R.; BIONDI, D. Distribuição e dinâmica da área de copa na arborização de ruas de Curitiba, Paraná, Brasil, no período de 1984-2010. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.36, n.4, p.625-635, 2012.

BLUMENFELD, E. C.; SANTOS, R. F.; 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.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.

COSTA, A.; GALVÃO, A.; SILVA, L.G. da. Mata Atlântica brasileira: análise do efeito de borda em fragmentos florestais remanescentes de em hotspot para conservação da biodiversidade. **Geomae**, Campo Mourão, v.10, n.1, p.112-123, 2019.

FAO. **Global Forest Resources Assessment: Terms and Definitions**. Italy, Rome, 32 p, 2018.

GUERRA, T. N. F.; ARAÚJO, E.L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; FERRAZ, E. M. N. Urban or rural areas: which types of surrounding land use induce stronger edge effects on the functional traits of tropical forests plants? **Appl Veg Sci**, v. 20, n. 4, p. 538-548, 2017.

GRISE, M. M.; BIONDI, D.; ARAKI, H. A Floresta Urbana da Cidade de Curitiba, PR. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 46, n. 4, p. 425 - 438, out. / dez. 2016.

HADDAD, N. M.; BRUDVIG, L. A.; CLOBERT, J.; DAVIES, K. F.; GONZALEZ, A.; HOLT, R. D.; LOVEJOY, T. E.; SEXTON, J. O.; AUSTIN, M. P.; COLLINS, C. D.; COOK, W. M.; DAMSCHEN, E. I.; EWERS, R. M.; FOSTER, B. L.; JENKINS, C. N.; KING, A. J.; LAURANCE, W. F.; LEVEY, D. J.; MARGULES, C. R.; MELBOURNE, B. A.; NICHOLLS, A. O.; ORROCK, J. L.; SONG, D.; TOWNSHEND, J. R. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. **Science Advances**. v.1, mar. 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010** - características urbanísticas do entorno dos domicílios. Disponível

em:<[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/96/cd\\_2010\\_entorno\\_domicilios.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/96/cd_2010_entorno_domicilios.pdf)>. Acesso em: 06 ago. 2021.

IBGE. - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ, 91 p, 1992.

IGNATIEVA, M.; GLENN, H. S.; MEURK, C. Planning and design of ecological networks in urban Areas. **Landscape Ecol Eng**, 7:17–25, 2011.

JUNG, S. H.; LIM, C. H.; KIM, A.; WOO, D. M.; KWON, H. J.; CHO, Y. C.; LEE, C. S. Edge effects confirmed at the clear-cut area of Korean red pine forest in Uljin, eastern Korea. **J. ecology environ.**, v. 41, n. 36 2017.

LIMA, S. M. S. A.; LOPES, W. G. R.; FAÇANHA, A. C. Desafios do planejamento urbano na expansão das cidades: entre planos e realidade. urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, 2019. DOI:10.1590/2175-3369.011.e20180037.

MAGALHÃES, L. M. S. Arborização e florestas urbanas-terminologia adotada para acobertura arbórea das cidades brasileiras. **Série Técnica Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 1, p. 23 - 26, 2006.

MARTINS JÚNIOR, A. C. O.; CUNHA, S. L. R.; BORGES, R. S. Q.; CAMPOS, R. B. F.; GAEDE, S. P. S.; CUNHA, M. L. R.; MARTINS, P. C. S. Análise da distribuição da cobertura vegetal de Áreas Verdes Públicas em Governador Valadares, Minas Gerais, Brasil. **Soc. nat.** V. 33, 2021. DOI: 10.14393/SN-v33-2021-57464.

MIYAMURA, F. Z.; MANFRA, R.; FRANCO, G. A. D. C.; ESTEVES, R., SOUZA, S. C. P. M.; IVANAUSKAS, N. M. Influência de espécies exóticas invasoras na regeneração natural de um fragmento florestal urbano. **Scientia Plena**, v. 15 n. 8, 2019.

MUÑOZ, A. M. M.; FREITAS, S. R. Importância dos Serviços Ecosistêmicos nas Cidades: Revisão das Publicações de 2003 a 2015. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - GeAS**, vol. 6, n. 2. mai, 2017.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Tree**, v. 10, n. 2, fev. 1995.

NUNES, E. D.; ROSA, L. E. Compaction and waterproofing of the soil in the urban fluvial channels. **Mercator**, Fortaleza, v. 19, oct. 2020.

OLIVEIRA, J. L. S.; SANTOS, J. S. Ecologia Urbana: histórico, definições e abordagens interdisciplinares. **Acta Brasiliensis**. V. 5, n. 2, p. 116-122, 2021.

OLIVEIRA, L.S.B.; MARANGON, L.C.; FELICIANO, A.L.P.; LIMA, A.S.; CARDOSO, M.O.; SILVA, V.F. Florística, classificação sucessional e síndromes de dispersão em um remanescente de Floresta Atlântica, Moreno-PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.3, p.502-507, 2011.

OLIVEIRA, P. C. **Degradação ambiental em fragmento de Mata Atlântica: floresta urbana Mata do Janga em Paulista/PE**. 2015. 87 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Recife, 2015.

OSMOND, P.; PELLERI, N. Urban Ecology as an Interdisciplinary Area. **Encyclopedia of Sustainable Technologies**, v. 2, p. 31-42, 2017. DOI: 10.1016/B978-0-12-409548-9.10173-3.

PASCHOAL, E. M.; VIEIR, A. D.; OTONI, T. J. O.; GRIPP, A. M.; FREIRE, J. P.; ALVES, P. L.; GONZAGA, A. P. D.; MACHADO, E. L. M. Diferentes Distúrbios Antrópicos na Paisagem podem influenciar Padrões Florísticos e Estruturais da Mata Atlântica? **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.014, n.04, p. 2265-2285, 2021.

PERNAMBUCO. Lei Estadual 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**. Recife: DOE 09/06/ de junho de 2009.

PERNAMBUCO. Lei Estadual nº 14.324 de 02 de junho de 2011. **Categoriza as Reservas Ecológicas da Região Metropolitana do Recife e dá outras providências**. Recife: DOE 02 de junho de 2011.

PESSOA, L. M.; PINHEIRO, T. S.; ALVES, M. C. J. L.; PIMENTEL, R. M. M.; ZICKEL, C. S. Flora lenhosa em um fragmento urbano de floresta atlântica em Pernambuco. **Revista de Geografia**, v. 26, n. 3, set/dez, 2009.

PIPPI, L. G. A.; TRINDADE, L. C. O Papel da Vegetação Arbórea e das Florestas nas Áreas Urbanas. **Paisagem e Ambiente**, v. 31, p. 81-96, 2013.

PONTES, J. A. L.; MELLO, F. A. P. Uso público em unidades de conservação de proteção integral: considerações sobre impactos na biodiversidade. **Revista Eletrônica Uso Público em Unidades de Conservação**, Niterói/RJ, v 1, n. 3, 2013.

PSCHEIDT, F. RECH, C. C. C.; MISSIO, F. F.; BENTO, M. A.; BUZZI JUNIOR, F.; ANSOLIN, R. D.; BONAZZA, M.; AGUIAR, M. D.; SILVA, A. C.; HIGUCHI, P. Variações florístico-estruturais da comunidade arbórea associadas à distância da borda em um fragmento florestal no planalto sul-catarinense. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 45, n. 2, p. 421-430, abr./jun. 2015.

PSCHEIDT, F.; HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; RECH, T. D.; SALAMI, B.; FERREIRA, T. S.; BONAZZA, M.; BENTO, M. A. Efeito de borda como fonte da heterogeneidade do componente arbóreo em uma floresta com araucárias no Sul do Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 601-612, 2018.

REZENDE, C.L.; SCARANO, F.R.; ASSADD, E.D.; JOLYE, C.A.; METZGER, J.P.; STRASSBURG, B.B.N.; TABARELLI, M.; FONSECA, G.A.; MITTERMEIER, R.A. From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspect Ecol Conserv.** V. 16, n. 4, p. 208-214, 2018. DOI: 10.1016/j.pecon.2018.10.002.

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, n.6, p. 1141-1153, mar. 2009.

RIBEIRO, M. P.; MELLO, K.; VALENTE, R. A. Avaliação da estrutura da paisagem visando à conservação da biodiversidade em paisagem urbanizada. **Ci. Fl.**, Santa Maria, v. 30, n. 3, p. 819-834, jul./set. 2020.

RICKETTS, T. The matrix matters: Effective isolation in fragmented landscapes. **The American Naturalist**. v. 158, n.1, p. 87-99, fev. 2001.

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. Guanabara Koogan, 5a Edição. 503 p. 2001.

ROCHA, G. M.; GARCIA, J. M.; SILVA, A. L.; LONGO, R. M. Atributos físicos do solo de florestas urbanas como indicadores de degradação. **Ci. Fl.**, Santa Maria, v. 30, n. 3, p. 767-778, jul./set. 2020.

ROCHA, N. A.; BORGES, J. L. C.; MOURA, A. C. M. Conflitos das dinâmicas de transformação urbana e ambiental à luz da ecologia da paisagem. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 7, n. 1, p. 23-34, mar. 2016.

RODRIGUES, L. S. **A diversidade arbórea em uma paisagem florestal urbana: efeitos dos estágios sucessionais e de perturbações antrópicas crônicas**. 2019. 76 f. (Dissertação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais – Recife, 2019.

SANTANA, L. D.; FONSECA, C. R.; CARVALHO, F. A. Aspectos ecológicos das espécies regenerantes de uma floresta urbana com 150 anos de sucessão florestal: o risco das espécies exóticas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 1-13, jan./mar., 2019. DOI: 10.5902/1980509830870.

SANTOS, F. C. **Perturbações antrópicas na Mata Atlântica periurbana: efeitos no ecossistema e na assembleia de plantas**. 2018. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Recife, BR-PE, 2016.

SILVA, A. L.; LONGO, R. M.; BRESSANE, A.; CARVALHO, M. F. H. Classificação de fragmentos florestais urbanos com base em métricas da paisagem. **Ci. Fl.**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 1254-1269, jul./set. 2019.

SILVA, E. M. F.; BENDER, F.; MONACO, M. L. S.; SMITH, A. K.; SILVA, P.; BUCKERIDGE, M. S.; ELBL, P. M.; LOCOSSELLI, G. M. Um novo ecossistema: florestas urbanas construídas pelo Estado e pelos ativistas. **Estudos Avançados**, v.33, n.97, p.81-101. 2019.

SILVA, J. M. Floresta Urbana: síndrome de dispersão e grupos ecológicos de espécies do sub-bosque. **Bol. geogr.**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 135-144, jan.-abr. 2013.

SILVA, S. P.; FERREIRA, E. J. L.; SANTOS, L. R. Fitossociologia e diversidade em fragmentos florestais com diferentes históricos de intervenção na Amazônia Ocidental. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 233-251, jan./mar. 2021.

SINGH, S.P. Chronic disturbance, a principal cause of environmental degradation in developing countries. **Environ. Conserv.** V. p. 24, 1–2, 1998.

SOUZA, S. M.; SILVA, A. G.; SANTOS, A. R.; GONÇALVES, W.; MENDONÇA, A. R. Análise dos fragmentos florestais urbanos da cidade de Vitória – ES. **REVSBAU**, Piracicaba, v. 8, n. 1, p. 112-124, 2013.

SILVA, V. P. G.; MARIANO, G. V. P.; SANTOS, A. F. C.; SANTOS, L. C. S.; COSTA, J. P.; VAZ, A. C. R.; VALE, V. S.; ROCHA, E. C. Estrutura da comunidade arbórea e efeito de borda em Florestas Estacionais Semidecíduais. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 3, p. 1216–1239, 2021.

TABARELLI, M.; AGUIAR, A. V.; RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P. A conversão da floresta atlântica em paisagens antrópicas: lições para a conservação da diversidade biológica das florestas tropicais. **Interciencia**, v. 37, n. 2, feb., p. 88-92, 2012.

TABARELLI, M.; LOPES, A. V.; PERES, C. A. Edge-effects Drive Tropical Forest Fragments Towards an Early-Successional System. **Biotropica**, v. 40, n. 6, p. 657-661, 2008.

UN – UNITED NATIONS. **World Urbanization Prospects 2018** – Country Profiles: Brazil. United Nations, Department of Economics and Social Affairs, Population Dynamics, 2018. Disponível em: <<https://esa.un.org/unpd/wup/CountryProfiles>>. Acesso em 22 nov. 2022.

VALE, V. S.; ARAÚJO, G. M.; OLIVEIRA, A. S.; PRADO-JÚNIOR, J. A.; SANTOS, L. C. S. Estrutura da comunidade arbórea e características edáficas de um fragmento urbano. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 1415-1428, out.-dez., 2017.

VIJAY, V.; PIMM, S. L.; JENKINS, C. N.; SMITH, S. J. The impacts of oil Palm on recent deforestation and biodiversity loss. **Plos One**, v. 11, n.7, p. e0159668, jul, 2016.

WU, J. Urban ecology and sustainability: The state-of-the-science and future directions. **Landscape and Urban Planning**, v. 125, p. 209–221, 2014.

WU, J., XIANG, W. N., ZHAO, J. Urban ecology in China: Historical developments and future directions. **Landscape and Urban Planning**, 125, p. 222-233. 2014. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2014.02.010.

ZHI-YING, H.; YEO-CHANG, Y. Beijing Resident’s Preferences of Ecosystem Services of Urban Forests. **Forests**. v. 12, n. 14, 2021. DOI: 10.3390/f12010014.

## CAPÍTULO I

### INFLUÊNCIA DAS PERTURBAÇÕES ANTRÓPICAS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO URBANAS DA MATA ATLÂNTICA

LIMA, RICARDO CORDEIRO DE. **INFLUÊNCIA DAS PERTURBAÇÕES ANTRÓPICAS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO URBANAS DA MATA ATLÂNTICA**. 2023. Orientador: Everaldo Marques De Lima Neto. Coorientador: Emanuel Araújo Silva.

## RESUMO

Diante da crescente conversão dos ecossistemas naturais resultantes dos diferentes processos de antropização, que afetam os parâmetros florísticos e estruturais das comunidades, esta pesquisa teve como objetivo analisar a influência das variáveis de perturbação antrópica em duas Reservas de Floresta Urbana (FURB) de Pernambuco, com o intuito de compreender como essas variáveis influenciam a estrutura da comunidade arbórea de fragmentos com diferentes tamanhos. O estudo foi realizado na Região Metropolitana de Recife nas FURB, Mata do Passarinho com 13,36 hectares e FURB Mata de Dois Unidos com 34,72 hectares, sendo elas unidades de conservação de uso sustentável do bioma Mata Atlântica. Em cada fragmento foram implantadas 20 parcelas retangulares de 10 m x 25 m distribuídas em diferentes distâncias partindo da borda ao interior. A estrutura do componente arbóreo foi estudada por meio dos parâmetros fitossociológicos: Densidade, Frequência e Dominância, em seus valores absolutos e relativos, e também foi estimada a diversidade de Shannon e de Simpson e equabilidade de Pielou. Para cada parcela, foi obtida a distância até a borda mais próxima do fragmento e averiguado a ocorrência de diferentes formas de interferência humana. Para analisar as correlações entre as variáveis de interferências humanas e os parâmetros ecológicos foi empregado o coeficiente de Pearson e também foi realizada uma Análise de Componentes Principais entre as variáveis. Observou-se que a FURB Mata de Dois Unidos apresentou maior densidade e dominância de indivíduos por hectare e também uma maior diversidade de espécies. Quanto às perturbações antrópicas, foram encontradas correlações estatisticamente significativas e positivas entre a variável Manifestação Religiosa e as variáveis de danos nas árvores ( $r = 0,38$  e  $p < 0,05$ ) e a presença de Animais domésticos ( $r = 0,44$  e  $p < 0,01$ ). Na FURB Mata do Passarinho, a variável danos nas árvores apresentou correlação positiva com o diâmetro dos indivíduos ( $r = -0,50$  e  $p < 0,05$ ) e o número de árvores mortas apresentou correlação negativa com a presença de resíduos ( $r = -0,46$  e  $p < 0,05$ ). Em Dois Unidos o diâmetro dos indivíduos apresentou correlação positiva com a variável árvores cortadas ( $r = -0,52$  e  $p < 0,05$ ) e a presença de árvores mortas mostrou-se fortemente correlacionada com indícios de fogo ( $r = 0,99$  e  $p < 0,01$ ) e Trilhas ( $r = 0,45$  e  $p < 0,05$ ). Verificou-se que à medida que aumenta a distância entre a borda e o interior do fragmento, as interferências humanas diminuem, havendo maior pressão de atividades nas áreas mais próximas à borda dos fragmentos. Assim, as interferências antrópicas estão mais relacionadas à impactos causados sobre a diversidade de espécies. Desse modo, essas perturbações reduzem a abundância e diversidade das espécies florestais e influenciam na mortalidade de espécies arbóreas, causando diferenças entre as reservas de floresta urbana em virtude, principalmente, do tamanho do fragmento, apontando que a Mata do Passarinho, por ser menor, se mostra mais afetada pelo meio urbano.

**Palavras-chave:** Ecologia urbana. Fragmentação. Interferência humana.

LIMA, RICARDO CORDEIRO DE. **INFLUENCE OF ANTHROPIC DISTURBANCE IN URBAN PROTECTED AREAS OF THE ATLANTIC FOREST.** 2023. Advisor: Everaldo Marques De Lima Neto. Co-advisor: Emanuel Araújo Silva.

### ABSTRACT

Faced with the increasing conversion of natural ecosystems resulting from the different processes of anthropization that affect the floristic and structural parameters of communities, this research aimed to analyze the influence of anthropic disturbance variables in two Urban Forest Reserves (FURB) in Pernambuco, in order to understand how these variables influence the tree community structure of fragments with different sizes. The study was carried out in the Metropolitan Region of Recife at FURB Mata do Passarinho with 13.36 hectares and FURB Mata de Dois Unidos with 34.72 hectares, which are protected areas for sustainable use of the Atlantic Forest biome. In each fragment, 20 rectangular plots of 10 m x 25 m were implanted, distributed at different distances from the edge to the interior. The structure of the tree component was studied using the phytosociological parameters: Density, Frequency and Dominance, in their absolute and relative values, and the Shannon and Simpson diversity and Pielou evenness were also estimated. For each plot, the distance to the nearest edge of the fragment was obtained and the occurrence of different forms of human interference was verified. To analyze the correlations between the human interference variables and the ecological parameters, Pearson's coefficient was used and a Principal Component Analysis was also performed between the variables. It was observed that the FURB Mata de Dois Unidos had a higher density and dominance of individuals per hectare and also a greater diversity of species. As for anthropic disturbances, statistically significant and positive correlations were found between the variable Religious Manifestation and the variables damage to trees ( $r = 0.38$  and  $p < 0.05$ ) and the presence of domestic animals ( $r = 0.44$  and  $p < 0.01$ ). In FURB Mata do Passarinho, the variable tree damage showed a positive correlation with the diameter of individuals ( $r = -0.50$  and  $p < 0.05$ ) and the number of dead trees showed a negative correlation with the presence of residues ( $r = -0.46$  and  $p < 0.05$ ). In Dois Unidos, the diameter of individuals showed a positive correlation with the variable cut trees ( $r = -0.52$  and  $p < 0.05$ ) and the presence of dead trees was strongly correlated with signs of fire ( $r = 0.99$  and  $p < 0.01$ ) and Trails ( $r = 0.45$  and  $p < 0.05$ ). It was found that as the distance between the edge and the interior of the fragment increases, human interference decreases, with greater pressure from activities in the areas closest to the edge of the fragments. Thus, anthropic interferences are more related to the impacts caused on the diversity of species. Thus, these disturbances reduce the abundance and diversity of forest species and influence the mortality of tree species, causing differences between urban forest reserves mainly due to the size of the fragment, indicating that the Mata do Passarinho, for being smaller, is more affected by the urban environment.

**Keywords:** Urban ecology. Fragmentation. Human interference.

## 1 INTRODUÇÃO

A conversão dos ecossistemas naturais é, em grande parte, resultante do crescimento desordenado da população humana, que alteram as paisagens visando novas formas de uso e ocupação da terra, sendo essa uma das principais ameaças à biodiversidade (TABARELLI *et al.*, 2012; XIE *et al.*, 2017). Como consequência dessa expansão humana, tem-se a utilização dos recursos naturais ofertados pelo ambiente, que pode ocorrer sem o devido planejamento, e assim, impactar as florestas, reduzindo-as e comprometendo sua manutenção e sustentabilidade (BRUN *et al.*, 2017), por meio de perturbações antrópicas crônicas, que ocorrem de forma lenta e destrutiva (SINGH, 1998). Fato observado especialmente em florestas tropicais, onde os diferentes processos de antropização contribuem com a ocorrência de múltiplas alterações de habitats, resultando em diferentes tipos de impactos na comunidade arbórea (MOREL *et al.*, 2018).

As perturbações antrópicas podem ocorrer de diferentes formas, seja por meio da extração de madeira viva ou morta, ou por meio da pressão humana relacionada com a utilização de outros recursos (ARNAN *et al.*, 2018), como a coleta dos produtos florestais não madeireiros: frutos, folhas e casca de árvores para uso alimentício e medicinal, sendo estes considerados menos prejudicial ao ecossistema por não causar a morte dos indivíduos alvos (ALBUQUERQUE *et al.*, 2017). Contudo, devido à frequência de utilização humana as plantas ou ecossistema podem não se recuperar adequadamente, causando alterações adversas na floresta (SINGH, 1998).

As mudanças ocasionadas pelas perturbações antrópicas podem gerar diferenças nos descritores florísticos e estruturais de fragmentos florestais, os quais podem variar em função do tempo de antropização, ao qual foram submetidos, em que se verifica um aumento da diversidade em fragmentos que possuem históricos de perturbação antrópica mais antigos (PASCHOAL *et al.*, 2021; SILVA; FERREIRA; SANTOS, 2021). Além disso, os fragmentos florestais presentes no meio urbano, por estarem inseridos em uma matriz de uso mais intensivo, tendem a apresentar uma maior parte da sua área afetada por efeitos de borda, do que fragmentos inseridos em outro tipo matriz, os quais se mostram menos modificados (COSTA; GALVÃO; SILVA, 2019).

Dessa forma, os efeitos de borda podem promover alterações nas condições bióticas e abióticas dos remanescentes, como mudanças de temperatura, umidade do solo e intensidade luminosa, que variam entre a borda e o interior dos fragmentos (MURCIA, 1995), fazendo com que esses efeitos atuem na seleção de espécies mais tolerantes a luminosidade nas áreas

mais urbanizadas (GUERRA *et al.*, 2017). Além de causar mudanças na estrutura da floresta, afetando a cobertura de dossel, densidade de árvores e biomassa vegetativa, que conseqüentemente refletirão na composição de espécies do fragmento, pois interfere na regeneração e mortalidade arbórea (HARPER *et al.*, 2005).

A interação entre o ambiente antrópico e o remanescente florestal causa efeitos negativos sobre a comunidade arbórea, com maior intensidade sobre as populações localizadas nas áreas limítrofes, alterando sua riqueza e estrutura (OLIVEIRA *et al.*, 2015). Portanto, torna-se de grande importância conhecer os parâmetros florísticos e estruturais das comunidades que compõem esses remanescentes de Mata Atlântica (Paschoal *et al.*, 2021), pois eles possibilitam avaliar a real condição desses fragmentos florestais urbanos, além de contribuir com informações necessárias para elaboração de possíveis estratégias voltadas a conservação da vegetação que sofre com as pressões antrópicas (BRUN *et al.*, 2017).

Dessa forma, considerando a importância das florestas urbanas e dos diversos serviços ecossistêmicos prestados por elas (AMARAL; COSTA; MUZZI, 2017; COSTEMALLE; CANDIDO; CARVALHO, 2023), esta pesquisa teve como objetivo analisar a influência das variáveis de perturbação antrópica em duas Reservas de Floresta Urbana de Pernambuco, com intuito de compreender como essas variáveis influenciam a estrutura da comunidade arbórea de fragmentos com diferentes tamanhos.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O estudo foi realizado em duas Unidades de Conservação (UC) pertencentes ao bioma Mata Atlântica na Região Metropolitana de Recife. A Reserva de Floresta Urbana (FURB) Mata do Passarinho está localizada no município de Olinda, (07°59'29.69"S e 34°54'21.43"O), e a FURB Mata de Dois Unidos está localizada no município de Recife (7°59'50.17"S e 34°54'43.62"O), ambas no Estado de Pernambuco (Figura 1).

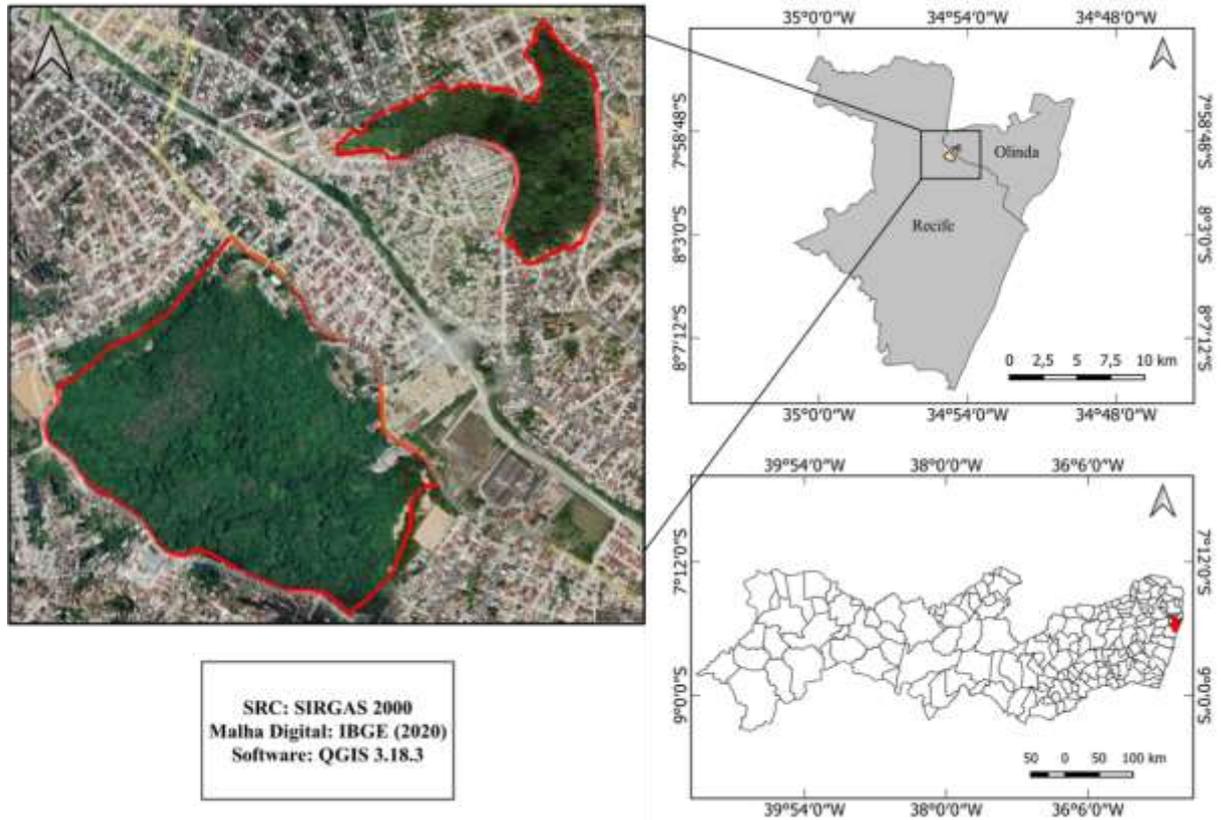


Figura 1 – Localização geográfica da área de estudo circunvizinha com a matriz urbana das FURBs estudadas.  
Fonte: Autor.

De acordo com dados do IBGE (2012), a fitofisionomia ocorrente na área estudada é do tipo Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, caracterizada pela presença de espécies fanerófitas, bem como lianas e epífitas em abundância. Os dois fragmentos apresentam, portanto, uma formação florestal com vegetação remanescente do Domínio Mata Atlântica e se encontram na bacia do Rio Beberibe (CPRH, 2021).

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo As, tropical quente e úmido, com estação seca no inverno e precipitação pluviométrica anual de 1.500 a 2.000 mm, com temperaturas em torno de 25°C. De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos *et al.*, 2018), o que predomina na área é o Argissolo Vermelho Amarelo distrófico.

A Reserva de Floresta Urbana existente em Pernambuco é uma categoria criada pelo Sistema Estadual de Unidades de Conservação (PERNAMBUCO, 2009) e faz parte do grupo de Unidade de Uso Sustentável. Portanto, possui como objetivo compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de uma parcela de seus recursos naturais. De acordo com essa última lei, a FURB é uma área remanescente de ecossistemas com predominância de espécies nativas, localizada no perímetro urbano, constituída por áreas de domínio público ou

privado, que, apesar das pressões existentes em seu entorno, ainda detêm atributos ambientais significativos.

Os dois fragmentos encontram-se completamente inseridos na matriz urbana (Figura 2). A FURB Mata do Passarinho possui uma área de 13,36 hectares, sendo este o maior fragmento florestal do município de Olinda, abrangendo um percentual de 0,31% da sua área total. De acordo com seu Plano de Manejo (2013), entre os anos de 1980 e 1997, o fragmento correspondente a Mata do Passarinho passou por um vasto processo de desmatamento para construção de moradias e extração de recursos naturais, mesmo sendo transformada em Unidade de Conservação em 1987. A FURB Mata de Dois Unidos, titulada como Unidade de Conservação também em 1987, possui uma área de 34,72 hectares e exibe um histórico menor de degradação (CPRH, 2022). A distância entre essas unidades de conservação varia de 300 m a 500 m.

## 2.2 COLETA DE DADOS

Para avaliação das interferências humanas, sobre os fragmentos florestais, foram utilizados alguns indicadores de interferência, conforme metodologia adaptada de Blumenfeld *et al.* (2016), sendo eles: danos nas árvores (Dan\_Arv), presença de resíduos, indícios de manifestações religiosas (Man\_Rel), indícios de fogo (Ind\_Fog), árvores cortadas (Arv\_Cor), presença de trilhas, presença de animais domésticos (Ani\_Dom) e ocorrência de clareiras abertas pelo homem, sendo registrada a presença ou a ausência. Portanto, designou-se 1 = interferência presente e 0 = interferência ausente em cada uma das parcelas implantadas.

Em cada fragmento florestal foram implantadas 20 parcelas retangulares de 10 m x 25 m (250 m<sup>2</sup>), totalizando 40 unidades amostrais distribuídas em diferentes distâncias ao longo da borda e do interior do fragmento. As parcelas foram distribuídas sistematicamente e devidamente georreferenciadas com auxílio de GPS (Global Position System) Garmin, modelo 76map CSx. Para inclusão dos indivíduos arbóreos, foi adotado como critério a circunferência à altura do peito (CAP a 1,30 m do solo) maior ou igual a 15 cm, mensurados com fita métrica.

Foi obtida a distância de todas as parcelas até a borda mais próxima (Dist\_Bor) de seus respectivos fragmentos. Para tanto, foi realizada a delimitação do perímetro de cada FURB no programa QGIS 3.18, sendo assim coletada a variável distância em metros até a borda mais próxima.

Todos os indivíduos amostrados foram identificados e registrados em caderneta de campo, na qual foram coletados o nome científico ou popular/vernacular e altura, sendo essa obtida por meio de estimativa visual, com balizamento de 3 metros. Além disso, foram registradas outras informações dendrológicas necessárias para identificação das espécies, como: presença de exsudados, cor das folhas e flores e pilosidade. Também foram coletadas amostras botânicas de todas as espécies para confecção de exsiccatas, posteriormente analisadas e depositadas no Herbário Sérgio Tavares (HST). A nomenclatura utilizada seguiu a classificação proposta em APG IV.

### 2.3 ANÁLISE DE DADOS

As análises dos dados foram processadas com o auxílio do programa RStudio (2022) e o pacote Office Excel 2016 da Microsoft. Assim como nos trabalhos de Santana, Fonseca e Carvalho (2019), Silva, Ferreira e Santos (2021) e Pessoa *et al.* (2022), a estrutura do componente arbóreo foi estudada por meio dos seguintes parâmetros fitossociológicos: Densidade Absoluta e Relativa (DA e DR), Frequência Absoluta e Relativa (FA e FR), Dominância Absoluta e Relativa (DoA e DoR) e Índice de Valor de Importância (IVI). Em seguida, foi realizado a estimativa da diversidade por meio da exponencial do índice de Shannon ( $e^{H'}$ ) e inverso da concentração de Simpson ( $1/D$ ), sendo então obtida a equabilidade por meio do índice de equabilidade Pielou ( $J'$ ) (JOST, 2006).

Em seguida, foi realizado a Correlação de Pearson entre todas as variáveis de interferência humana e distância até a borda, com o intuito de verificar se havia alguma correlação entre elas. O coeficiente de correlação de Pearson é representado pela letra  $r$  e assume valores de -1 a 1. Quando  $r = 1$  representa a correlação perfeita e positiva entre duas variáveis, quando  $r = -1$ , representa correlação perfeita negativa entre duas variáveis, ou seja, enquanto uma aumenta a outra diminui (GALARÇA *et al.*, 2010). O coeficiente de Pearson também foi empregado para analisar as correlações entre as variáveis de interferências humanas e os parâmetros ecológicos: densidade absoluta, dominância absoluta, diversidade de Shannon ( $H'$ ), diversidade de Simpson ( $S$ ), equabilidade de Pielou ( $J'$ ), DAP, árvores mortas e número de espécies frutíferas atrativas aos visitantes humanos.

Os indícios de perturbações registradas em campo foram inseridos no software Microsoft Excel para tabulação dos dados, em seguida, a matriz foi importada para o programa RStudio (2022). Posteriormente, foi realizada a padronização dos dados para que os problemas resultantes do uso de unidades com valores distintos entre os parâmetros fossem

minimizados, fazendo com que todas as variáveis apresentassem o mesmo nível de importância, sendo obtida média = 0 e o desvio padrão = 1. Esta padronização foi realizada utilizando a função *scale* do pacote do próprio programa RStudio (2022).

Para visualizar a distribuição da variação dos dados explicativos de indicadores de interferência humana e suas distâncias até a borda mais próxima, foi realizada uma Análise de Componentes Principais (ACP) com o pacote *MultivariateAnalysis* (AZEVEDO, 2021). A ACP é uma técnica estatística de análise multivariada que transforma um conjunto original de variáveis, inicialmente correlacionadas entre si, num conjunto substancialmente menor de variáveis não correlacionadas que contém a maior parte da informação do conjunto original, agrupando as variáveis de interesse de acordo com seus comportamentos (HONGYU; SANDANIELO e JUNIOR, 2016). Para a construção do diagrama, foram utilizadas as parcelas de cada fragmento, no qual, verificou-se a correlação entre as variáveis e sua contribuição na explicação de cada componente, obtendo-se os padrões resultantes da ACP.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLÓGICA

Foram inventariados 1012 indivíduos em toda área amostrada, dos quais 435 ocorreram na FURB Mata do Passarinho e 577 na FURB Mata de Dois Unidos. As árvores mortas somaram 65 indivíduos. Na Mata do Passarinho foi registrada uma riqueza de 45 espécies arbóreas, distribuída em 25 famílias e 31 gêneros. Quatro dessas espécies foram identificadas somente em nível de família, quatro em nível de gênero e quatro não identificadas. Em Dois Unidos foi registrada uma riqueza de 51 espécies arbóreas, estando elas distribuídas em 22 famílias e 34 gêneros. Quatro espécies identificadas à nível de família e três à nível de gênero, com um total de oito espécies não identificadas.

A densidade arbórea encontrada na FURB Mata do Passarinho foi de 870 ind.ha<sup>-1</sup>, com dominância de 25,5m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>. As espécies com maiores índices do valor de importância (IVI), em ordem decrescente foram: *Tapirira guianensis* Aubl.; *Protium* sp.; *Cecropia* sp.; *Simarouba amara* Aubl.; *Thyrsodium spruceanum* Benth.; *Xylopia frutescens* Aubl.; Desconhecida 2; *Artocarpus heterophyllus* Lam., perfazendo 56,20% do IVI total (Tabela 1).

Tabela 1: – Classificação da estrutura fitossociológica das espécies arbóreas por índice de valor de importância (VI) da Reserva de Floresta Urbana no município de Olinda – PE. Fonte: Autor.

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	42	84	9,7	70	7,8	6,2	23,9	13,8
<i>Protium</i> sp.	58	116	13,3	75	8,3	2,9	11,1	10,9
<i>Cecropia</i> sp.	58	116	13,3	60	6,7	1,7	6,7	8,9
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	19	38	4,4	50	5,6	2,7	10,6	6,9
<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	32	64	7,4	40	4,4	0,4	1,7	4,5
<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	15	30	3,4	50	5,6	0,9	3,6	4,2
Desconhecida 2	4	8	0,9	20	2,2	1,9	7,5	3,5
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	2	4	0,5	10	1,1	2,3	8,9	3,5
<i>Ocotea glomerata</i> (Nees) Mez	19	38	4,4	40	4,4	0,2	0,9	3,3
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	20	40	4,6	35	3,9	0,2	0,9	3,1
<i>Miconia affinis</i> DC.	16	32	3,7	40	4,4	0,3	1,1	3,1
<i>Muntingia calabura</i> L.	30	60	6,9	10	1,1	0,3	1,1	3,0
<i>Inga edulis</i> Mart.	10	20	2,3	45	5	0,4	1,7	3,0
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	14	28	3,2	35	3,9	0,4	1,7	2,9
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	11	22	2,5	30	3,3	0,7	2,9	2,9
<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	11	22	2,5	35	3,9	0,5	1,9	2,8
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	4	8	0,9	20	2,2	1,2	4,7	2,6
<i>Spondias mombin</i> L.	7	14	1,6	30	3,3	0,5	1,8	2,3
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	12	24	2,8	15	1,7	0,2	0,9	1,8
<i>Cupania bracteosa</i> Radlk.	8	16	1,8	15	1,7	0,1	0,2	1,2
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	3	6	0,7	15	1,7	0,2	0,7	1,0
<i>Aegiphila pernambucensis</i> Moldenke	6	12	1,4	10	1,1	0,1	0,5	1,0
<i>Sorocea hilarii</i> Gaudich.	5	10	1,1	15	1,7	0	0,1	1,0
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	2	4	0,5	10	1,1	0,1	0,5	0,7
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	2	4	0,5	10	1,1	0,1	0,5	0,7
<i>Anacardium occidentale</i> L.	1	2	0,2	5	0,6	0,3	1,2	0,7
<i>Genipa americana</i> L.	2	4	0,5	10	1,1	0,1	0,4	0,7
Desconhecida 4	1	2	0,2	5	0,6	0,3	1	0,6
<i>Carica papaya</i> L.	2	4	0,5	10	1,1	0	0,1	0,6
Fabaceae	2	4	0,5	10	1,1	0	0,1	0,5
Desconhecida 3	1	2	0,2	5	0,6	0,1	0,5	0,4
<i>Pouteria</i> sp.	2	4	0,5	5	0,6	0,1	0,2	0,4
<i>Averrhoa carambola</i> L.	2	4	0,5	5	0,6	0	0	0,4
<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	1	2	0,2	5	0,6	0,1	0,3	0,4
<i>Artocarpus attilis</i> (Parkinson) Fosberg	1	2	0,2	5	0,6	0	0	0,3
Desconhecida 1	1	2	0,2	5	0,6	0	0	0,3
Myrtaceae	1	2	0,2	5	0,6	0	0	0,3
Annonaceae	1	2	0,2	5	0,6	0	0	0,3
Fabaceae	1	2	0,2	5	0,6	0	0	0,3
<i>Mangifera indica</i> L.	1	2	0,2	5	0,6	0	0	0,3
<i>Peltogyne recifensis</i> Ducke	1	2	0,2	5	0,6	0	0	0,3
<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	1	2	0,2	5	0,6	0	0	0,3
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger et al.	1	2	0,2	5	0,6	0	0	0,3
<i>Tabebuia</i> sp.	1	2	0,2	5	0,6	0	0	0,3

<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	1	2	0,2	5	0,6	0	0	0,3
	<b>335</b>	<b>670</b>	<b>76,8</b>	<b>755</b>	<b>84,6</b>	<b>16,4</b>	<b>64,9</b>	<b>75,4</b>

Onde: N = número de indivíduos, DA = densidade absoluta, DR = densidade relativa (%), FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa (%), DoA = dominância absoluta, DoR = dominância relativa (%), IVI = índice de valor de importância.

Comparativamente a FURB Mata de Dois Unidos apresentou uma maior densidade arbórea, com 1.154 ind.ha-1 e uma dominância de 96,7 m<sup>2</sup>.ha-1. As espécies com maiores índices do valor de importância, em ordem decrescente foram: *Byrsonima sericea* DC.; *Tapirira guianensis* Aubl.; *Pogonophora schomburgkiana* Miers ex Benth.; *Simarouba amara* Aubl.; *Thyrsodium spruceanum* Benth.; *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand; *Eschweilera ovata* (Cambess.) Mart. ex Miers; *Miconia affinis* DC, que juntas somam 63,10% do IVI total (Tabela 2).

Tabela 2: – Classificação da estrutura fitossociológica das espécies arbóreas por índice de valor de importância (VI) Reserva de Floresta Urbana Mata de Dois Unidos no município de Recife – PE. Fonte: Autor.

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	3	6	0,5	10	0,9	46,3	47,8	16,43
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	48	96	8,3	70	6,2	14,2	14,7	9,77
<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	89	178	15,4	75	6,7	4,6	4,8	8,97
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	19	38	3,3	40	3,6	16,6	17,1	8,00
<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	65	130	11,3	70	6,2	1	1	6,17
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	44	88	7,6	80	7,1	0,7	0,7	5,17
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	33	66	5,7	65	5,8	1,3	1,3	4,30
<i>Miconia affinis</i> DC.	41	82	7,1	60	5,4	0,4	0,4	4,30
<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	24	48	4,2	45	4	0,6	0,6	2,93
Desconhecida 4	24	48	4,2	45	4	0,4	0,4	2,87
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	13	26	2,3	30	2,7	3,1	3,2	2,73
<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	18	36	3,1	50	4,5	0,2	0,2	2,60
<i>Guatteria pogonopus</i> Mart.	18	36	3,1	45	4	0,2	0,2	2,43
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	18	36	3,1	40	3,6	0,3	0,3	2,33
<i>Ocotea glomerata</i> (Nees) Mez	12	24	2,1	40	3,6	0,5	0,5	2,03
<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	13	26	2,3	30	2,7	0,3	0,3	1,73
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	6	12	1	25	2,2	0,5	0,5	1,27
<i>Spondias mombin</i> L.	6	12	1	15	1,3	1,3	1,3	1,23
Desconhecida 3	5	10	0,9	20	1,8	0,7	0,8	1,13
<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	7	14	1,2	20	1,8	0,1	0,1	1,03
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	7	14	1,2	15	1,3	0,2	0,2	0,93
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	4	8	0,7	10	0,9	0,7	0,7	0,77
<i>Cecropia</i> sp.	4	8	0,7	15	1,3	0,2	0,2	0,73
<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	4	8	0,7	15	1,3	0,2	0,2	0,73
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	4	8	0,7	15	1,3	0,1	0,1	0,70
Myrtaceae sp. 1	4	8	0,7	15	1,3	0	0	0,70
<i>Hymenaea</i> sp.	6	12	1	10	0,9	0	0	0,67
<i>Mangifera indica</i> L.	1	2	0,2	5	0,4	0,9	0,9	0,53
<i>Clusia nemorosa</i> G.Mey.	5	10	0,9	5	0,4	0,2	0,2	0,50

Desconhecida 2	3	6	0,5	10	0,9	0,1	0,1	0,50
Desconhecida 7	2	4	0,3	10	0,9	0,1	0,1	0,47
<i>Andira nitida</i> Mart. ex Benth.	2	4	0,3	10	0,9	0	0	0,43
Desconhecida 5	2	4	0,3	10	0,9	0	0	0,43
<i>Luehea ochrophylla</i> Mart.	2	4	0,3	10	0,9	0	0	0,43
<i>Pouteria glomerata</i> (Miq.) Radlk.	2	4	0,3	10	0,9	0	0	0,43
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	1	2	0,2	5	0,4	0,5	0,5	0,37
Desconhecida 8	2	4	0,3	5	0,4	0,1	0,1	0,30
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	2	4	0,3	5	0,4	0	0	0,27
Euphorbiaceae sp.	2	4	0,3	5	0,4	0	0	0,27
Desconhecida 6	1	2	0,2	5	0,4	0,1	0,1	0,23
Desconhecida 1	1	2	0,2	5	0,4	0	0	0,20
<i>Erythroxylum citrifolium</i> A.St.-Hil.	1	2	0,2	5	0,4	0	0	0,20
<i>Eugenia uniflora</i> L.	1	2	0,2	5	0,4	0	0	0,20
<i>Inga</i> sp.	1	2	0,2	5	0,4	0	0	0,20
<i>Inga thibaudiana</i> DC.	1	2	0,2	5	0,4	0	0	0,20
<i>Inga vera</i> Willd.	1	2	0,2	5	0,4	0	0	0,20
Myrtaceae sp. 2	1	2	0,2	5	0,4	0	0	0,20
Myrtaceae sp. 3	1	2	0,2	5	0,4	0	0	0,20
<i>Pouteria nordestinensis</i> Alves-Araújo & M.Alves	1	2	0,2	5	0,4	0	0	0,20
<i>Psidium guajava</i> L.	1	2	0,2	5	0,4	0	0	0,20
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	1	2	0,2	5	0,4	0	0	0,20
	<b>577</b>	<b>1154</b>	<b>100</b>	<b>1120</b>	<b>99</b>	<b>96,7</b>	<b>99,6</b>	<b>100</b>

Onde: N = número de indivíduos, DA = densidade absoluta, DR = densidade relativa (%), FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa (%), DoA = dominância absoluta, DoR = dominância relativa (%), IVI = índice de valor de importância.

O índice de diversidade Shannon modificado ( $e^H$ ), em Dois Unidos, apontou que, dentre as 51 espécies que compõe a FURB, 22 apresentam maior predominância, já o inverso da diversidade de Simpson (1-D) apontou a dominância de 15 delas. A FURB Mata do Passarinho, que possui 45 espécies, obteve valores semelhantes. Por meio do Shannon modificado ( $e^H$ ) observou-se que 21 dessas espécies apresentam maior dominância, enquanto o inverso de Simpson (1-D) aponta a dominância de 15 delas. Esse intervalo na quantidade de espécies dominantes entre Shannon modificado ( $e^H$ ) e o inverso de Simpson (1-D) indica o número de espécies com maior densidade e, conseqüente, dominância nas respectivas comunidades. A variação numérica ocorre em função da ordem de diversidade de cada índice, pois aponta sua sensibilidade frente às espécies comuns e raras, sendo Shannon mais sensível às espécies raras do que Simpson (JOST, 2006).

A equabilidade obtida pelo índice de Pielou em Dois Unidos foi igual a 0,79, já na FURB Mata do Passarinho a equabilidade encontrada foi de 0,80, o que sugere alta diversidade de espécies com relativa uniformidade no tamanho das respectivas comunidades. Uma vez que este índice está relacionado tanto ao número de indivíduos, quanto com a

repetição e quantidade de espécies existentes (SILVA *et al.*, 2021), a uniformidade pode ser verificada em ambas as áreas.

Em termos de estrutura horizontal dos fragmentos, a FURB Mata de Dois unidos apresentou maior densidade e dominância de indivíduos por hectare e também uma maior diversidade de espécies. Essa diferença pode estar relacionada tanto com o tempo de interferência antrópica aos quais essas FURBs foram submetidas, que historicamente foi maior na Mata do Passarinho, quanto com a forma dos fragmentos, visto que a mata do passarinho tem forma mais irregular (menos circular), o que tende a gerar maior influência do ambiente de borda. Conforme observado por Silva; Ferreira; Santos (2021), fragmentos que passaram por interferências antrópicas em períodos mais recentes apresentam menor número de indivíduos, quando comparados a fragmentos cuja interferência ocorreu em períodos mais antigos, influenciando, desse modo, a composição e estrutura dos remanescentes de vegetação.

### 3.2 CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS DE PERTURBAÇÃO ANTRÓPICA

Os resultados da análise de correlação de Pearson ( $r$ ) entre as variáveis de perturbação antrópica e suas respectivas distâncias até a borda mais próxima, são apresentados para cada FURB. A Figura 2A corresponde a FURB Mata do Passarinho e a Figura 2B corresponde a FURB Mata de Dois Unidos. A partir dos valores obtidos na análise foram encontradas correlações significativas ( $p < 0,05$ ) entre as variáveis, apontando a existência de relação linear entre variáveis ao longo das florestas urbanas.

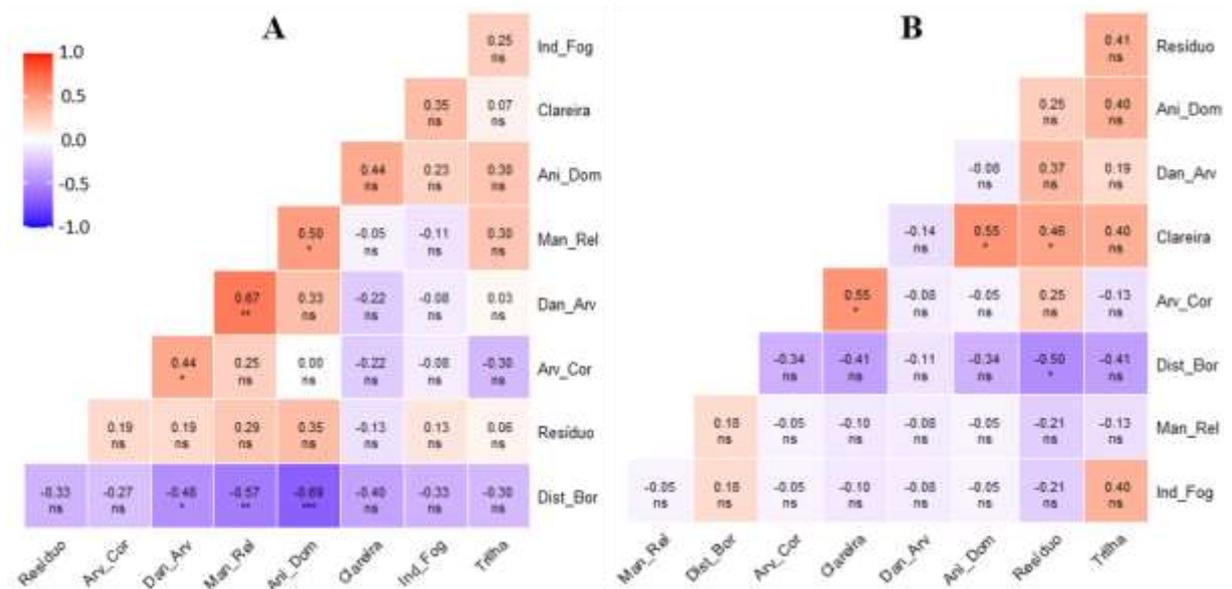


Figura 2 – Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis de perturbação antrópica em duas Reservas de Floresta Urbana e suas distâncias até a borda. Onde: A- FURB Mata do Passarinho, B- FURB Mata de Dois Unidos. Manifestação Religiosa (Man\_Rel), Danos nas Árvores (Dan\_Arv), Animais Domésticos (Ani\_Dom), Árvore Cortada (Arv\_Cor), Índícios de Fogo (Ind\_Fog) e Distância até a Borda (Dist\_Bor). \*\*. A correlação é significativa no nível 0,01. \*. A correlação é significativa no nível 0,05. Fonte: Autor.

Na FURB Mata do Passarinho, a variável Manifestação Religiosa (Man\_Rel) apresentou correlação estatisticamente significativa e positiva com Danos nas Árvores (Dan\_Arv) ( $r = 0,67$  e  $p < 0,01$ ) e presença de Animais Domésticos (Ani\_Dom) ( $r = 0,50$  e  $p < 0,05$ ) (Figura 2A), indicando que, quanto maiores os valores de uma, maior será a interferência da outra. Observa-se, portanto, que a realização dessas práticas rituais está relacionada principalmente com o uso indireto da flora, visto que nesses locais não ocorre o corte de árvores. De acordo com Costa (2009), isso ocorre porque as religiões de matriz africana e da natureza possuem um compromisso com o ambiente, pois esse é o local onde suas deidades residem. Contudo, o uso de áreas protegidas para vivências religiosas pode gerar outros conflitos relacionados aos impactos provocados por resíduos deixados nessas áreas (ALVES e PRAZERES, 2013), um deles seria a presença de animais domésticos que são atraídos até esses locais. Segundo Costa (2009), cabe aos órgãos públicos se responsabilizar pela manutenção e limpeza desses ambientes, implementando programas voltados para coleta regular dos resíduos deixados.

A presença de Animais Domésticos se correlaciona significativamente com as Clareiras encontradas ( $r = 0,55$  e  $p < 0,05$ ) (Figura 2B). Em seu estudo realizado em diferentes unidades de conservação da Região Sul do Brasil, Justo, Hofmann e Almerão (2019) evidenciaram um expressivo número de espécies exóticas invasoras (plantas e animais), dentre elas, o cão-doméstico e o gato-doméstico. De acordo com Ramos (2022), a mastofauna

terrestre, presente nas unidades de conservação, tende a apresentar uma redução em suas frequências pela presença de cães-domésticos, somado a outros fatores do habitat, como a fragmentação. Porém, ainda que muitas espécies exóticas constem nos Planos de Manejo (PM) de suas respectivas unidades de conservação e sejam percebidas pelos gestores, a precariedade da gestão de áreas protegidas no Brasil indica que elas continuarão presentes nas UCs (JUSTO; HOFMANN; ALMERÃO, 2019). Como é o caso da Reserva de Floresta Urbana Mata do Passarinho, a única das FURBs que possui um plano de manejo, onde a pesar de terem sido identificadas a presença de espécies exóticas da fauna e flora, não são realizadas ações que visem impedir seu desenvolvimento e os prejuízos que podem ser causados.

Na FURB Mata do Passarinho, foi encontrada uma correlação negativa e estatisticamente significativa entre a variável Distância até a Borda e as variáveis de perturbações antrópicas Animais Domésticos ( $r = -0,69$  e  $p < 0,01$ ), Manifestação Religiosa ( $r = -0,57$  e  $p < 0,01$ ) e Danos nas Arvores ( $r = -0,48$  e  $p < 0,05$ ) (Figura 2A). De modo semelhante, a FURB Mata de Dois apresentou correlação estatisticamente significativa com Resíduos ( $r = -0,50$  e  $p < 0,05$ ) (Figura 2B). Esses valores apontam que essas variáveis são inversamente relacionadas. Portanto, à medida que ocorre o aumento da distância da borda para o interior do fragmento, essas interferências humanas diminuem.

Nesse sentido, nas áreas mais próximas a borda dos fragmentos haverá uma maior pressão de atividades humanas. Que ocorre, em grande parte, devido à facilidade de acesso destas áreas pela população do seu entorno, que as utiliza para diversos fins, como o despejo de resíduos. Conseqüentemente, a presença de materiais descartados, além de atrair animais domésticos, propicia a abertura de clareiras e impede que a regeneração aconteça nesses trechos (Figura 3 A e B). Em seu estudo, também realizado em uma FURB da Região Metropolitana do Recife, Oliveira (2015) observou que a presença de resíduos se concentra tanto no interior como também no entorno dela. Segundo o mesmo autor, a dispersão desses resíduos sólidos no fragmento apresenta um risco para a garantia de qualidade ambiental da área.

De acordo com o estudo de Ferreira Filho, Carvalho e Camacho (2017), envolvendo os impactos ambientais em unidades de conservação urbanas no Rio Grande do Norte, a disposição inadequada dos resíduos constitui uma ameaça permanente tanto à saúde pública quanto ao meio ambiente, pois limita as potencialidades econômicas locais e, somado a isso, tem-se o fato de que o contato de pessoas e animais domésticos com os resíduos sólidos pode gerar a disseminação de enfermidades. Algo preocupante diante da tendência de aumento das

pressões envolvendo a disposição de resíduos e de espécies exóticas invasoras nas unidades de conservação (ARARIPE *et al.*, 2021).



Figura 3- A - Formação de clareiras causadas pelo despejo de resíduos na FURB Mata de Dois Unidos. B – Animais atraídos pelos resíduos com presença de trilhas ao fundo na FURB Mata de Dois Unidos. Fonte: Autor.

### 3.3 CORRELAÇÃO ENTRE DESCRITORES DA ASSEMBLEIA E VARIÁVEIS DE PERTURBAÇÃO ANTRÓPICA

Os coeficientes de correlação de Pearson obtidos entre as variáveis de perturbação antrópica e os descritores fitossociológicos da comunidade arbórea, densidade e dominância absoluta, não apresentaram correlação significativa na FURB Mata da Passarinho (Tabela 3). Isso indica que nessa reserva de floresta urbana as interferências antrópicas estão mais relacionadas aos impactos causados sobre a diversidade de espécies, pois a ocorrência das perturbações pode favorecer o estabelecimento daquelas pouco exigentes e que melhor se adaptam as condições adversas do meio. Algo que pode causar alterações nas relações entre espécies locais e comprometer a manutenção da biodiversidade (Silva *et al.*, 2020).

Para o índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) foram encontradas correlações negativas significativas com a presença Animais Domésticos e Trilhas ( $r = -0,48$ ;  $r = -0,52$  e  $p < 0,05$ ), sugerindo que a influência destas variáveis reduz de certo modo a abundância e riqueza das espécies florestais na FURB Mata da Passarinho. O índice de Simpson, por sua vez, se correlaciona de forma negativa com presença de Trilhas ( $r = -0,46$  e  $p < 0,05$ ). Santos (2018) obteve resultado semelhante, no qual observou que as trilhas encontradas servem como facilitadoras para as perturbações antrópicas, sendo essa uma das perturbações estudadas, capaz de impactar negativamente a biodiversidade.

A variável danos nas árvores apresentou correlação positiva com o Diâmetro dos indivíduos ( $r = 0,50$  e  $p < 0,05$ ), sugerindo que árvores com maior espessura tendem a sofrer

mais ações deletérias, como cortes no tronco. O número de árvores Mortas apresentou correlação negativa com a presença de resíduos ( $r = -0,46$  e  $p < 0,05$ ), indicando que a mortalidade de árvores não é causada por essa variável.

Tabela 3: Correlação de Pearson entre os descritores fitossociológicos da comunidade e variáveis de perturbação antrópica na FURB Mata do Passarinho. Fonte: Autor.

	Resíduos	Manifestação Religiosa	Árvore Cortada	Indício de fogo	Animais Domésticos	Trilha	Clareira	Danos nas árvores
DA	-,04 $p = ,88$	-,01 $p = ,96$	,24 $p = ,31$	-,24 $p = ,30$	-,21 $p = ,37$	-,28 $p = ,22$	-,18 $p = ,45$	-,24 $p = ,31$
DoA	-,15 $p = ,52$	,06 $p = ,79$	-,27 $p = ,24$	-,28 $p =$	,25 $p = ,29$	-,09 $p = ,70$	,02 $p = ,94$	,11 $P = ,63$
DAP	-,02 $p = ,93$	,27 $p = ,24$	-,24 $p = ,31$	-,13 $p = ,57$	,22 $p = ,35$	,21 $p = ,37$	-,07 $p = ,76$	<b>,50*</b> $p < 0,05$
H'	-,27 $p = ,25$	-,10 $p = ,67$	,17 $p = ,47$	-,41 $p = ,07$	<b>-,48*</b> $p < 0,05$	<b>-,52*</b> $p < 0,05$	-,04 $p = ,86$	-,07 $p = ,78$
S	-,28 $p = ,23$	-,04 $p = ,87$	,14 $p = ,55$	-,40 $p = ,08$	-,43 $p = ,06$	<b>-,46*</b> $p < 0,05$	-,01 $p = ,98$	,03 $P = ,91$
J'	-,23 $p = ,34$	,07 $p = ,76$	,06 $p = ,80$	-,29 $p = ,21$	-,31 $p = ,18$	-,29 $p = ,21$	,00 $p = ,99$	,24 $P = ,30$
Mortas	<b>-,46*</b> $p < 0,05$	-,17 $p = ,48$	,24 $p = ,31$	-,12 $p = ,60$	-,21 $p =$	,10 $p = ,68$	-,08 $p = ,73$	-,04 $P = ,86$
Frutíferas	<b>,47*</b> $p < 0,05$	,44 $p = ,05$	,18 $p = ,44$	,12 $p = ,60$	<b>,68**</b> $p < 0,01$	,22 $p = ,35$	,21 $p = ,38$	,41 $P = ,07$

Onde: DA= Densidade absoluta DoA= Dominância Absoluta, H'= índice de diversidade de Shannon, S= índice de dominância de Simpson, J'= índice de equabilidade de Pielou. \*\*. A correlação é significativa no nível 0,01. \*. A correlação é significativa no nível 0,05.

Nenhuma das variáveis de interferência humana apresentou correlação significativa com a densidade absoluta, dominância absoluta, índices de diversidade Shannon, índice de dominância Simpson e equabilidade de Pielou na FURB Mata de Dois Unidos (Tabela 4).

O Diâmetro dos indivíduos apresentou correlação positiva com a variável árvores cortadas ( $r = -0,52$  e  $p < 0,05$ ), indicando que a seleção das espécies destinadas ao corte ocorre nas áreas onde se encontram árvores com maior espessura. Contudo, isso sugere que os indivíduos de maior diâmetro não são alvos da exploração madeireira. Corroborando com o que foi encontrado no estudo de Cunha *et al.* (2021), na cidade do Recife-PE, no qual verificou que as árvores exploradas apresentaram baixos diâmetros, os quais eram menores que o DAP médio das demais árvores disponíveis na floresta.

A presença de árvores Mortas mostrou-se fortemente correlacionada com Índícios de Fogo ( $r = 0,99$  e  $p < 0,01$ ) e Trilhas ( $r = 0,45$  e  $p < 0,05$ ). Essa correlação evidencia que a principal causa de mortalidade nas parcelas amostradas na FURB Mata de Dois Unidos está associada com a ocorrência de queimadas, indicando que a presença de trilhas no interior do fragmento pode facilitar o acesso a determinados locais e possibilitar a ocorrência de

queimadas. Segundo Pontes e Mello (2013), os incêndios que ocorrem em UCs podem estar diretamente ligados ao uso inadequado das trilhas e das demais áreas de visitação.

Tabela 4: Correlação de Pearson entre os descritores fitossociológicos da comunidade e variáveis de perturbação antrópica na FURB Mata de Dois Unidos. Fonte: Autor.

	Resíduos	Manifestação Religiosa	Árvore Cortada	Índice de fogo	Animais Domésticos	Trilha	Clareira	Danos nas árvores
<b>DA</b>	-,34 <i>p</i> =,14	,04 <i>p</i> =,87	-,41 <i>p</i> =,07	-,24 <i>p</i> =,31	-,20 <i>p</i> =,39	,04 <i>p</i> =,85	-,06 <i>p</i> =,79	,02 <i>p</i> =,94
<b>DoA</b>	,14 <i>p</i> =,56	-,06 <i>p</i> =,79	-,08 <i>p</i> =,74	-,09 <i>p</i> =,69	-,07 <i>p</i> =,77	,31 <i>p</i> =,18	-,14 <i>p</i> =,55	-,12 <i>p</i> =,63
<b>DAP</b>	,30 <i>p</i> =,19	-,08 <i>p</i> =,73	<b>,52*</b> <b><i>p</i> &lt;0,05</b>	-,13 <i>p</i> =,59	,06 <i>p</i> =,80	-,16 <i>p</i> =,50	,21 <i>p</i> =,37	-,17 <i>p</i> =,48
<b>H'</b>	-,19 <i>p</i> =,43	,15 <i>p</i> =,52	-,40 <i>p</i> =,08	-,10 <i>p</i> =,68	-,14 <i>p</i> =,56	,17 <i>p</i> =,47	-,29 <i>p</i> =,22	,10 <i>p</i> =,68
<b>S</b>	-,02 <i>p</i> =,92	,16 <i>p</i> =,49	-,27 <i>p</i> =,24	-,05 <i>p</i> =,82	-,05 <i>p</i> =,82	,23 <i>p</i> =,33	-,15 <i>p</i> =,54	,03 <i>p</i> =,91
<b>J'</b>	,41 <i>p</i> =,07	,13 <i>p</i> =,58	,38 <i>p</i> =,10	,13 <i>p</i> =,58	,08 <i>p</i> =,73	,11 <i>p</i> =,66	,15 <i>p</i> =,53	,05 <i>p</i> =,85
<b>Mortas</b>	-,17 <i>p</i> =,47	-,10 <i>p</i> =,68	-,02 <i>p</i> =,93	<b>,99**</b> <b><i>p</i> &lt;0,01</b>	-,06 <i>p</i> =,80	<b>,45*</b> <b><i>p</i> &lt;0,05</b>	-,02 <i>p</i> =,94	-,06 <i>p</i> =,80
<b>Frutíferas</b>	,42 <i>p</i> =,07	-,12 <i>p</i> =,62	<b>,55*</b> <b><i>p</i> &lt;0,05</b>	-,12 <i>p</i> =,62	<b>,55*</b> <b><i>p</i> &lt;0,05</b>	,32 <i>p</i> =,17	<b>,60**</b> <b><i>p</i> &lt;0,01</b>	,23 <i>p</i> =,32

Onde: DA= Densidade absoluta DoA= Dominância Absoluta, H'= índice de diversidade de Shannon, S= índice de dominância de Simpson, J'= índice de equabilidade de Pielou. \*\*. A correlação é significativa no nível 0,01. \*. A correlação é significativa no nível 0,05.

Vale destacar a presença e distribuição de 12 espécies frutíferas encontradas nas duas áreas estudadas. Desse total, sete ocorreram na FURB Mata de Dois Unidos e oito na FURB Mata do Passarinho, sendo elas: *Anacardium occidentale* L.; *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg; *Artocarpus heterophyllus* Lam.; *Averrhoa carambola* L.; *Carica papaya* L.; *Eugenia uniflora* L.; *Genipa americana* L.; *Mangifera indica* L.; *Psidium guajava* L.; *Schinus terebinthifolius* Raddi; *Spondias mombin* L. e *Talisia esculenta* (Cambess.) Radlk., todas localizadas na parte mais externa das Florestas Urbanas.

A partir da associação das espécies frutíferas com as variáveis de perturbação, foi encontrada, na FURB Mata do Passarinho, uma correlação positiva e significativa com a presença de Resíduos ( $r = 0,47$  e  $p < 0,05$ ) e Animais Domésticos ( $r = 0,68$  e  $p < 0,01$ ), porém, na FURB Mata de Dois Unidos a correlação das espécies frutíferas foi significativa com Árvores Cortadas ( $r = 0,55$  e  $p < 0,05$ ), Animais Domésticos ( $r = 0,55$  e  $p < 0,05$ ) e a presença de Clareiras ( $r = 0,60$  e  $p < 0,01$ ). Isso pode sugerir que algumas dessas espécies frutíferas surgem devido ao descarte de resíduos contendo sementes férteis, por dejetos de animais domésticos, e/ou por meio de plantios realizados pela comunidade vizinha dentro das unidades de conservação, algo também observado no trabalho de Brun *et al.* (2017), no qual

verificou que as espécies frutíferas, comuns na região, foram introduzidas pela própria população para arborização e para alimentação.

Desse modo, o descarte de sementes e plantio das espécies frutíferas justificariam a presença desses vegetais nas áreas limítrofes das FURB, pois a maior proximidade, associada com a abertura de clareiras, garante o fácil acesso da população local às árvores (Figura 4). Esse acesso pode ocorrer por meio de entradas não autorizadas para coleta de material natural (OLIVEIRA JUNIOR, 2015a), visto que, em fragmentos florestais urbanos, a extração de recursos não madeireiros, a exemplo dos frutos, é realizada para o consumo das comunidades que vivem no entorno dos remanescentes (GUARIGUATA *et al.*, 2010). Neste sentido, é preciso que haja uma articulação da gestão ambiental para que ocorra a identificação dos diferentes usos públicos realizados na FURB. Queiroz e Vallejo (2016) apontam a necessidade de uma equipe gestora com competências para administrar os diversos conflitos que os usos possam gerar, com o intuito de evitar o comprometimento da biodiversidade da unidade de conservação.

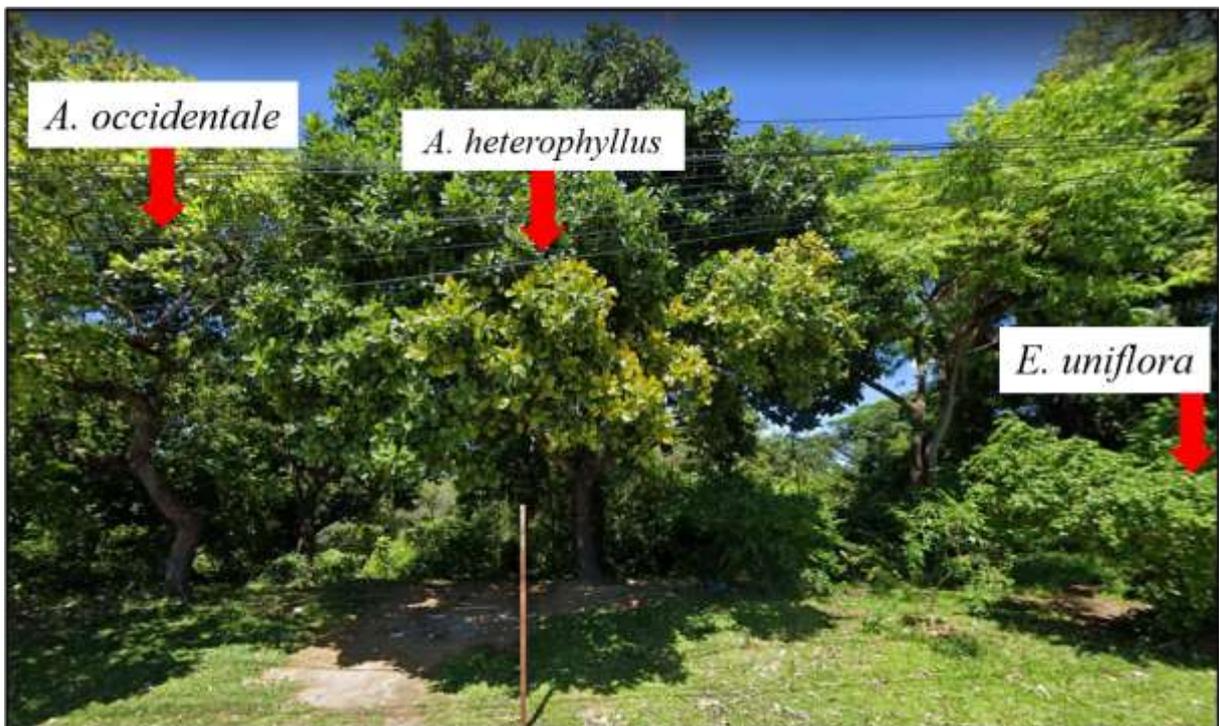


Figura 4- Presença de espécies frutíferas associadas com a formação de clareiras na FURB Mata de Dois Unidos.  
Fonte: Autor.

### 3.4 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (ACP)

A partir da análise de componentes principais (ACP), obteve-se o ordenamento das parcelas estudadas em relação às variáveis de perturbações antrópica, revelando dois componentes principais que juntos descrevem 56,47% da variância da interferência humana na FURB Mata do Passarinho (Tabela 5).

Tabela 5 – Autovalores e variância dos componentes principais resultantes dos indicadores de interferências amostradas na FURB Mata do Passarinho (Em negrito variáveis mais representativas). Fonte: Autor.

Variáveis	Componentes	
	1	2
Resíduos	<b>-0.4827</b>	-0.1528
Manifestação Religiosa (Man_Rel)	<b>-0.7820</b>	-0.3123
Árvore Cortada (Arv_Cor)	-0.3061	<b>-0.6397</b>
Índício de Fogo (Ind_Fog)	-0.2687	<b>0.5926</b>
Animais Domésticos (Ani_Dom)	<b>-0.8032</b>	0.3005
Trilhas	-0.3758	<b>0.4113</b>
Clareiras	-0.2440	<b>0.7295</b>
Danos nas Árvores (Dan_Arv)	<b>-0.6637</b>	<b>-0.5415</b>
Distância da Borda (Dist_Bor)	<b>0.8913</b>	-0.1570
<b>Autovalores</b>	3.0914	1.9907
<b>Variância (%)</b>	34.3488	22.1186

Observa-se que o componente 1 apresenta o autovalor de 3,09, equivalente a 34,35% da variância total. Enquanto o componente 2 mostrou menor representatividade, com autovalor de 1,99 e variância total de 22,12%. Esse menor valor de explicação ocorre devido a padronização dos dados. Os autovalores foram considerados altos quando  $< -0,4$  ou  $> 0,4$ .

As variáveis de perturbação antrópica consideradas mais representativas e significativas do componente 1, foram: Animais Domésticos (Ani\_Dom), Manifestação Religiosa (Man\_Rel), Danos nas Árvores (Dan\_Arv) e presença de Resíduos (Figura 5). Constatou-se, ainda no primeiro componente, que a variável Distância da Borda (Dist\_Bor) apresentou correlação positiva e significativa explicando a maior parte da variância nos dados, indicando que, ainda que seja um fragmento pequeno, os indicadores de interferência antrópica ocorrem principalmente nas áreas de borda do fragmento. No segundo componente, as variáveis Clareiras, Arv\_Cor, Ind\_Fog, Dan\_Arv e Trilhas, foram as mais representativas.

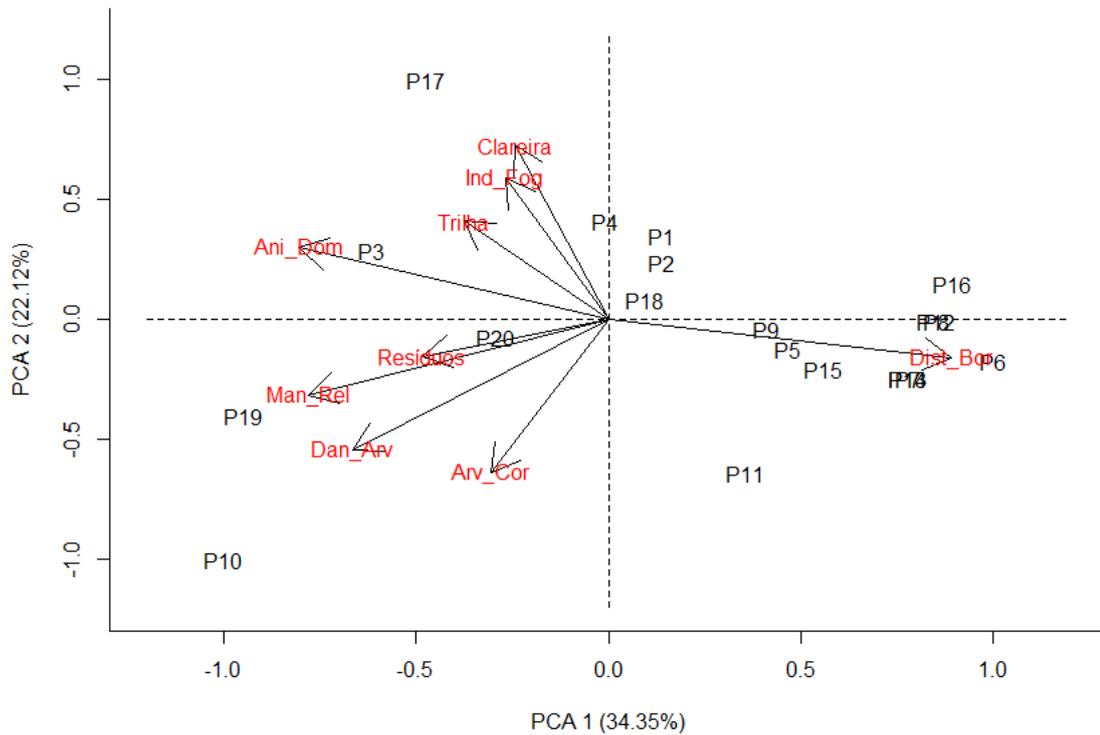


Figura 5- Diagrama de ordenação resultante da análise de componentes principais (ACP) da FURB Mata do Passarinho.  
Fonte: Autor.

Na FURB Mata de Dois Unidos, o ordenamento das parcelas estudadas, em relação as variáveis de perturbações antrópica, revela dois componentes principais que juntos descrevem 48,35% da variância da interferência humana (Tabela 6). O componente 1 apresenta o autovalor de 2,85, equivalente a 31,69% da variância total e o componente 2 apresenta o autovalor de 1,49 e variância total de 16,65%.

Tabela 6 – Autovalores e variância dos componentes principais resultantes dos indicadores de interferências amostradas na FURB Mata de Dois Unidos (Em negrito variáveis mais representativas). Fonte: Autor.

Variáveis	Componentes	
	1	2
Resíduos	<b>0.7600</b>	0.0130
Manifestação Religiosa (Man_Rel)	-0.2800	0.1530
Árvore Cortada (Arv_Cor)	0.4203	<b>0.6418</b>
Índice de Fogo (Ind_Fog)	-0.0949	<b>-0.6488</b>
Animais Domésticos (Ani_Dom)	<b>0.6055</b>	-0.1600
Trilhas	<b>0.6291</b>	<b>-0.6751</b>
Clareiras	<b>0.8030</b>	0.2513
Danos nas árvores (Dan_Arv)	0.1753	-0.2972
Distância da Borda (Dist_Bor)	<b>-0.7570</b>	-0.0972
<b>Autovalores</b>	2.8526	1.4987
<b>Variância (%)</b>	31.6954	16.6524

A presença de Clareiras, Resíduos, Trilhas e Ani\_Dom foram as variáveis mais representativas do componente 1, enquanto que, no componente 2, as mais representativas foram Trilhas, Ind\_Fog e Arv\_Cor. A variável Distância da Borda (Dist\_Bor) apresentou uma correlação negativa e significativa no componente 1, quando correlacionada com demais variáveis, sugerindo que as alterações antrópicas se concentram principalmente nos primeiros metros da FURB Mata de Dois Unidos, não alcançando às parcelas do seu interior (Figura 6).

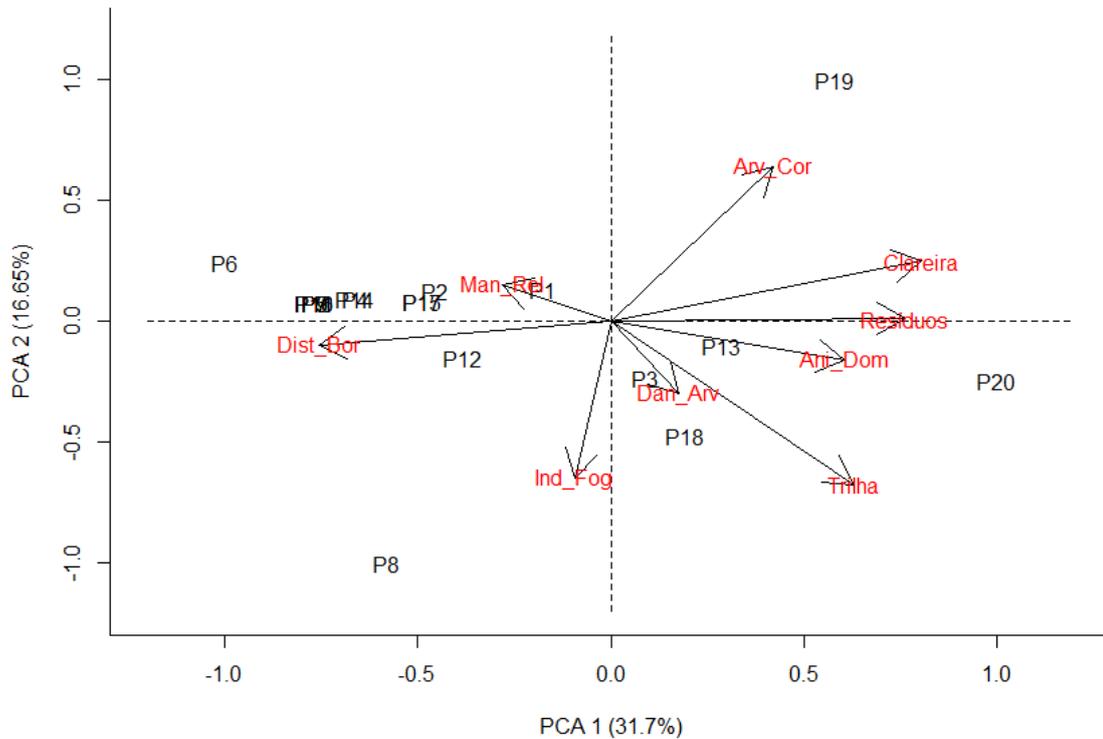


Figura 6- Diagrama de ordenação resultante da análise de componentes principais (ACP) da FURB Mata de Dois Unidos.  
Fonte: Autor.

As variáveis de interferência antrópica mais significativas do ACP 1, das duas FURBs, apresentaram maior relação com interferências indiretas no interior do fragmento (Man\_Rel, Resíduos, Ani\_Dom), enquanto que as variáveis no ACP 2, estão relacionadas diretamente com a redução de vegetação (Arv\_Cor, Ind\_Fog, Clareira, Dan\_Arv e Trilha) e, conseqüente, diminuição dos serviços ambientais prestados por elas, como: sequestro de carbono, remoção de partículas poluentes da atmosfera, regulação climática e controle da erosão (AMARAL; COSTA; MUZZI, 2017; COSTEMALLE; CANDIDO; CARVALHO, 2023).

As árvores cortadas podem originar aberturas no dossel, favorecendo a colonização de espécies que podem ameaçar o processo de regeneração natural. As clareiras, quando são abertas por ações antrópicas, podem facilitar ainda mais a colonização dessas espécies. De acordo com Guerra *et al* (2017), a diversidade de espécies nativas tende a diminuir em direção

às áreas urbanas, contudo, o inverso ocorre com relação as espécies exóticas, que aumentam. Dessa forma, entende-se que as áreas circundadas por forte urbanização tendem a ser facilitadoras de dispersão de espécies exóticas.

Os fragmentos florestais também podem ser comprometidos com a formação de trilhas, principalmente as não planejadas, pois elas podem causar diversos impactos ambientais decorrentes da sua implantação e do seu uso direto, como a perda de vegetação devido à destruição das plantas por choque mecânico e por alteração das características do solo, a exemplo da compactação e a erosão, como também pode causar a modificação do comportamento da fauna (SOUZA e MARTOS, 2008; MELO e AGUIAR, 2017).

Por meio da ordenação das parcelas, por vetores de perturbações antrópicas, observou-se que nos dois eixos da ACP das duas FURB, as variáveis relacionadas à interferência humana apresentam alta correlação entre si e estão correlacionadas negativamente com a variável relacionada com a distância até a borda. Assim, os dois componentes dividiram as parcelas das duas Reservas de Floresta Urbana com base na distância até as áreas mais antropizadas de cada fragmento. Conseqüentemente, um elevado número de parcelas da FURB Mata do Passarinho (P1, P2, P3, P4, P10, P17, P18, P19 e P20) apresentou maior suscetibilidade aos efeitos negativos da influência humana, quando comparadas as parcelas da FURB de Dois Unidos (P3, P13, P18, P19 e P20). Esse conjunto de parcelas, que estão localizadas nas áreas mais próximas as bordas de seus respectivos fragmentos, mostraram-se fortemente destacadas das demais, indicando que, nas áreas mais limítrofes, ocorre uma maior influência das variáveis de perturbações antrópicas.

Além disso, é possível inferir que as diferenças entre as florestas urbanas estudadas ocorrem em virtude, principalmente, do tamanho de sua área de núcleo, que é uma porção interna do fragmento considerada mais protegida, localizada a uma determinada distância das bordas e que permite analisar a fragilidade do remanescente frente a potenciais transformações, pois, quanto maior a área núcleo, mais robusto é o remanescente (ROCHA; BORGES; MOURA, 2016). Portanto, fragmentos com maior área total apresentarão também maior área nuclear, indicando, portanto, maior preservação do interior do fragmento (SILVA *et al.*, 2019), por haver uma menor pressão antrópica nesses locais.

Para fragmentos florestais urbanas pequenas, a exemplo da FURB Mata do Passarinho, a pressão antrópica se torna mais intensa, pois essas áreas são mais afetadas pelo meio urbano, visto que as espécies de flora e fauna, anteriormente adaptadas ao habitat do interior da floresta, passam a ser expostas às pressões antrópicas e aos fatores abióticos da borda, como altos índices de temperatura, luminosidade, vento e baixa umidade (SILVA *et*

*al.*, 2019), já que o tamanho das áreas de borda dos fragmentos possui relação direta com os componentes do entorno (COSTA; GALVÃO; SILVA, 2019). Dessa forma, em termo de biodiversidade, fragmentos florestais pequenos tendem a apresentar uma capacidade limitada de reter espécies, principalmente aquelas que necessitam de florestas maduras e habitats mais específicos, as quais representam grande parte das espécies da floresta Atlântica (TABARELLI *et al.*, 2012).

Isso pode ser observado na FURB Mata de Dois Unidos, onde as parcelas apresentam menor variação entre si, com um padrão de agrupamento relacionado principalmente com a distância até a borda, indicando que no centro da área da FURB ocorre uma maior homogeneidade entre as parcelas, nas quais as variáveis de perturbações estão ausentes ou em menor quantidade. Essa redução das influências do meio urbano na Mata de Dois Unidos pode apontar também para uma possível relação com as atividades desenvolvidas no entorno, visto que a FURB possui um maior policiamento, por abrigar a base da Companhia Independente de Policiamento com Cães (CIPcães) da Polícia Militar, que exerce indiretamente a função de agente fiscalizador.

De acordo com Oliveira Junior (2015b), em seu estudo realizado na FURB Mata do Passarinho, a ausência de vigilâncias internas e externas é o que possibilita o comportamento degradador. Segundo o mesmo autor, em períodos em que ocorria o policiamento na Mata do Passarinho, não havia registros de presenças externas sem autorização, o que impactava positivamente na redução dos detritos despejados nos terrenos da unidade de conservação, fossem eles resíduos domésticos ou derivados de rituais religiosos. Isso evidencia a importância da atuação de agentes fiscalizadores na gestão de unidades de conservação, sendo eles capaz de identificar e respeitar os diferentes atores, fazendo cumprir a função e os objetivos para os quais as UCs foram criadas (JEANNOT; CARVALO; FONTES, 2016).

#### **4 CONCLUSÃO**

A partir deste estudo foi possível constatar que o ambiente urbano é capaz de exercer influências sobre a comunidade arbórea, devido às alterações antrópicas que são causadas no interior dos fragmentos. Seja por meio da abertura de trilhas e clareiras, para despejo de resíduos, ou por meio da presença de animais de pequeno e grande porte que podem alterar as características ambientais dos remanescentes. Em função desses fatores, tem-se uma modificação dos habitats mais próximos a borda dos fragmentos, onde ocorre a diminuição da diversidade de espécies e alteração dos parâmetros florísticos da floresta.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro e também aos Gestores responsáveis pela FURB Mata do Passarinho e a Companhia Independente de Policiamento com Cães (CIPcães) pelo suporte dado na realização da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, U. P.; GONÇALVES, P. H. S.; FERREIRA JÚNIOR, W. S.; CHAVES, L. S.; OLIVEIRA, R. C. S.; SILVA, T. L. L.; SANTOS, G. C.; ARAÚJO, E. L. Humans as niche constructors: Revisiting the concept of chronic anthropogenic disturbances in ecology. **Perspect Ecol Conserv**, v. 16, n. 1, 2017.

ALVEZ, Denise; PRAZERES, Marcelo Antônio M. Práticas religiosas em áreas protegidas: como garantir o respeito e o reconhecimento à diversidade cultural? In: BARROS, José Flávio Pessoa de. **A Floresta: Educação, Cultura e Justiça Ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond, 2013. p. 47-63.

AMARAL, R.; COSTA, S. A. P.; MUZZI, M. R. S. O sequestro de carbono em trechos da floresta urbana de Belo Horizonte: por um sistema de espaços livres mais eficientes no provimento de serviços ecossistêmicos urbanos. **Paisagem e Ambiente**, [S. l.], n. 39, p. 163-179, 2017. DOI: 10.11606/issn.2359-5361.v0i39p163-179. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/109272>. Acesso em: 20 nov. 2022.

ARARIPE., F., A., A., L., CAMACHO., R., G., V., COSTA., D., F., S., SOARES., I., A., BONILLA., O., H., ALOUFA., M., A., I. Pressões e ameaças em Unidades de Conservação federais da Depressão Sertaneja Setentrional, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 05, p. 3279-3293, 2021.

ARNAN, X.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; ANDRADE, J. F.; BARROS, M. F.; CÂMARA, T.; JAMELLI, D.; KNOECHELMANN, C. M.; MENEZES, T. G. C.; MENEZES, A. G. S.; OLIVEIRA, F. M. P.; PAULA, A. S.; PEREIRA, S. C.; RITO, K. F.; SFAIR, J. C.; SIQUEIRA, F. F. S.; SOUZA, D. G.; SPECHT, M. J.; VIEIRA, L. A.; ARCOVERDE, G. B.; ANDERSEN, A. N. A framework for deriving measures of chronic anthropogenic disturbance: Surrogate, direct, single and multi-metric indices in Brazilian Caatinga. **Ecological Indicators**, v. 94, n. 1, p. 274-282, 2018.

AZEVEDO, A. **MultivariateAnalysis: Pacote Para Análise Multivariada**. R package version 0.4.4, <<https://CRAN.R-project.org/package=MultivariateAnalysis>>.2021.

BRUN, F. G. K.; BRUN, E. J.; LONGHI, S. J.; GORENSTEIN, M. R.; MARIA, T. R. B. C.; RÊGO, G. M. S.; HIGA, T. T. Vegetação arbórea em remanescentes florestais urbanos:

Bosque do Lago da Paz, Dois Vizinhos, PR. **Pesq. flor. bras.**, Colombo, v. 37, n. 92, p. 503-512, out./dez. 2017.

BLUMENFELD, E.; C.; SANTOS, R.; F.; 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.

COSTA, A.; GALVÃO, A.; SILVA, L.G. Mata Atlântica brasileira: análise do efeito de borda em fragmentos florestais remanescentes de em hotspot para conservação da biodiversidade. **Geomae**, Campo Mourão, v.10, n.1, p.112-123, 2019.

COSTA, L. A floresta sagrada da tijuca – estudo de caso de conflito envolvendo uso público religioso de parque nacional como contribuição para a educação ambiental crítica em unidades de conservação. **V EPEA - Encontro Pesquisa em Educação Ambiental**, São Carlos, 2009.

COSTEMALLE, V. B.; CANDIDO, H. M. N.; CARVALHO, F. A. An estimation of ecosystem services provided by urban and peri-urban forests: a case study in Juiz de Fora, Brazil. **Ciência Rural**, v.53, n.4, 2023.

CUNHA, J. A. S.; FONSÊCA, N. C.; CUNHA, J. S. A.; RODRIGUES, L. S.; GUSMÃO, R. A. F.; LINS-E-SILVA, A. C. B. Selective logging in a chronosequence of Atlantic Forest: drivers and impacts on biodiversity and ecosystem services, **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 19, n. 3, p. 286-292, 2021,

CPRH - Agência Estadual de Meio Ambiente. **Reserva de Floresta Urbana – FURB**. 2022. Disponível em: <http://www2.cprh.pe.gov.br/fauna-e-flora/unidades-de-conservacao/uso-sustentavel/reserva-de-floresta-urbana-furb/>. Acesso em: 09 nov. 2022.

FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; LIBANO, A. M.; VENTUROLI, F.; PEREIRA, B. A. S. Análise Multivariada em Estudos de Vegetação. **Comunicações técnicas florestais**. v.9, n.1. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia florestal. Brasília, 2007.

FERREIRA FILHO, J. M.; CARVALHO, R. G.; CAMACHO, R.G.V. Impactos ambientais em unidades de conservação urbanas: o caso da Área de Relevante Interesse Ecológico da Ilha da Coroa em Mossoró no Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.10, n.01, p. 304-316, 2017.

GALARÇA, S. P.; LIMA, C. S. M.; SILVEIRA, G.; RUFATO, A. R. Correlação de pearson e análise de trilha identificando variáveis para caracterizar porta-enxerto de *Pyrus communis* L. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 860-869, jul./ago., 2010.

GUARIGUATA, M. R.; GARCÍA-FERNÁNDEZ, C.; SHEIL, D.; NASI, R.; HERRERO-JÁUREGUI, C.; CRONKLETON, P.; INGRAM, V. Compatibility of timber and non-timber forest product management in natural tropical forests: Perspectives, challenges, and opportunities. **Forest Ecology and Management**. v. 259, n. 3, p. 237–245, jan., 2010.

GUERRA, T. N. F.; ARAÚJO, E.L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; FERRAZ, E. M. N. Urban or rural areas: which types of surrounding land use induce stronger edge effects on the functional traits of tropical forests plants? **Appl Veg Sci**, v. 20, n. 4, p. 538-548, 2017.

HARPER, K. A.; MACDONALD, S. E.; BURTON, P. J.; CHEN, J.; BROSOFSKE, K. D.; SAUNDERS, S. C.; EUSKIRCHEN, E. S.; ROBERTS, D.; JAITEH, M. S.; ESSEEN, P. Edge Influence on Forest Structure and Composition in Fragmented Landscapes. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 768–782, 2005.

HONGYU, K., SANDANIELO, V. L. M., JUNIOR, G. J. O. Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. **E&S -Engineering and Science**, v. 5, n. 1, 2016.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. rev. ampl. Brasília: Editora IBGE, 2012. 271 p.

JEANNOT, K. K.; CARVALHO, V. C.; FONTES, M. A. L. Efetividade de 2016; Gestão do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais. **Floresta e Ambiente**. v. 23, n. 1, p. 11-20, 2016.

JOST, Lou. Entropy and diversity. **Oikos**, v. 113, n. 2, p. 363-375, 2006.

JUSTO, F. M.; HOFMANN, G. S.; ALMERÃO, M. P. Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação na região sul do Brasil. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 13, n. 3, p. 57-76, 2019.

MELO, S. M. C.; AGUIAR, E. P. S. Trilhas das Cachoeiras de Taquaruçu – TO: mapeamento e caracterização. **Caderno Virtual de Turismo**. Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 96-112, dez. 2017.

MOREL, J. D.; PEREIRA, J. A. A.; SANTOS, R. M.; AGUIAR-CAMPOS, N.; MACHADO, E. L. M. Functional characterisation of an anthropised Atlantic Forest fragmente. **Journal of Tropical Forest Science**. v. 30, n. 4, p. 537–545, 2018.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Tree**, v. 10, n. 2, fev. 1995.

OLIVEIRA JÚNIOR, E. C. Desafios na gestão de florestas urbanas: comportamentos de degradação na reserva Mata do Passarinho (Olinda - PE). **Ciência e Natura**, v. 37, n. 3, p. 514-524, set, 2015a.

OLIVEIRA, L. S. C.; MARANGON, L. C.; FELICIANO, A. L. P.; LIMA, A. S.; CARDOSO, M. S. O.; SANTOS, W. B. Efeito de borda em remanescentes de floresta atlântica na bacia do rio Tapacurá, Pernambuco. **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 2, p. 169-174, June 2015.

OLIVEIRA, P. C. **Degradação ambiental em fragmento de Mata Atlântica: floresta urbana Mata do Janga em Paulista/PE**. 2015. 87 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Recife, 2015.

PASCHOAL, E. M.; VIEIR, A. D.; OTONI, T. J. O.; GRIPP, A. M.; FREIRE, J. P.; ALVES, P. L.; GONZAGA, A. P. D.; MACHADO, E. L. M. Diferentes Distúrbios Antrópicos na Paisagem podem influenciar Padrões Florísticos e Estruturais da Mata Atlântica? **Revista Brasileira de Geografia Física** v.014, n.04, p. 2265-2285, 2021.

PERNAMBUCO. Lei Estadual 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.** Recife: DOE 09/06/ de junho de 2009.

PERNAMBUCO. **Plano de Manejo da Reserva de Floresta Urbana – FURB Mata de Passarinho.** Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade, Agência Estadual de Meio Ambiente. Recife, 2013.

PESSOA, J. F. S.; FONSECA, C. R.; SANTANA, L. D.; PIFANO, D. S.; CARVALHO, F. A. A comunidade arbórea do remanescente florestal urbano do Parque Natural Municipal da Lajinha (Juiz de Fora, MG, Brasil). **Ciência Florestal**, v. 32, n. 3, p. 1125–1148, 2022.

PONTES, J. A. L.; MELLO, F. A. P. Uso público em unidades de conservação de proteção integral: considerações sobre impactos na biodiversidade. **Revista Eletrônica Uso Público em Unidades de Conservação**, Niterói/RJ, v 1, n. 3, 2013.

R Core Team (2022). **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. 2022.

RAMOS, D. M. S. **O papel do cão doméstico sobre a comunidade de mamíferos terrestres em unidades de conservação do Nordeste Brasileiro.** 2022. 60 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-graduação em Biologia Animal, Recife, 2022.

ROCHA, N. A.; BORGES, J. L. C.; MOURA, A. C. M. Conflitos das dinâmicas de transformação urbana e ambiental à luz da ecologia da paisagem. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 7, n. 1, p. 23-34, mar. 2016.

SANTANA, L. D.; FONSECA, C. R.; CARVALHO, F. A. Aspectos ecológicos das espécies regenerantes de uma floresta urbana com 150 anos de sucessão florestal: o risco das espécies exóticas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 1-13, jan./mar., 2019. DOI: 10.5902/1980509830870.

SANTOS, F. C. **Perturbações antrópicas na Mata Atlântica periurbana: efeitos no ecossistema e na assembleia de plantas.** 2018. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Recife, BR-PE, 2016.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5. ed., Brasília, DF: Embrapa, 2018. SILVA, A. L.; LONGO, R. M.; BRESSANE, A.; CARVALHO,

- M. F. H. Classificação de fragmentos florestais urbanos com base em métricas da paisagem. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 1254-1269, jul./set. 2019.
- SILVA, J. L. S., CRUZ-NETO, O., RITO, K. F., ARNAN, X., LEAL, I. R., PERES, C. A., TABARELLI, M., LOPES, A. V. Divergent responses of plant reproductive strategies to chronic anthropogenic disturbance and aridity in the Caatinga dry forest. **Science Of The Total Environment**, v. 704, 2020.
- SILVA, S. P.; FERREIRA, E. J. L.; SANTOS, L. R. Fitossociologia e diversidade em fragmentos florestais com diferentes históricos de intervenção na Amazônia Ocidental. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 233-251, jan./mar. 2021.
- SINGH, S.P. Chronic disturbance, a principal cause of environmental degradation in developing countries. **Environ. Conserv.** V. p. 24, 1–2, 1998.
- SOUZA, P. C.; MARTOS, H. L. Estudo do uso público e análise ambiental das trilhas em uma unidade de conservação de uso sustentável: floresta nacional de Ipanema, Iperó – SP. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.1, p.91-100, 2008
- TABARELLI, M.; AGUIAR, A. V.; RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P. A conversão da floresta atlântica em paisagens antrópicas: lições para a conservação da diversidade biológica das florestas tropicais. **Interciencia**, v. 37, n. 2, feb., p. 88-92, 2012.
- XIE, H.; HE, Y.; ZHANG, N.; LU, L. Spatiotemporal changes and fragmentation of forest land in Jiangxi Province, China. **Journal of Forest Economics**. v. 29, n. 1, p 4-13, 2017.

## CAPÍTULO II

### ESTRUTURA DA ASSEMBLEIA ARBÓREA DE UMA RESERVA DE FLORESTA URBANA AO LONGO DO GRADIENTE AMBIENTAL BORDA-INTERIOR

LIMA, RICARDO CORDEIRO DE. **ESTRUTURA DA ASSEMBLEIA ARBÓREA DE UMA FLORESTA URBANA AO LONGO DO GRADIENTE AMBIENTAL BORDA-INTERIOR**. 2023. Orientador: Everaldo Marques De Lima Neto. Coorientador: Emanuel Araújo Silva.

## RESUMO

A interação entre o ambiente antrópico e a vegetação pode impactar a comunidade florestal de diversas formas, resultando em diferenças na riqueza e estrutura das espécies florestais. Nesse cenário, tem-se como consequência o comprometimento dos sistemas ecológicos entre as áreas mais limítrofes e as áreas do interior do fragmento das regiões urbanas. Desse modo, esta pesquisa teve como objetivo caracterizar a composição e estrutura de um remanescente florestal urbano, ao longo de um gradiente ambiental estabelecido em três ambientes. O estudo foi realizado na Unidade de Conservação Mata do Passarinho em Olinda-PE, na qual foram implantadas 15 parcelas de 10 m x 25 m distribuídas ao longo de três ambientes, criando assim um gradiente no sentido borda-interior do fragmento, sendo: A1 – ambiente de borda; A2 - ambiente de transição entre A1 e A3; A3 - ambiente de interior. Foram amostrados todos os indivíduos com circunferência a altura do peito  $\geq 15$  cm. A estrutura do componente arbóreo foi analisada por meio dos parâmetros fitossociológicos: Densidade, Frequência e Dominância, em seus valores absolutos e relativos, sendo também obtida a diversidade de Shannon e de Simpson e a equabilidade de Pielou. Em seguida foi realizada a classificação sucessional e síndrome de dispersão das espécies. Foram catalogadas 41 espécies e 32 gêneros, pertencentes a 25 famílias botânicas, contabilizando o total de 365 indivíduos, dos quais 73 ocorreram no ambiente 1, 140 no ambiente 2 e 152 no ambiente 3. A análise dos grupos ecológicos apontou uma predominância de grupos sucessionais iniciais, na qual ocorre a dominância das espécies pioneiras e secundárias iniciais ao longo de todo o gradiente dos ambientes estabelecidos, apesar de não ocorrer influência do ambiente ao longo desse gradiente. Esse resultado pode estar relacionado com os efeitos negativos provenientes da retirada de madeira, ocorridos em períodos anteriores à criação da unidade de conservação estudada, tendo hoje como consequência a predominância de espécies de grupos ecológicos iniciais ao longo de todos os ambientes. Em relação à síndrome de dispersão, a zoocoria predomina, seguida por autocoria e anemocoria. Nesse sentido, observou-se que o ambiente afeta a síndrome de dispersão dos indivíduos ao longo desse mesmo gradiente, sendo observado uma maior atividade dos diferentes tipos de dispersão nos ambientes mais afastados da borda do fragmento. Quanto ao índice de diversidade de Shannon modificado ( $e^H$ ) e de Equabilidade de Pielou ( $J'$ ), os valores entre o Ambiente 1 ( $e^H=17$  e  $J'=0,90$ ), Ambiente 2 ( $e^H=12$  e  $J'=0,82$ ) e Ambiente 3 ( $e^H=16$  e  $J'=0,82$ ) apresentaram variações ao longo do gradiente borda-interior. Portanto, houve variação na composição florística e estrutural entre os ambientes de borda e de interior no fragmento de floresta urbana, indicando a necessidade de conservação dos fragmentos florestais urbanos e da mitigação das pressões antrópicas que correm no entorno dos remanescentes florestais urbanos.

**Palavras-chave:** Ecologia Urbana; Grupos ecológicos; Síndrome de dispersão; Diversidade.

LIMA, RICARDO CORDEIRO DE. **STRUCTURE OF THE TREE ASSEMBLY OF AN URBAN FOREST RESERVE ALONG THE INNER-EDGE ENVIRONMENTAL GRADIENT**. 2023. Advisor: Everaldo Marques De Lima Neto. Co-advisor: Emanuel Araújo Silva.

### ABSTRACT

The interaction between the anthropic environment and vegetation can impact the forest community in different ways, resulting in differences in the richness and structure of forest species. In this scenario, the consequence is the compromise of ecological systems between the most bordering areas and the interior areas of the fragment of urban regions. Thus, this research aimed to characterize the composition and structure of an urban forest remnant, along an environmental gradient established in three environments. The study was carried out at the Mata do Passarinho Conservation Unit in Olinda-PE, in which 15 plots of 10 m x 25 m were implanted, distributed over three environments, thus creating a gradient towards the edge-interior of the fragment, as follows: A1 – edge environment; A2 - transition environment between A1 and A3; A3 - indoor environment. All individuals with circumference at chest height  $\geq 15$  cm were sampled. The structure of the tree component was analyzed using the phytosociological parameters: Density, Frequency and Dominance, in their absolute and relative values, also obtaining Shannon and Simpson diversity and Pielou evenness. Then, the successional classification and dispersal syndrome of the species were performed. 41 species and 32 genera belonging to 25 botanical families were catalogued, accounting for a total of 365 individuals, of which 73 occurred in environment 1, 140 in environment 2 and 152 in environment 3. The analysis of ecological groups indicated a predominance of successional groups initials, in which the dominance of pioneer and secondary initial species occurs along the entire gradient of established environments, although there is no influence of the environment along this gradient. This result may be related to the negative effects arising from the removal of wood, which occurred in periods prior to the creation of the studied conservation unit, having today as a consequence the predominance of species from initial ecological groups throughout all environments. Regarding the dispersion syndrome, zoochory predominates, followed by autochory and anemochory. In this sense, it was observed that the environment affects the dispersion syndrome of individuals along this same gradient, with greater activity of different types of dispersion being observed in environments further away from the edge of the fragment. As for the modified Shannon diversity index ( $e^H$ ) and Pielou evenness index ( $J'$ ), the values between Environment 1 ( $e^H=17$  and  $J'=0.90$ ), Environment 2 ( $e^H=12$  and  $J'=0.82$ ) and Environment 3 ( $e^H=16$  and  $J'=0.82$ ) showed variations along the edge-interior gradient. Therefore, there was variation in the floristic and structural composition between the edge and interior environments in the urban forest fragment, indicating the need for conservation of urban forest fragments and the mitigation of anthropic pressures that run around urban forest remnants.

**Keywords:** Urban Ecology; Ecological groups; Dispersion syndrome; Diversity.

## 1 INTRODUÇÃO

Devido ao crescimento desordenado e ao uso e ocupação irregular do solo, as paisagens urbanas estão sofrendo cada vez mais as consequências do aumento da pressão sobre os recursos naturais (GRISE *et al.*, 2016). Com a rápida expansão humana a estrutura dos sistemas ecológicos nas regiões urbanas é afetada por influência antrópica, causando impactos que incluem a diminuição da qualidade do ar e da água, alteração dos padrões microclimáticos e principalmente a destruição de habitats existentes nas florestas urbanas (BERLAND; MANSON, 2013). Esse aumento da urbanização, no entorno dos remanescentes florestais, induz efeitos de borda mais intensos do ponto de vista funcional, propiciando a seleção de espécies que produzem dispersão abiótica dos diásporos, sementes menores, com altura máxima mais curta e mais tolerante à luz (GUERRA *et al.*, 2017).

Desse modo, a interação entre o ambiente antrópico com a vegetação pode impactar a comunidade florestal, causando diferenças na riqueza e estrutura das espécies localizadas entre as áreas mais limítrofes e as áreas do interior do fragmento (OLIVEIRA *et al.*, 2015). Como consequência desse efeito de borda, o padrão de distribuição e a dinâmica de interação das espécies próximas à borda do fragmento podem ser afetados (MURCIA, 1995), pois as perturbações que atingem a borda da floresta afetam com maior intensidade seus primeiros 30 metros, sendo esses ambientes os que mais sofrem os impactos (RIGUEIRA *et al.*, 2012) do meio urbano, ao apresentar uma redução de biodiversidade em função das alterações físicas, químicas e biológicas que a área passa a sofrer (ROCHA *et al.*, 2020).

Os efeitos diretos relacionados com a formação de bordas incluem: perturbação física da vegetação e do solo, mudanças abióticas do gradiente ambiental em atributos como luz, vento e umidade, e maior acesso para organismos e materiais como pólen e sementes (HARPER *et al.*, 2005). Sendo criada uma variação ambiental entre a borda e o interior do fragmento, devido as diferentes tolerâncias fisiológicas das espécies. Nessas áreas limítrofes também se observa uma maior mortalidade de árvores em relação ao interior. Assim, várias décadas após a sua formação, a estrutura da floresta próxima à borda permanece alterada (MURCIA, 1995).

Como consequências desse processo de descaracterização, do qual a Mata Atlântica está submetida, atualmente é possível encontrar remanescentes urbanos que, mesmo após 150 anos de regeneração, ainda apresentam dificuldades para se recuperar (SANTANA; FONSECA; CARVALHO, 2019). No contexto urbano esses fragmentos florestais são um componente essencial do planejamento das cidades, devido aos serviços ambientes e sociais

que oferecem, como melhoria estética e climática, gerando oportunidades recreativas, proteção ambiental e conservação da biodiversidade, ao mesmo tempo em que atendem às necessidades sociais e psicológicas da população (IGNATIEVA; GLENN; TEWART, 2011).

Desse modo, considerando a importância das florestas que se encontram no contexto urbano, esta pesquisa teve como objetivo caracterizar a composição e estrutura de um remanescente florestal, ao longo de um gradiente borda-interior, no qual buscou-se responder as seguintes perguntas: A estrutura florestal arbórea circundada pela paisagem urbana varia entre borda e interior? Se sim, quais espécies caracterizam cada ambiente?

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em uma Unidade de Conservação (UC), denominada Reserva de Floresta Urbana (FURB) Mata do Passarinho em Olinda, no Estado de Pernambuco ( $07^{\circ}59'29.69''S$  e  $34^{\circ}54'21.43''O$ ) (Figura 1). O município possui uma área territorial de 41,3 km<sup>2</sup> e apresenta uma população estimada em 393.734 pessoas (IBGE, 2021). Está inserida na bacia do Rio Beberibe, com clima tropical quente e úmido, típico do litoral, e com temperaturas médias anuais variando entre 25°C (mínimas) e 30°C (máximas) (LINS, 2021).

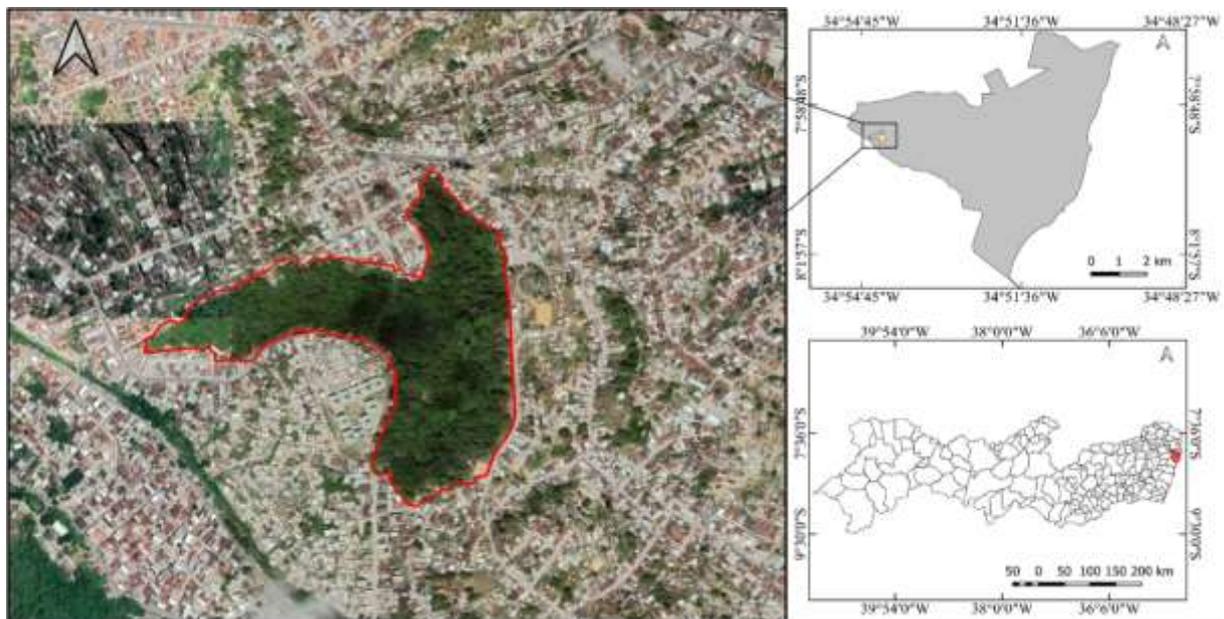


Figura 1 - Localização da área de estudo da FURB Mata do Passarinho, Olinda-PE. Fonte: autor.

As Reservas de Floresta Urbana de Pernambuco, localizadas na Região Metropolitana de Recife, foram inicialmente categorizadas como Reservas Ecológicas, até que passaram por alterações e foram recategorizadas com a Lei Estadual nº 14.324/2011, para serem compatibilizadas nas categorias criadas pelo Sistema Estadual de Unidades de Conservação (PERNAMBUCO, 2009). A FURB é uma área remanescente de ecossistemas com predominância de espécies nativas, localizada no perímetro urbano, constituída por áreas de domínio público ou privado que, apesar das pressões existentes em seu entorno, ainda detêm atributos ambientais significativos. As FURB fazem parte do grupo de Uso Sustentável, portanto, possui como objetivo básico compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de uma parcela de seus recursos naturais.

A FURB Mata do Passarinho possui uma área de 13,36 hectares e apresenta uma altitude variando entre 0 m e 50 m, sendo este o maior fragmento florestal do município de Olinda, abrangendo um percentual de 0,31% da sua área total. Desta área, 11,60 hectares foram adquiridos pela Prefeitura de Olinda, restando 1,76 hectares em área privada. Apesar ser transformada em Unidade de Conservação em 1987, esse remanescente florestal passou por um vasto processo de desmatamento que teve início nos anos de 1980 e perdurou até 1997, tendo como finalidade a construção de moradias e extração de recursos naturais (PERNAMBUCO, 2013).

O fragmento apresenta uma formação florestal com vegetação remanescente do Domínio Mata Atlântica, do tipo Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, caracterizada pela presença de espécies fanerófitas, lianas e epífitas (IBGE, 2012). Essa tipologia florestal, em geral, ocupa planícies costeiras, ocorrendo desde a Amazônia e estendendo-se por toda a região Nordeste até o estado do Rio de Janeiro.

## 2.2 COLETA DE DADOS

Para realização de comparações entre os ambientes, foram implantadas 15 parcelas retangulares de 10 m x 25 m (250 m<sup>2</sup>) distribuídas ao longo de um gradiente ambiental no sentido borda-interior do fragmento. Foram utilizadas as metodologias adaptadas de Oliveira *et al.* (2015) e Lima *et al.* (2020), sendo: A1 - ambiente de borda (0 – 25 m); A2 - ambiente de transição entre A1 e A3 (>25m – 50 m); A3 - ambiente de interior (>50 m), como mostra a Figura 2.

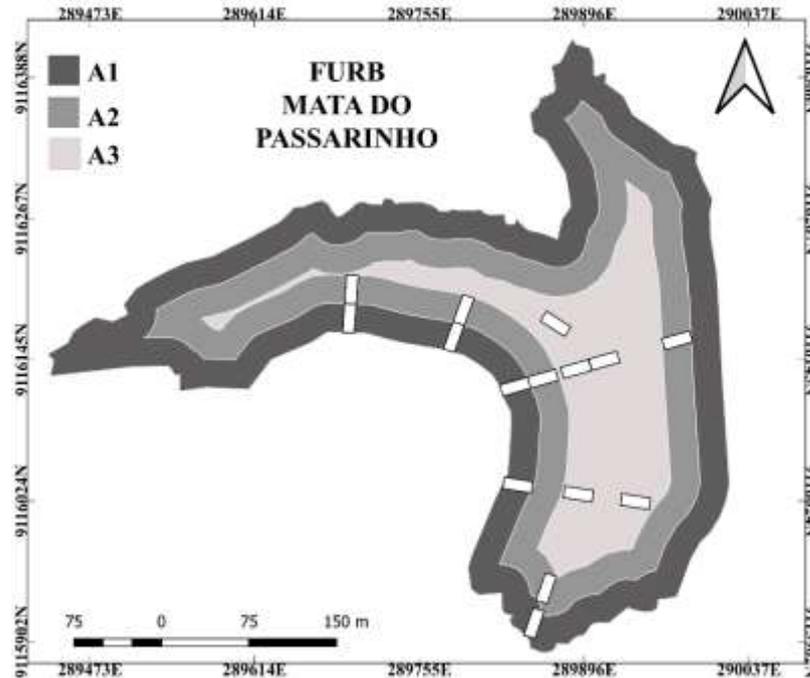


Figura 2 – Diferentes ambientes e parcelas demarcadas em branco para estudo do efeito de borda na Mata do Passarinho, Olinda, PE. Fonte: autor.

As parcelas foram montadas e devidamente georreferenciadas com auxílio de GPS (Global Position System) Garmin, modelo 76map CSx. Para inclusão dos indivíduos arbóreos, foi adotada como critério a circunferência à altura do peito (CAP) maior ou igual a 15 cm, mensuradas com fita métrica. Todos os indivíduos amostrados foram identificados e registrados em caderneta de campo, na qual foram coletados o nome científico ou popular/vernacular e altura, sendo obtida por meio de estimativa visual, com balizamento de 3 metros.

Além disso, foram registradas outras informações dendrológicas necessárias para identificação das espécies, como: presença de exsudados, cor das folhas e flores e pilosidade. Também foram coletadas amostras botânicas de todas as espécies para confecção de exsicatas, posteriormente analisadas e depositadas no Herbário Sérgio Tavares (HST). A nomenclatura utilizada seguiu a classificação proposta em APG IV.

### 2.3 ANÁLISE DE DADOS

As análises dos dados foram processadas com o auxílio do software RStudio (2022) e o pacote Office Excel 2016, da Microsoft. Para verificação da suficiência amostral, da área de estudo, foi elaborada uma curva de acumulação de espécies por área amostral. Devido à natureza arbitrária da ordem de entrada das parcelas, uma vez que cada arranjo possível pode

gerar uma curva diferente, utilizou-se uma curva de rarefação obtida a partir de um número de curvas geradas por procedimentos de randomização das áreas amostrais com o uso da biblioteca *vegan*, do software RStudio (2022).

Para caracterizar a estrutura da comunidade vegetal foram calculados os parâmetros de densidade, frequência, dominância, nos seus valores absolutos e relativos, como também o valor de importância. Esses parâmetros vêm sendo aplicados em estudos recentes envolvendo remanescentes florestais da Mata Atlântica em contexto de áreas urbanas (BRUN *et al.* 2017; SILVA *et al.* 2017; GUILHERME *et al.*, 2021). A classificação sucessional das espécies foi realizada de acordo com o trabalho de Lima *et al.* (2020), abrangendo os seguintes grupos ecológicos: pioneiras (PI), secundárias iniciais (SI) e secundárias tardias (ST). A classificação da síndrome de dispersão foi realizada segundo a proposta adaptada de Van der Pijl (1982), sendo empregadas as categorias: autocoria (Aut), anemocoria (Ane) e zoocoria (Zoo), que foram definidas para cada espécie por meio de pesquisa bibliográfica e observações de campo.

Cada ambiente foi avaliado considerando o gradiente ambiental estabelecido (A1, A2, A3). Para comparar os dados florísticos, entre as três áreas, foram empregados os índices de diversidade de Shannon modificado ( $e^H$ ) e a equabilidade de Pielou ( $j'$ ), em cada uma delas (SHANNON; WEAVER, 1949; PIELOU, 1975; JOST, 2006). A partir dos índices utilizados foi realizada a avaliação da riqueza de espécies em comum entre os ambientes, por meio do diagrama de Venn (ZAR, 1999). A comparação entre os três ambientes do levantamento fitossociológico também foi realizada por meio do índice de Similaridade de Jaccard, que expressa a semelhança entre ambientes, baseando-se no número de espécies comuns (MAGURRAN, 2004).

Foi realizada análise de variância (ANOVA), através do teste F entre os três ambientes, para verificar a ocorrência de diferenças entre eles. Para tanto, foram avaliados o número de indivíduos das espécies que compuseram cada grupo ecológico e síndrome de dispersão, além da Densidade absoluta, Dominância Absoluta, diâmetro médio e altura média dos indivíduos presentes em A1, A2 e A3, em seguida foi realizado o teste de Tukey ( $\alpha = 5\%$ ).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Ao longo das 15 unidades amostrais foram catalogadas 41 espécies e 32 gêneros, pertencentes a 25 famílias botânicas, contabilizando o total de 365 indivíduos, dos quais 73

ocorreram no ambiente 1, 140 no ambiente 2 e 152 no ambiente 3. As curvas de acumulação apresentaram diferenças principalmente entre o ambiente de borda (Figura 3A) e o ambiente de interior (Figura 3C), na qual se percebe uma maior inclinação da curva localizada na borda do fragmento. De modo geral, o esforço amostral pode ser considerado satisfatório, pois não se atinge assíntota em rarefação, visto que a completa aleatoriedade na ocorrência das espécies é algo incomum de ser observado nas formações florestais dos trópicos, onde as espécies geralmente ocorrem agrupadas (SCHILLING; BATISTA; COUTO, 2008).

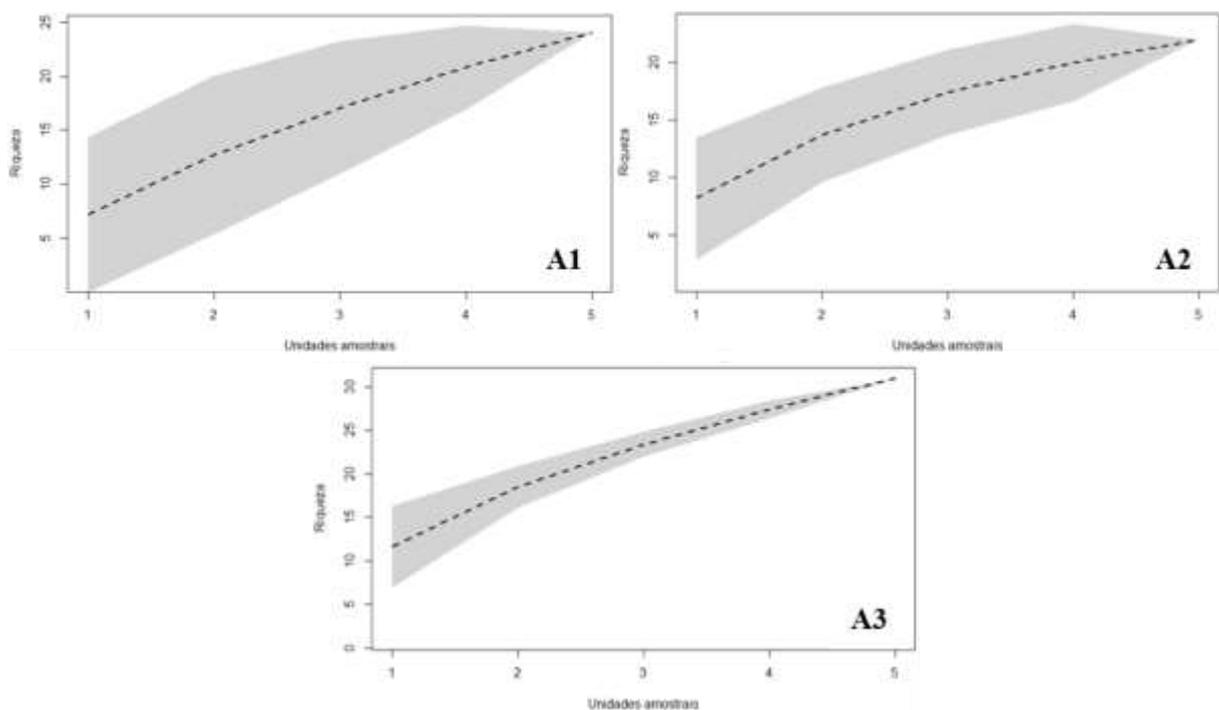


Figura 3 – Curva de rarefação de espécies nos ambientes A1, A2 e A3 da FURB Mata do Passarinho. Fonte: autor.

Do total de espécies amostradas, 24 ocorreram na borda, sendo 21 identificados em nível de espécie, duas a nível de gênero e uma não identificada. As famílias botânicas com maior riqueza específica foram Fabaceae com 4 espécies, seguida de Anacardiaceae (3) e Melastomataceae (2), correspondendo a 37,5% do total de espécies. As demais famílias amostradas estão representadas por apenas uma espécie (15 famílias – 65,5% das espécies). Quando considerado o número de indivíduos, *Tapirira guianensis* Aubl. (10), *Muntingia calabura* L. (8), *Miconia minutiflora* (Bonpl.) DC. (7), *Cecropia* sp. (6), *Ocotea glomerata* (Nees) Mez (6), foram as espécies que mais se destacaram, contabilizando juntas 50,7% do número total de indivíduos.

Em relação à estrutura fitossociológica, o índice de Valor de Importância (IVI) ficou concentrado nas oito primeiras espécies, sendo elas: *Tapirira guianensis* Aubl., *Cecropia* sp., *Artocarpus heterophyllus* Lam., *Inga edulis* Mart., *Ocotea glomerata* (Nees) Mez, *Muntingia calabura* L., *Protium* sp. e *Miconia minutiflora* (Bonpl.) DC., as quais compuseram 69,1 % do IVI total, revelando que a comunidade arbórea estudada possui uma forte dominância de algumas poucas espécies. Percebe-se na Tabela 1 que os valores mais elevados dos três parâmetros fitossociológicos (densidade, frequência e dominância) foram os que determinaram as posições das cinco primeiras espécies. Contudo, a aparição de um único indivíduo da espécie *A. heterophyllus*, se destaca devido a sua reduzida densidade e baixa frequência, apresentando o terceiro maior VI em função do seu alto valor de dominância.

Tabela 1 – Classificação da estrutura fitossociológica das espécies arbóreas por índice de valor de importância (IVI) no Ambiente A1 da FURB Mata do Passarinho, no município de Olinda – PE. Fonte: autor.

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	10	80	13,7	60	8,3	16,4	43,5	21,83
<i>Cecropia</i> sp.	6	48	8,2	80	11,1	5,2	13,9	11,07
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	1	8	1,4	20	2,8	9,2	24,3	9,50
<i>Inga edulis</i> Mart.	4	32	5,5	60	8,3	1,3	3,5	5,77
<i>Ocotea glomerata</i> (Nees) Mez	6	48	8,2	40	5,6	0,4	1,1	4,93
<i>Muntingia calabura</i> L.	8	64	11	20	2,8	0,4	1	4,90
<i>Protium</i> sp.	5	40	6,8	40	5,6	0,3	0,9	4,43
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	7	56	9,6	20	2,8	0,3	0,9	4,40
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	3	24	4,1	40	5,6	0,2	0,6	3,43
<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	2	16	2,7	20	2,8	1,7	4,5	3,33
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	4	32	5,5	20	2,8	0,3	0,8	3,00
<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	2	16	2,7	40	5,6	0,2	0,5	2,90
<i>Miconia affinis</i> DC.	2	16	2,7	40	5,6	0,1	0,1	2,80
<i>Spondias mombin</i> L.	2	16	2,7	20	2,8	0,7	1,8	2,43
<i>Averrhoa carambola</i> L.	2	16	2,7	20	2,8	0	0,1	1,87
<i>Genipa americana</i> L.	1	8	1,4	20	2,8	0,4	0,9	1,70
<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	1	8	1,4	20	2,8	0,3	0,7	1,63
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	1	8	1,4	20	2,8	0,1	0,3	1,47
Indeterminada 5	1	8	1,4	20	2,8	0	0,1	1,43
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	1	8	1,4	20	2,8	0,1	0,2	1,43
<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	1	8	1,4	20	2,8	0,1	0,2	1,43
<i>Carica papaya</i> L.	1	8	1,4	20	2,8	0	0,1	1,40
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	1	8	1,4	20	2,8	0	0,1	1,40
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	1	8	1,4	20	2,8	0	0,1	1,40
TOTAL	73	584	100	720	100	38	100	100

Onde: N = número de indivíduos, DA = densidade absoluta, DR = densidade relativa (%), FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa (%), DoA = dominância absoluta, DoR = dominância relativa (%), VI = valor de importância.

A presença de espécies como *Artocarpus heterophyllus*, *Averrhoa carambola* e *Artocarpus altilis* merece destaque por serem exóticas e estarem inseridas em um remanescente de floresta natural fragilizado, devido ao seu histórico de invasões. Apesar da

baixa densidade e mesmo não apresentando sinais de que venham a se tornar invasoras dominantes na comunidade, a aparição de espécies exóticas, em especial *A. heterophyllus*, é digna de atenção em virtude do seu potencial invasor, que pode gerar riscos futuros para a FURB Mata do Passarinho. De acordo com Fabricante *et al.* (2012) e Santana; Fonseca; Carvalho (2019), um aumento na sua densidade populacional, associada com a sua agressividade de invasão, pode comprometer diversos atributos do ambiente, como a fertilidade do solo e a diversidade e riqueza de espécies nativas. Portanto, é necessário que sejam estabelecidas ações de manejo que visem o controle das espécies exóticas, como forma de evitar futuras modificações na biota local, com prejuízos para espécies nativas mais sensíveis à competição (CRUZ; SILVA-GONÇALVES; NUNES-FREITAS, 2013; MIYAMURA *et al.*, 2019).

Das espécies amostradas no ambiente de transição, 17 delas foram identificados em nível de espécie, três à nível de gênero e 2 compuseram as espécies não identificados. As famílias botânicas Fabaceae, Anacardiaceae, e Melastomataceae foram as que apresentaram maior riqueza, com 4, 3 e 2 espécies respectivamente. Juntas, elas correspondem a 40,9 % do total de espécies. As demais famílias apresentaram apenas uma espécie (13 famílias – 59,1% das espécies). As espécies mais abundantes no ambiente 2 foram: *Cecropia* sp. (30), *Muntingia calabura* L. (22), *Protium* sp. (19), *Tapirira guianensis* Aubl. (11), *Miconia affinis* DC. (9), *Miconia minutiflora* (Bonpl.) DC. (9), *Ocotea glomerata* (Nees) Mez (8), juntas, representam 77,1% do número total de indivíduos. O índice de Valor de Importância (IVI) de A2 ficou concentrado nas espécies: *Tapirira guianensis* Aubl., *Cecropia* sp., *Protium* sp., Indeterminada 2, *Muntingia calabura* L. e *Simarouba amara* Aubl. Essas seis espécies compuseram 59,3% do IVI total (Tabela 2).

Tabela 2 – Classificação da estrutura fitossociológica das espécies arbóreas por índice de valor de importância (IVI) no Ambiente A2 da FURB Mata do Passarinho, no município de Olinda – PE. Fonte: autor.

Espécie	N	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVI
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	11	88	7,9	60	7,3	9,7	31,8	15,63
<i>Cecropia</i> sp.	30	240	21,4	60	7,3	1,8	5,8	11,53
<i>Protium</i> sp.	19	152	13,6	80	9,8	2	6,4	9,93
Indeterminada 2	1	8	0,7	20	2,4	7,1	23,2	8,80
<i>Muntingia calabura</i> L.	22	176	15,7	20	2,4	0,9	3	7,03
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	4	32	2,9	60	7,3	2,8	9,2	6,43
<i>Miconia affinis</i> DC.	9	72	6,4	60	7,3	0,3	1	4,90
<i>Ocotea glomerata</i> (Nees) Mez	8	64	5,7	60	7,3	0,5	1,6	4,87
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	9	72	6,4	40	4,9	0,4	1,2	4,20
<i>Spondias mombin</i> L.	2	16	1,4	40	4,9	1,2	4	3,43
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	1	8	0,7	20	2,4	2,1	6,7	3,30
<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	4	32	2,9	40	4,9	0,2	0,8	2,83
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	4	32	2,9	40	4,9	0,1	0,4	2,70

<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	3	24	2,1	40	4,9	0,3	1	2,67
<i>Inga edulis</i> Mart.	2	16	1,4	40	4,9	0,1	0,2	2,17
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	2	16	1,4	20	2,4	0,6	2	1,93
<i>Pouteria</i> sp.	2	16	1,4	20	2,4	0,2	0,8	1,57
<i>Cupania bracteosa</i> Radlk.	2	16	1,4	20	2,4	0,1	0,3	1,40
<i>Sorocea hilarii</i> Gaudich.	2	16	1,4	20	2,4	0,1	0,3	1,37
<i>Carica papaya</i> L.	1	8	0,7	20	2,4	0,1	0,2	1,10
<i>Genipa americana</i> L.	1	8	0,7	20	2,4	0,1	0,2	1,10
Indeterminada 5	1	8	0,7	20	2,4	0	0	1,07
<b>TOTAL</b>	<b>140</b>	<b>1120</b>	<b>100</b>	<b>820</b>	<b>100</b>	<b>31</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Onde: N = número de indivíduos, DA = densidade absoluta, DR = densidade relativa (%), FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa (%), DoA = dominância absoluta, DoR = dominância relativa (%), IVI = índice de valor de importância.

No Ambiente de interior foram amostradas 31 espécies, sendo 23 delas identificadas em nível de espécie, três à nível de gênero e cinco compuseram as espécies não identificadas. Fabaceae (6 espécies), Anacardiaceae (4), Annonaceae (2), Melastomataceae (2) e Moraceae (2), foram as cinco famílias botânicas com maior riqueza específica, correspondendo a 51,6% do total de espécies catalogadas. As demais famílias amostradas (12) apresentam apenas uma espécie. Quanto ao número de indivíduos, as espécies com maior densidade foram: *Thyrsodium spruceanum* Benth. (27), *Protium* sp. (24), *Cecropia* sp. (14), *Tapirira guianensis* Aubl. (13), *Simarouba amara* Aubl. (10) e *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. (8). Juntas totalizam 57,9% do número total de indivíduos. O índice de Valor de Importância (IVI) ficou concentrado nas seis primeiras espécies, as quais compuseram 53,7% do IVI total, sendo elas: *Tapirira guianensis* Aubl.; *Simarouba amara* Aubl.; *Thyrsodium spruceanum* Benth.; *Protium* sp.; *Eschweilera ovata* (Cambess.) Mart. ex Miers e *Cecropia* sp. (Tabela 3).

Tabela 3 – Classificação da estrutura fitossociológica das espécies arbóreas por índice de valor de importância (IVI) no Ambiente A3 da FURB Mata do Passarinho, no município de Olinda – PE. Fonte: autor.

<b>Espécie</b>	<b>N</b>	<b>DA</b>	<b>DR</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>DoA</b>	<b>DoR</b>	<b>IVI</b>
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	13	104	8,6	100	8,6	7,7	23	13,37
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	10	80	6,6	60	5,2	7,4	22,3	11,37
<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	27	216	17,8	80	6,9	1,8	5,4	10,00
<i>Protium</i> sp.	24	192	15,8	80	6,9	1,2	3,6	8,77
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	7	56	4,6	60	5,2	2,2	6,5	5,40
<i>Cecropia</i> sp.	14	112	9,2	20	1,7	1,2	3,5	4,80
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	8	64	5,3	60	5,2	1,2	3,7	4,70
<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	7	56	4,6	80	6,9	0,9	2,6	4,70
<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	4	32	2,6	60	5,2	1,2	3,7	3,83
<i>Aegiphila pernambucensis</i> Moldenke	5	40	3,3	20	1,7	1,8	5,5	3,50
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	1	8	0,7	20	1,7	2,6	7,7	3,37
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	2	16	1,3	40	3,4	1,1	3,4	2,73
<i>Cupania bracteosa</i> Radlk.	6	48	3,9	40	3,4	0,1	0,4	2,60
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	3	24	2	60	5,2	0,2	0,7	2,60
<i>Anacardium occidentale</i> L.	1	8	0,7	20	1,7	1,2	3,7	2,03
<i>Inga edulis</i> Mart.	2	16	1,3	40	3,4	0,2	0,7	1,83
Indeterminada 2	2	16	1,3	40	3,4	0,1	0,3	1,70

<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	1	8	0,7	20	1,7	0,5	1,4	1,27
<i>Ocotea glomerata</i> (Nees) Mez	2	16	1,3	20	1,7	0,1	0,3	1,10
<i>Sorocea hilarii</i> Gaudich.	2	16	1,3	20	1,7	0,1	0,2	1,07
Indeterminada 4	1	8	0,7	20	1,7	0,1	0,2	0,87
<i>Miconia affinis</i> DC.	1	8	0,7	20	1,7	0,1	0,2	0,87
<i>Peltogyne recifensis</i> Ducke	1	8	0,7	20	1,7	0,1	0,2	0,87
<i>Spondias mombin</i> L.	1	8	0,7	20	1,7	0	0,1	0,83
<i>Tabebuia</i> sp.	1	8	0,7	20	1,7	0,1	0,2	0,83
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	1	8	0,7	20	1,7	0,1	0,2	0,83
<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	1	8	0,7	20	1,7	0	0,1	0,80
Indeterminada 1	1	8	0,7	20	1,7	0	0,1	0,80
Indeterminada 3	1	8	0,7	20	1,7	0	0	0,80
Indeterminada 6	1	8	0,7	20	1,7	0	0,1	0,80
<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	1	8	0,7	20	1,7	0	0	0,80
<b>TOTAL</b>	<b>152</b>	<b>1216</b>	<b>101</b>	<b>1160</b>	<b>100</b>	<b>33</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Onde: N = número de indivíduos, DA = densidade absoluta, DR = densidade relativa (%), FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa (%), DoA = dominância absoluta, DoR = dominância relativa (%), IVI = índice de valor de importância.

A análise dos grupos ecológicos apontou que, na FURB Mata do Passarinho, ocorre a predominância de grupos sucessionais iniciais, tendo as espécies pioneiras apresentado um maior número de indivíduos e de espécies nos ambientes de borda e de transição. As espécies secundárias iniciais apresentam um crescente número de indivíduos, conforme se avança para o interior do fragmento (Ambiente 3). Esses grupos ecológicos iniciais correspondem ao maior valor de importância de todo o fragmento (Tabela 4). Tais resultados podem estar relacionados com os efeitos negativos provenientes da retirada de madeira, ocorridos anteriormente na FURB Mata do Passarinho, tendo hoje como consequência a predominância de espécies de grupos ecológicos iniciais, ao longo de todos os ambientes A1, A2 e A3.

Tabela 4 - Distribuição dos Grupos ecológicos por índice de valor de importância (IVI) encontrados nos Ambientes A1, A2 e A3 da Reserva de Floresta Urbana Mata do Passarinho em Olinda - PE. Fonte: autor.

Ambiente	Grupo Ecológico	Espécies	NI	DR	FR	DoR	IVI%
<b>A1</b> <b>Borda</b>	<b>PI</b>	10	41	56,3	50,1	63,5	56,4
	<b>SI</b>	9	25	34,2	36,4	33,5	34,6
	<b>ST</b>	3	4	5,5	8,4	3	5,6
	<b>NC</b>	2	3	4,1	5,6	0,2	3,3
<b>A2</b> <b>Transição</b>	<b>PI</b>	10	92	65,6	46,2	44,6	52,2
	<b>SI</b>	6	40	28,6	36,6	20,6	28,5
	<b>ST</b>	4	6	4,2	12,1	11,7	9,4
	<b>NC</b>	2	2	1,4	4,8	23,2	9,9
<b>A3</b> <b>Interior</b>	<b>PI</b>	13	58	38,3	42,8	45,5	42,2
	<b>SI</b>	9	84	55,4	39,7	45,9	46,9
	<b>ST</b>	3	3	2,1	5,1	7,8	5
	<b>NC</b>	6	7	4,8	11,9	0,8	5,8

Onde: NI = número de indivíduos, DR = densidade relativa (%), FR = frequência relativa (%), DoR = dominância relativa (%), IVI = valor de importância, PI = pioneira; SI = secundária inicial; ST = secundária tardia, NC = não catalogada.

A maior presença de espécies em estádios iniciais de sucessão, também foi encontrada em outros trabalhos realizados em ambiente urbano (PAIVA; RIBEIRO; CARVALHO, 2015; SILVA *et al.*, 2017; SANTANA; FONSECA; CARVALHO, 2019). As espécies secundárias tardias aparecem em menor quantidade, apresentando pouca variação tanto no número de indivíduos, quanto no número de espécies ao longo dos três ambientes. Esse padrão de dominância das espécies pioneiras e secundárias iniciais pode ser observado ao longo de todo o gradiente dos ambientes estabelecidos (Figura 4). De acordo com Vale *et al.* (2009), muitas espécies florestais sofrem com os efeitos negativos provenientes da exploração ilegal, devido a abertura de clareiras no dossel, pois tem-se um aumento da luminosidade no sub-bosque e, com isso, o favorecimento de espécies que demandam de luz para crescerem, como as pioneiras. Devido a sua plasticidade para superar condições ambientais adversas, essas espécies típicas dos estágios iniciais de sucessão, tornam-se importantes para o funcionamento do ecossistema florestal (GUILHERME *et al.*, 2021).

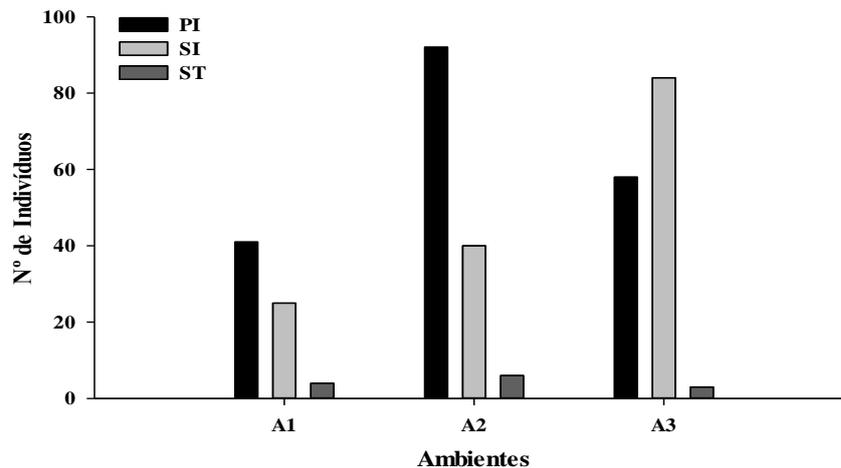


Figura 4 - Grupo ecológico das espécies entre os diferentes ambientes da FURB Mata do Passarinho. Fonte: autor.

De acordo com o teste F, considerando um nível de significância de  $\alpha=0,05$ , não houve diferença significativa entre os diferentes ambientes, ou seja, os valores são estatisticamente iguais (Tabela 5). Porém, houve diferença significativa entre os grupos ecológicos (Tabela 5). Dessa forma, foi necessário realizar o Teste Tukey com  $\alpha=0,05$ , a partir do qual foi

encontrada uma diferença significativa entre o grupo ecológico das espécies Secundárias Tardias em relação com as Pioneiras e Secundárias Iniciais (Figura 5).

Tabela 5 - Análise de variância do número de indivíduos de cada grupo ecológico ao longo dos diferentes ambientes na FURB Mata do Passarinho. Fonte: autor.

<b>Fonte de Variação</b>	<b><math>p &lt; 0,05</math></b>
Ambiente	0,134 <sup>ns</sup>
Grupo Ecológico	0,000*
Interação AxGE	0,161 <sup>ns</sup>
Média	7,87
CV%	50,89
Variância	78,87
Desvio Padrão	8,98

Onde: \* = significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo; CV = coeficiente de variação.

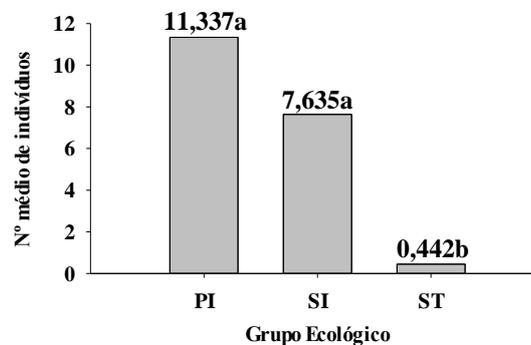


Figura 5: Médias do número de indivíduos em cada Grupo Ecológico. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. PI = pioneira; SI = secundária inicial; ST = secundária tardia. Fonte: autor.

Para Fonseca e Carvalho (2012), essa maior representatividade de espécies dos grupos iniciais pode indicar que o fragmento florestal não está sendo capaz de progredir para fases sucessionais mais avançadas, ou então, que o progresso está ocorrendo de forma muito lenta. Essa dificuldade de avanço sucessional pode estar relacionada com as perturbações impostas ao fragmento, tanto por apresentar pequenas dimensões, quanto pelas influências antrópicas que ocorrem na área por estar localizado em matriz urbana (ARAÚJO *et al.*, 2015).

Contudo, como as espécies de grupos ecológicos iniciais são as principais responsáveis pela colonização inicial de florestas perturbadas (ARAÚJO *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2017), alguns indicativos referentes a vegetação podem ser fornecidos. Posto que a colonização de áreas abertas e com maior luminosidade inicia com as espécies pioneiras, em que ao longo do crescimento dessas espécies serão fornecidos níveis gradativos de

sombreamento, permitindo a entrada e o desenvolvimento das demais classes sucessionais na floresta (MIRANDA NETO *et al.*, 2012). Isso pode indicar que na área de estudo a sucessão está sendo conduzido para sua fase intermediária, devido à chegada de espécies de grupos ecológicos mais avançados, como as secundárias tardias, apontando que o fragmento florestal vem se recuperando do seu histórico de perturbações e, assim, essas espécies proporcionam um aumento da diversidade local.

Em relação à síndrome de dispersão, a zoocoria predomina em todos os ambientes com uma quantidade maior de indivíduos e de espécies, seguida por autocoria e anemocoria (Tabela 6). Proporcionalmente a zoocoria é responsável por 73,63% do valor de importância da FURB, o que justifica sua predominância em toda a área (Figura 6). Uma grande representatividade de espécies zoocóricas no ambiente pode indicar que vem ocorrendo uma forte interação entre flora e fauna, devido aos seus mecanismos de coexistência (MISSIO *et al.*, 2020). Esse tipo de dispersão se torna fundamental para o atual contexto da FURB, que se encontra isolada na matriz urbana, pois de acordo com Guilherme *et al.* (2021), a zoocoria enriquece a complexidade do ambiente devido a essa relação entre as plantas e animais, tornando-a de grande importância para os ecossistemas naturais.

Tabela 6 – Classificação das síndromes de dispersão e índice de valor de importância (IVI) nos Ambientes A1, A2 e A3 da Reserva de Floresta Urbana em Olinda - PE. Fonte: autor.

Ambiente	Síndrome de Dispersão	Espécies	NI	DR	FR	DoR	IVI%
<b>A1</b> <b>Borda</b>	<b>Zoo</b>	18	64	87,7	80,9	98,1	88,6
	<b>Aut</b>	3	5	6,9	11,2	1,6	6,5
	<b>Ane</b>	1	1	1,4	2,8	0,3	1,5
	<b>NC</b>	2	3	4,1	5,6	0,2	3,3
<b>A2</b> <b>Transição</b>	<b>Zoo</b>	15	126	89,8	75,5	58,4	74,6
	<b>Aut</b>	4	11	7,9	17	11,8	12,2
	<b>Ane</b>	1	1	0,7	2,4	6,7	3,3
	<b>NC</b>	2	2	1,4	4,8	23,2	29,6
<b>A3</b> <b>Interior</b>	<b>Zoo</b>	17	114	75,2	61,8	55	64
	<b>Aut</b>	5	27	17,9	19	32,9	23,2
	<b>Ane</b>	3	4	2,7	6,8	11,3	6,9
	<b>NC</b>	6	7	4,8	11,9	0,8	5,77

Onde: NI = número de indivíduos, DR = densidade relativa (%), FR = frequência relativa (%), DoR = dominância relativa (%), IVI = valor de importância, Zoo = zoocoria, Ane = anemocoria, Aut = autocoria, NC = não catalogada.

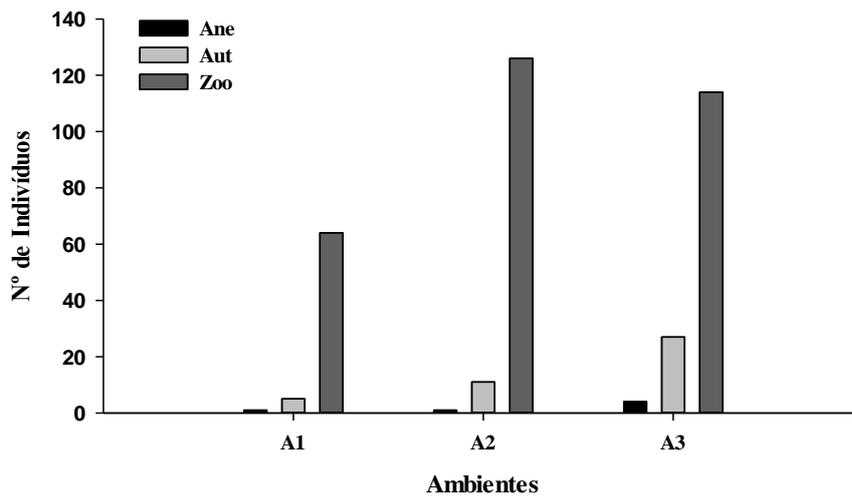


Figura 6 - Síndrome de dispersão entre os diferentes ambientes da FURB Mata do Passarinho. Fonte: autor.

De acordo com o teste F, considerando um nível de significância de  $\alpha=0,05$ , verificou-se que houve diferença significativa entre os ambientes (Tabela 7). Dessa forma, foi necessário realizar o Teste Tukey com  $\alpha=0,05$ , a partir do qual verificou-se que os ambientes de interior e transição não apresentam diferença significativa entre si, porém, ambos diferem da borda (Figura 7a). Também foi encontrada diferença significativa entre as síndromes de dispersão utilizando o teste F considerando um nível de  $\alpha=0,05$  de significância (Tabela 7). Por meio do Teste Tukey com  $\alpha=0,05$ , verificou-se que as síndromes de dispersão apresentaram diferença significativa entre elas, na qual, a zoocoria obteve uma maior média de indivíduos do que as síndromes autocórica e anemocórica (Figura 7b). Os valores médios das síndromes de dispersão por ambiente apontam que ao longo do gradiente estudado, há uma maior atividade dos diferentes tipos de dispersão nos ambientes mais afastados da borda do fragmento.

Tabela 7- Análise de variância do número de indivíduos de cada Síndrome de Dispersão ao longo dos diferentes ambientes na FURB Mata do Passarinho. Fonte: autor.

<b>Fonte de Variação</b>	<b><math>p &lt; 0,05</math></b>
Ambiente	0,001*
Síndrome de Dispersão	0,000*
Interação AxSD	0,176 <sup>ns</sup>
Média	7,84
CV%	36,4
Variância	106,13
Desvio Padrão	10,42

Onde: \* = significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo; CV = coeficiente de variação.

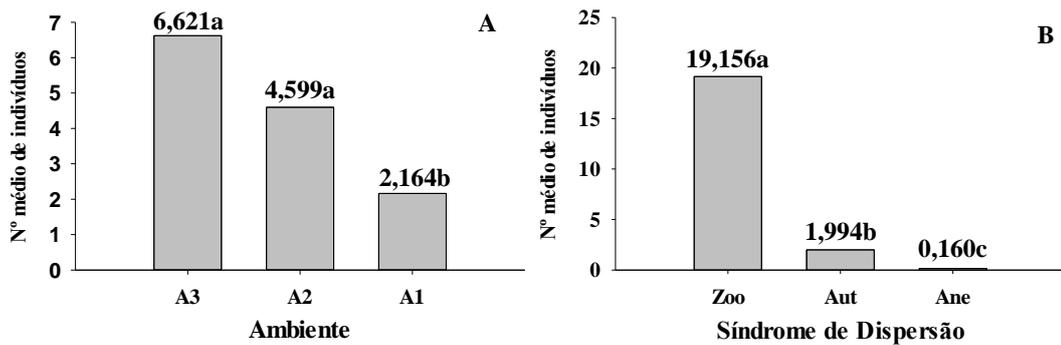


Figura 7: Médias do número de indivíduos por ambiente (A) e de cada Síndrome de Dispersão (B). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Zoo = zoocoria, Ane = anemocoria, Aut = autocoria. Fonte: autor.

A respeito da distribuição diamétrica, observou-se que ocorre uma maior frequência de indivíduos nas primeiras classes de diâmetro em todos os ambientes, havendo uma queda acentuada na medida em que há um aumento das classes de diâmetro subsequentes, padrão característico para florestas naturais, que se assemelham ao “J” invertido (Figura 8). Contudo, esse padrão apresenta algumas limitações, pois ainda que a FURB Mata do Passarinho apresente uma alta capacidade de regeneração, devido à elevada presença de indivíduos jovens, proporcionando à comunidade florestal o padrão diamétrico esperado para florestas inequidâneas (CYSNEIROS *et al.*, 2017; PASCHOAL *et al.*, 2021), a distribuição diamétrica a nível população pode não ocorrer igualmente, fazendo com que os indivíduos não apresentem uma redução constante entre as classes de diâmetro.

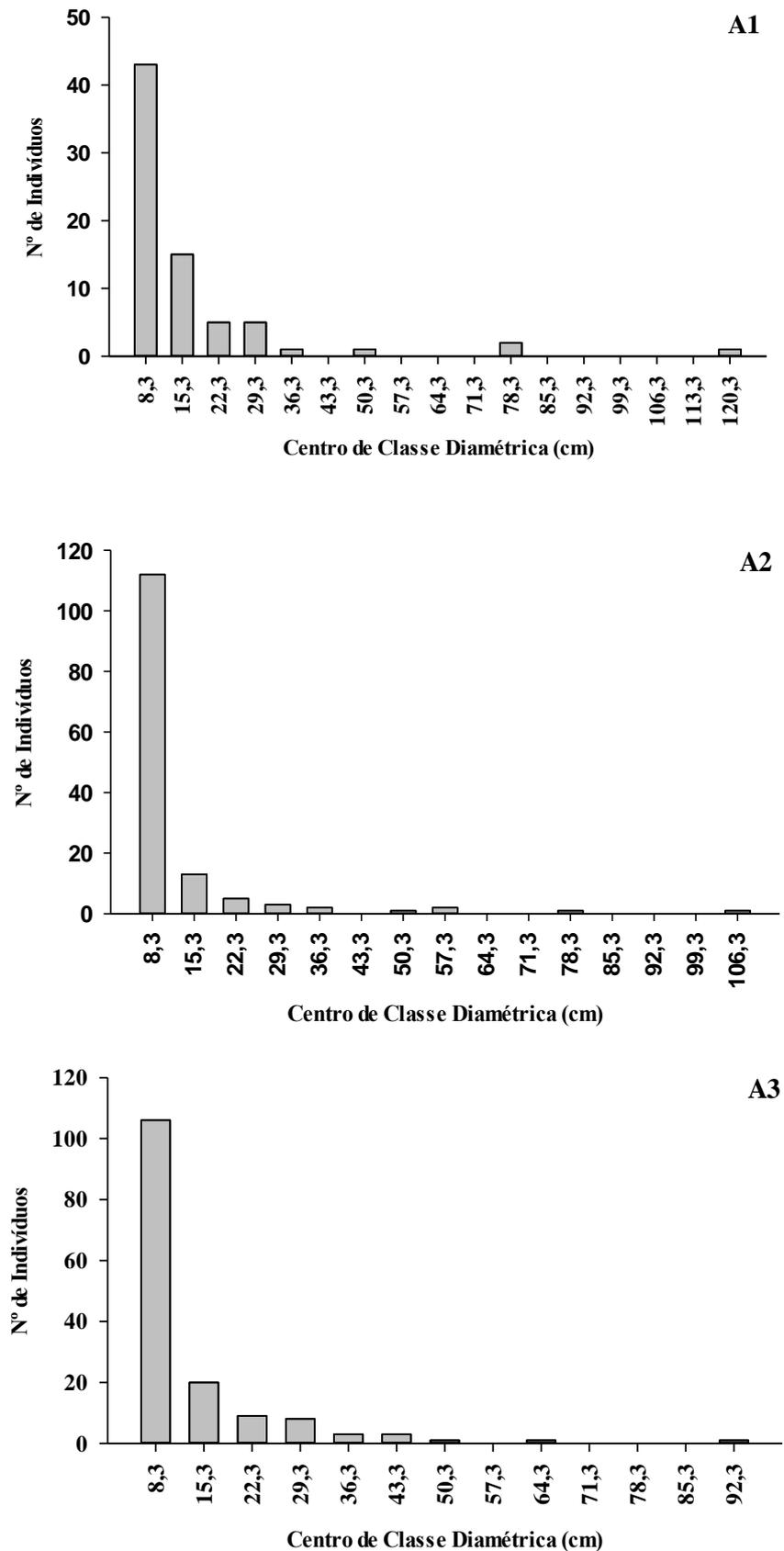


Figura 8 - Distribuição diamétrica dos diferentes ambientes da FURB Mata do Passarinho. Fonte: autor.

O comportamento da distribuição diamétrica da comunidade estudada pode estar relacionado com o estágio sucessional geral do fragmento, na qual predominam espécies dos grupos ecológicos iniciais de rápido crescimento e alta taxa de dispersão (CYSNEIROS *et al.*, 2017; GUILHERME *et al.*, 2021), caracterizando-o como um remanescente ainda jovem.

O padrão da distribuição diamétrica também pode estar associado com o histórico de pressão antrópica que pesa sobre a FURB Mata do Passarinho, a qual é resultando das longas batalhas que enfrentou no período anterior à sua criação, devido as altas taxas de desmatamento que vinham ocorrendo e que perduraram até os períodos iniciais de sua implantação. Pois, devido às pressões antrópicas sofridas, as árvores de grande porte, que apresentam crescimento mais lento, podem ter seu estabelecimento dificultado, permitindo assim a concentração de outras espécies menos sensíveis a áreas perturbadas (VALE *et al.*, 2009), gerando uma distribuição em que predominam indivíduos mais jovens com menores classes de diâmetros.

A comparação da flora encontrada nos três ambientes, obtida por meio do índice de Similaridade de Jaccard, revelou que entre os ambientes de borda e interior houve uma maior diferença florística, porém, uma maior similaridade foi encontrada tanto entre os ambientes de borda e transição, quanto entre os ambientes de transição e interior (Tabela 8).

Tabela 8 - Matriz de similaridade obtida por meio do coeficiente de Jaccard (S) entre os diferentes ambientes da FURB Mata do Passarinho. Fonte: autor.

	<b>Ambiente</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>
<b>S=</b>	<b>A2</b>	0,59	
	<b>A3</b>	0,37	0,42

A partir do diagrama de Venn (Figura 9), pode ser observado que 13 espécies foram comuns aos três ambientes na FURB Mata do Passarinho. Quanto às espécies exclusivas, foram identificadas 6 no ambiente de borda, 2 no ambiente de transição e 12 no interior. Um total de 16 espécies foram comuns entre borda e transição, na qual entre borda e interior foram identificadas 15 espécies comuns e, para os ambientes transição e interior, o número de espécies comuns foram 17.

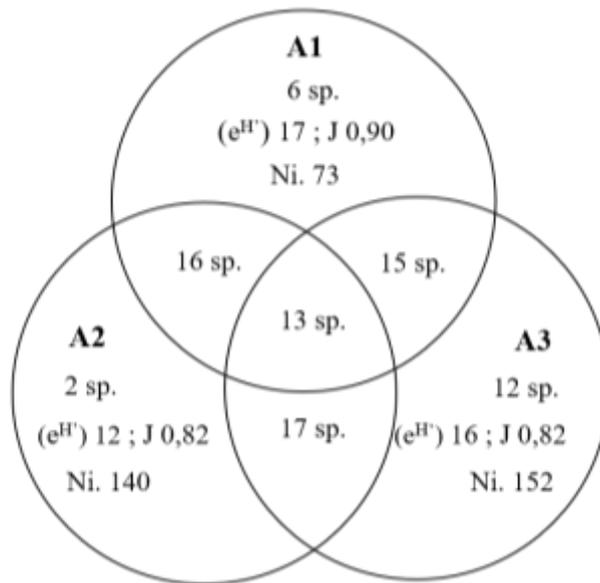


Figura 9 - Avaliação da riqueza de espécies por meio do diagrama de Venn. Fonte: autor.

A diferença entre a quantidade de espécies que ocorrem exclusivamente no ambiente de transição com os demais ambientes é justificada pela alta similaridade das espécies que ocorrem nesse ambiente intermediário e nos demais. Diferentemente do que acontece entre os ambientes borda e interior, no qual o interior do fragmento apresenta uma quantidade de espécies exclusivas duas vezes maior do que a borda, havendo uma menor similaridade entre eles. De acordo com Oliveira *et al.* (2015), em áreas mais distantes do ambiente de borda é esperado que as espécies encontrem condições mais favoráveis ao seu estabelecimento, resultando em uma maior quantidade de espécies e indivíduos no interior.

Os índices de diversidade de Shannon modificado ( $e^H$ ) e os valores de Equabilidade de Pielou (J) mostraram a variação entre os ambientes. De forma individual, o índice de diversidade de Shannon modificado ( $e^H$ ) apontou que, dentre as 24 espécies que compõe o ambiente de borda, cerca de 17 delas apresentam maior dominância. No ambiente de transição, que possui 22 espécies na sua composição florística, o valor de Shannon modificado ( $e^H$ ) foi igual a 12, sendo elas as mais dominantes. Entre as 31 espécies catalogadas no interior, o valor de Shannon modificado ( $e^H$ ) apontou que 16 delas apresentam maior dominância.

Pode-se observar que os ambientes de borda e interior obtiveram os maiores valores de diversidade, uma vez que ambos apresentaram um número de espécies dominantes com valores mais próximos da riqueza encontrada em cada um dos ambientes. Porém, como o índice de Shannon aponta com maior sensibilidade as espécies comuns e raras (JOST, 2006),

constata-se que vem ocorrendo a perda de espécies com baixa densidade (raras), nas áreas de borda, havendo um número crescente dessas espécies à medida que se avança para o interior.

Quanto ao índice de Pielou, o valor encontrado para área total foi de  $J' = 0,80$ , indicando que 80% da diversidade ( $H'$ ) hipotética máxima foi atingida. Entre os ambientes, os índices de equabilidade apresentaram valores bastante semelhantes, porém na borda foi observado um valor mais alto do que nos ambientes de transição e interior, que apresentaram a mesma equabilidade na distribuição dos indivíduos. Essas variações observadas para os índices de Pielou, em cada ambiente, ocorrem devido à uniformidade da área, que está relacionada tanto ao número de indivíduos, quanto com a repetição e quantidade de espécies existentes (SILVA *et al.*, 2021). No ambiente de borda, um menor número de indivíduos apresentou uma melhor distribuição entre as espécies, resultando em um ambiente mais uniforme ( $J' = 0,90$ ), porém, a adição de mais indivíduos fez com que os ambientes de transição e de interior fossem menos uniforme ( $J' = 0,82$ ), pois o número de espécies manteve-se semelhante. De acordo com Santana; Fonseca; Carvalho (2019), esses valores indicam uma diferença na proporção dos indivíduos que compõe essas populações, nas quais algumas poucas espécies apresentam uma densidade maior do que as demais.

A partir da análise de variância constata-se essa diferença estatisticamente significativa entre a Densidade Absoluta de acordo com o tipo de ambiente ( $f = 4.940$ ,  $p < 0,05$ ) e, também, entre Dominância Absoluta e o tipo de ambiente ( $f = 4.940$ ,  $p < 0,05$ ). Nesse sentido, o teste de Tukey revelou diferença significativa aos pares entre os ambientes 3 e 1 para ambos os parâmetros fitossociológicos, com uma diferença média de densidade de 15,8 indivíduos/ha ( $p < 0,05$ ), não havendo diferença entre os outros. As demais comparações entre os três ambientes, juntamente com o DAP ( $f = 1.191$ ,  $p = 0.337$ ) e Altura ( $f = 0.283$ ,  $p = 0.758$ ), não apresentaram diferenças significativas (Figura 10).

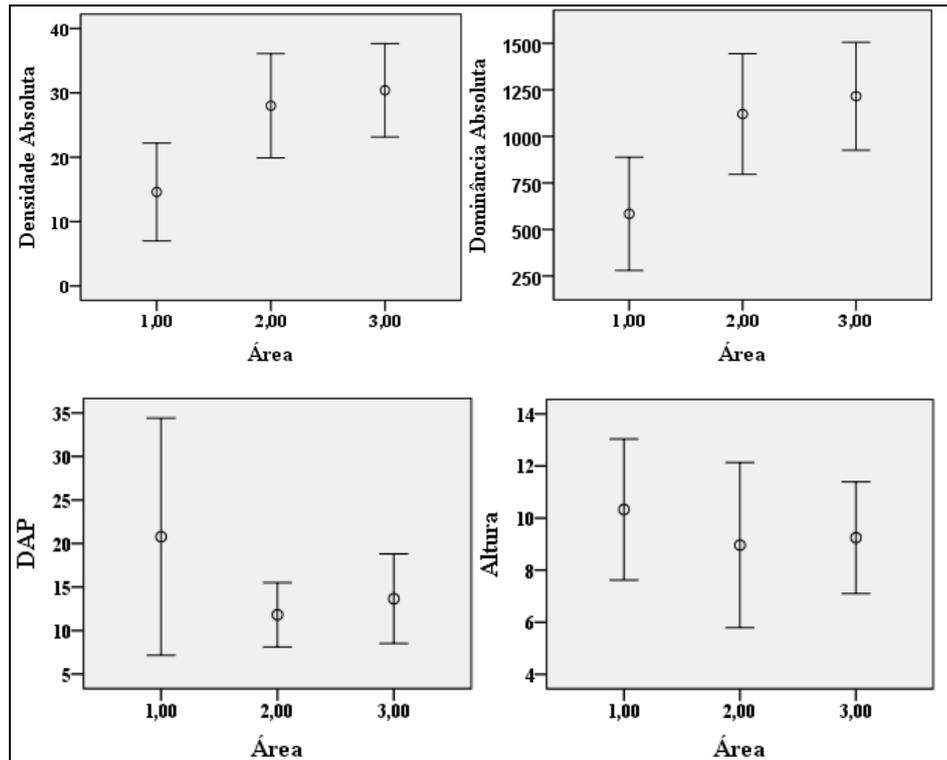


Figura 10 - Representação de barras do erro padrão da média entre as variáveis e os diferentes ambientes da FURB Mata do Passarinho. Fonte: autor.

Outra possível explicação para uma maior diversidade de espécies e crescente número de indivíduos registrados no interior, pode estar relacionada com a diminuição da pressão antrópica no interior do fragmento em virtude de barreiras naturais, como a declividade, que se torna bastante acentuada em alguns pontos do fragmento, além da presença de agentes de segurança, que atuam no local impedindo o uso indevido dos recursos naturais. Dessa forma, as áreas mais próximas da borda, por estarem mais suscetíveis aos efeitos do meio urbano, tornam-se mais vulneráveis, dificultando assim o estabelecimento de espécies mais sensíveis no ambiente de borda.

Além das pressões naturais que comprovadamente ocorrem nas áreas de bordas, como as alterações no microclima (PAIVA; RIBEIRO; CARVALHO, 2015; LIMA *et al.*, 2020, SILVA *et al.*, 2021), no contexto urbano esse ambiente pode ser ainda mais impactado por ações antrópicas que podem alterar a dinâmica do fragmento florestal. A ação humana nessas áreas limítrofes, quando desprovida de planejamento, pode colocar em risco a própria sustentabilidade do componente arbóreo, em virtude da perda das características de seus habitats. Conforme observado por Oliveira *et al.* (2015), essa interação entre o ambiente antrópico e o fragmento, causa efeitos negativos na comunidade arbórea, na qual se pode

constatar diferenças na diversidade, riqueza e estrutura das espécies localizadas na borda, quando comparadas com as espécies estabelecidas no interior do fragmento.

#### **4 CONCLUSÕES**

Mediante o exposto, constatou-se que ocorre variação na composição florística e estrutural do fragmento de floresta urbana estudado, sendo essa variação mais evidente entre os ambientes de borda (A1) e de interior (A3), no qual se tem um cenário em que poucas espécies predominam, sendo essas pertencentes a grupos ecológicos iniciais.

A maior parte dos indivíduos agrupados nas primeiras classes de diâmetro permite afirmar que o fragmento se caracteriza como uma floresta ainda jovem, e isso acontece devido aos efeitos das ações antrópicas sofridas, evidenciando que as consequências dessas ações se refletem nos três ambientes, mesmo após vários anos de recuperação, fazendo com que eles apresentem as mesmas características sucessionais.

Há uma maior ocorrência dos diferentes tipos de dispersão nos ambientes mais próximos do interior do fragmento, nos quais também se encontram uma maior quantidade de indivíduos do que na área de borda, que aparenta ser mais afetada pelo meio urbano.

#### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro e os Gestores responsáveis pela FURB Mata do Passarinho pelo suporte dado na realização da pesquisa.

#### **REFERÊNCIAS**

ARAÚJO, T. T.; ALMEIDA, V. C.; RIBEIRO, J. H. C.; CARVALHO, F. A. Fitossociologia e grupos ecológicos da regeneração arbórea de floresta secundária urbana às margens de um reservatório hídrico (Juiz de fora, MG, Brasil). **Caminhos de Geografia**, Uberlândia v. 16, n. 54, p. 113–124, jun. 2015.

BERLAND, A.; MANSON, S. M. Patterns in Residential Urban Forest Structure Along a Synthetic Urbanization Gradient. **Annals of the Association of American Geographers**, 103:4, 749-763, 2013.

BRUN, F. G. K.; BRUN, E. J.; LONGHI, S. J.; GORENSTEIN, M. R.; MARIA, T. R. B. C.; RÊGO, G. M. S.; HIGA, T. T. Vegetação arbórea em remanescentes florestais urbanos: Bosque do Lago da Paz, Dois Vizinhos, PR. **Pesq. flor. bras.**, Colombo, v. 37, n. 92, p. 503-512, out./dez. 2017.

CRUZ, A. R.; SILVA-GONÇALVES, K. C.; NUNES-FREITAS, A. F. Estrutura e florística de comunidade arbórea em duas áreas de Floresta Ombrófila Densa em Macaé, RJ. **Rodriguésia** 64(4): 791-805. 2013.

CYSNEIROS, V.C.; AMORIM, T.A.; MENDONÇA JÚNIOR, J.O; GAUI, T.D.; MORAES, J.C.R.; BRAZ, D.M.; MACHADO, S.A. Distribuição diamétrica de espécies da Floresta Ombrófila Densa no Sul do Estado do Rio de Janeiro. **Pesq. flor. bras.**, Colombo, v. 37, n. 89, p. 1-10, jan./mar. 2017.

FABRICANTE, J. R.; ARAÚJO, K. C. T.; ANDRADE, L. A.; FERREIRA, J. V. A. Invasão biológica de *Artocarpus heterophyllus* Lam. (Moraceae) em um fragmento de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil: impactos sobre a fitodiversidade e os solos dos sítios invadidos. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 26, n. 2, p. 399-407, 2012.

FONSECA, C. R.; CARVALHO, F. A. aspectos florísticos e fitossociológicos da comunidade arbórea de um fragmento urbano de floresta atlântica (Juiz de Fora, MG, Brasil). **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 28, n. 5, p. 820-832, Sept./Oct. 2012.

GRISE, M. M.; BIONDI, D.; ARAKI, H. A Floresta Urbana da Cidade de Curitiba, PR. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 46, n. 4, p. 425 - 438, out. / dez. 2016.

GUILHERME, F. A. G.; FERREIRA, W. C.; SILVA, G. E.; MACHADO, D. L. Floristic and structure of different strata in an urban Semideciduous Forest in Jataí, Goiás state, Brazil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 456-474, jan./mar. 2021. DOI 10.5902/1980509847868.

HARPER, K. A.; MACDONALD, S. E.; BURTON, P. J.; CHEN, J.; BROSOFSKE, K. D.; SAUNDERS, S. C.; EUSKIRCHEN, E. S.; ROBERTS, D.; JAITEH, M. S.; ESSEEN, P. Edge Influence on Forest Structure and Composition in Fragmented Landscapes. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 768–782, 2005.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. rev. ampl. Brasília: Editora IBGE, 2012. 271 p.

IGNATIEVA, M.; GLENN, H. S.; MEURK, C. Planning and design of ecological networks in urban Areas. **Landscape Ecol Eng**, 7:17–25, 2011.

JOST, Lou. Entropy and diversity. **Oikos**, v. 113, n. 2, p. 363-375, 2006.

LIMA, A.R.S., LIMA, R.C., NEPOMUCENO, I.T.G., NASCIMENTO, H.H.C., PRATA, A.P.N., SILVA, R.R.V. Influence of edge in the structure of the vegetation of an open Ombrophilous Forest in Alagoas. **Bioscience Journal** [online], vol. 36, no. 2, pp. 591–601, 2020. DOI 10.14393/BJ-v36n2a2020-46261.

LIMA, R. B. A.; SILVA, R. K. S.; DEPAULA, M. D.; GUIMARÃES, E. T. R.; BRAGA, E. C. B. Estrutura fitossociológica e diamétrica de um fragmento de Mata Atlântica, Pernambuco, Brasil. **Revista Desafios**. v. 04, n. 04, 2017.

LINS, E. J. M.; CAVALCANTI, A. R.; LAFAYETTE, K. P. V.; LINS, J. M. S. M.; SILVA, L. C. L.; BEZERRA, J. S. Análise Multitemporal do Uso e Ocupação do Solo no Puntal Del Chifre - Olinda/PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.14, n.04, p. 2015-2027, 2021.

MAGURRAN, A. E. **Measuring biological diversity**. Oxford: Blackwell Publishing, 2004. 264 p.

NETO, A. M.; MARTINS, S. V.; SILVA, K. A.; GLERIANI, J. M. Relações Ecológicas entre Estratos de uma Área Restaurada, com 40 anos, Viçosa-MG. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 4, p. 393-404, out./dez, 2012.

MISSIO, F. F.; LONGHI, S. J.; GAZZOLA, M. D.; SCHEUER, M.; SILVA, R. P.; FAVARIN, J. A. S. Functional attributes as ecological predictors during secondary succession in a seasonal deciduous forest in Southern Brazil. **Revista Árvore**, v. 44, p. 1, 2020. DOI: 10.1590/1806-908820200000023.

MIYAMURA, F. Z.; MANFRA, R.; FRANCO, G. A. D. C.; ESTEVES, R., SOUZA, S. C. P. M.; IVANAUSKAS, N. M. Influência de espécies exóticas invasoras na regeneração natural de um fragmento florestal urbano. **Scientia Plena**, v. 15 n. 8, 2019.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Tree**, v. 10, n. 2, fev. 1995.

OLIVEIRA, L. S. C.; MARANGON, L. C.; FELICIANO, A. L. P.; LIMA, A. S.; CARDOSO, M. S. O.; SANTOS, W. B. Efeito de borda em remanescentes de floresta atlântica na bacia do rio Tapacurá, Pernambuco. **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 2, p. 169-174, June 2015.

PAIVA, R. V. E.; RIBEIRO, J. H. C.; CARVALHO, F. A. Estrutura, diversidade e heterogeneidade do Estrato regenerante em um fragmento florestal Urbano após 10 anos de sucessão florestal. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 45, n. 3, p. 535 - 544, jul. / set. 2015.

PASCHOAL, E. M.; VIEIR, A. D.; OTONI, T. J. O.; GRIPP, A. M.; FREIRE, J. P.; ALVES, P. L.; GONZAGA, A. P. D.; MACHADO, E. L. M. Diferentes Distúrbios Antrópicos na Paisagem podem influenciar Padrões Florísticos e Estruturais da Mata Atlântica? **Revista Brasileira de Geografia Física** v.014, n.04, p. 2265-2285, 2021.

PIELOU, E. D. **Ecological diversity**. New York: *Wiley InterScience*. 1975.

PERNAMBUCO. Lei Estadual 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**. Recife: DOE 09/06/ de junho de 2009.

PERNAMBUCO. **Plano de Manejo da Reserva de Floresta Urbana – FURB Mata de Passarinho**. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade, Agência Estadual de Meio Ambiente. Recife, 2013.

RIGUEIRA, D. M. G.; MOLINARI, A. L. M.; MARIANOI, D. L. S.; REISI, R. M.; PORTUGAL, A. B.; SANTANA, N. S.; SANTOS, R. A. Influência da distância da borda e do adensamento foliar sobre a abundância de plantas pioneiras em um fragmento de floresta tropical submontana na Estação Ecológica de Wenceslau Guimarães (Bahia, Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 26, n. 1, p. 202-2012, 2012.

R Core Team (2022). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

ROCHA, G. M.; GARCIA, J. M.; SILVA, A. L.; LONGO, R. M. Atributos físicos do solo de florestas urbanas como indicadores de degradação. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 3, p. 767–778, 2020. DOI:10.5902/1980509834637

SANTANA, L. D.; FONSECA, C. R.; CARVALHO, F. A. Aspectos ecológicos das espécies regenerantes de uma floresta urbana com 150 anos de sucessão florestal: o risco das espécies exóticas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 1-13, jan./mar., 2019. DOI: 10.5902/1980509830870.

SCHILLING, A. C.; BATISTA, J. L. F. Curva de Acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. **Rev. Bras. Bot.**, v. 31, n. 1, p. 179-187, 2008. DOI: 10.1590/S0100-84042008000100016.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. The mathematical theory of communication. **Urbana, IL**: University of Illinois Press. 1949

SILVA, E. M. F.; BENDER, F.; MONACO, M. L. S.; SMITH, A. K.; SILVA, P.; BUCKERIDGE, M. S.; ELBL, P. M.; LOCOSSELLI, G. M. Um novo ecossistema: florestas urbanas construídas pelo Estado e pelos ativistas. **Estudos Avançados**, v.33, n.97, p.81-101. 2019.

SILVA, V. P. G.; MARIANO, G. V. P.; SANTOS, A. F. C.; SANTOS, L. C. S.; COSTA, J. P.; VAZ, A. C. R.; VALE, V. S.; ROCHA, E. C. Estrutura da comunidade arbórea e efeito de borda em Florestas Estacionais Semidecíduais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 1216-1239, jul./set. 2021.

SILVA, W. M.; ZORZANELLI, J. P. F.; MOREAU, J. S.; ABREU, K. M. P.; KUNZ, S. H. Estrutura e sucessão ecológica de uma comunidade florestal urbana no sul do Espírito Santo. **Rodriguésia** 68(2): 301-314. 2017.

VALE, V. S., SCHIAVINI, I.; LOPES, S. F.; DIAS NETO, O. C.; OLIVEIRA, A. P.; GUSSON, A. E. Floristic composition and structure of the tree component in a remnant of primary forest in semideciduous Araguari, Minas Gerais, Brazil. **Hoehnea**, Água Funda, v. 36, n. 2, p. 417-429, 2009.

VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. 3th ed. New York: Springer Verlag, 402 p. 1982.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 663 p.

## CONCLUSÕES GERAIS

A partir desta pesquisa, conclui-se que ocorre perturbação antrópica crônica nos fragmentos estudados, as quais influenciam os diferentes parâmetros florísticos e estruturais da comunidade arbórea das Reservas de Floresta Urbana. Há uma maior alteração nos parâmetros do fragmento menor, que se mostra mais afetado pelo meio urbano cujas variações na estrutura e na diversidade das espécies arbóreas que os compõe, diferem de forma mais evidente entre a borda e o interior quando comparado ao fragmento maior.

Desse modo, fica claro a necessidade de conservação dos fragmentos florestais urbanos e a urgente mitigação das pressões antrópicas que correm no seu interior, evitando que essas perturbações se agravem e comprometam a sustentabilidades dos remanescentes. Para tanto, é preciso que haja o envolvimento das comunidades locais e a efetiva participação de todos nessa luta pela manutenção e conservação dos recursos florestais.

Os resultados obtidos podem contribuir com a geração de informações que poderão ser aplicadas no manejo dessas áreas, auxiliando na elaboração de políticas públicas ligadas a gestão desses fragmentos. Ajudando assim, a promover uma maior integração entre o meio urbano e as diferentes manchas de vegetação constituintes da cidade. Cabe ressaltar que os benefícios resultantes da manutenção e conservação dessas áreas não se restringe apenas ao meio ambiente, mais também a toda população humana, pois sua funcionalidade afeta também a qualidade de vidas das pessoas, por meio dos serviços ecossistêmicos prestados por esses fragmentos florestais urbanos.

Recomenda-se que para o planejamento e gestão das Reservas de Floresta Urbana sejam empregadas ações que envolvam estratégias de controle de espécies exóticas, projetos de regeneração e restauração florestal, visando assegurar a conservação desses ambientes, evitando que as mudanças bruscas de hábitat avancem para o interior do fragmento e comprometam o estabelecimento das espécies mais sensíveis.

Recomenda-se também que, na fase de elaboração e atualização dos planos de manejos das Reservas de Floresta Urbana estudadas, sejam efetivadas estratégias que busquem diminuir as interferências antrópicas causadas pelo seu entorno, por meio de incentivo as atividades de educação ambiental e da constância das atividades de fiscalização e monitoramento das áreas destinadas as unidades de conservação, de modo que sejam respeitadas a realidade regional e local da comunidade e fazendo cumprir os objetivos propostos na criação das FURBs.