

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA FLORESTAL**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

**SHERMESSON HENRIQUE MOTA CALIXTO**

**ANÁLISE DA REGENERAÇÃO NATURAL EM ÁREAS DE RESTAURAÇÃO  
FLORESTAL NA ZONA DA MATA SUL DE PERNAMBUCO**

**RECIFE – PE**  
**2023**

**SHERMESSON HENRIQUE MOTA CALIXTO**

**ANÁLISE DA REGENERAÇÃO NATURAL EM ÁREAS DE RESTAURAÇÃO  
FLORESTAL NA ZONA DA MATA SUL DE PERNAMBUCO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Ana Lícia Patriota Feliciano  
Coorientadora: Dr<sup>ª</sup>. Marília Isabelle Oliveira da Silva

**RECIFE – PE  
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)

---

- C154a Calixto, Shermesson Henrique Mota  
Análise da regeneração natural em áreas de restauração florestal na Zona da Mata Sul de Pernambuco / Shermesson Henrique Mota Calixto. - 2023.  
50 f. : il.
- Orientadora: Ana Licia Patriota Feliciano.  
Coorientadora: Marília Isabelle Oliveira da Silva.  
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Engenharia Florestal, Recife, 2024.
1. Índice de diversidade. 2. Guarea guidonia. 3. Análise florística. 4. Análise fitossociológica. 5. Mata Atlântica. I. Feliciano, Ana Licia Patriota, orient. II. Silva, Marília Isabelle Oliveira da, coorient. III. Título

**SHERMESSON HENRIQUE MOTA CALIXTO**

**ANÁLISE DA REGENERAÇÃO NATURAL EM ÁREAS DE RESTAURAÇÃO  
FLORESTAL NA ZONA DA MATA SUL DE PERNAMBUCO**

Aprovado em 14 de setembro 2023.

BANCA EXAMINADORA

---

Dr<sup>o</sup>. João Paulo Ferreira da Silva  
(SMAS)

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Everson Batista de Oliveira  
(UFRPE)

ORIENTADORAS

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Lícia Patriota Feliciano  
(Orientadora – UFRPE)

---

Dr<sup>a</sup>. Marília Isabelle Oliveira da Silva  
(Coorientadora – FADURPE)

**RECIFE – PE  
2023**

*“É como se todo mundo contasse uma história sobre si mesmo dentro de sua própria cabeça. Sempre. O tempo todo. Essa história faz de você o que você é. Nós nos construímos a partir dessa história”.*

(Patrick Rothfuss)

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, à minha mãe, Kátia Mota, que foi a pessoa que sempre me deu apoio, não desde o início do curso, mas desde o início de tudo.

À minha tia Cláudia Mota e minha avó Zenaide Mota, que sempre estiveram ali, presentes, e nunca mediram esforços quando se trata de apoiar a família.

A todos os meus professores, desde a escola até a graduação, sem os quais eu não teria chegado onde cheguei, me guiando degrau a degrau por essa grande escada em espiral que é a busca do conhecimento e da formação acadêmica.

Ao meu professor e antigo orientador, Luiz Carlos Marangon, por ter me dado a oportunidade do PAVI e, posteriormente, do PIBIC no Laboratório de Dendrologia, disciplina pela qual me apaixonei desde a primeira aula.

À professora Ana Lícia Patriota Feliciano, minha orientadora, por sua disposição para me ajudar e guiar sempre, da melhor forma e sem medir esforços. Agradeço.

A Marília Isabelle Oliveira da Silva, minha coorientadora na iniciação científica e agora, por todo o auxílio, ensinamentos, paciência, disposição e conselhos, que tanto me ajudaram a prosseguir na minha jornada profissional e acadêmica.

Aos meus chefes João Paulo e Edson Torres, pela oportunidade do estágio e todas as outras oportunidades e ensinamentos passados. Agradeço ainda pela amizade e o apoio que sempre me ofereceram no decorrer de minha estadia na Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Recife (SMAS). Agradeço a Yasmim Araújo e Loghan Ferreira, por sua receptividade amistosa e acolhedora, que fizeram toda diferença nesse meu início de vida profissional. Também, a Gílian Víctor, Luana Glasner, Tiago Tavares e todos da SMAS que fizeram parte da minha jornada e que compartilharam momentos comigo.

Agradeço a Paloma Lima, Gabriela Helena e Luana Cristine por todos os momentos engraçados e de estudo, que deixaram esses anos de Rural mais leves. Assim como, agradeço a toda minha turma, original e aos que chegaram depois.

Por fim, agradeço especialmente a Cristiane Bernardo, pela sua amizade, apoio e companheirismo, por estar sempre me ensinando coisas novas e torcendo por mim, me incentivando a seguir em frente.

## ANÁLISE DA REGENERAÇÃO NATURAL EM ÁREAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL NA ZONA DA MATA SUL DE PERNAMBUCO

**RESUMO** – Na avaliação do processo de restauração, a regeneração natural é um indicador relevante para avaliar o funcionamento dos ecossistemas em recuperação. Isso ocorre porque ela representa os processos de estabelecimento das espécies e a sustentabilidade da comunidade arbórea, que é responsável pelo desencadeamento dos processos ecológicos. Este estudo teve como objetivo analisar a regeneração natural em duas áreas ciliares localizadas na Zona da Mata Sul de Pernambuco, com o intuito de inferir sobre o processo de restauração florestal dos ambientes. O trabalho foi realizado em duas áreas em processo de restauração (Palma III e Palma IV), localizadas em Sirinhaém/PE. Foram instaladas 20 parcelas (5 x 5 m) em cada área de estudo e realizado o levantamento florístico e fitossociológico para verificar composição e estrutura. Foram considerados regenerantes todos os indivíduos com altura igual ou maior que 1 m e com menos de 15 cm de circunferência à altura do peito (CAP1,30 m). Depois de identificadas as espécies, foram determinadas a origem, endemismo, grupos ecológicos, síndromes de dispersão e polinização das mesmas. Os principais resultados da análise florística mostraram que a maioria das espécies na área Palma III (PIII) são de sucessão secundária inicial, enquanto na área Palma IV (PIV) as pioneiras ocupam esse espaço. Em ambas as áreas, a maioria das espécies possui síndrome de dispersão zoocórica e síndrome de polinização por melitofilia, são nativas do bioma Mata Atlântica e não endêmicas. Na área PIII, observou-se uma dominância da espécie *Guarea guidonia*, representando 70,80% da densidade total do estudo e ocupando 85% das parcelas com um total de 80 indivíduos, fatores esses que resultaram em baixos índices de diversidade e equabilidade na área. A *Guarea guidonia* também foi a espécie dominante na área PIV, porém com uma proporção mais equilibrada de indivíduos, estando eles em 21, o que correspondeu a uma densidade total de 31,34%, estando presente em 50% das parcelas. PIV também apresentou um percentual de espécies com distribuição espacial uniforme (61%) maior que PIII (50%). Com base nos resultados, pode-se afirmar que a área PIV mostrou-se mais equilibrada em seus parâmetros fitossociológicos do que a área PIII, a qual necessita de um controle e monitoramento contínuo para favorecer o processo de restauração.

Palavras-chave: Índice de diversidade, *Guarea guidonia*, Análise florística, Análise fitossociológica, Mata Atlântica.

## ANALYSIS OF NATURAL REGENERATION IN FOREST RESTORATION AREAS IN THE SOUTH WOOD ZONE OF PERNAMBUCO

**ABSTRACT** – In the evaluation of the restoration process, natural regeneration is a relevant indicator for evaluate the functioning of recovering ecosystems. This is because it represents the processes of species establishment and the sustainability of the tree community, which is responsible for triggering ecological processes. This study aimed to analyze natural regeneration in two riparian areas located in the South Wood Zone of Pernambuco, with the intention of inferring about the forest restoration process of these environments. The work was carried out in two areas undergoing restoration (Palma III and Palma IV), located in Sirinhaém/PE. Twenty plots (5 x 5 m) were installed in each study area, and floristic and phytosociological surveys were conducted to verify composition and structure. Regenerating individuals were considered those with a height equal to or greater than 1 m and with a circumference at breast height (CBH) less than 15 cm. After species identification, their origin, endemism, ecological groups, dispersal syndromes, and pollination syndromes were determined. The main results of the floristic analysis showed that the majority of species in the Palma III area (PIII) are early successional species, while pioneers occupy that space in the Palma IV area (PIV). In both areas, most species have zoochorous dispersal syndrome and melittophilous pollination syndrome, and they are native to the Atlantic Forest biome and not endemic. In the PIII area, the species *Guarea guidonia* was dominant, representing 70.80% of the total density of the study and occupying 85% of the plots with a total of 80 individuals. These factors resulted in low diversity and evenness indices in the area. *Guarea guidonia* was also the dominant species in the PIV area, but with a more balanced proportion of individuals, with 21 individuals representing a total density of 31.34%, present in 50% of the plots. PIV also had a higher percentage of species with uniform spatial distribution (61%) compared to PIII (50%). Based on the results, it can be affirmed that the PIV area showed more balanced phytosociological parameters than the PIII area, which requires continuous control and monitoring to favor the restoration process.

Keywords: Diversity index, *Guarea guidonia*, Floristic analysis, Phytosociological analysis, Atlantic Forest.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização espacial das áreas Palma III e Palma IV no município de Sirinhaém – PE.....19
- Figura 2.** Croqui demonstrativo do esquema das parcelas e sub-parcelas instaladas nas áreas de estudo para amostragem da regeneração natural..... 21
- Figura 3.** Percentual de grupos ecológicos observados na regeneração natural das áreas Palma III e Palma IV, localizadas em Sirinhaém-PE. Sendo: Pi: pioneira; Si: secundária inicial; St: secundária tardia; Sc: sem classificação.....30
- Figura 4.** Percentual da síndrome de dispersão observada na regeneração natural das áreas Palma III e Palma IV, localizadas em Sirinhaém-PE. Sendo: auto: autocórica; zoo: zoocórica; ni: não identificada.....31
- Figura 5.** Percentual da síndrome de polinização observada na regeneração natural das áreas Palma III e Palma IV, localizadas em Sirinhaém-PE. Sendo: meli: melitofilia; orni: ornitofilia; psi: psicofilia; quiro: quiropterofilia; ane: anemofilia; IPG: insetos pequenos generalistas.....32
- Figura 6.** Índices de Distribuição Espacial de MacGuinnes das espécies ocorrentes na regeneração natural das áreas Palma III e Palma IV, localizadas em Sirinhaém-PE (expressos por área, em número de espécies e percentual). Em que: PIII: Palma III; PIV: Palma IV; UNI: uniforme; AGP: tendência ao agrupamento; AGG; agregada.....37
- Figura 7.** Diagrama de Venn com o número de espécies em comum na regeneração natural das áreas PIII e PIV, localizadas em Sirinhaém-PE.....40

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Características das áreas de estudo localizadas no município de Sirinhaém – PE.....**20**
- Tabela 2.** Definição das classificações das espécies, de acordo com: Grupo sucessional, Síndrome de dispersão e Síndrome de polinização.....**21**
- Tabela 3.** Lista de espécies encontradas no componente regenerante das áreas Palma III e Palma IV, localizadas em Sirinhaém-PE. Sendo: OR: origem, N: nativa, E: exótica; END: endemismo, x: é endêmica do Brasil; GE: grupo ecológico, Pi: pioneira, Si: secundária inicial, St: secundária tardia, Sc: sem classificação; SD: síndrome de dispersão, auto: autocórica, zoo: zoocórica, ni: não identificada; SP: Síndrome de polinização, mel: melitofilia, qui: quiropterofilia, psi: psicofilia, ipg: insetos pequenos generalistas, orn: ornitofilia, ane: anemofilia.....**28**
- Tabela 4.** Estrutura fitossociológica da regeneração natural da área Palma III, localizada em Sirinhaém-PE. Em que: N<sup>o</sup>: número de indivíduos DA: Densidade absoluta (ind.ha<sup>-1</sup>); DR: Densidade relativa (%); FA: Frequência absoluta (%); FR: Frequência relativa (%); DoA: Dominância absoluta (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>); DoR: Dominância relativa (%); VI: Valor de importância (%).**33**
- Tabela 5.** Estrutura fitossociológica da regeneração natural da área Palma IV, localizada em Sirinhaém-PE. Em que: N<sup>o</sup>: número de indivíduos; DA: Densidade absoluta (ind.ha<sup>-1</sup>); DR: Densidade relativa (%); FA: Frequência absoluta (%); FR: Frequência relativa (%); DoA: Dominância absoluta (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>); DoR: Dominância relativa (%); VI: Valor de importância (%).**33**
- Tabela 6.** Índices de Distribuição Espacial de MacGuinnes das espécies ocorrentes na regeneração natural das áreas Palma III e Palma IV, localizadas em Sirinhaém-PE. Em que: N<sup>o</sup>: número de indivíduos; IGA: Índice de Distribuição Espacial de MacGuinnes; Escala: classificação do padrão de distribuição espacial, uni: uniforme, agp: com tendência ao agrupamento, agg: agregada.....**36**
- Tabela 7.** Comparação entre as áreas deste estudo com outros ecossistemas em processo de restauração estudados, contemplando os índices de: Diversidade de Shannon (H'), Equabilidade de Pielou (J'), Dominância de Simpson (C) e o Coeficiente de Mistura de Jentsch (QM). Em que: A1: Área 1, A2: Área 2.....**39**
- Tabela 8.** Comparação entre as áreas Palma III (PIII) e Palma (IV), a partir do Índice de Similaridade de Jaccard (Sj) e Coeficiente de Similaridade de Sorensen (Ss), se utilizando do número de espécies em comum e exclusivas de cada área. Comparação com os mesmos índices de outros estudos, também focados em dois ecossistemas em processo de restauração. Em que: AR1: Área 1, AR2: Área 2.....**41**

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	OBJETIVOS.....	14
2.1	OBJETIVO GERAL.....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1	MATAS CILIARES.....	15
3.2	RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA E FLORESTAL.....	15
3.3	MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DA RESTAURAÇÃO ATRAVÉS DE INDICADORES ECOLÓGICOS.....	16
3.4	REGENERAÇÃO NATURAL.....	18
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4.1	ÁREA DE ESTUDO.....	19
4.2	DADOS CLIMÁTICOS.....	20
4.3	AMOSTRAGEM.....	20
4.4	ÍNDICES DE VEGETAÇÃO.....	22
4.4.1	Parâmetros Fitossociológicos.....	22
4.4.2	Índice de Distribuição Espacial de MacGuinnes (IGAi).....	24
4.4.3	Índices de Diversidade Alfa.....	24
4.4.4	Índices de Diversidade Beta.....	26
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5.1	ANÁLISE FLORÍSTICA.....	28
5.1.1	Grupos ecológicos.....	29
5.1.2	Síndrome de dispersão.....	30
5.1.3	Síndrome de polinização.....	31
5.2	ANÁLISE FITOSSOCIOLÓGICA.....	32
5.2.1	Índice de Distribuição Espacial.....	35
5.2.2	Índices de Diversidade Alfa.....	38
5.2.3	Índices de Diversidade Beta.....	40
6	CONCLUSÕES.....	42
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
7.1	REFERÊNCIAS UTILIZADAS PARA CLASSIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES...	50

## 1 INTRODUÇÃO

As matas ciliares são formações vegetacionais que, de acordo com Panizza (2016), apresentam grande importância devido à disponibilização de inúmeros benefícios, principalmente no que diz respeito à proteção dos recursos naturais bióticos e abióticos. Elas funcionam como filtros, retendo poluentes que seriam transportados para os cursos d'água e mantendo a qualidade da água, assim como, fazem o papel de corredores ecológicos, interligando fragmentos florestais, favorecendo assim o fluxo gênico e o deslocamento da fauna, e ainda têm a função de proteger o solo contra processos erosivos, por meio da retenção do solo pelas raízes (MEDRI et al., 2011; MARTINS, 2014).

Em decorrência das particularidades inerentes a esses ecossistemas, o cenário de degradação é ainda mais evidente nas áreas ciliares, uma vez que estão situadas às margens dos cursos d'água e, conseqüentemente, apresentam melhores condições edafoclimáticas e acessibilidade aos recursos hídricos, favorecendo assim o desenvolvimento de diferentes práticas agropecuárias nestes ambientes (SOBRINHO, 2019). A remoção da vegetação ciliar provoca a interrupção de todas as suas funções ecológicas, ocasionando assim uma série de problemas, que se estendem desde a qualidade e disponibilidade de água até a qualidade das bacias hidrográficas como um todo, a conservação da flora e da fauna local (CASTRO, 2012). De acordo com a SOS Mata Atlântica (2019), o bioma de mesmo nome abrange atualmente apenas 12,4% de sua cobertura original, impacto este que, por sua vez, abrange suas áreas ciliares.

A restauração florestal se trata de um conjunto de práticas que objetivam a reconstrução gradual do ecossistema, recuperando sua biodiversidade e contribuindo para o reestabelecimento dos processos ecológicos responsáveis pela sustentabilidade e manutenção da nova floresta (RODRIGUES et al., 2007; NBL; TNC, 2013). Com o intuito de recuperar essa complexidade e a sustentabilidade do ecossistema florestal, os projetos de restauração se tornaram mais intrincados nas últimas décadas, passando a priorizar a combinação de várias espécies e formas de vida, buscando o restabelecimento dos processos ecológicos (banco de plântulas, banco e chuva de sementes, outras formas de vida, herbivoria, ciclagem de nutrientes) responsáveis pela recuperação da dinâmica florestal, baseados no desencadeamento ou na aceleração do processo de sucessão ecológica (MARTINS, 2013).

Como qualquer projeto onde se espera modificar alguma situação, a restauração florestal pode, a princípio, ser bem ou mal sucedida, por isso é preciso monitorá-la para conhecer o resultado e então avaliar o que se conseguiu atingir mediante ao que se esperava (DURIGAN,

2011). Através do monitoramento e avaliação, é possível inferir se o projeto de restauração está alcançando os objetivos previamente definidos no planejamento (BRANCALION et al., 2012), pois, a implantação de um projeto de restauração por mais bem planejado e executado que seja, não dá garantia que a área restaurada conseguirá futuramente se estabelecer ou atingir uma cobertura florestal com capacidade de regeneração e demais funções ecológicas em pleno funcionamento (MARTINS, 2013).

Na etapa de monitoramento são analisadas as variáveis ambientais, também chamadas de indicadores ecológicos. Um indicador pode ser qualquer variável que, ao ser avaliada, poderá fornecer informações sobre determinados critérios que se pretende monitorar no projeto de restauração (RODRIGUES et al., 2013). Há uma gama de indicadores que são utilizados por fornecerem boas respostas na etapa de monitoramento, os quais permitem compreender como se encontra o processo de restauração. O indicador avaliado neste trabalho foi a regeneração natural.

A regeneração natural compõe um dos estoques da diversidade da vegetação e representa a futura composição florística da área, sendo responsável pelo processo de sucessão na floresta (SOUZA, 2014), ou seja, é parte do complexo biológico ativo das florestas, que formam, desenvolvem e mantêm as fitofisionomias. Por fornecer dados sobre a dinâmica do processo de sucessão natural, esse indicador permite que sejam feitas várias inferências para a conservação da biodiversidade ou recuperação de áreas degradadas (MARANGON et al., 2008).

O processo de regeneração natural, influenciado por fatores como a chuva e os bancos de sementes, pode ser empregado como técnica na restauração florestal, levando em consideração a resiliência da área, sua matriz e a proximidade de fontes de propágulos (HIGUCHI, et al., 2015). No entanto, sua complexidade é acentuada pela interação de elementos intrínsecos e extrínsecos, como características ambientais e ecológicas das espécies, além de eventos como formação de clareiras e dispersão aleatória de sementes, ampliando a intrínseca dinâmica dos ecossistemas naturais (SANTOS, et al., 2015).

Todos esses motivos fazem da regeneração um dos indicadores mais utilizados quando se avalia áreas em restauração, sendo fundamental sua avaliação para inferir sobre o sucesso do processo de restauração (VENTUROLI; FELFILI; FAGG, 2011; MARTINS, 2014).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar a regeneração natural em duas áreas ciliares localizadas na Zona da Mata Sul de Pernambuco, visando inferir sobre o processo de restauração florestal dos ambientes.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ❖ Realizar levantamento florístico e fitossociológico para verificar composição e estrutura da vegetação regenerante;
- ❖ Identificar os indivíduos e determinar as espécies que compõem o estrato regenerante da vegetação;
- ❖ Quantificar a riqueza e diversidade florística da regeneração natural, a partir de índices de distribuição e de diversidades alfa e beta;
- ❖ Determinar origem, endemismo, grupos ecológicos e síndromes de dispersão e polinização das espécies;
- ❖ Comparar as áreas de estudo entre si e com outras literaturas, e caracterizá-las quanto ao processo de restauração florestal, tomando como base a regeneração natural.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 MATAS CILIARES**

As matas ciliares são formações vegetacionais presentes no entorno dos cursos d'água, sendo responsáveis por desempenhar um papel crítico na preservação dos recursos hídricos e na manutenção da biodiversidade (SOUZA et al., 2013). Elas são caracterizadas por uma complexidade de termos e definições, mas, de modo geral, são áreas distintas das terras vizinhas devido às características únicas do solo e da vegetação, os quais são influenciados pela presença dos cursos d'água (MARTINS, 2014). A importância dessas formações é evidenciada pelos benefícios que proporcionam, como: a filtragem de poluentes (evitando a contaminação da água e do solo); a formação de corredores ecológicos para a fauna (facilitando o seu fluxo gênico); e a proteção do solo contra erosão e consequente assoreamento dos cursos d'água (FERNÁNDEZ et al., 2014; GUTIERREZ; BECERRA, 2018).

Ao longo do tempo, essas matas sofreram, e ainda sofrem, frequente degradação devido à ocupação humana e o uso do solo para fins agrícolas e urbanísticos. Esse processo resultou em perda de biodiversidade, assoreamento e erosão do solo (LEWIS et al., 2015, RECH et al., 2015). No Brasil, há esforços para regulamentar a proteção dessas áreas, com leis que definem as matas ciliares como Áreas de Preservação Permanente (APP), reconhecendo sua importância para a manutenção dos recursos hídricos, biodiversidade e estabilidade do ambiente (SILVA, 2017).

A restauração e proteção das matas ciliares tornaram-se fundamentais para reverter os impactos negativos, garantindo a qualidade da água, o equilíbrio do ecossistema e a sobrevivência da flora e fauna associadas. Considerando os múltiplos benefícios oferecidos por esses ecossistemas, é crucial promover medidas efetivas para sua preservação e recuperação, a fim de manter o funcionamento saudável tanto dos ecossistemas aquáticos, quanto dos terrestres (PEREIRA et al., 2016).

#### **3.2 RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA E FLORESTAL**

As florestas tropicais desempenham um papel crucial na preservação da biodiversidade global, contribuindo significativamente para a oferta de serviços ecossistêmicos e o combate às mudanças climáticas (GARDNER et al., 2010). Entretanto, tem-se observado uma contínua redução dessas florestas devido à perda, fragmentação e degradação de ecossistemas,

principalmente devido à conversão de terras para fins agrícolas e expansão urbana (GIBBS et al., 2010). Entre 1980 e 2012, mais de 100 milhões de hectares de florestas tropicais foram transformados em outros usos da terra (HANSEN et al., 2013).

A restauração ecológica surgiu como uma alternativa para o resgate desses ecossistemas e suas funções ambientais. Dentro deste conceito há a restauração florestal, que consiste no processo de auxiliar a recuperação de um ecossistema que foi degradado, impactado ou destruído (SER, 2004; ARONSON; DURIGAN; BRANCALION, 2011). É esperado que, com as ações tomadas, o ecossistema em restauração consiga restabelecer trajetórias sucessionais inerentes ao seu tipo (que pode ser florestal, campestre, aquático, dentre outros) (ROSENFELD; MULLER, 2020), gerando condições favoráveis para uma maior biodiversidade, estruturada a mais semelhante possível das comunidades naturais originais (TRES, 2007).

As estratégias de restauração variam de acordo com grau de intervenção humana, podendo-se definir como: restauração passiva, onde não há intervenção humana, exceto para a retirada dos fatores causadores da degradação do ambiente; e restauração ativa, a qual, por sua vez, conta com a ação humana de forma bem mais direta, como, por exemplo, auxiliando na restauração da topografia local, realizando plantio total de sementes e/ou mudas etc (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Independentemente do tipo de estratégia adotada para a restauração, espera-se tornar o ambiente degradado em autossustentável e resiliente, de forma que o mesmo se mantenha na paisagem com composição, estrutura e processos ecológicos recuperados, após um determinado período de implantação das ações de restauração (SILVA, 2021).

### 3.3 MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DA RESTAURAÇÃO ATRAVÉS DE INDICADORES ECOLÓGICOS

Para garantir que o processo de restauração seja conduzido da melhor forma é necessário realizar o monitoramento, o qual ocorre a partir da avaliação dos indicadores ecológicos. Um indicador pode ser qualquer variável que, ao ser avaliada, poderá fornecer informações sobre uma determinada dinâmica da floresta, a qual se pretende monitorar para a condução do projeto de restauração (RODRIGUES et al., 2013; SOBRINHO, 2019).

Existe uma série de atributos que podem ser avaliados para classificar um ecossistema como restaurado ou não. A Sociedade Internacional para Restauração Ecológica (Society for

Ecological Restoration – SER, 2004) definiu-os como: diversidade, similaridade, estrutura de comunidades e capacidade de autossustentabilidade semelhantes a áreas naturais (de mesma fitofisionomia) não-degradadas; presença de espécies invasoras; presença de todos os grupos funcionais; ambiente físico capaz de sustentar a reprodução das populações; ameaças à resiliência e à integridade do ecossistema eliminadas ou reduzidas, de forma que o mesmo consiga suportar distúrbios naturais. Em suma, para que a área seja considerada restaurada, seu ecossistema precisa estar em pleno funcionamento e integrado à paisagem, fazendo parte de uma matriz ecológica maior (SILVA, 2021).

Os indicadores podem ser classificados de acordo com o objetivo da avaliação em questão, dividindo-se em ecológico, social e econômico, sendo o primeiro o mais comumente utilizado em áreas em processo de restauração florestal. Dado que a maioria desses projetos está relacionado principalmente com a vegetação, os tipos de indicadores ecológicos que têm se utilizado nos trabalhos de restauração são os de estrutura, composição e função (SOBRINHO, 2019).

No que se refere aos indicadores de estrutura, destacam-se: densidade de indivíduos, estrutura do sub-bosque, altura média do dossel, número de estratos, entre outros. Os indicadores de composição trazem: riqueza e diversidade de espécies, percentual de espécies exóticas, grupos sucessionais, síndromes de dispersão e polinização, entre outras. Por fim, os indicadores de função avaliam o(a): regeneração natural, formação de serapilheira, recomposição da fauna, chuva de sementes, banco de sementes, ciclagem de nutrientes, acúmulo de biomassa etc. (BRANCALION, et al., 2012).

Os indicadores ecológicos de função se destacam, pois permitem avaliar o restabelecimento dos processos ecológicos, vitais na manutenção da dinâmica da sucessão vegetal, e assim confirmar a sua perpetuação e funcionalidade para a conservação da diversidade local (NBL; TNC, 2013; RIGUEIRA; MARIANO-NETO. 2013). Em amplo cenário, o conjunto de indicadores escolhido deve ser capaz de informar além do que se pode ver apenas ao observar a paisagem, sendo de suma importância revelar informações relacionadas à volta e funcionamento dos processos ecológicos que mantêm a dinâmica de sucessão vegetal (FONSECA, 2013; RODRIGUES et al., 2013).

### 3.4 REGENERAÇÃO NATURAL

A regeneração natural é resultado da ação de diferentes processos que fazem parte do complexo da dinâmica florestal (SOBRINHO, 2019), compondo as fases iniciais do estabelecimento e desenvolvimento do ciclo de crescimento natural da floresta (MARANGON et al., 2008; SANTIAGO; FONSECA; CARVALHO, 2014). Mostra-se como um conjunto de indivíduos com capacidade de serem recrutados pelos estágios futuros da vegetação (LIMA et al., 2017).

Dessa forma, a diversidade da regeneração natural dentro dos ecossistemas em processos de restauração é um dos descritores mais eficientes para avaliar o sucesso das iniciativas de restauração e um excelente indicador das ações de manejo necessárias para garantir a sustentabilidade dos ecossistemas restaurados. Além disso, também indica a complexidade de processos inerentes à dinâmica florestal, como a floração e frutificação dos indivíduos restaurados, a dispersão de sementes, a composição do banco de sementes do solo (permanente e temporário), a germinação das sementes do banco, o recrutamento de plântulas e indivíduos jovens, entre outros (RODRIGUES; BRANCALION; ISERHAGEN, 2009; TORRES, 2014; GRUGIKI, 2018).

Fazer o estudo qualitativo e quantitativo da regeneração permite conhecer o estoque e a distribuição dela na comunidade vegetal, fornecendo dados que possibilitam fazer previsões sobre o comportamento e desenvolvimento do ecossistema no futuro (GARCIA et al., 2011), assim como, auxilia na tomada de decisões que favoreçam o processo de restauração, como a adoção de ações corretivas quando necessário.

A avaliação do potencial regenerante permite a identificação das espécies que compõem a regeneração natural (fitossociologia) e os grupos funcionais a que pertencem, favorecendo a definição de estratégias ligadas à conservação desses ambientes e à previsão de cenários de mudanças estruturais, associados a variáveis em diferentes escalas (LEYSER et al., 2012). Além disso, possibilita a realização de previsões sobre o comportamento e desenvolvimento futuro da floresta, pois fornece a relação e a quantidade de espécies que constituem seu estoque, bem como suas dimensões e distribuição na área (GARCIA et al., 2011).

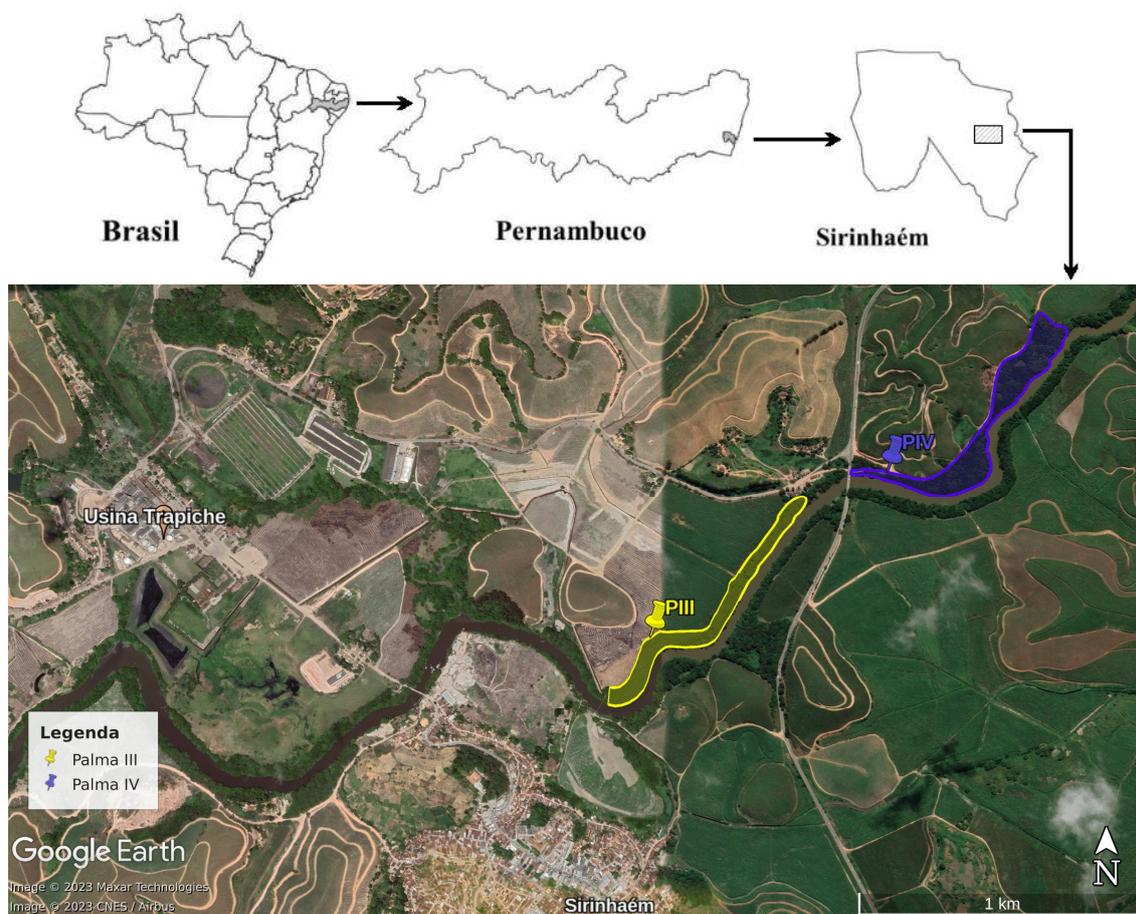
## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi conduzido em duas áreas ciliares localizadas na Usina Trapiche, situada no município de Sirinhaém - PE, na Zona da Mata Sul de Pernambuco (Figura 1). O município faz limite ao norte com Ipojuca e Escada, ao sul com Rio Formoso e Tamandaré, ao leste com o Oceano Atlântico e a oeste com Ribeirão (CONDEPE/FIDEM, 2010).

A área da Usina ocupa cerca de 26.850 ha, dos quais aproximadamente 7000 ha são remanescentes da Floresta Atlântica e Manguezais. A região é caracterizada como Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (IBGE, 2012). Dentro do território pertencente à Usina está presente o Rio Sirinhaém, que possui vegetação ciliar oriunda dos programas de reflorestamento da empresa desde o ano 2000, as quais nunca foram monitoradas com o intuito de conhecer o sucesso das ações.

**Figura 1.** Localização espacial das áreas Palma III e Palma IV no município de Sirinhaém – PE.



**Fonte:** Adaptado de Silva (2021).

## 4.2 DADOS CLIMÁTICOS

De acordo com a classificação de Köppen, a região possui clima de monção do tipo Am (ALVARES et al., 2013), com temperatura média anual de 25,6°C. A altitude média é de 60 m e o período de maior precipitação pluviométrica inicia-se em abril e termina em setembro (LIMA, 2017). Com base nos dados pluviométricos da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC, 2023), a precipitação pluvial média anual da região é de aproximadamente 2.259 mm. Os solos encontrados na região são do tipo Latossolo Amarelo; Argissolo Amarelo; Vermelho-Amarelo e Acinzentado; Gleissolo; Cambissolo e Neossolo Flúvico (SILVA et al., 2001; EMBRAPA, 2013).

## 4.3 AMOSTRAGEM

Para o presente estudo foram selecionadas duas áreas (Tabela 1) onde, nos anos 2002 e 2003, foram plantadas mudas de espécies arbóreas pioneiras e secundárias iniciais, em espaçamento 3 × 2 m, visando substituir o cultivo de cana-de-açúcar por matas ciliares – conforme exigência da legislação vigente, criando Áreas de Preservação Permanente (APP). A implantação das parcelas para este estudo, assim como a coleta dos dados, foi realizada no ano de 2018.

**Tabela 1.** Características das áreas de estudo localizadas no município de Sirinhaém – PE.

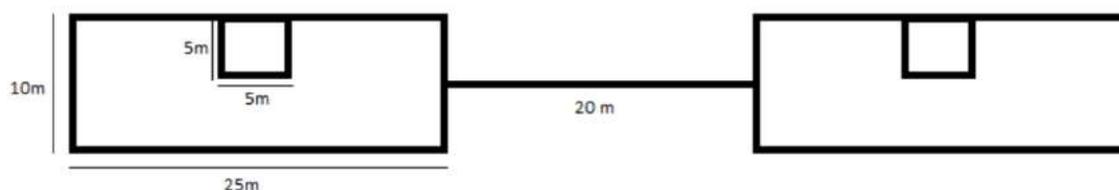
ANO DE PLANTIO	NOME	COORDENADAS	ÁREA (HA)	HISTÓRICO DE USO
2002	Palma III	8°35'03,17"S; 35°06'40,91"O	5,0	Cana-de-açúcar
2003	Palma IV	8°34'45,24"S; 35°06'12,25"O	6,5	Cana-de-açúcar

**Fonte:** O autor (2023).

Para a coleta dos dados, primeiramente, foram estabelecidas 20 parcelas permanentes em cada área, com dimensões de 10 x 25 m (250 m<sup>2</sup>), espaçadas sistematicamente a uma distância de 20 metros entre elas. Em seguida, foi demarcado, no centro de cada parcela, sub-parcelas (as quais, para este trabalho, serão referidas apenas como parcelas) de 5 x 5 m (25 m<sup>2</sup>), para a avaliação da regeneração natural (Figura 2). Em cada parcela, foi realizado o levantamento florístico e fitossociológico, considerando-se regenerantes todos os indivíduos arbóreos com altura igual ou superior a 1 metro e circunferência à altura do peito (CAP<sub>1,30 m</sub>) menor que 15 cm. Os indivíduos foram identificados, etiquetados com placas de alumínio e

tiveram suas alturas e circunferências à altura da base (CAB<sub>0,30 m</sub>) mensuradas com o auxílio de fita métrica. Para confirmação das espécies foram coletadas exsicatas dos espécimes e encaminhadas ao Herbário Sérgio Tavares (DCFL-UFRPE) para identificação.

**Figura 2.** Croqui demonstrativo do esquema das parcelas e sub-parcelas instaladas nas áreas de estudo para amostragem da regeneração natural.



**Fonte:** Silva (2017a).

As espécies foram nomeadas de acordo com o sistema de classificação Angiosperm Phylogeny Group IV (APG, 2016) e confirmadas quanto aos nomes científicos, autores e origem com base na Lista de Espécies da Flora do Brasil (FORZZA et al., 2023). Através de dados secundários, também foram classificadas em (Tabela 2): pioneiras, secundárias iniciais e secundárias tardias quanto ao grupo sucessional; zoocóricas, anemocóricas e autocóricas, quanto à síndrome de dispersão dos diásporos, como indicado por Gandolfi; Leitão-Filho; Bezerra (1995) e Pijl (1982), respectivamente; e, quanto à síndrome de polinização, foram estabelecidas como melitofilia, quiropterofilia, psicofilia, ornitofilia, anemofilia e generalista, de acordo com o proposto por Faegri; Pijl (1979); Real (1983).

**Tabela 2.** Definição das classificações das espécies, de acordo com: Grupo sucessional, Síndrome de dispersão e Síndrome de polinização.

Grupo sucessional	Pioneiras	espécies que se desenvolvem em locais mais abertos, como clareiras e bosques, sendo dependentes de boas condições de luminosidade
	Secundárias iniciais	espécies que se desenvolvem em clareiras pequenas ou até antigas clareiras, próximas às pioneiras, podendo tolerar sombreamento
	Secundárias tardias	espécies que se desenvolvem em ambientes permanentemente sombreados, próximas às secundárias iniciais
Síndrome de dispersão	zoocóricas	dispersão dos diásporos realizada por grupos animais
	anemocóricas	dispersão dos diásporos realizada pela ação do vento
	autocóricas	dispersão dos diásporos realizada pela própria planta, a partir da abertura dos frutos por deiscência explosiva

Síndrome de polinização	melitofilia	processo de polinização realizado por abelhas
	quiropterofilia	processo de polinização realizado por morcegos
	psicofilia	processo de polinização realizado por borboletas
	ornitofilia	processo de polinização realizado por pássaros
	anemofilia	processo de polinização realizado pela ação do vento
	generalista	processo de polinização realizado por insetos pequenos generalistas

**Fonte:** Adaptado de Faegri; Pijl (1979); Pijl (1982); Real (1983); Gandolfi; Leitão-Filho; Bezerra (1995).

Os dados obtidos, que incluíam informações sobre a parcela, numeração, fuste, nome popular, nome científico, família, origem, grupo ecológico, síndrome de dispersão, síndrome de polinização, CAP, DAP, altura e área basal, foram organizados em planilhas para a realização da análise florística e fitossociológica, elaboração de gráficos e tabelas, utilizando o software Microsoft EXCEL for Windows™ 2016.

#### 4.4 ÍNDICES DE VEGETAÇÃO

A partir da lista final de espécies foi calculada a riqueza (número de espécies) das áreas, densidades, frequências, dominâncias e valor de importância, conforme indicado por Souza e Soares (2013). Também foram realizadas estimativas de índices de diversidade alfa e beta. Os índices alfa escolhidos foram os de Diversidade de Shannon (H'), Equabilidade de Pielou (J), Dominância de Simpson (C) e o Coeficiente de Mistura de Jentsch (QM) – como apontado por Magurran (1988). Enquanto para os índices beta foram adotados o de Similaridade de Jaccard (Sj) e o Coeficiente de Sorensen (Ss) – como proposto por Whittaker (1977). Para uma melhor noção distributiva das espécies nas áreas, foi estimado também o índice de Distribuição Espacial de MacGuinnes (1934).

##### 4.4.1 Parâmetros Fitossociológicos

###### 1) Densidades Absoluta (DArn) e Relativa (DRrn) da Regeneração Natural

$$DArn_i = \frac{n_i}{u_t \times a} ; \quad DRrn_i = \frac{DArn_i}{DTrn} \times 100$$

Em que:

DArn<sub>i</sub> = densidade absoluta da regeneração natural da i-ésima espécie;

DRrn<sub>i</sub> = densidade relativa da regeneração natural da i-ésima espécie, em (%);

DTrn = densidade absoluta da regeneração natural das espécies total;

$n_i$  = número de indivíduos amostrados da  $i$ -ésima espécie da regeneração natural;  
 $a$  = área, em hectare, da subunidade de amostra da regeneração natural;  
 $u_t$  = número total de subunidades.

2) Frequências Absoluta (FArn) e Relativa (FRrn) da Regeneração Natural

$$FArn_i = \frac{u_i}{u_t} \times 100 ; \quad FRrn_i = \frac{FArn_i}{\sum FArn_i} \times 100$$

Em que:

FArn<sub>*i*</sub> = frequência absoluta da regeneração natural da  $i$ -ésima espécie;

FRrn<sub>*i*</sub> = frequência relativa da regeneração natural da  $i$ -ésima espécie, em (%);

$u_i$  = número de subunidades em que a  $i$ -ésima espécie foi amostrada;

$u_t$  = número total de subunidades da regeneração natural.

3) Dominâncias Absoluta (DoArn) e Relativa (DoRrn) da Regeneração Natural

$$DoArn_i = \frac{Grn_i}{u_t \times a} \times 100 ; \quad DoRrn_i = \frac{Grn_i}{\sum Grn_i} \times 100$$

Em que:

DoArn<sub>*i*</sub> = dominância absoluta da regeneração natural da  $i$ -ésima espécie, em  $m^2 \cdot ha^{-1}$ ;

DoRrn<sub>*i*</sub> = dominância relativa da regeneração natural da  $i$ -ésima espécie, em (%);

$a$  = área, em hectare, da subunidade de amostra da regeneração natural;

$u_t$  = número total de subunidades;

Grn<sub>*i*</sub> = área basal da regeneração natural da  $i$ -ésima espécie, em  $m^2$ .

4) Valor de Importância (VInri) da Regeneração Natural

$$VInr_i = DRrn_i + FRrn_i + DoRrn_i ; \quad VInr_i(\%) = \frac{VInr_i \times 100}{\sum VInr_i}$$

Em que:

VInri = valor de importância da regeneração natural da  $i$ -ésima espécie;

VInri(%) = valor de importância da regeneração natural da  $i$ -ésima espécie, em (%);

DRrn<sub>*i*</sub> = densidade relativa da regeneração natural da  $i$ -ésima espécie, em (%);

FRrn<sub>*i*</sub> = frequência relativa da regeneração natural da  $i$ -ésima espécie, em (%);

DoRrn<sub>*i*</sub> = dominância relativa da regeneração natural da  $i$ -ésima espécie, em (%).

#### 4.4.2 Índice de Distribuição Espacial de MacGuinnes (IGA<sub>i</sub>)

O Índice de MacGuinnes denota o grau de agregação das espécies, a partir dos dados de densidade e frequência das mesmas.

$$IGA_i = \frac{D_i}{d_i}$$

$$\text{Sendo: } D_i = \frac{n_i}{u_t}; d_i = -\ln(1 - Fr_i); e Fr_i = \frac{u_i}{u_t}$$

Em que:

IGA<sub>i</sub> = Índice de MacGuinnes para a i-ésima espécie;

D<sub>i</sub> = densidade observada da i-ésima espécie;

d<sub>i</sub> = densidade esperada da i-ésima espécie;

n<sub>i</sub> = número de indivíduos, da i-ésima espécie;

u<sub>t</sub> = número total de unidades amostrais;

ln = logaritmo neperiano;

Fr<sub>i</sub> = frequência absoluta da i-ésima espécie;

u<sub>i</sub> = número de unidades amostrais em que a i-ésima espécie ocorre.

A classificação do padrão obedece à seguinte escala: IGA<sub>i</sub> < 1: distribuição uniforme; IGA<sub>i</sub> = 1: distribuição aleatória; 1 < IGA<sub>i</sub> ≤ 2: tendência ao agrupamento; IGA<sub>i</sub> > 2: distribuição agregada.

#### 4.4.3 Índices de Diversidade Alfa

Os índices de diversidade alfa exprimem o produto da diferenciação de nicho<sup>1</sup> entre as espécies que ocupam um mesmo habitat, visto que a coexistência se torna mais difícil quando há alta sobreposição de nicho (WHITTAKER, 1977).

##### 1) Índice de Diversidade de Shannon (H')

O índice de diversidade de Shannon fornece uma ideia do grau de incerteza em prever a qual espécie pertenceria um indivíduo retirado aleatoriamente da população, considerando, para isso, igual peso entre as espécies raras e abundantes (MAGURRAN, 1988).

---

<sup>1</sup> Conjunto de condições e recursos que permitem a uma espécie sobreviver no ambiente.

$$H' = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \times \ln \frac{n_i}{N}$$

Em que:

$H'$  = índice de diversidade Shannon da comunidade, em nats.ind.<sup>-1</sup>;

$n_i$  = número de indivíduos amostrados da  $i$ -ésima espécie;

$N$  = número total de indivíduos amostrados;

$S$  = número total de espécies amostradas.

O valor de  $H'$  não tem uma escala específica de quanto pode variar, sendo necessário sua comparação com o mesmo índice amostrado em outras pesquisas, realizadas em áreas com fitofisionomia similar. Dessa forma, quanto maior for o valor de  $H'$ , maior será a diversidade florística, riqueza e uniformidade da população estudada (MAGURRAN, 1988).

## 2) Índice de Equabilidade de Pielou ( $J'$ )

O índice de Equabilidade de Pielou é derivado do índice de diversidade de Shannon e permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes ao relacionar a diversidade obtida com o que seria a diversidade máxima possível na área em questão (MAGURRAN, 1988).

$$J' = \frac{H'}{H'_{\text{máx}}}$$

Em que:

$J'$  = índice de equabilidade de Pielou;

$H'$  = índice de diversidade Shannon da comunidade;

$H'_{\text{máx}}$  = valor máximo teórico dado por  $\ln(S)$ ;

$S$  = número total de espécies amostradas.

O valor de  $J'$  varia em uma escala de 0 a 1, em que 1 representa a máxima diversidade e uniformidade da população, ou seja, um cenário onde todas as espécies são igualmente abundantes.

## 3) Índice de Dominância de Simpson ( $C$ )

O Índice de dominância de Simpson mede a probabilidade de dois indivíduos, selecionados ao acaso na amostra, pertencerem à mesma espécie (MAGURRAN, 1988).

$$C = 1 - \sum \left(\frac{n_i}{N}\right)^2$$

Em que:

C = Índice de dominância de Simpson;

N = Número total de indivíduos amostrados;

$n_i$  = número de indivíduos amostrados da  $i$ -ésima espécie.

O valor estimado de D varia de 0 a 1, sendo que o valor da diversidade aumenta ao se aproximar de um, enquanto o da dominância cresce ao se aproximar do zero.

#### 4) Coeficiente de Mistura de Jentsch (QM)

O Coeficiente de Mistura de Jentsch apresenta uma ideia geral da composição florística da floresta com um cálculo simples, indicando o número médio de árvores de cada espécie que é encontrada no povoamento (MAGURRAN, 1988).

$$QM = \frac{S}{N}$$

Em que:

QM = Coeficiente de Mistura de Jentsch;

S = número de espécies amostradas;

N = número total de indivíduos amostrados.

O valor estimado de QM varia de 0 a 1, de forma que quanto mais próximo de 1 for o seu valor, maior é a intensidade de mistura, ou seja, mais diversa é a população.

#### 4.4.4 Índices de Diversidade Beta

Os índices de diversidade beta, de acordo com o proposto por Whittaker (1977), são estimativas do nível de diferença (ou similaridade) entre habitats ou amostras distantes entre si, no que diz respeito à variedade ou à abundância das espécies.

##### 1) Índice de Similaridade de Jaccard ( $S_j$ )

O Índice de Similaridade de Jaccard indica a semelhança entre duas comunidades, comparando, para isto, o número total de espécies de cada área com o número de espécies ocorrentes em ambas (WHITTAKER, 1977).

$$S_j = \frac{c}{a + b + c} = \frac{c}{A + B - c}$$

Em que:

$S_j$  = Índice de Similaridade Jaccard;

A = número de espécies presentes no local A;

B = número de espécies presentes no local B;

a = número de espécies exclusivas do local A;

b = número de espécies exclusivas do local B;

c = número de espécies presentes em A e B.

O valor de  $S_j$  varia entre 0 e 1, sendo 0 quando não existem espécies em comum dentre as duas áreas e 1 quando estas apresentam a mesma composição.

## 2) Coeficiente de Similaridade de Sorensen ( $S_s$ )

O Coeficiente de Similaridade de Sorensen é bastante semelhante ao Índice de Jaccard, sendo que, neste caso, o número de espécies em comum entre as áreas é relacionado com a média aritmética das espécies em ambas as áreas (WHITTAKER, 1977).

$$S_s = \frac{2c}{a + b + 2c} = \frac{2c}{A + B}$$

Em que:

$S_s$  = Índice de Similaridade Sorensen;

A = número de espécies presentes no local A;

B = número de espécies presentes no local B;

a = número de espécies exclusivas do local A;

b = número de espécies exclusivas do local B;

c = número de espécies presentes em A e B.

Da mesma forma que em  $S_j$ , o valor de  $S_s$  varia entre 0 e 1, sendo 0 quando não existe nenhuma similaridade dentre as espécies das duas áreas e 1 quando a similaridade é completa. Porém, Sorensen confere mais peso aos dados de presença (c), do que aos de ausência (A, B, a, b), multiplicando-os por dois (WHITTAKER, 1977).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 ANÁLISE FLORÍSTICA

Na florística da regeneração natural do ambiente de estudo da área PIII (Tabela 3) foram amostrados 113 indivíduos regenerantes, pertencentes a 12 espécies e distribuídos em oito famílias botânicas, sendo 10 dessas espécies completamente identificadas e duas apenas em nível de gênero. Quanto à área PIV, houve a amostragem de 67 indivíduos, distribuídos em 18 espécies, enquadrados em 11 famílias botânicas, sendo 17 espécies totalmente identificadas e uma em nível de gênero.

**Tabela 3.** Lista de espécies encontradas no componente regenerante das áreas Palma III e Palma IV, localizadas em Sirinhaém-PE. Sendo: OR: origem, N: nativa, E: exótica; EN: endemismo, X: é endêmica do Brasil; GE: grupo ecológico, Pi: pioneira, Si: secundária inicial, St: secundária tardia, Sc: sem classificação; SD: síndrome de dispersão, auto: autocórica, zoo: zoocórica, ni: não identificada; SP: Síndrome de polinização, mel: melitofilia, qui: quiropterofilia, psi: psicofilia, ipg: insetos pequenos generalistas, orn: ornitofilia, ane: anemofilia. REF: referência bibliográfica.

Família/Espécie	Nº indivíduos		OR	EN	GE	SD	SP	REF
	PIII	PIV						
<b>Anacardiaceae R.Br.</b>								
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi		1	N		Pi	zoo	mel	Sl, S2, 1, 2
<i>Spondias mombin</i> L.		1	N		Pi	zoo	mel	Sl, 2, 7
<b>Fabaceae Lindl.</b>								
<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	1		E		Si	auto	mel	Sl, 2, 7
<i>Inga sessilis</i> (Vell.) Mart.	8	4	N	X	Pi	zoo	qui	3
<b>Hypericaceae Juss.</b>								
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy		5	N		Pi	zoo	mel	Sl, 2, 7, 8
<b>Lecythidaceae A.Rich.</b>								
<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	1		N	X	Si	zoo	mel	S2, 8
<b>Malvaceae Juss.</b>								
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	1	1	N		Si	auto	psi	3, 12
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	2	3	E		Sc	zoo	qui	Sl, 2
<b>Melastomataceae A.Juss.</b>								
<i>Clidemia hirta</i> (L.) D.Don		1	N		Pi	zoo	mel	14
<i>Miconia affinis</i> DC.	1	1	N		Si	zoo	mel	Sl, 7
<i>Miconia cuspidata</i> Naudin		1	N		Si	zoo	mel	3
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	5	9	N		Si	zoo	mel	Sl, S2, 6, 7
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.		1	N		Pi	zoo	mel	10
<b>Meliaceae A.Juss.</b>								
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	80	21	N		St	zoo	psi	11, 7, 8
<b>Moraceae Gaudich.</b>								
<i>Ficus</i> sp.	2	5	-	-	Sc	ni	mel	3

<b>Myrtaceae Juss.</b>							
<i>Campomanesia aromatica</i> (Aubl.) Griseb.		1	N	Si	zoo	mel	5
<i>Psidium guajava</i> L.	1		E	Pi	zoo	mel	4
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	2	3	E	Pi	zoo	mel	Sl, 4, 7
<b>Nyctaginaceae Juss.</b>							
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz		1	N	Si	zoo	ipg	3, 5, 9
<b>Rubiaceae Juss.</b>							
<i>Palicourea marcgravii</i> A.St.-Hil.		2	N	Sc	zoo	orn	12, 13
<i>Palicourea</i> sp.	9		-	Sc	ni	orn	13
<b>Urticaceae Juss.</b>							
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul		6	N	Pi	zoo	ane	Sl, 7
<b>Total</b>	<b>113</b>	<b>67</b>	<b>2</b>				

**Fonte:** O autor (2023).

A maioria das espécies é nativa do bioma Mata Atlântica, o que é favorável ao processo de restauração, apesar de apenas duas serem endêmicas, sendo estas *Inga sessilis* e *Eschweilera ovata*. Nota-se que as espécies exóticas são representadas por poucos indivíduos, enquanto as nativas, em sua maioria, são mais presentes nos componentes, com destaque para a *Guarea guidonia*, com 80 indivíduos na área PIII e 21 na área PIV.

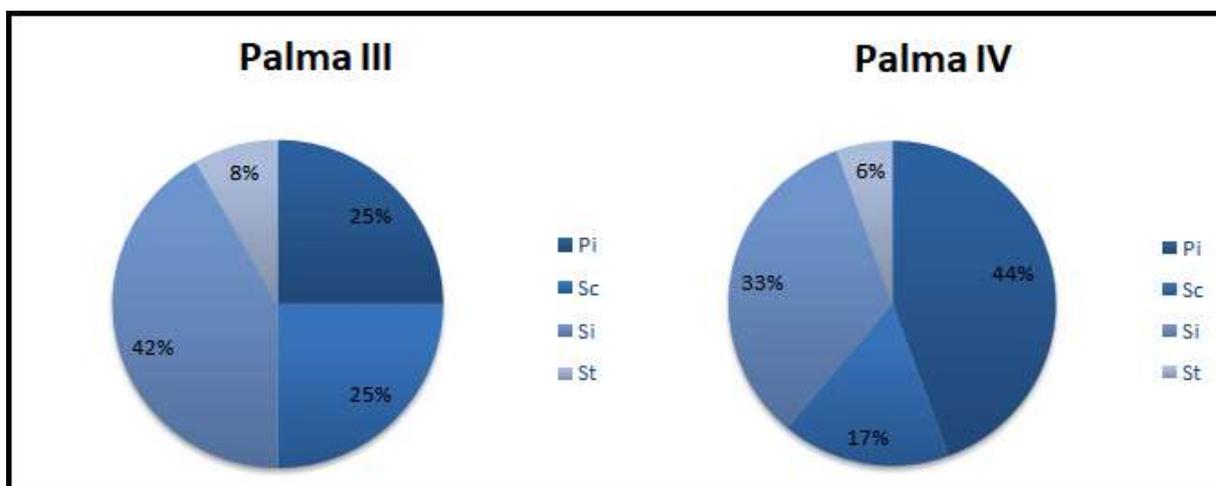
As espécies nativas são de suma importância para o reestabelecimento da complexidade ecológica em uma área que está passando pelo processo de restauração, pois são as mais adaptadas ao local. Elas possuem uma maior resistência a fatores naturais estressantes, como variação climática e pluviométrica, favorecendo, assim, o processo de sucessão ecológica. Além disso, interagem com as espécies da fauna com as quais coevoluiram, retomando as interações ecológicas pré-existentes, o que facilita a dispersão de propágulos e, conseqüentemente, a formação de corredores ecológicos (SOUZA, A. L.; SOARES, 2013; MARTINS-OLIVEIRA, 2020).

### 5.1.1 Grupos ecológicos

Das espécies encontradas e classificadas quanto ao grupo ecológico (Figura 3), observa-se que a maioria delas são de início de sucessão, as secundárias iniciais e pioneiras. Isso indica que a maioria das espécies tem tolerância à elevada intensidade de luz solar (FERREIRA et al., 2016). Cabe salientar que o valor de 25% em PIII e 17% PIV das espécies consideradas sem caracterização está associado às espécies que não foram completamente identificadas, apenas em nível de gênero. Com uma grande representação de espécies de estágio de sucessão inicial, incluindo as pioneiras, pode-se inferir, com base nas conclusões de Gandolfi et al. (1995), que

a vegetação regenerante das áreas estudadas possui característica de floresta em condições jovens.

**Figura 3.** Percentual de grupos ecológicos observados na regeneração natural das áreas Palma III e Palma IV, localizadas em Sirinhaém-PE. Sendo: Pi: pioneira; Si: secundária inicial; St: secundária tardia; Sc: sem classificação.



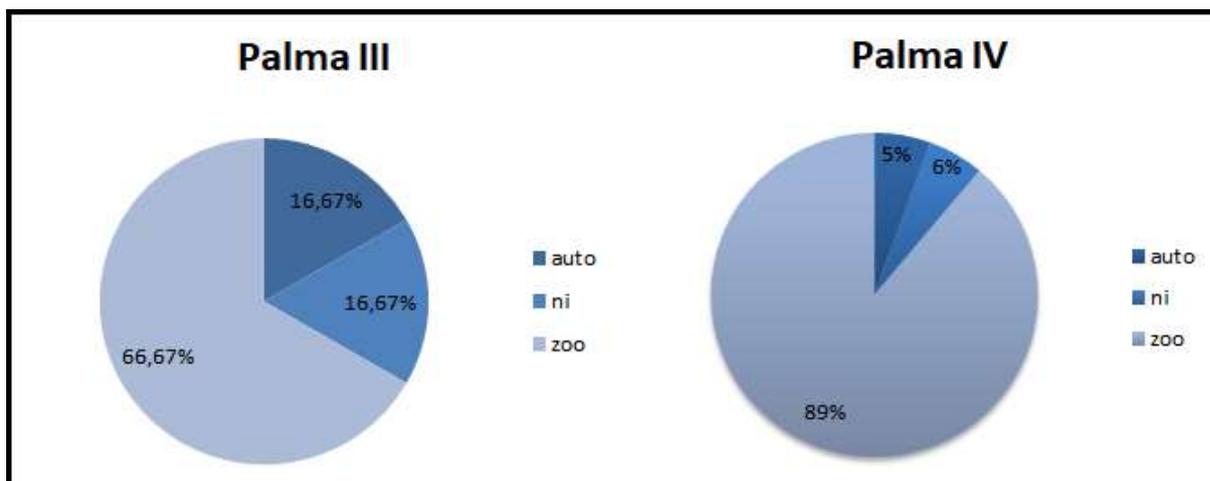
**Fonte:** O autor (2023).

Vários trabalhos realizados em Floresta Atlântica em Pernambuco, também classificaram a maioria das espécies encontradas como secundárias iniciais (TORRES, 2014; LIMA, 2017; SOBRINHO, 2019). As espécies de sucessão inicial podem persistir na paisagem, mesmo em condições efêmeras e de alta competição ambiental, principalmente pela alta capacidade de se colonizar e sobreviver a ambientes adversos (GUREVITCH; SCHEINER; FOX, 2009), o que as torna importantes no processo de restauração.

### 5.1.2 Síndrome de dispersão

Quanto à síndrome de dispersão das espécies (Figura 4), a maioria (66,67% em PIII e 89% em PIV) possui dispersão por animais. A síndrome de dispersão zoocórica ter se sobressaído em relação às demais é um fato verificado com frequência em outros estudos na mesma fitofisionomia (BARBOSA et al., 2009; SILVA et al., 2016; SILVA, 2017b). De acordo com Taberelli; Peres (2002), na Mata Atlântica o percentual de espécies arbóreas pertencentes a este grupo varia entre 53 e 98%, em função de boa parte das espécies presentes nestes biomas apresentarem mecanismos de dispersão de suas sementes por vertebrados.

**Figura 4.** Percentual da síndrome de dispersão observada na regeneração natural das áreas Palma III e Palma IV, localizadas em Sirinhaém-PE. Sendo: auto: autocórica; zoo: zoocórica; ni: não identificada.



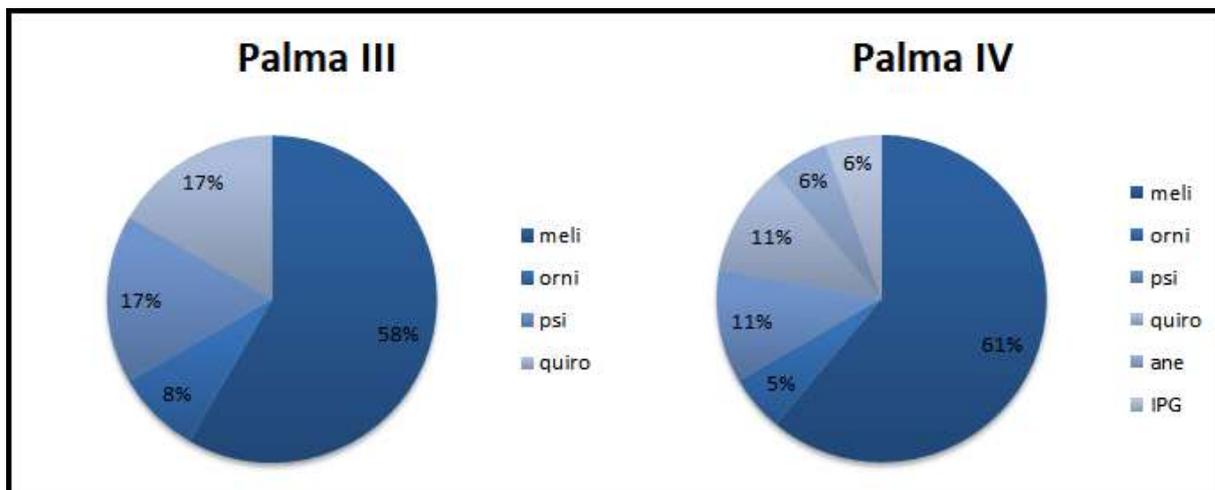
**Fonte:** O autor (2023).

Em áreas restauradas, a utilização de espécies zoocóricas é importante para a atração da fauna dispersora, que facilita a ampliação das áreas de ocorrência destas espécies. Os animais responsáveis pela dispersão destes propágulos são essenciais na complexidade de interações ecológicas, sendo um fator importante para agilizar a sucessão florestal de áreas em restauração (BARBOSA et al., 2009).

### 5.1.3 Síndrome de polinização

Em relação à síndrome de polinização das espécies (Figura 5), o sistema polinizador mais frequente foi a melitofilia (58% em PIII e 61% em PIV), assim como observado em outros estudos conduzidos em fragmentos de Mata Atlântica na Região Nordeste (FORNI-MARTINS, 2006; ARAÚJO, 2009; PINTO, 2019), onde a polinização realizada por abelhas ocorre sempre em um percentual superior a 50% das espécies estudadas. Com uma expressividade bem menor, as síndromes mais ocorrentes em sequência foram a psicofilia e a quiropterofilia, também para ambas as áreas. E as com menor percentual de ocorrência foram a ornitofilia (para PIII e PIV), a anemofilia e a generalista, tendo estas últimas ocorrido apenas em PIV.

**Figura 5.** Percentual da síndrome de polinização observada na regeneração natural das áreas Palma III e Palma IV, localizadas em Sirinhaém-PE. Sendo: meli: melitofilia; orni: ornitofilia; psi: psicofilia; quiro: quiropterofilia; ane: anemofilia; IPG: insetos pequenos generalistas.



**Fonte:** O autor (2023).

De acordo com Almeida et al. (2019), a melitofilia é a síndrome mais comum em ecossistemas de Mata Atlântica e ainda mais comum se estes estiverem em início de sucessão, pois, como observado por Silva et al. (2012), em áreas de sucessão mais avançada as espécies arbóreas tendem a uma maior seletividade quanto ao seu polinizador. Dado a predominância e importância das abelhas como polinizadoras, é imprescindível a manutenção desses indivíduos em áreas em processo de restauração florestal (ALMEIDA et al., 2019; SILVA et al., 2023).

Segundo Maia-Silva et al. (2012), as abelhas desempenham um papel fundamental na preservação da qualidade dos ecossistemas e, conseqüentemente, das espécies, tornando crucial considerar espécies que sejam atrativas para esses polinizadores ao se planejar o plantio.

## 5.2 ANÁLISE FITOSSOCIOLÓGICA

Os parâmetros fitossociológicos estimados para Palma III estão detalhados na Tabela 4, com as espécies apresentadas em ordem de valor de importância (VI). Observa-se no componente regenerante uma densidade total de 2260 ind.ha<sup>-1</sup>, com uma dominância absoluta estimada de aproximadamente 1,03 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 4.** Estrutura fitossociológica da regeneração natural da área Palma III, localizada em Sirinhaém-PE. Em que: N°: número de indivíduos DA: Densidade absoluta (ind.ha<sup>-1</sup>); DR: Densidade relativa (%); FA: Frequência absoluta (%); FR: Frequência relativa (%); DoA: Dominância absoluta (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>); DoR: Dominância relativa (%); VI: Valor de importância (%).

Espécie	N°	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI	VI (%)
<i>Guarea guidonia</i>	80	1600	70,80	85	45,95	0,7907	76,42	193,17	64,39
<i>Inga sessilis</i>	8	160	7,08	20	10,81	0,0865	8,36	26,25	8,75
<i>Palicourea sp.</i>	9	180	7,96	25	13,51	0,0429	4,14	25,62	8,54
<i>Syzygium cumini</i>	2	40	1,77	10	5,41	0,0426	4,12	11,29	3,76
<i>Miconia minutiflora</i>	5	100	4,42	10	5,41	0,0110	1,06	10,89	3,63
<i>Ficus sp.</i>	2	40	1,77	5	2,70	0,0253	2,45	6,92	2,31
<i>Clitoria fairchildiana</i>	1	20	0,88	5	2,70	0,0228	2,20	5,79	1,93
<i>Pachira aquatica</i>	2	40	1,77	5	2,70	0,0069	0,67	5,14	1,71
<i>Eschweilera ovata</i>	1	20	0,88	5	2,70	0,0022	0,21	3,80	1,27
<i>Ceiba speciosa</i>	1	20	0,88	5	2,70	0,0017	0,17	3,76	1,25
<i>Miconia affinis</i>	1	20	0,88	5	2,70	0,0012	0,12	3,71	1,24
<i>Psidium guajava</i>	1	20	0,88	5	2,70	0,0008	0,07	3,66	1,22
<b>Total</b>	113	2260	100	185	100	1,0346	100	300	100

Fonte: O autor (2023).

Pode-se observar que a espécie *Guarea guidonia* representa 70,80% da densidade total do estudo de PIII, sendo também a mais frequente entre as unidades amostrais, aquela com maior dominância e, conseqüentemente, a de maior valor de importância para a área de estudo.

Na Tabela 5 estão detalhados os parâmetros fitossociológicos estimados para Palma IV, com as espécies apresentadas em ordem de valor de importância (VI). Neste componente regenerante observa-se uma densidade total de 1340 ind.ha<sup>-1</sup>, com uma dominância absoluta estimada de aproximadamente 0,76 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 5.** Estrutura fitossociológica da regeneração natural da área Palma IV, localizada em Sirinhaém-PE. Em que: N°: número de indivíduos; DA: Densidade absoluta (ind.ha<sup>-1</sup>); DR: Densidade relativa (%); FA: Frequência absoluta (%); FR: Frequência relativa (%); DoA: Dominância absoluta (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>); DoR: Dominância relativa (%); VI: Valor de importância (%).

Espécie	N°	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI	VI (%)
<i>Guarea guidonia</i>	21	420	31,34	50	24,39	0,1161	15,34	71,07	23,69
<i>Syzygium cumini</i>	3	60	4,48	10	4,88	0,2326	30,72	40,07	13,36

<i>Miconia minutiflora</i>	9	180	13,43	25	12,20	0,0278	3,67	29,30	9,77
<i>Inga sessilis</i>	4	80	5,97	20	9,76	0,0739	9,75	25,48	8,49
<i>Cecropia pachystachya</i>	6	120	8,96	20	9,76	0,0179	2,37	21,08	7,03
<i>Vismia guianensis</i>	5	100	7,46	10	4,88	0,0554	7,32	19,66	6,55
<i>Ficus sp.</i>	5	100	7,46	5	2,44	0,0651	8,60	18,50	6,17
<i>Pachira aquatica</i>	3	60	4,48	10	4,88	0,0517	6,83	16,18	5,39
<i>Ceiba speciosa</i>	1	20	1,49	5	2,44	0,0702	9,27	13,20	4,40
<i>Palicourea marcgravii</i>	2	40	2,99	10	4,88	0,0066	0,87	8,73	2,91
<i>Schinus terebinthifolia</i>	1	20	1,49	5	2,44	0,0245	3,23	7,16	2,39
<i>Miconia affinis</i>	1	20	1,49	5	2,44	0,0048	0,64	4,57	1,52
<i>Miconia cuspidata</i>	1	20	1,49	5	2,44	0,0028	0,37	4,30	1,43
<i>Spondias mombin</i>	1	20	1,49	5	2,44	0,0028	0,37	4,30	1,43
<i>Campomanesia aromatica</i>	1	20	1,49	5	2,44	0,0023	0,30	4,24	1,41
<i>Clidemia hirta</i>	1	20	1,49	5	2,44	0,0013	0,17	4,10	1,37
<i>Miconia prasina</i>	1	20	1,49	5	2,44	0,0008	0,10	4,03	1,34
<i>Guapira opposita</i>	1	20	1,49	5	2,44	0,0006	0,08	4,02	1,34
<b>Total</b>	<b>67</b>	<b>1340</b>	<b>100</b>	<b>205</b>	<b>100</b>	<b>0,7573</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>

**Fonte:** O autor (2023).

Também nesta área, é possível observar a dominância da espécie *Guarea guidonia*, que representa 31,34% da densidade total do estudo de PIV, sendo a mais frequente entre as unidades amostrais, porém não a com maior dominância (a qual seria a *Syzygium cumini*) e a de maior valor da importância para a área de estudo.

No geral, a partir destes dados apresentados nas Tabelas 4 e 5, pode-se dizer que a área PIV é mais equilibrada fitossociologicamente do que a área PIII, que possui uma dominância da espécie *Guarea guidonia* bem mais expressiva do que a dominância da mesma vista em PIV, de forma que esta ocupa a maior parte das parcelas com um grande número de indivíduos em cada uma. Em PIV, os parâmetros expressam mais uma liderança da espécie do que uma dominância em si, o que dá espaço para o desenvolvimento de outras espécies, fator este que resulta, conseqüentemente, em uma maior diversidade florística no ecossistema. Tal característica é reforçada pelo fato da área PIV, mesmo contando com pouco mais da metade do número total de indivíduos de PIII, possuir um número maior de espécies distribuídas em seu componente regenerante, sendo 67 indivíduos distribuídos em 18 espécies (11 famílias),

enquanto em PIII se tem um total 113 indivíduos distribuídos em apenas 12 espécies botânicas (8 famílias).

*Guarea guidonia* é uma espécie da família Meliaceae, conhecida comumente como carrapeta ou jitó. É nativa, porém não é endêmica do Brasil. Naturalmente é encontrada em diversos países da América Central e América do Sul. Trata-se de uma árvore perene, com copa espalhada e folhagem densa. Em algumas situações pode atingir 25 metros de altura e até 1 metro de diâmetro. O jitó é uma espécie que tem crescimento rápido, mas é longeva, podendo chegar a 150 anos (WEAVER, 2000). Os frutos são avidamente procurados pela fauna, que também contribui para sua disseminação, tornando a planta útil para plantios mistos em áreas degradadas de preservação permanente (LORENZI, 2008).

Vale destacar que em PIII o valor de densidade da *Guarea guidonia* foi de 1600 ind.ha<sup>-1</sup>, sendo 10 vezes maior que a espécie seguinte, *Inga sessilis*, com 160 ind.ha<sup>-1</sup>. No estudo de Sobrinho (2019), realizado em Sirinhaém-PE em duas áreas em processo de restauração com 13 anos de idade, a *Guarea guidonia* também apresentou-se como a espécie com maior densidade, com valores iguais a 322,22 ind.ha<sup>-1</sup> e 420 ind.ha<sup>-1</sup>, sendo este último valor igual ao encontrado na área PIV neste estudo.

Com relação à distribuição das espécies nas unidades amostrais, em PIII observa-se que *Guarea guidonia*, *Palicourea sp.* e *Inga sessilis*, tiveram uma ocorrência de 85%, 25% e 20%, respectivamente. Já as espécies *Syzygium cumini* e *Miconia minutiflora*, tiveram ocorrência em 10% das parcelas, enquanto as espécies restantes ocorreram em apenas 5% das unidades amostrais. Quanto à distribuição das espécies nas unidades amostrais de PIV, observou-se que *Guarea guidonia* e *Miconia minutiflora* ocorreram em 50% e 25% das parcelas, respectivamente, enquanto *Inga sessilis* e *Cecropia pachystachya* ocorreram em 20%. Já *Syzygium cumini*, *Vismia guianensis*, *Pachira aquatica* e *Palicourea marcgravii* ocorreram em 10%, e o restante das espécies em 5% das parcelas.

### 5.2.1 Índice de Distribuição Espacial

As duas áreas estudadas apresentaram resultados semelhantes quanto à sua distribuição espacial pelo índice de MacGuinnes (Tabela 6). Em ambas, o padrão predominante foi o uniforme, seguido da tendência ao agrupamento e do arranjo agregado, respectivamente, assim como encontrado por Torres (2014) na sua pesquisa em fragmento de Mata Atlântica em Pernambuco.

**Tabela 6.** Índices de Distribuição Espacial de MacGuinnes (IGA) das espécies ocorrentes na regeneração natural das áreas Palma III e Palma IV, localizadas em Sirinhaém-PE. Em que: N°: número de espécies; Escala: classificação do padrão de distribuição espacial, Uni: uniforme, Agp: com tendência ao agrupamento, Agg: agregada.

Espécie	PIII			PIV		
	N°	IGA	Escala	N°	IGA	Escala
<i>Campomanesia aromatica</i>				1	0,9748	Uni
<i>Cecropia pachystachya</i>				6	1,3444	Agp
<i>Ceiba speciosa</i>	1	0,9748	uni	1	0,9748	Uni
<i>Clidemia hirta</i>				1	0,9748	Uni
<i>Clitoria fairchildiana</i>	1	0,9748	uni			
<i>Eschweilera ovata</i>	1	0,9748	uni			
<i>Ficus sp.</i>	2	1,9496	agp	5	4,8739	Agg
<i>Guapira opposita</i>				1	0,9748	Uni
<i>Guarea guidonia</i>	80	2,1085	agp	21	1,5148	Agp
<i>Inga sessilis</i>	8	1,7926	agp	4	0,8963	Uni
<i>Miconia affinis</i>	1	0,9748	uni	1	0,9748	Uni
<i>Miconia cuspidata</i>				1	0,9748	Uni
<i>Miconia minutiflora</i>	5	2,3728	agp	9	1,5642	Agp
<i>Miconia prasina</i>				1	0,9748	Uni
<i>Pachira aquatica</i>	2	1,9496	agp	3	1,4237	Agp
<i>Palicourea marcgravii</i>				2	0,9491	Uni
<i>Palicourea sp.</i>	9	1,5642	agp			
<i>Psidium guajava</i>	1	0,9748	uni			
<i>Schinus terebinthifolia</i>				1	0,9748	Uni
<i>Spondias mombin</i>				1	0,9748	Uni
<i>Syzygium cumini</i>	2	0,9491	uni	3	1,4237	Agp
<i>Vismia guianensis</i>				5	2,3728	Agg

**Fonte:** O autor (2023).

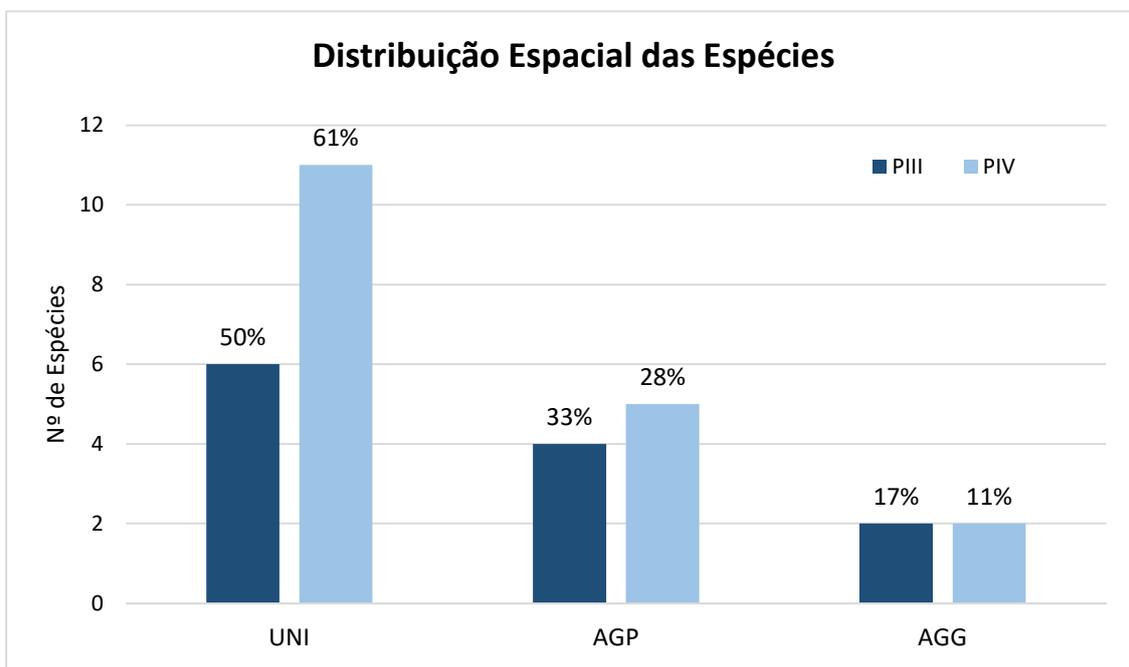
Nota-se que o IGA da espécie *Ficus sp.* em PIV é o maior dentre as duas áreas, sendo considerado extremamente agregado, mesmo contando com apenas 5 indivíduos, porém, isso se deve ao fato de todos estes se localizarem na mesma parcela, de forma que apresentaram uma agregação espacial maior até mesmo do que a *Guarea guidonia*, com um elevado número de indivíduos (principalmente em PIII), mas tem uma melhor distribuição nas parcelas, chegando apenas à tendência ao agrupamento em PIV.

Outras espécies também apresentaram variação quanto ao comportamento do padrão ao comparar os índices das duas áreas, como: *Syzygium cumini*, que passou de uniforme em PIII para tendente ao agrupamento em PIV; e *Miconia minutiflora*, que foi de agregada em PIII para tendente ao agrupamento em PIV. Essas variações podem ser fruto de inúmeros fatores.

Segundo Ricklefs (2011), um habitat favorável a uma determinada espécie pode influenciar na distribuição espacial de uma população, porém existem diversos outros fatores equitativamente influentes. Silva et al. (2012) e Lipinski et al. (2016) trazem que: o padrão espacial das árvores em uma floresta é influenciado tanto por variáveis abióticas, como vento, intensidade luminosa e condições edáficas; quanto bióticas, como fenologia, dispersão de sementes, competição, entre outros.

Quando comparados os percentuais dos padrões de distribuição de cada área (Figura 6), nota-se que PIV tem um percentual maior de espécies com distribuição uniforme (61%) em relação a PIII (50%). Conseqüentemente, PIV apresenta um percentual de espécies com tendência ao agrupamento (28%) e de arranjo agregado (11%) menor, quando comparada a PIII (33% e 17%, respectivamente), implicando que aquela é uma área com melhor distribuição espacial das espécies de forma geral.

**Figura 6.** Índices de Distribuição Espacial de MacGuinnes das espécies ocorrentes na regeneração natural das áreas Palma III e Palma IV, localizadas em Sirinhaém-PE (expressos por área, em número de espécies e percentual). Em que: PIII: Palma III; PIV: Palma IV; UNI: uniforme; AGP: tendência ao agrupamento; AGG; agregada.



Fonte: O autor (2023).

Para áreas que estão passando pelo processo de restauração, quanto mais uniforme for a distribuição espacial de suas espécies, melhor vai ser para a retomada da sua dinâmica ecológica, dado que a heterogeneidade é uma importante característica de formações florestais nativas (LIPINSKI et al., 2016).

### 5.2.2 Índices de Diversidade Alfa

Em relação à diversidade alfa, os índices estimados foram: Diversidade de Shannon ( $H'$ ) a 1,19 nats.ind.<sup>-1</sup>, Equabilidade de Pielou ( $J'$ ) a 0,48, Dominância de Simpson ( $C$ ) a 0,81, e Coeficiente de Mistura de Jentsch a 0,1062, referentes a Palma III; enquanto em Palma IV, os índices foram de 2,35 nats.ind.<sup>-1</sup> para  $H'$ , 0,81 para  $J'$ , 0,85 para  $C$ , e 0,2687 para QM. Todos os índices em questão medem a diversidade de espécies em uma população à sua forma.

Em trabalhos avaliando a regeneração natural em áreas em restauração na Floresta Atlântica de Pernambuco, também em áreas pertencentes à Usina Trapiche, foram encontrados valores superiores aos obtidos na área PIII deste trabalho, como os de Silva (2017b), que apresentou índice de  $H' = 3,85$  nats.ind.<sup>-1</sup> e  $J' = 0,81$ , e Lima (2017), com  $H' = 3,60$  nats.ind.<sup>-1</sup> e  $J' = 0,78$ . Esses valores, porém, ao serem comparados com a área PIV do presente estudo, demonstram-se mais compatíveis. Segundo Dias, Custódio-Filho e Franco (2000), os valores de diversidade de Shannon em áreas de Floresta Atlântica, em estudos de regeneração natural, tendem a sofrer alterações que variam de 1,5 a 4,5 nats.ind.<sup>-1</sup>.

O índice de  $H'$  obtido em PIII, quando comparado a outros estudos feitos em áreas em restauração, inseridas também na Mata Atlântica (Tabela 7), novamente mostrou-se com valor inferior, mesmo se tratando de uma área que se encontra a mais tempo em processo de restauração, enquanto o mesmo índice de PIV mostrou um valor compatível com as demais áreas. Ou seja, o grau de incerteza ao se tentar prever a que espécie um indivíduo escolhido ao acaso pertenceria na área PIII é baixo, o que pode-se associar, principalmente, ao número elevado de indivíduos da espécie *Guarea guidonia*, os quais representam grande parte dos indivíduos da comunidade em questão.

**Tabela 7.** Comparação entre as áreas deste estudo com outros ecossistemas em processo de restauração estudados, contemplando os índices de: Diversidade de Shannon ( $H'$ ), Equabilidade de Pielou ( $J'$ ), Dominância de Simpson ( $C$ ) e o Coeficiente de Mistura de Jentsch ( $QM$ ). Em que: A1: Área 1, A2: Área 2.

\* Idade em anos referente à época de realização das coletas de cada área.

Estudos	Idade* (anos)	Área (ha)	$H'$ (nats.ind. <sup>-1</sup> )	$J'$	$C$	$QM$
Palma III (este estudo)	17	5,00	1,19	0,48	0,48	0,1062
Palma IV (este estudo)	16	6,50	2,35	0,81	0,85	0,2687
Grugiki (2018) A1	8	1,00	2,14	0,72	0,80	0,1361
Grugiki (2018) A2	5	1,00	1,65	0,64	0,71	0,0684
Silva (2017a) A1	8	6,15	2,11	0,67	0,81	0,1402
Silva (2017a) A2	8	5,11	2,56	0,74	0,88	0,0954
Sobrinho (2019) A1	13	5,00	1,81	0,59	0,74	0,0665
Sobrinho (2019) A2	13	3,00	2,11	0,74	0,85	0,0447

**Fonte:** O autor (2023).

O mesmo pode-se dizer da equabilidade  $J'$  da área PIII, que, ao mostrar um valor abaixo dos demais, indica falta de uniformidade na distribuição do número de indivíduos por espécie, ou seja, não há tendência a um equilíbrio. Esses valores se devem, principalmente, à quantidade de indivíduos da espécie *Guarea guidonia*, que é predominante na maior parte da área, em proporção tal que pode estar suprimindo o surgimento e/ou desenvolvimento de outras espécies. Quanto à área PIV, novamente, indo em direção contrária à PIII, demonstrou um índice  $J'$  bem mais compatível com as demais áreas em comparação, sendo o mesmo levemente superior aos demais.

Ao avaliar o índice de dominância  $C$ , pode-se conferir a mesma tendência que houve nos outros índices: a área PIII apresentou  $C$  (0,48) inferior às demais áreas em comparação, inclusive a PIV, que, por sua vez, apresentou um índice (0,85) consonante com os valores mais elevados das outras áreas. Ou seja, mais uma vez é possível notar a dominância que a espécie *Guarea guidonia* exerce na área PIII, enquanto a PIV consegue se manter mais diversa, mesmo com um número elevado de indivíduos dessa espécie.

Os coeficientes de mistura  $QM$  seguiram a mesma linha quanto aos seus valores, com PIV sendo a área com a maior mistura de espécies (0,2687), enquanto PIII foi uma das áreas

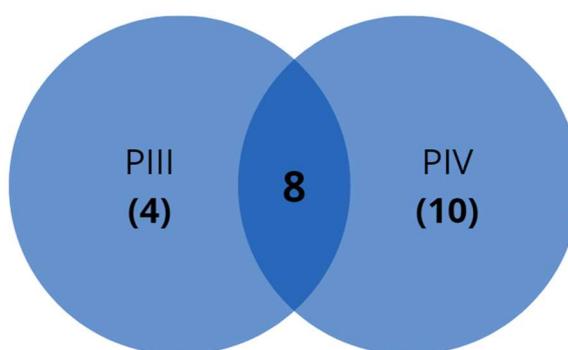
com menor coeficiente (0,1062), o que é advindo de seu elevado número de indivíduos, mas baixa variedade de espécies na população. Sendo assim, PIV se destacou por apresentar um bom número de espécies para a quantidade de indivíduos presente – no tipo de fitofisionomia estudado.

Todos os índices apontaram para uma mesma condição: a área PIII é menos diversa que a PIV, estando, também, abaixo dos valores indicados em outros trabalhos realizados em áreas em restauração e no mesmo tipo de fitofisionomia. Cada índice expressa essa condição de uma forma diferente, mas ficou implícito que todos esses foram consequência, primariamente, da ocorrência em número elevado de indivíduos da espécie *Guarea guidonia*. Por outro lado, a área PIV apresentou índices equivalentes ou mesmo acima do encontrado nas áreas das pesquisas referenciadas, demonstrando ser uma comunidade com maior diversidade no componente regenerante.

### 5.2.3 Índices de Diversidade Beta

Os índices de diversidade beta comparam mais de uma área diretamente entre si – no caso deste trabalho, das espécies amostradas, um total de oito foram encontradas tanto em PIII quanto em PIV (Figura 7), sendo: *Ceiba speciosa*, *Ficus sp.*, *Guarea guidonia*, *Inga sessilis*, *Miconia affinis*, *Miconia minutiflora*, *Pachira aquatica* e *Syzygium cumini*.

**Figura 7.** Diagrama de Venn com o número de espécies em comum na regeneração natural das áreas Palma III (PIII) e Palma IV (PIV), localizadas em Sirinhaém-PE.



**Fonte:** O autor (2023).

A partir do levantamento destas espécies em comum e das exclusivas de cada área, obteve-se os resultados de 0,36 para o Índice de Similaridade de Jaccard (Sj), e 0,53 para o Coeficiente de Similaridade de Sorensen (Ss) (Tabela 8). Desta forma, entende-se que a

composição florística dessas duas áreas é semelhante ( $S_j \geq 0,25$ ), segundo o proposto por Müller Dombois; Ellenberg (1974).

**Tabela 8.** Comparação entre as áreas Palma III (PIII) e Palma (IV), a partir do Índice de Similaridade de Jaccard ( $S_j$ ) e Coeficiente de Similaridade de Sorensen ( $S_s$ ), se utilizando do número de espécies em comum e exclusivas de cada área. Comparação com os mesmos índices de outros estudos, também focados em dois ecossistemas em processo de restauração. Em que: AR1: Área 1, AR2: Área 2.

Estudos	Ecossistemas	Nº de espécies		$S_j$	$S_s$
		Em comum	Exclusivas		
Este estudo	PIII × PIV	8	4 e 10	0,36	0,53
Grugiki (2018)	AR1 × AR2	5	8 e 15	0,18	0,43
Silva (2017a)	AR1 × AR2	11	12 e 20	0,26	0,41

**Fonte:** O autor (2023).

As áreas deste estudo apresentaram índices superiores aos descobertos por Silva (2017a) e Grugiki (2018), que também trabalharam com a regeneração natural em duas populações de Floresta Atlântica em Pernambuco em áreas pertencentes à Usina Trapiche (Tabela 8). Mesmo tendo diferido significativamente em todos os índices fitossociológicos e de diversidade alfa, essa similaridade entre PIII e PIV pode ser consequência da escolha das espécies utilizadas no plantio realizado no início do processo de restauração. Também pode se dever ao fato das áreas serem geograficamente próximas, de forma que se influenciaram mutuamente como fontes de propágulos (SIQUEIRA et al., 2009; GONZAGA et al., 2013), compartilhando dos mesmos agentes dispersores e polinizadores.

## 6 CONCLUSÕES

Em avaliação geral, na área PIII, pode-se dizer que há dominância da espécie *Guarea guidonia* em todos os parâmetros analisados, de forma a diferir expressivamente das outras espécies que compõem a comunidade. Estes resultados refletiram nos baixos índices de diversidade da área, apesar de estar a 17 anos em restauração. Já na área PIV, a dominância da espécie ainda é observada, porém em menor grau, dado que a maioria das outras espécies conseguem apresentar parâmetros expressivos, de forma a não estarem tão distantes estatisticamente dos parâmetros da *Guarea guidonia*.

Na distribuição espacial, PIV também apresentou um percentual de espécies com padrão uniforme maior em relação à PIII. Ademais, observou-se que a maioria das espécies encontradas possuem características ecológicas como dispersão por animais, polinização por abelhas e são de sucessão inicial (secundária e pioneira), grupo este capaz de persistir na paisagem mesmo em condições de alta competição ambiental, devido a elevada capacidade de se colonizar e sobreviver a ambientes adversos.

Ambas as áreas, apesar de diferirem em todos os parâmetros de fitossociologia e índices de diversidade alfa estimados, ainda assim, apresentaram similaridade florística pelos índices de diversidade beta. Desta forma, denota-se que, provavelmente, haveria pouca dificuldade em adequar a área PIII de forma a atingir índices mais próximos aos de PIV, desde que seja conduzido o manejo adaptativo na mesma.

De modo geral, compreende-se que as áreas possuem potencial para que a restauração florestal aconteça, contanto que sejam acompanhadas e monitoradas. Indica-se, contudo, que seja feito um controle dos indivíduos de *Guarea guidonia*, principalmente na área PIII, associado ao plantio de outras espécies nativas e encontradas nos fragmentos da região, visando favorecer o processo de restauração florestal, a biodiversidade local e garantir a sustentabilidade do ambiente.

Para uma avaliação mais completa e acurada do estado de restauração das áreas, é de grande relevância o monitoramento e avaliação de outros indicadores ecológicos além da regeneração, pois estes apresentarão outros aspectos da comunidade florestal estudada. Também é de vital importância o planejamento inicial do processo de restauração na escolha das espécies a serem introduzidas nas áreas, visto que a comunidade que será estabelecida pode afetar diretamente na regeneração natural futura.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C. M. S. et al. Síndromes de polinização das espécies arbóreas em um fragmento de Mata Atlântica, Alagoas, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 12, p. 29243-29253, 2019.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, [S.l.], v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ANTÔNIO, I. C.; JANSEN, M. R. A.; FERREIRA, S. A. N. Biologia reprodutiva de *Clidemia hirta* (L.) D. Don (Melastomataceae). **Acta Amazônica**, v. 24, n. 3/4, p. 183-188, 1994.

APAC - **Agência Pernambucana de Águas e Climas**. Disponível em: <<http://www.apac.pe.gov.br/>>. Acesso em: 18 ago. 2023.

APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, [S.l.], v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.

ARAÚJO, J. L. O. et al. Síndromes de polinização ocorrentes em uma área de Mata Atlântica, Paraíba, Brasil. **Biotemas**, v. 22, n. 4, p. 83-94, 2009.

ARONSON, I.; DURIGAN, G.; BRANCALION, P. H. S. Conceitos e definições correlatos à ciência e à prática da restauração ecológica. Instituto Florestal. **Séries Registros**, São Paulo, v. 44, p. 1-38, 2011.

BARBOSA, J. M.; EISENLOHR, P. V.; RODRIGUES, M. A.; BARBOSA, K. C. Ecologia da dispersão de sementes em florestas tropicais. In: MARTINS, S.V. (Ed.) **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. p.52-73.

BRANCALION, P. H. S. et al. Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. In: MARTINS, S. V. (ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa: Editora UFV, 2012, p. 262-293.

BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Restauração florestal**. São Paulo: Oficina de textos, 2015.

BRANDÃO, C. F. L. S.; MARANGON, L. C.; FERREIRA, R.L.C.; SILVA, A.C.B.L. Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo em um fragmento de Floresta Atlântica em Igarassu - Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 1, p. 55-61, 2009.

CASTILLA, A. R.; POPE, N.; JAFFÉ, R.; JHA, S. Elevation, Not Deforestation, Promotes Genetic Differentiation in a Pioneer Tropical Tree. **PLoS ONE**, v. 11, n. 6, e0156694, 2016.

CASTRO, D.; MELLO, R.S.P.; POESTER, G.C. (orgs.) **Práticas para restauração da mata ciliar**. Porto Alegre: Catarse – Coletivo de Comunicação, 2012.

CHAZDON, R. L.; URIARTE, M. Natural regeneration in the context of large-scale forest and landscape restoration in the tropics. **Biotropica**, Washington, v. 48, n. 6, p. 709–715, 2016.

CONDEPE/FIDEM. **Perfil municipal**: informações sobre aspectos históricos e socioeconômicos. Recife, 2010. Disponível em <<http://www.portais.pe.gov.br>>. Acesso em: 11 mar. 2023.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação – SPI; Rio de Janeiro-RJ: Embrapa Solos, 2013. 353p.

DIAS, A. C.; CUSTÓDIO FILHO, A.; FRANCO, G. A. D. C. Diversidade do componente arbóreo, em Floresta Pluvial Atlântica Secundária, São Paulo, Brasil. **Revista do Instituto Florestal de São Paulo**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 127-153, 2000.

DURIGAN, G. O uso de indicadores para monitoramento de áreas em recuperação. In: UEHARA, T. H. K.; GANDARA, F. B. (Orgs.). **Cadernos da Mata Ciliar**. São Paulo: CETESB - Biblioteca, n. 4, p. 11-29, 2011.

FAEGRI, K.; PIJL, L. V. D. (1979). **The principles of pollination ecology**. New York: Pergamon Press.

FERNÁNDEZ, D. et al. Land-use coverage as an indicator of riparian quality. **Ecological Indicators**, v.41, p.165-174, 2014.

FORNI-MARTINS, E. R. et al. Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 20, n. 2, p. 313-327, 2006.

FORZZA, R. C. et al. **Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>>. Acesso em: 20 jun. 2023.

GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H.; BEZERRA, C. L. F. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v.55, n.4, p.753-767, 1995.

GARCIA, C. C. et al. Regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de floresta estacional semidecidual montana, no domínio da Mata Atlântica, em Viçosa, MG. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, MG, v. 21, n. 4, p. 677-688, 2011.

GARDNER, T. A. et al. A multi-region assessment of tropical forest biodiversity in a human-modified world. **Biological Conservation**, Essex, v. 143, n. 10, p. 2293-2300, 2010.

GIBBS, H. K. et al. Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Arizona, v. 107, n. 38, p. 16732-16737, 2010.

GONZAGA, A. P. D. et al. Similaridade florística entre estratos da vegetação em quatro Florestas Estacionais Deciduais na bacia do Rio São Francisco. **Rodriguésia**, v.64, n.1, p.011-019, 2013.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; FOX, G. A. **Ecologia vegetal**. Tradução de Fernando Gertum Becker et al. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2009.

GUTIERREZ, I.; BECERRA, P. Composition, diversity and vegetation structure of riparian forests in south-central Chile. **Bosque**, v. 39, p. 239-253, 2018.

HANSEN, M. C. et al. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. **Science**, [s.1], v. 342, n. 6160, p. 850-833, 2013.

HIGUCHI, P. et al. Fatores determinantes da regeneração natural em um fragmento de floresta com araucária no planalto catarinense. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 106, p. 251-259, 2015.

HOLL, K. D.; AIDE, T. M. When and where to actively restore ecosystems? **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 261, n.10, p. 1558-1563, 2011.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271p.

LEWIS, S. L. et al. Increasing human dominance of tropical forests. **Science**, v. 349, p. 827-832, 2015.

LEYSER, G. et al. Regeneração de espécies arbóreas e relações com componente adulto em uma floresta estacional no vale do rio Uruguai, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 26, n. 1, p. 74-83, 2012.

LIMA, R. B. A. **Estrutura, regeneração natural e ciclagem de nutrientes em floresta ombrófila densa das terras baixas, na zona da mata de Pernambuco**. 2017. 150 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017.

LIMA, R. et al. Composição florística da regeneração natural em floresta ombrófila mista. Revista Acadêmica: **Ciência Animal**, v. 11, p. 113-120, 2017.

LIPINSKI, E. T. et al. Padrões de ocorrência espacial de espécies da Floresta Ombrófila Mista no Paraná. **Revista Scientia Agraria Paranaensis**. Marechal Candio Rondon, v. 15, n. 2, p. 132-139, 2016.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. v. 1.

MAGURRAN, A. E. Ecological diversity and its measurement. London: **CroomHelm**, 1988.

MAIA-SILVA, C., SILVA, C. I., HRNCIR, M., QUEIROZ, R. T., & Imperatriz-Fonseca, V. L. (2012). Guia de plantas: visitadas por abelhas na Caatinga. Fortaleza: Editora **Fundação Brasil Cidadão**.

MARANGON, L. C. et al. Regeneração natural em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 183-191, 2008.

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas**: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração. 3. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2013.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**: no contexto do novo código florestal. 3 ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2014.

MARTINS-OLIVEIRA, A. T. et al. Estrutura e síndromes de dispersão da vegetação arbórea em floresta nativa e agrofloresta, na Amazônia Meridional. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 43, n. 3, p. 352-362, 2020.

McGUINNES, W. G. The relationship between frequency index and abundance as applied to plant populations in a semiarid region. **Ecology**, Durham, v. 15, n. 3, p. 263-282, 1934.

MEDRI, C. et al. Morfoanatomia de órgãos vegetativos de plantas juvenis de *Aegiphila sellowiana* Cham. (Lamiaceae) submetidas ao alagamento do substrato. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 25, n. 2, p. 445-454, 2011.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1974.

NBL – Engenharia Ambiental Ltda; The Nature Conservancy (TNC). 2013. Manual de Restauração Florestal: Um Instrumento de Apoio à Adequação Ambiental de Propriedades Rurais do Pará. **The Nature Conservancy**, Belém, PA. 128 p.

OLIVEIRA, L. S. B. et al. Florística, classificação sucessional e síndromes de dispersão em um remanescente de floresta atlântica, Moreno-PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 3, p. 502-507, 2011.

PANIZZA, A. C. A importância da Mata ciliar: Entenda por que as formações vegetais ciliares são essenciais para os ecossistemas e para os recursos hídricos. São Paulo. 2016. Disponível em: <<http://www.cartaeducação.com.br/aulas/a-importância-da-mata-ciliar>>. Acesso em 29 ago. 2023.

PEREIRA, I. M. et al. Espécies potenciais para a recomposição de matas ciliares na região do Alto Rio Grande, Minas Gerais. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13, n. 23, p. 571- 587, 2016.

PIELOU, E. C. Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. **Journal Theory Biology**, [S.l.], v. 10, p. 370-383, 1966.

PIJL, L.V.D. **Principles of dispersal in higher plants**. 3. ed. New York: Springer Verlag, 1982.

PINTO, A. V. F. et al. Síndromes de polinização das espécies arbóreas em um fragmento de Mata Atlântica, Alagoas, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 12, p. 29243-29253, 2019.

REAL. L. (1983). **Pollination biology**. Orlando: Academic Press.

RECH, C. C. C. et al. Avaliação da restauração florestal de uma APP degradada em Santa Catarina. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, p. 194-203, 2015.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. Tradução de Pedro P. Lima e Silva. 6. ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 2011.

RIGUEIRA, D.M.G.; MARIANO-NETO, E. Monitoramento: uma proposta integrada para avaliação do sucesso em projetos de restauração ecológica em áreas florestais brasileiras. **Revista Caititu**, Salvador, n. 1, p. 73-88, 2013.

RODRIGUES, R. R. et al. (Coord.) - PACTO PELA RESTAURAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA. **Protocolo de monitoramento para programas e projetos de restauração florestal**. São Paulo, SP: Pacto Pela Restauração da Mata Atlântica, 2013. v. 2.

RODRIGUES, R. R. et al. Atividades de adequação e restauração florestal do LERF/ESALQ/USP. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.55, p.7-1, 2007.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERHAGEN, I. **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. 264p.

ROSENFELD, M. F.; MULLER, S. C. Ecologia funcional como ferramenta para planejar e monitorar a restauração ecológica de ecossistemas. **Oecologia Australis**, v.24, n.3, p.550-565, 2020.

SANTOS, K. F. et al. Regeneração natural do componente arbóreo após a mortalidade de um maciço de taquara em um fragmento de floresta ombrófila mista em Lages-SC. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 1, p. 107-117, 2015.

SANTIAGO, D. S.; DA FONSECA, C. R.; CARVALHO, F. A. Fitosociologia da regeneração natural de um fragmento urbano de Floresta Estacional Semidecidual (Juiz de Fora, MG). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, 2014.

SER - SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL SCIENCE & POLICY WORKING GROUP. **The SER International Primer on Ecological Restoration**. Tucson: Society for Ecological Restoration International, 2004. Disponível em: <<http://www.ser.org/docs/default-document-library/english.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2023.

SILVA, F. B. R. et al. **Zoneamento agroecológico do Estado de Pernambuco**. Recife: Embrapa Solos/UEP; Governo do Estado de Pernambuco - Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária, 2001. CD-ROM. (Documentos, n. 35).

SILVA, J. B. et al. Status sucessional das florestas influenciam a frequência e diversidade de síndromes de polinização? **Natureza Online**, Santa Teresa, v. 10, n. 3, p. 111-115, 2012.

SILVA, K. A. et al. Restauração florestal de uma mina de bauxita: Avaliação do desenvolvimento das espécies arbóreas plantadas. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, p. 309-319, 2016.

SILVA, M. I. O. **Avaliação ecológica de áreas ciliares em processo de restauração florestal na zona da mata norte, Pernambuco**. 2017. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017a.

SILVA, M. I. O. **Indicadores ecológicos e edáficos na avaliação de áreas ciliares em processo de restauração florestal**. 2021. 144 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2021.

SILVA, M. I. O. et al. Aspectos fenológicos e síndromes de dispersão e polinização de espécies florestais em projetos de restauração ecológica na Mata Atlântica. In: Zuffo, A. M.; Aguilera, J. G. (Org.). **Pesquisas agrárias e ambientais**. Nova Xavantina, MT: Editora Pantanal, 2023, p. 125-146.

SILVA, R. K. S. et al. Florística e sucessão ecológica da vegetação arbórea em área de nascente de um fragmento de Mata Atlântica, Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, v. 5, n. 4, p. 550-559, 2010.

SILVA, R. K. S. **Dinâmica e relação solo-vegetação do componente arbustivo-arbóreo da regeneração natural em fragmento de Floresta Atlântica, Pernambuco**. 2017. 149 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017b.

SIMÕES, M. C. Interpretação dos índices de Diversidade obtidos em Levantamento Fitosociológico – Parte 2. **Blog do Mata Nativa**, 2017. Disponível em: <<http://www.matanativa.com.br/blog/diversidade-de-especies-e-levantamento-fitosociologico/>>. Acesso em: 10 mar. 2020.

SIQUEIRA, A. S.; ARAUJO, G. M.; SCHIAVINI, I. Estrutura do componente arbóreo e características edáficas de dois fragmentos de Floresta Estacional Decidual no Vale do Rio Araguari, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, p. 10-21, 2009.

SOBRINHO, L. F. **Processos ecológicos em áreas de restauração florestal na Zona da Mata Sul de Pernambuco**. 2019. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Notícias: Nove dos 17 estados da Mata Atlântica estão no nível do desmatamento zero, aponta estudo**. 2019. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/noticias/atlas-da-mata-atlantica/>>. Acesso em: 29 ago. 2023.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas nativas: estrutura, dinâmica e manejo**. Viçosa-MG: Editora UFV, 2013. 322 p.

SOUZA, L. M. **A regeneração natural como indicador de sustentabilidade em áreas em processo de restauração**. 2014. 128 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

SOUZA, A. L. T. et al. Influence of riparian vegetation and forest structure on the water quality of rural low-order streams in SE Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 298, p. 12-18, 2013.

TABARELLI, M.; PERES, C. A. Abiotic and vertebrate seed dispersal in brazilian atlantic forest: implications for forest regeneration. **Biological Conservation**, Kidlington, v. 106, n. 2, p. 165-176, 2002.

TORRES, J. E. L. **Espécies arbóreas regenerantes na borda e no interior de um fragmento de floresta atlântica em Pernambuco**. 2014. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.

TRES, D. R.; SANT'ANNA, C. S.; BASSO, S.; LANGA, R.; RIBAS JR, U.; REIS, A. Banco e chuva de sementes como indicadores para a restauração ecológica de matas ciliares. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 1, p. 309-311, 2007.

VENTUROLI, F.; FELFILI, J. M.; FAGG, C. W. Avaliação temporal da regeneração natural em uma floresta estacional semidecídua secundária, em Pirenópolis, Goiás. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v. 35, n. 3, p. 473-483, 2011.

WHITTAKER, R. H. Evolution and measurement of species diversity. **Taxon**, v. 21, p. 213-251, 1977.

## 7.1 REFERÊNCIAS UTILIZADAS PARA CLASSIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES

CÓDIGO	REFERÊNCIA
S1	SILVA, M. I. O. <b>Indicadores ecológicos e edáficos na avaliação de áreas ciliares em processo de restauração florestal</b> . 2021. 144 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2021.
S2	SILVA, M. I. O.; MARANGON, L. C.; FELICIANO, A. L. P.; GONÇALVES, M. P. M.; GRUGIKI, M. A.; OLIVEIRA, E. B. Aspectos fenológicos e síndromes de dispersão e polinização de espécies florestais em projetos de restauração ecológica na Mata Atlântica. <b>Pantanal Editora</b> , Nova Xavantina – MG, v. 14, p. 124-144, 2023.
1	LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. <b>Editora Plantarum</b> , Nova Odessa, v. 1, n. 7, 2016.
2	SOUZA, L. M. et al. Síndrome de polinização das espécies arbóreas e arbustivas do campus do Pici - Fortaleza, Ceará, Brasil. <b>Revista Brasileira de Geografia Física</b> , Recife, v. 15, n. 5, p. 2238-2259, 2022.
3	DEUS, F. F. Diversity of reproductive ecological groups in semideciduous seasonal forests. <b>Bioscience Journal</b> , Uberlândia, v. 30, n. 6, p. 1885-1902, 2014.
4	SILVEIRA, J. E.; PASTORELLO, C. E. S. S. P.; FONSECA, R. S. Aspectos florísticos e ecológicos do campus regional da Universidade federal de Minas Gerais em Montes Carlos - MG. <b>Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana</b> , Curitiba, v. 15, n. 3, p. 28-41, 2020.
5	LÓZ, S. C. S. et al. Síndromes de polinização das espécies arbóreas em um fragmento de Mata Atlântica, Alagoas, Brasil. <b>Brazilian Journal of Development</b> , Curitiba, v. 5, n. 12, p. 29243-29253, 2019.
6	FORNI-MARTINS, E. R. et al. Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP, Brasil. <b>Acta Botânica Acta Botânica Brasilica</b> , v. 20, n. 2, p. 313-327, 2006.
7	SOBRINHO, L. F. <b>Processos ecológicos em áreas de restauração florestal na Zona da Mata Sul de Pernambuco</b> . 2019. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.
8	PEREZ, J. A. V. <b>Dinâmica da regeneração natural de espécies arbóreas em ambiente de borda e interior em Floresta Atlântica, Pernambuco, Brasil</b> . 2017. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017.
9	BRANDÃO, C. F. L. S. <b>Estrutura e classificação sucessional do componente arbóreo de um fragmento de floresta ombrófila densa em Iagarassu, Pernambuco</b> . 2007. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007.
10	CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T.; BRAGA, J. M. A. Composição e riqueza florística do componente arbóreo da Floresta Atlântica submontana na região de Imbaú, Município de Silva Jardim, RJ. <b>Acta Botânica Brasilica</b> , v. 3, n. 20, p. 727-740, 2006
11	FREIRE, J. M.; AZEVEDO, M. C.; CUNHA, D. F.; SILVA, T. F.; RESENDE, A. S. Fenologia Reprodutiva de espécies arbóreas em área fragmentada de Mata Atlântica em Itaboraí-RJ. <b>Pesquisa Florestal Brasileira</b> , 2013.
12	ANDRADE, L. K. F. et al. Fenologia reprodutiva de Rubiaceae Juss. na Mata Atlântica paraibana. <b>Oecologia Australis</b> , v. 24, n. 4, p. 834-848, 2020.
13	KOSCHINITZKE, C. et al. Flores ornitófilas odoríferas: duas espécies de <i>Palicourea</i> (Rubiaceae) na Estação Biológica de Santa Lúcia, ES, Brasil. <b>Hoehnea</b> , v. 36, n. 3, p. 497-499, 2009.
14	FERREIRA, S. A. N.; ANTONIO, I. C.; JANSEN, M. R. A. Biologia reprodutiva de <i>Clidemia hirta</i> (L.) D. Don (Melastomataceae). <b>Acta Amazônica</b> , v. 24, n. 3/4, p. 183-188, 1994.