



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

BEATRIZ ELIS DE SOUZA CARLOS

**FITOSSOCIOLOGIA E PADRÃO ESPACIAL EM ZONAS RIPÁRIAS DO  
PARQUE ESTADUAL DOIS IRMÃOS, PERNAMBUCO**

RECIFE-PE  
2025

BEATRIZ ELIS DE SOUZA CARLOS

**FITOSSOCIOLOGIA E PADRÃO ESPACIAL EM ZONAS RIPÁRIAS DO  
PARQUE ESTADUAL DOIS IRMÃOS, PERNAMBUCO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharela em Engenharia Florestal.

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

RECIFE-PE  
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE Bibliotecário(a): Auxiliadora Cunha – CRB-4 113

C284f Carlos, Beatriz Elis de Souza.  
Fitossociologia e padrão espacial em zonas ripárias do Parque estadual Dois Irmãos, Pernambuco / Beatriz Elis de Souza Carlos. – Recife, 2025.  
64 f.; il.

Orientador(a): Everaldo Marques de Lima Neto.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Engenharia Florestal, Recife, BR- PE, 2026.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Homogeneidade florística. 2. Espécies exóticas.  
3. Conservação florestal. I. Lima Neto, Everaldo Marques de, orient. II. Título

CDD 634.9

BEATRIZ ELIS DE SOUZA CARLOS

**FITOSSOCIOLOGIA E PADRÃO ESPACIAL EM ZONAS RIPÁRIAS DO  
PARQUE ESTADUAL DOIS IRMÃOS, PERNAMBUCO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Coordenação do Curso de  
Engenharia Florestal da Universidade  
Federal Rural de Pernambuco, como parte  
das exigências para obtenção do título de  
Bacharela em Engenharia Florestal.

Aprovada em: 15 de dezembro de 2025

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Emmanoella Costa Guaraná Araujo  
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

---

Dra. Débora de Melo Almeida  
Doutora em Ciências Florestais

---

Prof. Dr. Everaldo Marques de Lima Neto  
(Orientador - Universidade Federal Rural de Pernambuco)

## AGRADECIMENTOS

A minha família, minha mãe Valtemira Maria, meu pai Renato de Souza, minha avó Judith de Souza, minha irmã Bárbara Elis e minha sobrinha Clara Musi, pelo apoio, amor e incentivo durante minha jornada.

A Juan Davidson, por todo carinho, amor, apoio, paciência, afirmação e encorajamento.

Ao meu orientador, Dr. Everaldo Marques, pelo suporte, confiança, dedicação, paciência, correções e incentivo.

Aos meus amigos e companheiros de curso, em especial Edson Júnior e Walison Santana. Agradeço a todos por estarem sempre comigo nas aulas, práticas, viagens de campo, congressos, eventos e nos cafezinhos no sofá do Diretório Acadêmico.

Aos docentes do Curso de Engenharia Florestal, pelos ensinamentos ao longo do curso, contribuindo para um melhor aprendizado.

Ao Parque Estadual de Dois Irmãos, por ter sido minha casa nos últimos quatro anos, local onde atuei como estagiária e onde desenvolvi este Trabalho de Conclusão de Curso, vivenciando experiências que marcaram minha formação pessoal e profissional.

A Marina Falcão, por toda a troca e pela confiança que depositou em mim enquanto orientadora de estágio e amiga.

Aos amigos que o Parque me deu, Júlia Lima, Fernando Lucas, Gabriel Dantas, Thaís Roberta, Maria Beatriz, Isis Queiroz, Carlos Andrade, Juliana Barreto, Ingrid Santos, Leonardo Oliveira, Renan Santos, Lucas Dourado, Gabriel Medeiros e Júlio Gabriel, pela paciência, pela vontade de fazer acontecer, pela criatividade, pelas trocas e pelas boas memórias colecionadas.

Ao PET Ecologia, pela oportunidade de formação acadêmica, científica e humana, pelas experiências compartilhadas e pela contribuição significativa ao longo da minha trajetória no curso.

A coordenação do curso por todo auxílio no decorrer do curso.

A Instituição por proporcionar um ensino público, gratuito e de qualidade.

A todos que direta ou indiretamente me ajudaram, obrigada.

## RESUMO

O Parque Estadual de Dois Irmãos (PEDI), localizado no município do Recife, Pernambuco, abriga remanescentes de Mata Atlântica associados a um sistema de açudes que formam zonas ripárias sujeitas a variações no regime de alagamento. Esses ambientes desempenham papel ecológico importante, mas podem apresentar elevada suscetibilidade ao estabelecimento de espécies exóticas e alterações na estrutura da vegetação. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo diagnosticar a composição florística, a estrutura fitossociológica e o padrão espacial da vegetação em zonas ripárias do PEDI. A pesquisa foi conduzida em duas faixas ripárias associadas aos Açudes do Meio e do Prata, onde foram instaladas dez parcelas distribuídas em dois transectos ao longo de um gradiente de distância em relação aos corpos hídricos. Foram registrados e mensurados indivíduos arbóreos, arbustivos e palmeiras, com levantamento de dados florísticos, dendrométricos e espaciais. Foram identificadas 30 espécies pertencentes a 20 famílias botânicas, sendo 19 nativas, 8 exóticas e 3 endêmicas. O Transecto 01 apresentou maior riqueza florística e maior heterogeneidade estrutural, enquanto o Transecto 02, caracterizado por alagamento permanente, apresentou menor diversidade e forte dominância de *Mauritia flexuosa*. Apesar da maior riqueza de espécies nativas, observou-se predominância estrutural de algumas espécies exóticas em determinados trechos das zonas ripárias, associada às condições ambientais locais. A análise espacial indicou a formação de manchas de concentração dessas espécies, especialmente em áreas sujeitas ao alagamento. Os resultados evidenciam a influência das condições ambientais na estrutura da vegetação ripária e indicam a necessidade de monitoramento e adoção de estratégias de manejo voltadas à contenção da expansão de espécies exóticas, contribuindo para a conservação da flora nativa no Parque Estadual de Dois Irmãos.

**Palavras-chave:** Homogeneidade florística; espécies exóticas; conservação florestal.

## ABSTRACT

The Dois Irmãos State Park (PEDI), located in the municipality of Recife, Pernambuco, Brazil, contains remnants of the Atlantic Forest associated with a system of reservoirs that form riparian zones subject to variations in flooding regimes. These environments play an important ecological role but may show high susceptibility to the establishment of exotic species and changes in vegetation structure. In this context, this study aimed to diagnose the floristic composition, phytosociological structure, and spatial pattern of vegetation in riparian zones of PEDI. The research was conducted in two riparian belts associated with the Meio and Prata reservoirs, where ten plots were established and distributed into two transects along a distance gradient from the water bodies. Tree, shrub, and palm individuals were recorded and measured, including floristic, dendrometric, and spatial data collection. A total of 30 species belonging to 20 botanical families were identified, including 19 native species, 8 exotic species, and 3 endemic species. Transect 01 showed greater floristic richness and higher structural heterogeneity, whereas Transect 02, characterized by permanent flooding, showed lower diversity and strong dominance of *Mauritia flexuosa*. Despite the higher richness of native species, structural dominance of some exotic species was observed in certain sections of the riparian zones, associated with local environmental conditions. Spatial analysis indicated the formation of clusters of these species, especially in areas subject to flooding. The results highlight the influence of environmental conditions on the structure of riparian vegetation and indicate the need for monitoring and the adoption of management strategies aimed at containing the expansion of exotic species, contributing to the conservation of native flora in Dois Irmãos State Park.

**Keywords:** Floristic homogeneity; exotic species; forest conservation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### FIGURAS

- Figura 1**- Açude do Prata, em 1994, no Parque Estadual Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil..... 16
- Figura 2 - Impacto visual após a retirada da *A. purpurata* no Parque Estadual Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil. .... 20
- Figura 3** - Visão do Chalé do Prata pelo açude do Meio, no Parque Estadual Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil. (A) Condição da paisagem em 2008, evidenciando a área ainda sem dominância de *Mauritia flexuosa*; (B) Situação atual, mostrando a expansão e dominância de *Mauritia flexuosa* na zona ripária. .... 24
- Figura 4** - Fluxograma metodológico ..... 25
- Figura 5** - Mapa de localização da área do estudo..... 26
- Figura 6** - Desenho experimental utilizado para amostragem da vegetação no Parque Estadual Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil..... 27
- Figura 7** - Distribuição espacial e intensidade de ocorrência de espécies exóticas em zonas ripárias do Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil..... 37
- Figura 8 - Registro aéreo do domínio de *Mauritia flexuosa* na zona ripária do Açude do Prata do Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil. .... 38
- Figura 9** - Ocorrência de *Mauritia flexuosa* fora de zonas ripárias no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil..... 40

### QUADROS

- Quadro 1** - Espécies exóticas encontradas do Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil..... 17
- Quadro 2** - Controle e erradicação de exóticas no Parque Estadual Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil..... 22
- Quadro 3** - Variáveis para o levantamento de espécies exóticas invasoras nas unidades de conservação ..... 28

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** - Distribuição das classes de diâmetro de espécies nativas e exóticas nos Transectos 01 e 02, ambos situados em faixas ripárias situadas próximas aos Açudes do Meio e do Prata do Parque Estadual de Dois Irmãos, Pernambuco. .... 33

**Tabela 2** - Distribuição das classes de altura de espécies nativas e exóticas nos Transectos 01 e 02, ambos situados em faixas ripárias situadas próximas aos Açudes do Meio e do Prata do Parque Estadual de Dois Irmãos, Pernambuco. .... 34

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>11</b>
2.1. OBJETIVO GERAL .....	11
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
<b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	12
3.1. CONSERVAÇÃO DA FLORA EM UM CONTEXTO DE AMEAÇA .....	12
3.2. PARQUE ESTADUAL DE DOIS IRMÃOS .....	14
3.3. ESPÉCIES EXÓTICAS NO PARQUE ESTADUAL DE DOIS IRMÃOS .....	15
3.4. MANEJO E CONTROLE DE ESPÉCIES EXÓTICAS .....	20
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	25
4.1. DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS .....	25
4.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	25
4.1.2 <b>Desenho experimental</b> .....	26
4.2. LEVANTAMENTO FLORÍSTICO NAS ZONAS RIPÁRIAS .....	28
4.4. COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURA HORIZONTAL .....	29
4.5. PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS .....	30
4.6. LEVANTAMENTO DE ESTRATÉGIAS DE CONTROLE E ERRADICAÇÃO DAS EXÓTICAS INVASORAS .....	30
4.7. PROCESSAMENTO DE DADOS .....	31
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	31
5.1. COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA .....	31
5.2. COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E A ESTRUTURA HORIZONTAL .....	33
5.2.1 <b>Dados Dendrométricos</b> .....	33
5.2.2 <b>Estrutura Horizontal</b> .....	35
5.2.3 <b>Padrão de Distribuição Espacial e Influência das Variáveis Ambientais na Ocorrência de Exóticas em Zonas Ripárias</b> .....	36
5.4. INDICAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE CONTROLE E ERRADICAÇÃO DAS EXÓTICAS .....	41
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	50
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	51
<b>APÊNDICES</b> .....	57

## 1. INTRODUÇÃO

O impacto das espécies exóticas na alteração de ecossistemas naturais é considerado uma das maiores ameaças à biodiversidade global, sendo reconhecida amplamente pela literatura, que destaca o potencial dessas espécies de modificar processos ecológicos e estruturar novas dinâmicas em comunidades nativas (Ziller, 2001; Magalhães; Silva-Forsberg, 2016; Signori, 2018). A expansão de espécies não nativas resulta de múltiplos vetores históricos, econômicos e ambientais, podendo ocasionar alterações na composição florística, na estrutura das comunidades, na competição por recursos e na substituição progressiva da flora nativa (Sampaio e Schmidt, 2013).

No Brasil, processos históricos associados à introdução de espécies para fins agrícolas, ornamentais e paisagísticos contribuíram para o estabelecimento de um elevado número de espécies exóticas, algumas das quais apresentam comportamento invasor e potencial de alterar ecossistemas nativos (Domingues, 1997; Ziller, 2001; 2006; Dechoum *et al.*, 2024). Em Pernambuco, por exemplo, registra-se expressivo número de espécies exóticas presentes na flora, com diferentes graus de invasão e impacto ecológico, evidenciando a relevância regional do problema (CPRH, 2025).

O processo de invasão é complexo e dinâmico, envolvendo etapas de introdução, estabelecimento e expansão na paisagem, podendo provocar alterações drásticas em certos ambientes e mudanças estruturais significativas a longo prazo (Theoharides e Dukes, 2007; Sampaio e Schmidt, 2013). Em áreas protegidas, esses efeitos tornam-se ainda mais críticos, uma vez que unidades de conservação, especialmente na Mata Atlântica, apresentam elevada vulnerabilidade à presença de espécies exóticas (Sampaio e Schmidt, 2013; Dechoum *et al.*, 2014).

O Parque Estadual Dois Irmãos (PEDI), inserido no domínio da Mata Atlântica, apresenta histórico de introdução de espécies exóticas e incidência registrada de táxons com potencial invasor, especialmente em áreas próximas a ambientes alterados ou sujeitos à influência antrópica (Nascimento *et al.*, 2024; Rodrigues e Silva, 2014; Dechoum *et al.*, 2014). Além disso, o PEDI apresenta zonas ripárias e áreas sujeitas ao alagamento, influenciadas pela presença de corpos hídricos. Essas condições podem favorecer a instalação e o desempenho estrutural de determinadas espécies exóticas, o que reforça a

necessidade de investigações específicas em ambientes com essas características (Rodrigues *et al.*, 2022).

Apesar da reconhecida relevância ecológica das zonas ripárias e da sensibilidade desses ambientes à invasão biológica, não há registros de estudos realizados no Parque Estadual Dois Irmãos que analisem, de forma integrada, a composição florística, a estrutura horizontal e o padrão espacial da vegetação, associados às variáveis ambientais que influenciam a ocorrência de espécies exóticas ao longo das margens dos corpos hídricos. Nesse contexto, avaliar o desempenho estrutural e o padrão espacial das espécies em zonas ripárias do parque contribui para preencher uma lacuna de conhecimento local, permitindo compreender os mecanismos de ocupação dessas espécies e subsidiar estratégias aplicáveis ao manejo e controle em unidades de conservação de proteção integral.

Nesse sentido, parte-se das hipóteses de que a ocorrência e a dominância estrutural das espécies exóticas em zonas ripárias do PEDI são favorecidas por condições ambientais relacionadas ao alagamento e que a presença de exóticas apresenta padrão espacial agregado associado aos corpos hídricos e expansão da regeneração, o que demanda priorização de manejo e estratégias específicas de controle e erradicação.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Diagnosticar a composição florística, a estrutura fitossociológica horizontal e o padrão espacial da vegetação em zonas ripárias do Parque Estadual de Dois Irmãos, Pernambuco, com ênfase na participação das espécies exóticas, visando subsidiar estratégias de manejo e controle ecológico.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Identificar e mapear as espécies nativas e exóticas presentes nas faixas ripárias adjacentes aos corpos hídricos do Parque Estadual de Dois Irmãos.
2. Analisar a composição florística e a estrutura fitossociológica, comparando áreas em diferentes distâncias dos corpos hídricos do Parque Estadual de Dois Irmãos;
3. Avaliar o padrão de distribuição espacial das espécies exóticas e a influência de variáveis ambientais, como alagamento e elevação do terreno, sobre sua ocorrência nas zonas ripárias.
4. Propor estratégias de controle e erradicação das exóticas, considerando a restrição ao uso de herbicidas e a conservação das espécies nativas.
5. Propor estratégias de manejo e controle das espécies exóticas nas áreas estudadas, à luz dos resultados obtidos e dos instrumentos normativos vigentes.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1. CONSERVAÇÃO DA FLORA EM UM CONTEXTO DE AMEAÇA

Desde as primeiras civilizações, a proteção de espaços naturais com características singulares esteve presente nas práticas humanas. Essa relação estava diretamente associada a valores religiosos, históricos e culturais, vinculados à importância dos recursos essenciais à vida, como a água, os alimentos e as plantas medicinais. A contínua perda da biodiversidade e a degradação dos recursos naturais demonstram uma profunda desarmonia entre as necessidades humanas e a capacidade de suporte dos ecossistemas que sustentam a vida (Figueirôa; Ramos; Araújo, 2009).

A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), adotada durante a ECO-92 no Rio de Janeiro e posteriormente incorporada ao ordenamento jurídico brasileiro por meio do Decreto Legislativo nº 2, de 1994, consolidou compromissos voltados à conservação da biodiversidade, ao uso sustentável de seus componentes e à repartição justa de seus benefícios (Brasil, 1994; Brasil, 2025a). Entre as iniciativas decorrentes da CDB, destaca-se a Estratégia Global para a Conservação de Plantas (GSPC), que estabeleceu 16 metas relacionadas à produção de conhecimento, avaliação do estado de conservação, proteção *in situ* e *ex situ*, uso sustentável, redução de impactos de exóticas sobre a flora nativa, educação ambiental e fortalecimento institucional (Botanic Gardens Conservation International, 2010).

A Lista Vermelha da International Union for Conservation of Nature (IUCN) constitui o principal esforço internacional para avaliação do estado de conservação das espécies, utilizando critérios quantitativos para sua classificação em categorias de menor ou maior risco de extinção, variando de Pouco Preocupante (LC) a Criticamente em Perigo (CR), incluindo ainda Extinta na Natureza (EW), Dados Insuficientes (DD) e Não Avaliada (NE) (IUCN, 2001).

No contexto brasileiro, as Unidades de Conservação (UCs) representam um dos principais instrumentos de gestão ambiental e de conservação da natureza. Instituídas pela Lei nº 9.985/2000, que criou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), são espaços territoriais legalmente instituídos pelo Poder Público, com o objetivo de assegurar a proteção dos recursos naturais e da biodiversidade (Figueirôa; Ramos; Araújo, 2009; Brasil, 2000). Conforme o artigo 2º dessa lei, as unidades de conservação são:

“Espaços territoriais e seus componentes, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com

objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração” (Brasil, 2000).

O SNUC organiza as UCs em dois grupos: Proteção Integral e Uso Sustentável. As categorias de Proteção Integral, como Parques, Reservas Biológicas e Estações Ecológicas, têm como objetivo central a preservação da natureza, permitindo apenas o uso indireto dos recursos, como visitação e educação ambiental. As categorias de Uso Sustentável, como Reservas Extrativistas, Florestas Nacionais e Áreas de Proteção Ambiental, buscam conciliar conservação e exploração sustentável. Somadas as esferas federal, estadual, municipal e as Reservas Particulares, as UCs protegem 26,54% do território marinho e 19,16% do território continental brasileiro (MMA, 2025; Brasil, 2000).

Conforme previsto no SNUC, todas as UCs devem dispor de um plano de manejo, instrumento que orienta sua gestão. Em 2018, o ICMBio publicou um novo roteiro metodológico para elaboração e revisão desses planos, substituindo documentos anteriores e unificando critérios técnicos. Esse roteiro inclui diretrizes relacionadas às invasões biológicas, tanto para definição do zoneamento quanto para normas de manejo de espécies exóticas, ajustando-se a procedimentos mais objetivos, viáveis e estratégicos em comparação aos modelos antigos (Brasil, 2000; ICMBio, 2018).

A presença de espécies exóticas tende a ser mais comum em áreas que passaram por algum grau de degradação ou onde há maior circulação de pessoas e atividades humanas. Ainda assim, ambientes bem conservados não estão livres da possibilidade de invasão. Estima-se que pelo menos 30% das UCs brasileiras já apresentam ocorrência de espécies exóticas, evidenciando a vulnerabilidade desses territórios mesmo sob regimes de proteção (Dechoum *et al.*, 2024).

A elevada concentração humana nas regiões próximas ou dentro de UCs funciona como um fator que favorece a entrada e a expansão de espécies exóticas. Isso ocorre porque muitos dos vetores de introdução estão associados a atividades voltadas ao bem-estar da população ou a interesses econômicos, que continuam impulsionando o mercado de espécies alóctones. A densidade populacional também intensifica outras pressões, seja por incentivar o uso de espécies exóticas em viveiros, pastagens, áreas agrícolas e mineração, seja por atitudes negligentes de visitantes em ambientes naturais e jardins botânicos (Dechoum *et al.*, 2024; França *et al.*, 2020).

Em resposta a esse cenário, e alinhado aos compromissos da CDB, o Brasil elaborou a Estratégia Nacional para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras, publicada pelo Ministério do Meio Ambiente em 2019. Esse documento constitui um instrumento

fundamental para orientar e garantir a efetividade das ações voltadas ao manejo e à mitigação dos impactos dessas espécies no país, que define diretrizes, responsabilidades e estratégias para prevenir, controlar e mitigar os impactos dessas espécies sobre os ecossistemas nativos (Brasil, 2019).

### 3.2. PARQUE ESTADUAL DE DOIS IRMÃOS

A história da área que hoje corresponde ao PEDI remonta ao século XVI, com a fundação do Engenho Apipucos, em 1577. No século XIX, as terras foram herdadas pelos irmãos Tomás e Antônio Lins Caldas, passando a ser conhecidas como Engenho Dois Irmãos. Em 1875, a propriedade foi adquirida pela Companhia Beberibe de Água, que tinha como objetivo estruturar o sistema de abastecimento hídrico da cidade do Recife (Rodrigues *et al.*, 2022).

A importância hídrica da área levou ao reconhecimento oficial de utilidade pública provincial para proteção dos mananciais, por meio de regulamento expedido pelo presidente da província de Pernambuco em 4 de fevereiro e confirmado em 17 de fevereiro de 1885 (Machado, 1998). Com o avanço da urbanização e a necessidade de preservar as matas e mananciais, em 1916 foi criado o Horto Florestal de Dois Irmãos, considerado a terceira iniciativa conservacionista de Pernambuco. O horto se consolidou como área de experimentação e manejo florestal e, após reformas realizadas na década de 1930, foi reinaugurado como Horto Zoobotânico de Dois Irmãos em 14 de janeiro de 1939, tendo como primeiro diretor o ecólogo João Vasconcelos Sobrinho (Rodrigues *et al.*, 2022).

Durante o século XX, a área foi incorporando novas funções de conservação. Em 1986, a Mata de Dois Irmãos e a Fazenda Brejo dos Macacos foram reconhecidas como Área de Proteção de Mananciais da Região Metropolitana do Recife pela Lei Estadual nº 9.860/1986 (Pernambuco, 1986). No ano seguinte, a área foi oficialmente classificada como Reserva Ecológica pela Lei Estadual nº 9.989/1987, integrando um conjunto de 40 reservas criadas na região metropolitana (Pernambuco, 1987).

O valor ecológico e histórico do local levou ao tombamento do Conjunto Ambiental e Paisagístico do Prata em 1994, realizado pela FUNDARPE e homologado pelo Decreto Estadual nº 17.648, de 4 de julho de 1994, abrangendo o fragmento florestal e as construções históricas associadas (Pernambuco, 1994). Em 1998, a Lei Estadual nº 11.622 transformou oficialmente a antiga Reserva Ecológica em Parque Estadual de Dois Irmãos, com a missão de conservar remanescentes representativos da Mata Atlântica, proteger os mananciais e fomentar a educação ambiental (Pernambuco, 1998).

Em 2012, o Decreto Estadual nº 38.660, de 21 de setembro, declarou de utilidade pública a Fazenda Brejo dos Macacos, com 774,09 hectares, para fins de desapropriação, visando ampliar a conectividade ecológica e a proteção de nascentes (Pernambuco, 2012). A escritura definitiva das terras foi incorporada ao PEDI em 2017, consolidando a área atual (Rodrigues *et al.*, 2022).

O PEDI possui uma área de 1.158,5 hectares dividida em dois fragmentos cortados pela Estrada dos Macacos. O primeiro dos fragmentos é conhecido como Mata de Dois Irmãos e possui uma extensão de 384,4 hectares, abriga o Zoológico do Recife e quatro açudes. O segundo fragmento, denominado Brejo dos Macacos, abrange uma área de 774,09 hectares (Rodrigues *et al.*, 2022)

Atualmente o PEDI abriga uma série de projetos de conservação que refletem sua importância histórica, ecológica e social. Desde sua origem, relacionada à preservação de mananciais para abastecimento da cidade do Recife, o parque evoluiu para se tornar uma referência em conservação da sociobiodiversidade, tanto *in situ* quanto *ex situ*, integrando ações de pesquisa científica, proteção de fauna e flora nativas, educação ambiental e inclusão social (Rodrigues *et al.*, 2022).

Entre os projetos de destaque está o Projeto Preguiça de Garganta-Marrom, uma parceria com o Instituto IPGM, que atua no resgate, reabilitação e soltura de indivíduos feridos ou órfãos da espécie *Bradypus variegatus*. Outras ações relevantes incluem os projetos voltados à conservação de primatas ameaçados, como o guariba-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul*) e o macaco-prego-galego (*Sapajus flavius*), ambos em risco de extinção e contemplados no Plano de Ação Nacional para Conservação dos Primatas do Nordeste - PAN PRINE (Rodrigues *et al.*, 2022).

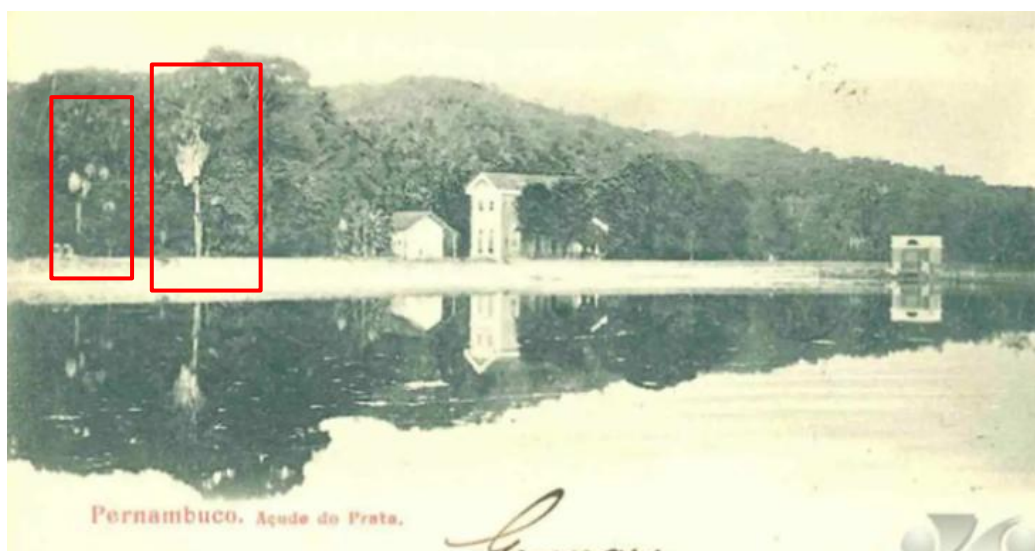
Na esfera científica, o PEDI integra a Rede PPBio - Mata Atlântica, sendo o sítio mais ao norte dessa rede nacional de pesquisa em biodiversidade. Com 10 parcelas de inventário padronizado, o parque é laboratório de estudos sobre vertebrados, flora e impactos de perturbações ambientais, contribuindo para a gestão baseada em dados e a formulação de políticas públicas (Rodrigues *et al.*, 2022).

### 3.3. ESPÉCIES EXÓTICAS NO PARQUE ESTADUAL DE DOIS IRMÃOS

Construído em 1880 pela Companhia Beberibe, o Chalé do Prata foi inicialmente concebido como apoio para a manutenção do sistema de abastecimento de água da cidade do Recife (Rodrigues *et al.*, 2022). Fotografia datada de 1904, que mostra o chalé, também retrata a incidência de indivíduos adultos da palmeira buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.), espécie

de ocorrência natural na Amazônia, Caatinga e Cerrado (Reflora, 2020). Essa espécie foi inserida no parque, em parte, devido à sua beleza cênica. Este registro pode ser considerado um dos primeiros relatos de espécies exóticas no atual parque (Figura 1), destacando a integração de diferentes espécies e a contribuição do espaço para o desenvolvimento paisagístico e ecológico da área.

**Figura 1-** Açude do Prata, em 1994, no Parque Estadual Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil.



**Fonte:** Fundação Joaquim Nabuco - Ramiro M. Costa, 1904

A introdução exponencial de espécies exóticas no PEDI data da criação do Horto Florestal de Dois Irmãos, ainda na década de 1910, com o objetivo de reflorestar áreas devastadas. Durante este período, cerca de 58 mil variedades de eucalipto, com 5 anos de idade, haviam sido plantadas na entrada do horto. Um dos aspectos econômicos relevantes desta introdução foi o pagamento pelo Governo Federal de 150 réis por muda plantada, o que incentivou tanto o plantio no próprio horto quanto o fornecimento de mudas para terceiros, demonstrando o apoio do Governo Federal à introdução de espécies exóticas no local. O horto possuía duas sementeiras: uma para 300.000 mudas de eucalipto, destinadas ao uso interno, e outra para 200.000 mudas, que seriam ofertadas (Ferreira, 2025, apud Horto Florestal de Dois Irmãos, 1919; 1920).

Além disso, em 1931, o horto passou a produzir mudas e enxertos de árvores frutíferas, com destaque para mangueiras, sapotis e abacateiros, que foram cultivados nos viveiros do horto, mas não necessariamente introduzidos no parque (Ferreira, 2025, apud. Serviço de Pomicultura, 1931).

No decorrer do tempo, outras espécies exóticas foram sendo introduzidas no parque, seja por meio de plantios intencionais ou por disseminação espontânea. A maioria das

introduções e o estabelecimento de espécies exóticas refletem um histórico de ocupações humanas e uso antrópico do território, seja no passado ou no presente (Rodrigues e Silva, 2014; Dechoum *et al.*, 2014).

Segundo o levantamento realizado por Nascimento *et al.* (2024), foram registradas 40 espécies de plantas exóticas no interior do PEDI, distribuídas entre diferentes grupos taxonômicos e formas biológicas. A maior parte dessas espécies foi introduzida de forma intencional, em especial durante períodos em que o espaço funcionava como horto e jardim botânico, evidenciando a influência de práticas ornamentais e produtivas. No entanto, constatou-se que parte dessas espécies apresenta elevado potencial invasor, o que pode comprometer significativamente a regeneração natural e o equilíbrio ecológico da vegetação nativa do parque. As espécies exóticas registradas no Parque estão listadas no Quadro 1, conforme levantamento realizado por Nascimento *et al.* (2024).

**Quadro 1** - Espécies exóticas encontradas do Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil

Nome Científico	Família	Hábito	Classificação
<i>Thunbergia alata</i> Bojer ex Sims	Acanthaceae	Trepadeira	Invasora
<i>Thunbergia fragrans</i> Roxb.	Acanthaceae	Trepadeira	Exótica
<i>Thunbergia grandiflora</i> Roxb.	Acanthaceae	Trepadeira	Invasora
<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	Árvore	Invasora
<i>Annona reticulata</i> L.	Annonaceae	Árvore	Exótica
<i>Centella asiatica</i> (L.) Urb.	Apiaceae	Erva	Invasora
<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott.	Araceae	Erva	Invasora
<i>Dieffenbachia seguine</i> (Jacq.) Schott	Araceae	Erva	Invasora
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Arecaceae	Palmeira	Invasora
<i>Pseudogynoxys chenopodioides</i> (Kunth) Cabrera	Asteraceae	Trepadeira lenhosa	Exótica
<i>Kalanchoe crenata</i> (Andrews) Haw.	Crassulaceae	Erva	Exótica
<i>Luffa cylindrica</i> (L.) M.Roem.	Cucurbitaceae	Trepadeira	Exótica
<i>Momordica charantia</i> L.	Cucurbitaceae	Trepadeira	Invasora
<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch.	Euphorbiaceae	Arbusto	Exótica
<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	Fabaceae	Árvore	Invasora
<i>Senna alexandrina</i> Mill.	Fabaceae	Erva	Exótica
<i>Zornia diphylla</i> (L.) Pers.	Fabaceae	Arbusto	Exótica
<i>Melia azedarach</i> L.	Meliaceae	Árvore	Invasora
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Moraceae	Árvore	Invasora
<i>Ficus benjamina</i> L.	Moraceae	Árvore	Exótica
<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	Árvore	Invasora
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Myrtaceae	Árvore	Invasora
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Myrtaceae	Árvore	Invasora
<i>Nymphaea alba</i> L.	Nymphaeaceae	Erva aquática	Invasora
<i>Nymphaea ampla</i> (Salisb.) DC.	Nymphaeaceae	Erva aquática	Invasora
<i>Nymphaea caerulea</i> Savigny	Nymphaeaceae	Erva aquática	Exótica

Nome Científico	Família	Hábito	Classificação
<i>Nymphaea lotus</i> L.	Nymphaeaceae	Erva aquática	Exótica
<i>Nymphaea rubra</i> Roxb.	Nymphaeaceae	Erva aquática	Exótica
<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.	Orchidaceae	Erva	Invasora
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Poaceae	Erva	Invasora
<i>Cenchrus purpureus</i> (Schumach.) Morrone	Poaceae	Erva	Invasora
<i>Urochloa brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich.) R.D. Webster.	Poaceae	Erva	Invasora
<i>Urochloa mutica</i> (Forssk.) T.Q.Nguyen	Poaceae	Erva	Invasora
<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R.D. Webster.	Poaceae	Erva	Invasora
<i>Capsicum annuum</i> L.	Solanaceae	Arbusto	Exótica
<i>Capsicum baccatum</i> L.	Solanaceae	Arbusto	Exótica
<i>Capsicum frutescens</i> L.	Solanaceae	Arbusto	Exótica
<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Solanaceae	Arbusto	Exótica
<i>Solanum melongena</i> L.	Solanaceae	Erva	Exótica
<i>Acroporium longirostre</i> (Brid.) W.R. Buck	Sematophyllaceae	Tapete epífito	Exótica

Fonte: Adaptado de Nascimento *et al.*, 2024.

Apesar do levantamento recente ampliar consideravelmente o número de espécies vegetais registradas no PEDI, tanto exóticas quanto nativas, em comparação com a primeira listagem de flora apresentada no Plano de Manejo (PM) de 2014, observa-se a ausência de algumas espécies na lista atual apresentada por Nascimento *et al.* (2024). Entre essas ausências destacam-se *Pachira aquatica* Aubl., de origem amazônica; *Rolandra fruticosa* (L.) Kuntze, típica de restingas; e *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn., nativa dos domínios da Caatinga e da Floresta Amazônica (Reflora, 2020; Rodrigues e Silva, 2014).

De forma semelhante, *Mauritia flexuosa*, registrada no Plano de Manejo de 2014, também não aparece na listagem recente, embora suas populações estejam estabelecidas em diversas áreas úmidas do PEDI (Rodrigues e Silva, 2014). Outras espécies não listadas incluem *Euterpe oleracea* Mart., de ampla ocorrência na Floresta Amazônica e no Cerrado, e *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg., também característica de formações amazônicas (Rodrigues e Silva, 2014; Reflora 2020).

Com base nos levantamentos de Nascimento *et al.* (2022), que registram 40 espécies exóticas, e Rodrigues e Silva (2014), o total de espécies não nativas presentes no PEDI soma-se a 46 espécies, originárias tanto de outros domínios fitogeográficos brasileiros quanto de outros continentes.

O controle de espécies exóticas no PEDI consolidou-se como uma alternativa nos últimos anos, diante dos riscos ecológicos associados à presença e expansão dessas espécies. A gestão do parque, por meio do primeiro Plano de Manejo, estabeleceu diretrizes voltadas

ao monitoramento contínuo e à erradicação de espécies exóticas, com foco na restauração das áreas degradadas e na proteção da vegetação nativa (Rodrigues e Silva, 2014).

Entre as estratégias previstas no Plano de Manejo de 2014 destacam-se a utilização de métodos químicos, como o uso de agrotóxicos devidamente autorizados, e ações de controle físico, incluindo a remoção manual ou mecânica dos indivíduos exóticos, que devem ser progressivamente substituídos por espécies nativas. O documento também enfatiza a importância da sensibilização comunitária, buscando envolver os moradores do entorno nas atividades de educação ambiental e prevenção de novas introduções, a fim de fomentar a co-responsabilidade na conservação do PEDI (Rodrigues e Silva, 2014).

Na tentativa de avançar nas ações de manejo, em 2021 foi instituído o Plano de Ação para Controle e Erradicação de Espécies Exóticas Invasoras do PEDI. Esse programa reforça a relevância das ações de controle de acordo com as orientações legais das diretrizes estabelecidas pelo SNUC (2000) e pelo Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC) de 2009 (Pernambuco, 2021b).

O programa contempla uma abordagem multifacetada para o controle das espécies exóticas, incorporando capacitação técnica das equipes operacionais, monitoramento sistemático das áreas afetadas e a aplicação de métodos de manejo diferenciados, a depender da resiliência e capacidade de regeneração das espécies-alvo. Entre os métodos indicados, destaca-se o uso criterioso de herbicidas em áreas específicas, especialmente em casos em que as espécies apresentam alta capacidade de rebrota e propagação vegetativa (Pernambuco, 2021b).

A partir de 2021, iniciaram-se ações práticas de remoção de espécies exóticas no PEDI, conforme previsto no Plano de Manejo e no Programa de Controle de Espécies Exóticas e Invasoras. Essas ações priorizaram, inicialmente, indivíduos isolados, localizados em áreas de fácil acesso, como jardins e trilhas principais. Um exemplo foi a retirada da erva *Alpinia purpurata* (Vieill.) K.Schum. (DUC, 2022), popularmente conhecida como alpínia-vermelha, originária da Ásia cultivada com fins ornamentais (Reflora, 2020).

A *Alpinia purpurata* fazia parte do paisagismo dos jardins do zoológico. Em alguns casos, como na portaria principal, a remoção não foi acompanhada pela substituição por uma espécie nativa, conforme orientado pelo programa (DUC, 2022). Isso gerou impactos paisagísticos visíveis na entrada do PEDI. A ausência do replantio comprometeu não apenas a estética do local, mas também resultou na perda de um importante elemento de transição visual entre o espaço urbano e o ambiente natural protegido (Figura 2A e B)

**Figura 2** - Impacto visual após a retirada da *A. purpurata* no Parque Estadual Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: (A) CBN Recife, 2020; (B) Juliana Barreto, 2025.

Apesar de os impactos negativos das espécies exóticas invasoras serem frequentemente documentados, existem situações específicas em que efeitos positivos pontuais podem ocorrer, como algumas plantas introduzidas oferecendo recursos alimentares adicionais, como frutos, sementes ou flores, que podem ser utilizados por animais nativos como uma fonte de suporte alimentar (Dechoum *et al.*, 2024).

### 3.4 MANEJO E CONTROLE DE ESPÉCIES EXÓTICAS

A implementação de ações de controle e erradicação de espécies exóticas invasoras enfrenta diversos entraves que abrangem desde limitações financeiras, institucionais e técnicas até barreiras sociais e de acesso às áreas afetadas. A insuficiência de recursos materiais e humanos, somada à ausência de metodologias consolidadas para o manejo de determinadas espécies e ambientes, torna muitas intervenções complexas, experimentais ou inviáveis, especialmente em áreas remotas, propriedades privadas ou zonas com restrição de acesso. Soma-se a isso o reduzido entendimento público sobre os impactos das invasões biológicas, frequentemente agravado pelo apelo estético associado a algumas exóticas ornamentais, o que diminui a adesão social às ações (Marangon *et al.*, 2023).

No contexto nacional, a maioria das iniciativas de manejo de espécies exóticas invasoras foi desenvolvida na Mata Atlântica, bioma que concentra o maior número de espécies ameaçadas do país (ICMBio, 2018). Quando mais de uma espécie exótica invasora estão presentes na mesma UC, torna-se necessário estabelecer uma priorização baseada em

critérios técnicos. A Portaria ICMBio nº 510/2025 determina que essa priorização considere fatores como: diretrizes do Plano de Manejo da UC, existência de planos específicos de prevenção e controle, impactos sobre espécies nativas e ambientes sensíveis, complexidade operacional do manejo, além do grau de ocupação da invasora na área (Brasil, 2025a).

No PEDI, as ações de manejo seguem as diretrizes do Programa de Controle de Espécies Exóticas e Invasoras e da Carta de Anuência da CPRH nº 17/2021, que autoriza a execução de atividades de erradicação, contenção e manejo dentro dos limites da Unidade (CPRH, 2021; Pernambuco, 2021b). Esses instrumentos se fundamentam nos princípios do SNUC e do SEUC, que proíbem a introdução e determinam o controle de espécies exóticas em UCs de Proteção Integral, visando preservar a integridade ecológica, a função ecossistêmica e a diversidade florística da Mata Atlântica presente no PEDI.

Um dos principais entraves para a construção de estratégias robustas é a escassez de informações aprofundadas sobre espécies exóticas invasoras nos documentos oficiais, incluindo o Plano de Manejo do PEDI. Esse problema não é exclusivo desta unidade, pois Sampaio e Schmidt (2013) apontam que muitos planos de manejo no Brasil abordam as exóticas invasoras de forma superficial, sem diagnóstico espacial detalhado, sem diretrizes operacionais e sem identificar impactos potenciais sobre processos ecológicos sensíveis ou áreas prioritárias de intervenção. Essa lacuna compromete a tomada de decisão e favorece a expansão silenciosa de espécies exóticas.

Além disso, o perfil institucional do PEDI representa um desafio adicional. A maior parte dos servidores pertence às áreas de veterinária, biologia voltada à fauna ou gestão administrativa, não havendo nenhum profissional com formação específica em botânica, dendrologia e ecologia de comunidades vegetais. Essa ausência de especialistas compromete a identificação correta das espécies, a definição de métodos adequados de controle e, sobretudo, aumenta o risco de introdução inadvertida de plantas exóticas ornamentais invasoras em jardins, viveiros e recintos do zoológico. Assim, deve-se incluir ações de capacitação continuada e protocolos padronizados para identificação, controle e monitoramento.

Historicamente, o controle de exóticas no PEDI tem se concentrado em intervenções pontuais (Quadro 2), geralmente associadas a demandas emergenciais. Entre as técnicas já utilizadas destaca-se: i) a remoção manual (arranquio) de indivíduos jovens; ii) remoção de árvore adultas, realizado de forma isolada e sem continuidade sistemática; iii) mutirões com voluntários e turmas da UFRPE, sobretudo em zonas ripárias, voltados à retirada de plântulas de *M. flexuosa* e *P. aquatica* após os picos de frutificação; iv) remoção e substituição por

espécies nativas de arbustos em recintos; e v) anelamento de árvores em zonas ripárias (DUC, 2021; 2022; 2023 E 2024), cuja eficácia demonstrou-se limitada, pois todos os indivíduos anelados sobreviveram, apresentando formação de raízes adventícias e mantendo crescimento, indicando que a técnica não é adequada em indivíduos de *P. aquatica*.

**Quadro 2** - Controle e erradicação de exóticas no Parque Estadual Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil.

Ano	Nome comum	Nome científico	NI	Tipo de controle	Acompanhamento
2021	Sombreiro	<i>Clitoria fairchildiana</i>	1	Supressão e destoca	Não realizado
2022	Sombreiro	<i>Clitoria fairchildiana</i>	22	Supressão e destoca	Não realizado
2022	Dendê	<i>Elaeis guineensis</i>	20	Supressão	Não realizado
2022	Açaí	<i>Euterpe oleracea</i>	20	Supressão e destoca	Não realizado
2022	Seringueira	<i>Hevea brasiliensis</i>	2	Supressão e destoca	Não realizado
2022	Bambu	<i>Bambusoideae</i>	1	Supressão e destoca	Não realizado
2022	Jaqueira	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	1	Supressão	Não realizado
2022	Mangueira	<i>Mangifera indica</i>	2	Supressão	Não realizado
2022	Azeitoneira	<i>Syzygium cumini</i>	1	Supressão	Não realizado
2023	Buriti	<i>Mauritixia flexuosa</i>	766	Arranquio de plântula	Não realizado
2023	Carolina	<i>Pachira aquatica</i>	24	Arranquio de plântula	Não realizado
2023	Sombreiro	<i>Clitoria fairchildiana</i>	106	Arranquio de plântula	Não realizado
2024	Carolina	<i>Pachira aquatica</i>	1659	Arranquio de plântula	Não realizado
2024	Sombreiro	<i>Clitoria fairchildiana</i>	3551	Arranquio de plântula	Não realizado
2024	Carolina	<i>Pachira aquatica</i>	472	Anelamento	Out. de 2025

NI: Número de Indivíduos

Fonte: A autora, 2025

O controle e a erradicação de espécies exóticas no PEDI evidenciam que as ações atualmente realizadas são fragmentadas, dependem de disponibilidade operacional eventual e não seguem um plano contínuo de manejo, o que reduz significativamente sua eficácia. Soma-se a isso a ausência de monitoramento e acompanhamento sistemático, comprometendo a avaliação dos resultados e a continuidade das intervenções.

Nesse cenário, medidas preventivas assumem um papel estratégico. Ações como a limpeza obrigatória de ferramentas, maquinário e veículos antes da entrada na UC, a inclusão do tema nas capacitações de brigadistas e servidores, e a orientação de visitantes sobre riscos

e responsabilidades reduzem significativamente a probabilidade de novas introduções. Outras estratégias incluem monitorar o entorno para identificar potenciais focos de dispersão e trabalhar com as comunidades vizinhas para substituir espécies ornamentais exóticas por alternativas nativas, minimizando vetores de entrada. A identificação de focos de invasão na zona de amortecimento e o monitoramento de rotas potenciais de dispersão fortalecem a prevenção e reduzem a entrada de propágulos no interior da UC (ICMBio, 2023).

A detecção precoce e a resposta rápida também constituem pilares essenciais do manejo. Conforme orienta o ICMBio (2023), indivíduos isolados ou pequenas populações devem ser eliminados imediatamente após a identificação, registrando-se a ocorrência e buscando localizar fontes de sementes e propágulos no entorno. Durante o arranquio de plântulas, é necessário avaliar se o material pode permanecer no local, pois algumas espécies rebrotam a partir de fragmentos de raiz ou caule.

Quando houver risco de rebrota, os resíduos devem ser removidos e destinados a estruturas vedadas para compostagem segura ou queima controlada. Plantas não identificadas devem ser fotografadas ou coletadas para envio a especialistas, e trilhas, estradas e margens de corpos d'água precisam ser monitoradas continuamente. Pequenos focos devem receber intervenção imediata, enquanto áreas mais extensas requerem planejamento estratégico compatível com recursos, logística e viabilidade operacional (ICMBio, 2023).

O uso de herbicidas em ações de controle, embora previsto em normativas federais, é rigidamente regulamentado pelas Instruções Normativas IBAMA nº 03/2016 e nº 20/2018, que estabelecem condições restritivas para aplicação de produtos químicos em UCs. O uso desses insumos depende de justificativa técnica, acompanhamento especializado e monitoramento constante (Brasil, 2016; Brasil, 2018). Em ambientes ripários, como os avaliados neste estudo, os riscos associados são ainda mais sensíveis devido à possibilidade de contaminação hídrica, danos à fauna aquática e interferências nos processos ecológicos do solo, tornando o uso de herbicidas uma alternativa de último recurso.

No PEDI, embora tenha havido a aquisição de herbicida após autorização da CPRH em 2021, o produto permaneceu sem uso efetivo e não houve definição de protocolo, padronização de aplicação ou monitoramento adequado.

Além dos desafios ecológicos e operacionais, a região do Chalé do Prata apresenta uma condição adicional que influencia diretamente as estratégias de manejo: a área é tombada como Conjunto Ambiental, Paisagístico e Histórico do Prata. O tombamento

abrange o fragmento florestal, os açudes, as galerias filtrantes e as edificações históricas, conferindo à paisagem um valor cultural que precisa ser preservado (Pernambuco, 1994).

Historicamente, era possível visualizar o Chalé do Prata a partir do Açude do Meio (Figura 3A), com a presença esparsa de alguns indivíduos de *M. flexuosa*. No entanto, a expansão recente e acelerada da espécie eliminou essa visada paisagística, alterando profundamente a percepção visual do conjunto tombado (Figura 3B).

**Figura 3** - Visão do Chalé do Prata pelo açude do Meio, no Parque Estadual Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil. (A) Condição da paisagem em 2008, evidenciando a área ainda sem dominância de *Mauritia flexuosa*; (B) Situação atual, mostrando a expansão e dominância de *Mauritia flexuosa* na zona ripária.



Fonte: Regina Figueiredo (2008); A autora (2024)

Em conjunto, as ações de controle e erradicação de espécies exóticas invasoras constituem um arcabouço operacional capaz de reduzir seu avanço e criar condições mais favoráveis ao estabelecimento da vegetação nativa. A literatura destaca que estratégias integradas de manejo, combinando prevenção, detecção precoce, resposta rápida e técnicas adaptadas às características ecológicas de cada ambiente, são essenciais para a recuperação de áreas perturbadas e para a manutenção dos processos ecológicos responsáveis pela resiliência de ecossistemas sob pressão de invasões biológicas.

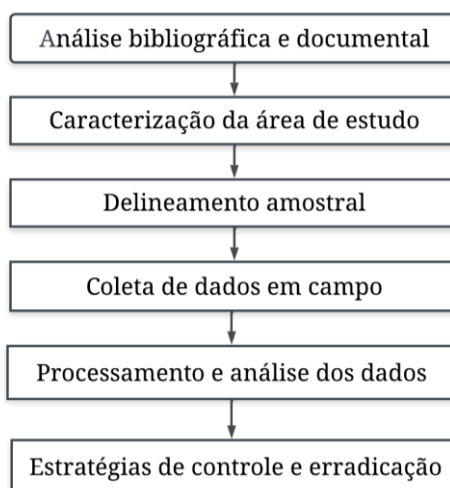
## 4. MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo experimental e descritivo, uma vez que busca analisar a composição florística, a estrutura horizontal e distribuição espacial de indivíduos de áreas próximas a corpos hídricos no Parque Estadual de Dois Irmãos, com ênfase na ocorrência de espécies exóticas.

### 4.1. DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em etapas integradas que incluíram o levantamento bibliográfico, a caracterização da área de estudo, a definição do delineamento amostral, a coleta de dados em campo, o processamento e a interpretação dos resultados (Figura 4).

**Figura 4** - Fluxograma metodológico



Fonte: A autora (2025)

### 4.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

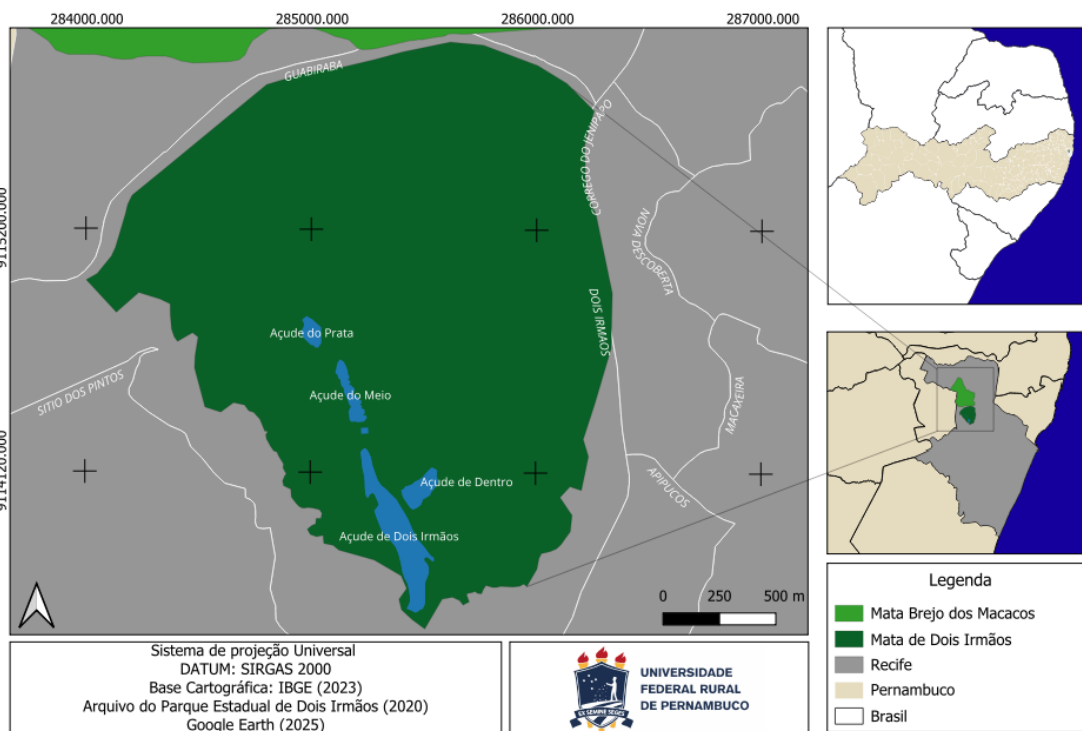
O estudo foi conduzido em um fragmento de Mata Atlântica conhecido como Mata de Dois Irmãos, localizado dentro dos limites do PEDI, no município do Recife, Pernambuco, Brasil, entre as coordenadas 8°07'30"S e 34°52'30"W, classificado como Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (IBGE, 2012; Rodrigues e Silva, 2014).

A vegetação nativa do PEDI pode ser dividida em três estágios sucessionais. O fragmento denominado Mata de Dois Irmãos apresenta estrutura florestal bem conservada, considerada madura quanto ao seu estágio sucessional. O outro fragmento, a Mata do Brejo dos Macacos, é caracterizado por uma floresta mais jovem, com vegetação secundária, estrutura florestal mais baixa e aberta (Fonseca, 2017; Rodrigues *e tal.*, 2022).

Geomorfologicamente, a área do PEDI está compreendida na zona dos Tabuleiros Costeiros (Bionde e Lins-e-Silva, 2021). Os solos da área são do tipo podzólico, com latossolos subordinados. O PEDI ocupa áreas em duas bacias hidrográficas, a bacia do Capibaribe e a bacia do Beberibe. Na bacia do Capibaribe, a microbacia do Prata está inteiramente inserida na Mata de Dois Irmãos (CEPAN, 2012 e FIDEM, 1987) e abriga quatro açudes: o Açude do Prata (1,75 ha), o Açude do Meio (2,52 ha), o Açude de Dois Irmãos (12,26 ha) e o Açude de Dentro (1,55 ha) (Rodrigues *et al.*, 2022).

A área de pesquisa compreende as faixas ripárias, sujeitas à sangria dos açudes, situadas próximas aos Açudes do Meio e do Prata, que representam zonas de interface direta entre a vegetação e os corpos hídricos do Parque (Figura 5). Apesar da existência de outros dois açudes (o Açude de Dois Irmãos e o Açude de Dentro), ambos são cercados por muros e apresentam, no entorno, construções como recintos e vias de serviço do zoológico, o que limita o acesso e a integridade da vegetação.

**Figura 5** - Mapa de localização da área do estudo



Fonte: A autora (2025)

#### 4.1.2 Desenho experimental

Com o objetivo de avaliar o comportamento da vegetação em função da proximidade com os corpos hídricos, adotou-se como estratégia amostral uma topossequência funcional, estruturada a partir do gradiente de distância em relação aos açudes do Meio e do Prata,

conforme metodologia adaptada dos estudos de Borém e Ramos (2001) e Borém e Oliveira-Filho (2002).

Foram instaladas parcelas retangulares ao longo do gradiente, em zonas ripárias situadas nas distâncias de 1-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25 metros das margens dos açudes, totalizando 10 unidades amostrais. Cada unidade amostral apresentou dimensões de  $5\text{m} \times 30\text{m}$ , totalizando  $150\text{m}^2$ . A forma retangular das parcelas, bem como sua disposição perpendicular à borda dos corpos hídricos, segue o formato empregado por Causton (1988) e Van Den Berg (1995).

As unidades amostrais foram distribuídas em dois transectos independentes, um para cada açude, considerando a distância geográfica significativa entre os corpos hídricos, o que inviabilizou a amostragem contínua em um único transecto. Cada transecto contou com cinco unidades amostrais, totalizando as dez parcelas (Figura 6).

**Figura 6** - Desenho experimental utilizado para amostragem da vegetação no Parque Estadual Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: A autora (2025)

#### 4.2. LEVANTAMENTO FLORÍSTICO NAS ZONAS RIPÁRIAS

Dentro de cada unidade amostral, foi realizado o levantamento das espécies. Todos os indivíduos amostrados foram identificados, classificados, mensurados e georreferenciados *in loco* utilizando o GPS Garmin GPSMAP 65 multibanda, garantindo a localização precisa de cada ocorrência no transecto. As informações foram organizadas adaptando-se à planilha de Levantamento de Espécies Exóticas apresentada no Programa de Controle de Espécies Exóticas e Invasoras do Parque Estadual de Dois Irmãos (2021), conforme o Quadro 3.

**Quadro 3** - Variáveis para o levantamento de espécies exóticas invasoras nas unidades de conservação

Nome Científico	Nome Popular	Ponto GPS	DAP (cm)	Altura (m)	Forma Biológica	Forma de ocorrência	Situação de invasão

Fonte: Adaptado de Pernambuco, 2021b.

A identificação e a classificação das espécies seguiram o sistema Angiosperm Phylogeny Group IV (APG IV, 2016), sendo também consultada a Lista de Espécies da Flora do Brasil para confirmação da autoria e dos nomes científicos (Reflora, 2020). O diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) e a altura (H) foram mensurados para os indivíduos arbóreos, arbustivos e palmeiras.

Para avaliação da distribuição diamétrica, os indivíduos foram agrupados em classes com amplitude de 10 cm, estabelecidas da seguinte forma: 0–10 cm; 10–20 cm; 20–30 cm; 30–40 cm; 40–50 cm; e >50 cm. A estrutura vertical foi analisada por meio da distribuição em classes de altura com amplitude de 5 m, definidas como: 0–5 m; 5–10 m; 10–15 m; 15–20 m; 20–25 m; e >25 m. As classes foram organizadas por transecto e quanto à origem das espécies (nativas ou exóticas), permitindo a comparação estrutural entre os grupos.

Para a variável forma biológica foram categorizadas as espécies de acordo com seu porte e tipo de crescimento, como plantas aquáticas, árvores, arbustos, gramíneas, entre outras. Essa classificação seguiu a tipologia adaptada do Programa de Controle de Espécies Exóticas e Invasoras do Parque Estadual de Dois Irmãos (2021), incluindo as seguintes categorias: (1) planta aquática, (2) árvore, (3) arbusto, (4) gramínea, (5) junco, (6) tiririca, (7) herbácea, (8) trepadeira, (9) bromeliforme, (10) samambaia, (11) suculenta, (12) palmeira, (13) cacto e (14) gramínea.

Para a variável, forma de ocorrência as espécies foram classificadas de acordo com a estrutura populacional e a forma de estabelecimento no ambiente, seguindo a metodologia

adaptada do Programa de Controle de Espécies Exóticas e Invasoras do PEDI (2021). As categorias consideradas incluem: indivíduos adultos isolados (AI), geralmente únicos e distantes de outros congêneres; população de indivíduos adultos (AP), representando aglomerados estruturados; indivíduos jovens isolados (JI); população de indivíduos jovens (JP) e banco de plântulas (P), caracterizando áreas com alta densidade de indivíduos em fase inicial de crescimento, sendo neste último caso realizado apenas a contagem indivíduo.

No caso das populações classificadas como AP e JP, os indivíduos presentes foram incluídos nessa categoria com o devido registro da ocorrência em grupo, porém cada exemplar foi mensurado individualmente quanto ao DAP e altura total.

As alturas e diâmetros dos indivíduos jovens foram mensurados em um nível de inclusão com Circunferência à Altura da Base (CAB 0,30 m)  $< 15,0$  cm ou altura  $\geq 1,0$  m e  $< 3,0$ m, de acordo com a metodologia proposta por Marangon *et al.* (2008).

A situação da invasão descreve o estágio da presença da espécie no ambiente, variando entre: i) contida, quando está restrita a locais controlados; ii) presente, quando encontrada em ambientes naturais sem descendência ou dispersão visível; iii) estabelecida, quando está se reproduzindo localmente; e iv) invasora, quando a espécie está se expandindo e se dispersando para novas áreas (ICMBio, 2023).

As coordenadas coletadas em campo com o GPS foram posteriormente exportadas e convertidas para o formato KML, a fim de facilitar a visualização e integração em diferentes plataformas. Os pontos georreferenciados foram então plotados no QGIS Desktop, versão 3.44.4, onde foram organizados em camadas temáticas e relacionados às unidades amostrais. Para complementar a análise espacial e ampliar a interpretação da distribuição dos indivíduos ao longo das faixas ripárias, os mesmos arquivos KML também foram visualizados no Google Earth (versão 2025), permitindo a interpretação em ambiente tridimensional e a conferência da posição dos pontos em relação à paisagem e aos corpos hídricos do PEDI.

#### 4.4. COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURA HORIZONTAL

Para a análise da estrutura horizontal foram calculados os parâmetros fitossociológicos de densidades, frequências, dominâncias absolutas e relativas, e o valor de importância, conforme Mueller-Dombois e ElleMBERG (1974), disponível no Apêndice A).

#### 4.5. PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS

A análise do padrão espacial de ocorrência das espécies exóticas ao longo das zonas ripárias foi realizada a partir da organização, em ambiente SIG (Qgis), dos dados de localização das parcelas e dos indivíduos registrados nos transectos implantados próximos aos Açudes do Meio e do Prata. A ocorrência de espécies nativas e exóticas foram plotadas separadamente, permitindo a inspeção visual da distribuição espacial e a identificação de trechos com maior concentração de indivíduos exóticos, especialmente em áreas próximas aos corpos hídricos. Para complementar essa etapa, empregou-se o método de estimativa de densidade Kernel.

A influência das variáveis ambientais sobre a distribuição das exóticas foi analisada pela associação entre as estimativas Kernel e as condições registradas ao longo dos transectos, especialmente a presença de alagamento e a elevação do terreno.

#### 4.6. LEVANTAMENTO DE ESTRATÉGIAS DE CONTROLE E ERRADICAÇÃO DAS EXÓTICAS INVASORAS

Com o objetivo de propor ações para o manejo das espécies exóticas registradas no PEDI, especialmente nas áreas ripárias, foi realizado um levantamento sistemático de estratégias de controle e erradicação descritas na literatura científica e aplicadas em UCs com características ecológicas semelhantes.

A pesquisa bibliográfica foi realizada por meio de busca sistemática em bases de dados científicas nacionais e internacionais, com foco nas plataformas SciELO, Web of Science e Google Scholar. Foram utilizadas combinações de palavras-chave relacionadas à temática do estudo, incluindo: “Parque Estadual de Dois Irmãos”, “espécies exóticas”, “espécie exótica invasora”, “controle de plantas exóticas”, “exótico controle métodos”, “protocolo controle exótica invasora”, “plano de controle de espécies exóticas invasora” e “guia de controle de espécies invasoras”.

Os resultados obtidos foram analisados a partir da leitura dos títulos e resumos, sendo selecionados os estudos com maior aderência à temática de flora exótica e estratégias de controle. Também foram consultados documentos normativos, decretos, legislações ambientais, planos de manejo e guias técnicos relacionados ao manejo de espécies exóticas em unidades de conservação.

## 4.7 PROCESSAMENTO DE DADOS

A análise estatística dos dados florísticos e estruturais teve como objetivo comparar o comportamento das espécies nativas e exóticas registradas nas faixas ripárias, bem como avaliar a influência de variáveis ambientais sobre sua distribuição. Inicialmente, os dados de DAP e altura dos indivíduos amostrados foram submetidos ao teste de Shapiro–Wilk. Como os dados não apresentaram distribuição normal, a comparação entre os grupos (nativas e exóticas) foi conduzida por meio do teste de Mann–Whitney (U), que avalia diferenças na distribuição central (mediana) entre dois grupos independentes, adotando-se nível de significância de 5%.

Para investigar possíveis relações entre fatores ambientais e a ocorrência de espécies exóticas, aplicou-se o teste qui-quadrado de independência, considerando nível de significância de 5%. Adicionalmente, utilizou-se a regressão logística binária para estimar a probabilidade de ocorrência de exóticas com base em variáveis ambientais contínuas e categóricas, incluindo a elevação do terreno e a presença de alagamento.

A organização dos dados foi realizada no Microsoft Excel®, enquanto as análises estatísticas e a construção dos gráficos e ajustes dos modelos logísticos, foram executadas no software R, versão 4.5.2 (R Core Team, 2025).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA

A análise florística realizada nas faixas ripárias localizadas a jusante dos Açudes do Meio e do Prata, abrangendo as áreas diretamente influenciadas pela sangria das águas, resultou na identificação de 30 espécies, distribuídas em 20 famílias botânicas. Do total registrado, 19 espécies são nativas da Mata Atlântica, 8 são exóticas ao Domínio fitogeográfico do PEDI e 3 apresentam distribuição endêmica (Apêndice B).

A flora da área amostrada apresenta predominância de espécies lenhosas, com 20 espécies arbóreas compondo o estrato estrutural principal das zonas ripárias. As palmeiras representam o segundo grupo mais numeroso, com três espécies registradas, enquanto as herbáceas também somam três espécies distribuídas no sub-bosque. Além disso, foi registrada uma trepadeira e uma samambaia, que integram os estratos inferiores característicos desse tipo de ambiente. Foram identificados ainda um arbusto e uma gramínea, ambos associados a áreas mais abertas e a trechos sob influência antrópica.

O PEDI abriga formações florestais cujo dossel ultrapassa 30 metros de altura, sustentado por grandes espécies arbóreas, enquanto o sub-bosque é composto por espécies adaptadas à baixa luminosidade. No entanto, também se observa a existência de um estrato herbáceo diversificado, formado por ervas e pteridófitas, reforçando a complexidade vertical da vegetação local (Lins-e-Silva e Nascimento, 2021). Portanto, mesmo diante da pressão exercida por espécies exóticas invasoras, a composição e a estratificação observadas nas áreas ripárias avaliadas mantêm atributos estruturais compatíveis com a fitofisionomia típica do PEDI.

A distribuição das espécies entre os transectos revelou diferenças estruturais significativas. O Transecto 01 apresentou maior riqueza florística, 24 espécies, maior heterogeneidade estrutural e predominância de espécies nativas com indivíduos jovens, enquanto o Transecto 02 registrou 13 espécies, com composição mais restrita. Ao comparar os dois trechos, verificou-se que 4 espécies nativas ocorreram simultaneamente (*Didymopanax morototoni*, *Protium heptaphyllum*, *Richeria grandis* e *Piper umbellatum*), funcionando como elementos estruturais comuns às duas faixas ripárias

Embora a proporção geral de espécies nativas seja maior nos dois transectos, a dominância espacial e numérica das espécies alóctone representa o principal vetor de risco ecológico identificado nas áreas. Isso é agravado pelo fato de que os indivíduos nativos presentes ocorrem, em sua maioria, em menor quantidade e concentrados, muitas vezes, nos estágios iniciais de regeneração (JI e JP), o que demonstra uma vegetação pressionada pela competição com espécies introduzidas responde com uma regeneração ativa. A ocorrência de espécies endêmicas, como *Eschweilera ovata*, *Andira nitida* e *Inga blanchetiana*, reforça o valor ecológico das áreas avaliadas. Entretanto, o estabelecimento de populações de alóctone nos mesmos espaços representa uma ameaça direta à manutenção desses processos, podendo levar à substituição gradual da flora nativa caso não haja intervenção adequada.

Assim, a caracterização florística realizada nesta etapa evidencia que a dinâmica atual da vegetação ripária é fortemente influenciada por processos de invasão biológica em expansão, com destaque para *P. aquatica*, *M. flexuosa*, *D. seguine* e *E. pinnatum*. Esse cenário torna necessário o estabelecimento de medidas de monitoramento contínuo, contenção e manejo ativo, garantindo a estabilidade dos processos ecológicos, a permanência das espécies nativas e a preservação da integridade das zonas ripárias do PEDI.

## 5.2 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E A ESTRUTURA HORIZONTAL

A estrutura da vegetação nas faixas ripárias avaliadas revela uma comunidade marcada pela assimetria entre espécies nativas e exóticas. Embora as nativas apresentem maior riqueza, as exóticas dominam estruturalmente trechos expressivos, sobretudo em áreas diretamente influenciadas pela sangria dos açudes, condições ambientais que favorecem seu estabelecimento e expansão.

### 5.2.1 Dados Dendrométricos.

A análise dos parâmetros dendrométricos evidenciou diferenças estruturais consistentes entre espécies nativas e exóticas nos dois transectos avaliados. Na comparação dos valores de DAP entre espécies nativas e exóticas, houve rejeição da hipótese nula no teste de Mann–Whitney, indicando que as distribuições diamétricas diferem significativamente entre os dois grupos de origens.

Para melhor interpretação da estrutura diamétrica, os dados foram agrupados em seis classes de diâmetro (0-10 cm; >10-20 cm; >20-30 cm; >30-40 cm; >40-50 cm; >50 cm) (Tabela 1). No Transecto 01, observou-se forte concentração de indivíduos nativos na primeira classe diamétrica (0-10 cm), totalizando 38 indivíduos, seguida pela classe de 10-20 cm (11 indivíduos), com ausência de registros nas classes superiores. As espécies exóticas, por sua vez, apresentaram distribuição mais ampla, ocorrendo em todas as classes, inclusive nas superiores (>50 cm), indicando maior heterogeneidade estrutural.

**Tabela 1** - Distribuição das classes de diâmetro de espécies nativas e exóticas nos Transectos 01 e 02, ambos situados em faixas ripárias situadas próximas aos Açudes do Meio e do Prata do Parque Estadual de Dois Irmãos, Pernambuco.

Transecto 01				Transecto 02			
Espécies Nativas		Espécies Exóticas		Espécies Nativas		Espécies Exóticas	
Classe DAP *	Freq.	Classe DAP*	Freq.	Classe DAP*	Freq.	Classe DAP*	Freq.
1	38	1	37	1	18	1	36
2	11	2	6	2	1	2	26
3	4	3	4	3	0	3	13
4	0	4	9	4	2	4	7
5	0	5	4	5	0	5	4
6	0	6	7	6	0	6	2

\* Classes: 1 (0-10cm); 2 (>10 - 20cm); 3 (>20-30cm); 4 (>30-40cm) 5(>40-50cm); 6(>50cm)

Freq. = frequência em nº de indivíduos

Fonte: A autora (2025)

No Transecto 02, o padrão se manteve semelhante. As espécies nativas concentraram-se principalmente nas duas primeiras classes (36 indivíduos na classe de 0–10 cm e 26 na classe de 10–20 cm), com redução progressiva nas classes seguintes. Já as

espécies exóticas apresentaram distribuição mais equilibrada ao longo das classes, incluindo ocorrência nas classes superiores, embora em menor frequência.

A comparação entre o diâmetro de espécies nativas e exóticas revelou, portanto, padrões estruturais distintos nos dois transectos. As espécies exóticas apresentaram maiores valores médios de DAP em ambos os transectos (18,82 cm e 15,94 cm, respectivamente), enquanto as nativas apresentaram médias inferiores (7,26 cm e 9,39 cm). Além disso, os maiores valores individuais de diâmetro estiveram associados às espécies exóticas. Esse comportamento é frequentemente associado a espécies com características invasoras, que tendem a apresentar atributos que favorecem sua competitividade em relação às espécies nativas, tais como rápido crescimento, elevada produção e dispersão de sementes, alta taxa de germinação, produção de substâncias alelopáticas e ausência de inimigos naturais (Vigilato; Zampar, 2011; Blossey, 2011).

A variável altura reforçou o mesmo padrão observado para o DAP, evidenciando diferenças estruturais entre espécies nativas e exóticas nos dois transectos avaliados. Assim como realizado para o diâmetro, os dados foram agrupados em seis classes de altura (0–5 m; 5-10 m; 10-15 m; 15-20 m; 20-25 m; >25 m), permitindo a análise da estrutura vertical da comunidade (Tabela 2).

**Tabela 2** - Distribuição das classes de altura de espécies nativas e exóticas nos Transectos 01 e 02, ambos situados em faixas ripárias situadas próximas aos Açudes do Meio e do Prata do Parque Estadual de Dois Irmãos, Pernambuco.

Transecto 01				Transecto 02			
Espécies Nativas		Espécies Exóticas		Espécies Nativas		Espécies Exóticas	
Classe DAP *	Freq.	Classe DAP*	Freq.	Classe DAP*	Freq.	Classe DAP*	Freq
1	25	1	27	1	13	1	21
2	21	2	17	2	5	2	20
3	1	3	8	3	1	3	22
4	6	4	12	4	2	4	20
5	0	5	3	5	0	5	5
6	0	6	0	6	0	6	0

\* Classes: 1 (0-5m); 2 (>5 - 10m); 3 (>10-15m); 4 (>15-20m) 5 (>20-25m); 6 (25m)

Freq. = frequência em nº de indivíduos

Fonte: A autora (2025)

No Transecto 01, as espécies nativas concentraram-se predominantemente nas duas primeiras classes (0-5 m e 5-10 m), com 25 e 21 indivíduos, respectivamente, apresentando baixa ocorrência nas classes superiores. As espécies exóticas, embora também apresentem maior frequência nas classes iniciais, mostraram maior representatividade nas classes intermediárias (10-15 m e 15-20 m), além de registros acima de 20 m, indicando maior amplitude vertical. No Transecto 02, o padrão foi ainda mais evidente. As espécies exóticas

apresentaram maior distribuição nas classes superiores, com destaque para as classes de 10-15 m e 15-20 m, enquanto as espécies nativas permaneceram concentradas principalmente nas classes inferiores. Esse padrão confirma maior ocupação do estrato vertical pelas espécies exóticas.

As médias de altura também reforçam esse comportamento: no Transecto 01, as exóticas apresentaram altura média de 8,75 m, superior à média das nativas (6,07 m). No Transecto 02, a diferença foi mais acentuada, com médias de 11,01 m para exóticas e 6,38m para nativas.

O avanço vertical observado nas espécies exóticas amplia sua capacidade competitiva por luz. A maior interceptação luminosa pelo dossel dessas espécies promove sombreamento do sub-bosque, limita a regeneração natural e dificulta o estabelecimento de espécies nativas. A interceptação da luz solar constitui uma das formas mais impactantes de interferência das plantas invasoras, pois restringe o acesso à principal fonte de energia necessária aos processos de recrutamento e crescimento (Kunstler *et al.*, 2016; Pereira *et al.*, 2018). Em conjunto, esses resultados indicam que as espécies exóticas analisadas não apenas dominam estruturalmente o ambiente, como também apresentam vantagens competitivas significativas em termos de crescimento e ocupação do espaço vertical.

De forma integrada, os resultados dos dois transectos demonstram um padrão consistente: as espécies exóticas apresentam DAP e altura significativamente superiores aos das nativas, indicando maior vigor estrutural, maior velocidade de crescimento e maior potencial competitivo. Assim, os dados dendrométricos obtidos indicam que as espécies exóticas avaliadas não apenas diferem estruturalmente das nativas, mas também apresentam clara dominância no ambiente, reforçando a necessidade de estratégias de manejo que controlem sua expansão e assegurem a conservação da vegetação nativa.

### **5.2.2 Estrutura Horizontal**

A estrutura horizontal observada nos dois transectos revela um padrão de forte influência de espécies exóticas especializadas em ambientes úmidos, especialmente *Pachira aquatica* e *Mauritia flexuosa* (Apêndice C). Ambas são originárias de formações hidromórficas da região amazônica, o que explica sua elevada afinidade por solo encharcado e sua notável capacidade de colonização nas áreas ripárias do PEDF. A espécie *P. aquatica*, por exemplo, é típica de igapós e várzeas alagáveis na América Central e na América do Sul (Reflora, 2020), condições análogas às margens dos açudes presentes no PEDF. *M. flexuosa* é amplamente registrada em brejos, veredas, matas de galeria e campos úmidos nos domínios

amazônicos, caatingueiros e cerratenses, sempre associada a solos periodicamente ou permanentemente inundados (Ferreira *et al.*, 2018).

A especialização ecológica, em ambientes hidromórficos explica o destaque fitossociológico dessas espécies nos dois transectos. no Transecto 01, *P. aquatica* apresentou elevado valor de importância (VIR = 28,54%), densidade expressiva (47 indivíduos) e forte dominância relativa, refletindo sua capacidade de formar bancos de plântulas densos, alterar o sub-bosque e suprimir a regeneração de nativas. No Transecto 2, o predomínio massivo de *M. flexuosa*, atingiu 82 indivíduos e um VIR superior a 60%, caracterizando um ambiente altamente homogêneo e fortemente condicionado pela presença da palmeira.

A biologia reprodutiva dessas espécies contribui diretamente para sua expansão. *P. aquatica* possui frutos com 14 a 52 sementes, o que favorece a formação de bancos de plântulas densos e altamente competitivos (Cruz, 2022). Por sua vez, *M. flexuosa* apresenta frutificação anual com 5 a 7 cachos por indivíduo, cada um contendo 400 a 500 frutos (Ferreira, 2005), o que gera amplia sua dispersão e garante a manutenção de elevadas densidades nas zonas encharcadas do parque.

No contexto da estrutura da comunidade, a dominância dessas exóticas caminha à homogeneização estrutural e funcional do ecossistema. Assim, a combinação entre especialização ecológica, alta fecundidade, ausência de inimigos naturais reforça o caráter invasor dessas espécies no PEDI.

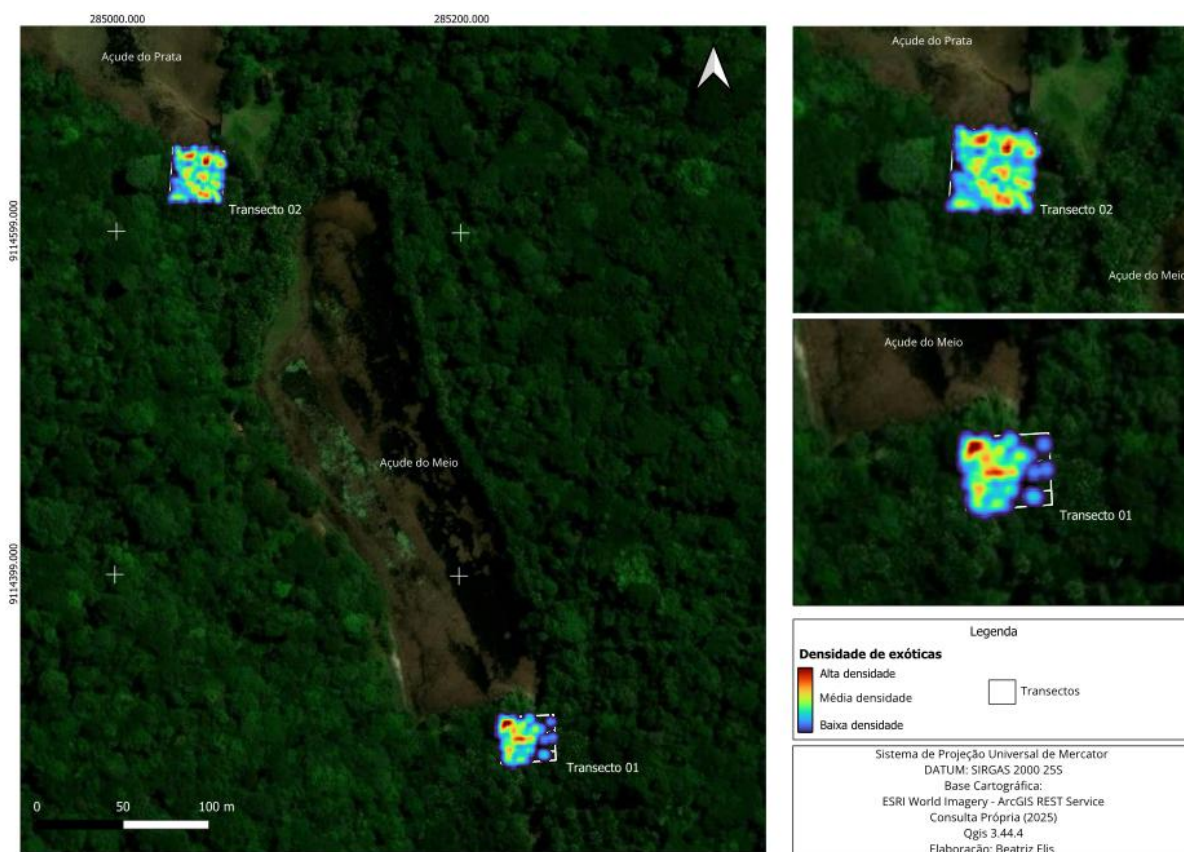
### **5.2.3 Padrão de Distribuição Espacial e Influência das Variáveis Ambientais na Ocorrência de Exóticas em Zonas Ripárias**

A distribuição espacial das espécies exóticas nas faixas ripárias revela um padrão agregado, caracterizado por manchas de alta densidade (gradiente do vermelho ao laranja), sobretudo nas áreas permanentemente ou sazonalmente alagadas. Os mapas de densidade Kernel (Figura 7) indicam núcleos bem definidos nos dois transectos, demonstrando que a ocupação não ocorre de forma aleatória. Em vez disso, as exóticas concentram-se em micro-habitats específicos, favorecidos por solos hidromórficos.

Ao longo do gradiente de umidade, observa-se maior frequência de exóticas em trechos sujeitos a alagamento contínuo ou intermitente, enquanto sua ocorrência diminui progressivamente em áreas mais secas. No lado direito do Transecto 01, embora não haja lâmina d'água, o substrato permanece encharcado devido à conectividade hidráulica com a

zona inundada adjacente, criando um micro-habitat úmido que ainda favorece o estabelecimento de algumas exóticas, porém em menor intensidade.

**Figura 7** - Distribuição espacial e intensidade de ocorrência de espécies exóticas em zonas ripárias do Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: A autora (2025)

A *Pachira aquatica* destaca-se por sua ampla plasticidade ecológica, estabelecendo-se tanto em ambientes hidromórficos quanto em trechos bem drenados do PEDI, incluindo trilhas internas e a área de passeio do zoológico. Práticas antrópicas, como o uso recorrente de suas folhas como complemento alimentar para animais do cativeiro, contribuem para sua persistência e dispersão. A expansão da espécie reflete a combinação entre condições ecológicas favoráveis e um histórico prolongado de usos humanos no interior da unidade.

No Transecto 02, a intensidade da invasão torna-se ainda mais evidente: trata-se de uma área permanentemente alagada, marcada por manchas densas e homogêneas de ocorrência. Nesse ambiente, destaca-se a predominância de *Mauritia flexuosa*, conhecida como formadora de buritizais em brejos, veredas, matas de galeria, nascentes e campos úmidos, sempre associada a solos periodicamente ou permanentemente inundados (Ferreira *et al.*, 2018). Sua alta afinidade ecológica por ambientes inundados explica seu forte domínio

estrutural, contribuindo para a homogeneização da vegetação ripária nessa seção da paisagem do PEDI (Figura 8).

Figura 8 - Registro aéreo do domínio de *Mauritia flexuosa* na zona ripária do Açude do Prata do Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Adeilson Calixto (2025)

Apesar dessa concentração visualmente evidente, o teste qui-quadrado de independência não identificou associação estatisticamente significativa entre a presença de alagamento e a ocorrência de exóticas ao nível de 5% ( $\chi^2$ ;  $p = 0,064 > 0,05$ ). Indicando que as frequências observadas e esperadas não diferem de forma significativa. Esse resultado sugere que, embora o alagamento favoreça visualmente a formação de manchas de exóticas, o efeito não foi suficientemente forte para ser detectado por uma análise baseada apenas em frequências absolutas.

A regressão logística binária, entretanto, revelou um padrão mais sensível às variações ambientais, indicando que a presença de alagamento foi o fator mais associado à ocorrência de exóticas no Transecto 01. Áreas alagadas apresentaram chances substancialmente maiores de registrar espécies invasoras (OR = 4,33; IC95%: 1,53–13,07), caracterizando o alagamento como o principal determinante local da ocorrência de exóticas. A elevação do terreno exibiu efeito negativo (OR = 0,36), sugerindo maior presença de exóticas em cotas mais baixas; contudo, o intervalo de confiança (IC95%: 0,10–1,23) incluiu o valor 1, indicando ausência de significância estatística ao nível de 5%.

No Transecto 02, o comportamento do modelo logístico refletiu diretamente o padrão ecológico observado: praticamente todas as ocorrências de espécies exóticas estavam

restritas às áreas permanentemente alagadas. Como consequência, o odds ratio estimado tornou-se extremamente elevado ( $OR \approx 5,8 \times 10^7$ ), acompanhado de intervalo de confiança muito amplo ( $\approx 0$  a  $10^{92}$ ), evidenciando forte influência do alagamento, porém com baixa estabilidade estatística para quantificar esse efeito. A elevação do terreno novamente não apresentou significância estatística, sugerindo que, no T02, o gradiente hídrico se sobrepõe a outras variáveis ambientais como fator estruturante da distribuição das exóticas.

Embora a análise estatística da influência do alagamento por meio de regressão logística não tenha indicado associação estatisticamente significativa em todos os cenários avaliados, a análise espacial por estimativa de densidade Kernel, aliada às observações de campo, evidenciou concentração de espécies exóticas em áreas sujeitas ao alagamento. Esse contraste entre os resultados estatísticos e o padrão espacial observado sugere que o alagamento exerce influência sobre a distribuição das espécies, porém de maneira complexa, possivelmente não linear e associada à interação com outros fatores ambientais, como variações microtopográficas, condições edáficas e disponibilidade de luz. Assim, a ausência de significância estatística em determinados testes não implica inexistência de efeito ecológico, mas indica que a influência do alagamento pode ocorrer de forma indireta ou dependente do contexto ambiental, nem sempre sendo plenamente capturada por modelos baseados exclusivamente em associações lineares ou frequências absolutas.

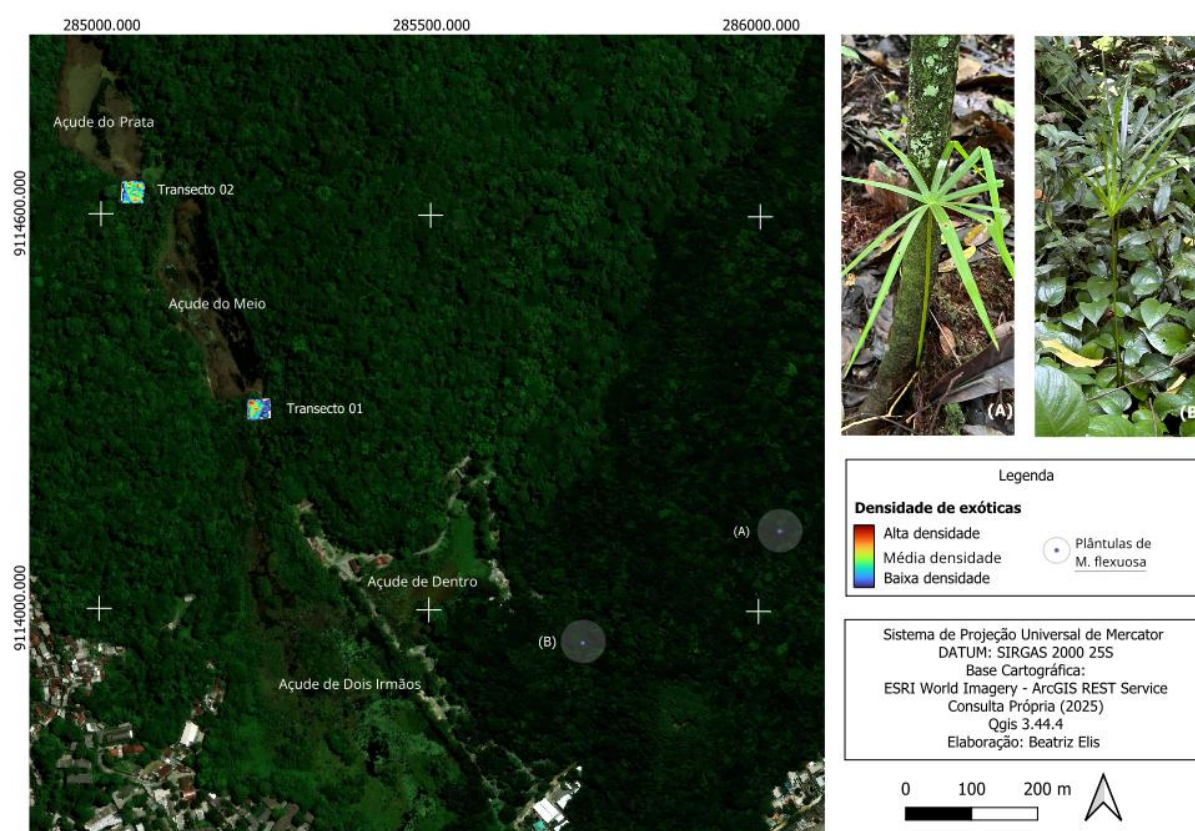
A influência histórica da paisagem também desempenha papel relevante na configuração atual da invasão. De acordo com Boscutti *et al.* (2022), processos de invasão vegetal são moldados pela estrutura da paisagem e por legados de uso humano, especialmente em áreas onde ambientes naturais se sobrepõem a espaços manejados. No PEDI, essa dinâmica é evidente no entorno do Chalé do Prata, onde o paisagismo histórico atuou como ponto inicial de introdução de *M. flexuosa*. A espécie foi implantada com função ornamental, após a construção do chalé, então utilizado como casa de apoio à antiga Companhia Beberibe de Abastecimento de Água (Rodrigues *et al.*, 2022) e, inserida na interface entre ambiente construído e zona ripária, encontrou condições altamente propícias para dispersão ao longo das décadas, originando os agrupamentos densos observados na região.

A combinação entre pressão de propágulos, condições hidromórficas e ausência de inimigos naturais favoreceu a expansão contínua da espécie. A combinação entre elevada produção de propágulos, condições hidromórficas favoráveis e ausência de inimigos naturais têm impulsionado a expansão contínua de *M. flexuosa* no PEDI. Além disso, a espécie exerce papel ecológico importante, funcionando como habitat, recurso alimentar e estrutura de

nidificação para aves como araras e papagaios, que auxiliam na dispersão da espécie (Almeida e Silva, 1994; Ribeiro *et al.*, 2014).

Um aspecto relevante do padrão espacial observado é a ocorrência inédita de *Mauritia flexuosa* fora das zonas ripárias. A espécie passou a colonizar novas áreas. Duas plântulas foram registradas em trilhas internas do parque, distantes 843 m (plântula A) e 648 m (plântula B) do ponto inicial de introdução (Figura 9). Esse avanço para áreas mais secas representa um possível processo de ruptura do limite ecológico previamente observado e reforça o caráter expansivo da espécie.

**Figura 9** - Ocorrência de *Mauritia flexuosa* fora de zonas ripárias no Parque Estadual de Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil.



Fonte: A autora (2025)

Em síntese, a distribuição espacial das exóticas em zonas ripárias no PEDI combina manchas de alta densidade, influência parcial do gradiente de alagamento, dispersão dirigida por fatores históricos e expansão recente para ambientes não ripários. Embora nem todas essas relações sejam estatisticamente significativas, sua interpretação ecológica integrada revela um sistema em desequilíbrio, no qual exóticas se aproveitam de condições ambientais favoráveis para ampliar sua distribuição.

#### 5.4 INDICAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE CONTROLE E ERRADICAÇÃO DAS EXÓTICAS

O manejo das espécies exóticas e invasoras no PEDI exige uma abordagem integrada, considerando a ecologia das espécies, a vulnerabilidade das áreas ripárias e as limitações institucionais da UC. A definição de estratégias efetivas depende de fatores como capacidade técnica dos servidores, disponibilidade financeira, interesse da gestão, riscos ecológicos associados e base normativa existente.

As zonas ripárias e áreas sazonalmente alagadas do PEDI possuem alta sensibilidade e não permitem intervenções agressivas. A remoção extensa de indivíduos arbóreos pode expor o solo, favorecer a desidratação do ambiente e abrir espaço para a colonização de exóticas oportunistas presentes no parque, como *Dieffenbachia seguine*, *Epipremnum pinnatum* e *Tradescantia zebrina*. Por isso, práticas que causem abertura excessiva do dossel, remoção em massa ou revolvimento do solo não são recomendadas (Lima *et al.*, 2025).

Além disso, a vegetação ripária é fundamental para manter a infiltração, o armazenamento e a regulação do fluxo de água entre os açudes interligados do parque, que alimentam drenagens associadas às bacias do Capibaribe e Beberibe (Rodrigues e Silva, 2014; Rodrigues *et al.*, 2022). Estudos demonstram que a remoção de florestas em áreas ripárias reduz a rugosidade hidráulica, modificando padrões de velocidade do escoamento e desestabilizando o regime hídrico local, tornando essas áreas ainda mais vulneráveis (Somoza, 2015).

Diante da limitação de recursos humanos, técnicos e financeiros disponíveis no PEDI, torna-se essencial a criação de ferramentas simples, padronizadas e de fácil aplicação em campo, capazes de orientar, registrar e monitorar as ações de controle de espécies exóticas invasoras.

Antes da aplicação dos métodos específicos de controle, é fundamental adotar medidas preventivas e de detecção precoce, como a limpeza de ferramentas, equipamentos, veículos e calçados antes da entrada na unidade, além da orientação contínua a funcionários, visitantes e pesquisadores sobre os riscos de introdução e dispersão. Deve-se também monitorar estradas e trilhas, verificar a origem de materiais externos e eliminar imediatamente plantas isoladas ou pequenos focos, com descarte adequado para evitar rebrota. Todos os registros devem ser documentados, e plantas não identificadas precisam ser fotografadas e encaminhadas a especialistas (ICMBio, 2023).

Considerando essas diretrizes gerais, apresentam-se a seguir os métodos específicos de controle organizados por grupos funcionais: arbustos, árvores e palmeiras, gramíneas e plantas herbáceas, iniciando pelos arbustos, grupo frequente nos registros de invasão do PEDI.

### **I - Arbustos:**

*(Baseado no ICMBio, 2023; Pernambuco, 2021b com adequações ao contexto do PEDI)*

O controle de arbustos exóticos no PEDI deve priorizar técnicas de baixo impacto e com eficácia comprovada. Plantas isoladas ou pequenas populações podem ser arrancadas manualmente quando for possível remover todo o sistema radicular; entretanto, esse método deve ser evitado para espécies que quebram facilmente ou têm rebrote vigoroso, além daquelas cujo arranquio expõe o banco de sementes e favorece a germinação. Nesses casos, recomendam-se dois métodos principais. O primeiro é o corte rente ao solo com aplicação imediata de herbicida à base de triclopir (2-4%) no toco, técnica geralmente mais eficiente para impedir o rebrote. O segundo é a aspersão foliar com glifosato (2-3%), indicada para arbustos muito ramificados, de caules finos ou quando o corte individualizado é inviável.

Os casos em que o manejo envolver aspersão foliar devem respeitar uma distância mínima de 8 metros de qualquer corpo hídrico, a fim de evitar deriva e escorrimento do produto para áreas alagadas, conforme recomendado pelo ICMBio. Essa restrição é especialmente relevante no PEDI, cujo sistema de açudes interligados apresenta alta sensibilidade e desempenha papel fundamental na regulação hídrica do parque.

Em zonas alagadas e sazonalmente inundáveis, o manejo de arbustos exóticos deve ser realizado exclusivamente por métodos mecânicos de baixo impacto, aplicados de forma contínua e repetitiva, priorizando técnicas de exaustão, como recomendado para *Dieffenbachia seguine*.

Algumas espécies tendem a rebrotar mesmo após o primeiro tratamento, o que torna necessária uma segunda aplicação. Assim, todas as áreas manejadas devem ser previamente marcadas para permitir o monitoramento e o repasse do controle até o esgotamento do banco de sementes.

Em infestações extensas pode ser empregada a combinação de herbicida e queima prescrita, utilizando o fogo para estimular a germinação e reduzir o banco de sementes, repetindo o ciclo até sua eliminação. Em todos os casos, a necessidade de ações complementares deve ser avaliada, incluindo controle de erosão, semeadura direta ou o plantio de espécies nativas. Técnicas populares, como aplicação de sal, óleo diesel ou cortes

realizados em fases lunares específicas, devem ser evitadas por serem ineficazes e potencialmente mais poluentes que os herbicidas recomendados, cuja degradação ocorre entre 20 e 45 dias.

A destinação do material resultante do manejo de arbustos exige atenção especial para evitar rebrota e dispersão de sementes. Plântulas arrancadas, galhos finos e demais fragmentos vegetativos devem ser colocados em estruturas fechadas, como bombonas, caixas, contêineres vedados ou sacos resistentes, de modo a impedir qualquer contato direto com o solo, evitando enraizamento ou brotação. Quando disponível, o material pode ser encaminhado para trituração em equipamento apropriado, reduzindo o volume e eliminando a viabilidade dos fragmentos, procedimento possível no PEDI por meio do triturador utilizado pela equipe. Já o material lenhoso mais grosso pode ser deixado no local para decomposição natural ou para auxiliar no controle de erosão, desde que proveniente de espécies que não apresentam rebrote a partir de ramos cortados. Caso seja necessária a remoção para outro ponto da UC, o transporte deve ser feito exclusivamente em recipientes fechados, prevenindo o espalhamento de sementes ou propágulos durante o deslocamento.

O monitoramento é etapa obrigatória para o sucesso do manejo. Arbustos de rápida maturação exigem repasses mais frequentes, como a cada quatro meses, para impedir a produção de sementes. Como raramente é possível eliminar 100% dos indivíduos em uma única intervenção, o controle deve seguir princípios de manejo adaptativo, ajustando prazos e técnicas conforme as respostas observadas em campo. Em espécies com sementes de alta longevidade, a combinação de queima prescrita, repasse periódico e restauração ambiental é essencial para reduzir a persistência do banco de sementes.

## **II - Árvores e Palmeiras:**

*(Baseado no ICMBio, 2023; Pernambuco, 2021; Dechoum e Ziller, 2013; DUC, 2024; Instituto Hórus, 2025, com adequações ao contexto do PEDI)*

O manejo de espécies arbóreas exóticas no PEDI envolve um conjunto de técnicas que variam conforme o porte, a idade, a capacidade de rebrote e o comportamento ecológico das espécies. Plântulas podem ser arrancadas manualmente sempre que for possível remover completamente o sistema radicular; no entanto, esse método não é eficiente para espécies que quebram na base e rebrotam com facilidade. Para esses casos, recomenda-se utilizar aspersão foliar com herbicida à base de glifosato (2–3%), respeitando a norma que proíbe aplicações a menos de 8 metros de corpos d'água, a fim de evitar deriva e contaminação

hídrica. Alternativamente, pode-se realizar o corte rente ao solo associado à aplicação de triclopir (2–4%) no toco, o que impede o rebrote e apresenta maior eficácia.

O método mais empregado e com melhores resultados é o corte horizontal da base do tronco, rente ao solo, com aplicação imediata de herbicida à base de triclopir no toco. Esse procedimento reduz a necessidade de monitoramento intensivo e tem sido amplamente utilizado para o controle de espécies lenhosas invasoras. Outra alternativa é a injeção de herbicida diretamente no tronco, utilizando furadeira a bateria ou cavadeira química. A aplicação de 3 ml da solução herbicida (glifosato na proporção 1:1 em água) em cerca de 13 perfurações ao redor do tronco. Esse método promove a morte mais rápida da planta em comparação ao anelamento simples.

O anelamento é indicado de forma excepcional para eliminar árvores em pé quando o corte pode causar danos à vegetação nativa adjacente, especialmente em faixas ripárias, áreas encharcadas e trechos com grande concentração de espécies. Nessas situações, o método é empregado como alternativa de morte gradativa, evitando a abertura brusca do dossel e a queda imediata de árvores que poderiam gerar distúrbios.

Entretanto, a lentidão do processo também possui implicações que precisam ser consideradas no planejamento. Esse estado prolongado pode gerar tanto efeitos positivos quanto efeitos negativos no ambiente: (i) efeitos positivos: evitar abertura brusca do dossel, preservando umidade e reduzindo estresse hídrico; funcionar como barreira física moderada, retardando o escoamento superficial e favorecendo infiltração, o que ajuda a estabilizar o microregime hídrico em áreas alagáveis. (ii) efeitos negativos: manter sombreamento temporário manter estruturas elevadas que são utilizadas como poleiros, o que pode aumentar a dispersão de sementes, inclusive de exóticas oportunistas; prolongar o período de risco de queda de material morto, exigindo monitoramento mais frequente, principalmente em áreas de trilhas.

No PEDI, verificou-se insucesso do anelamento de 472 *Pachira aquatica*, devido à formação de raízes adventícias acima do anel, o que restabeleceu o fluxo de seiva. Para essa espécie, recomenda-se testar o anelamento duplo e, paralelamente, realizar a remoção seletiva de indivíduos jovens.

Quando utilizado, o anelamento deve ser realizado desde a base do tronco até aproximadamente 30-40 cm de altura. Ainda assim, o método exige monitoramento contínuo, devido ao risco de rebrotas epicórmicas, formação de raízes adventícias ou sobrevivência parcial, especialmente em espécies altamente resilientes.

No caso de palmeiras exóticas, recomenda-se primeiramente o arranquio de todas as plântulas presentes na área de manejo. Para plantas jovens sem estipe formado, a destruição da gema apical impede o desenvolvimento da planta. Já para palmeiras adultas, utiliza-se a perfuração do estipe com broca, inclinada para baixo (20-30°), em quatro pontos ao redor do tronco, com injeção de 10-20 ml de glifosato (36%) em cada furo. As folhas começam a secar em aproximadamente 15 dias, e o tronco colapsa em poucos meses, com baixo risco de impacto sobre a vegetação adjacente.

Em áreas alagadas, o manejo de palmeiras exóticas deve priorizar métodos exclusivamente mecânicos, evitando qualquer ação que revolva o solo, provoque queda abrupta ou cause risco de contaminação da água. O arranquio só é recomendado para plântulas quando o sistema radicular puder ser retirado sem desestabilizar o substrato; quando isso não for possível, recomenda-se a destruição da gema apical, evitando o desenvolvimento da planta sem necessidade de extração completa. Para palmeiras jovens com estipe em formação e indivíduos adultos, recomenda-se morte gradual por métodos físicos, como cortes controlados da gema apical ou interrupção mecânica do fluxo de seiva.

No transecto 02, onde a área está sob influência do tombamento do Conjunto Ambiental e Paisagístico do Prata em 1994, embora o controle da palmeira *Mauritia flexuosa* seja recomendado para evitar a continuidade da invasão, a erradicação total não é possível, pois o tombamento exige a manutenção de elementos estruturantes da paisagem, incluindo parte dos indivíduos já consolidados. Assim, a estratégia mais adequada consiste em realizar um controle contínuo e seletivo, impedindo a expansão dos núcleos próximos ao chalé e garantindo que a espécie não comprometa a integridade visual e histórica do conjunto paisagístico protegido.

O controle de árvores e palmeira exóticas não se restringe a uma única técnica, exigindo intervenções combinadas que incluem o manejo de plântulas, a eliminação de indivíduos adultos e o acompanhamento contínuo do banco de sementes. Espécies que formam grandes bancos de sementes podem gerar plântulas por vários anos, tornando necessário o arranquio periódico. O monitoramento contínuo é essencial para evitar que árvores remanescentes alcancem a fase reprodutiva e reforcem o banco de sementes.

A destinação do material resultante do manejo arbóreo exige cuidado rigoroso para evitar reinvasão. A remoção mecânica de grandes volumes é complexa e pode favorecer a dispersão de sementes. Assim, plântulas arrancadas devem ser acumuladas em estruturas fechadas, como bombonas, caixas, contêineres vedados ou fossas específicas, evitando

qualquer contato com o solo, o que impede o enraizamento ou a rebrota. Quando necessário, o transporte desses resíduos deve ser realizado exclusivamente em recipientes fechados.

O material lenhoso de árvores cortadas pode ser deixado no local para decomposição natural ou para auxiliar no controle de erosão, desde que pertença a espécies que não rebrotam a partir de ramos cortados, como alfeneiro, cinamomo e pau-incenso. Caso haja grandes volumes de resíduos, pode ser necessário solicitar apoio institucional para destinação externa, embora isso deva ser avaliado com cautela devido ao risco de dispersão para novas áreas.

O intervalo de monitoramento deve considerar o tempo de maturação das espécies. A acácia-mangium, por exemplo, pode frutificar entre dois e três anos de idade, exigindo repasses com intervalos menores que esse período (cerca de um ano). Como é praticamente impossível eliminar todas as plantas em uma única intervenção, o repasse e o controle contínuo são indispensáveis para impedir a produção de sementes e esgotar progressivamente o banco de sementes presente no solo.

### **III - Gramíneas:**

*(Baseado no ICMBio, 2023; Pernambuco, 2021 com adequações ao contexto do PEDI)*

O controle de gramíneas exóticas deve priorizar intervenções rápidas e repetidas, evitando que atinjam o período reprodutivo. Plantas isoladas ou pequenas populações que ainda não produziram sementes podem ser removidas manualmente, desde que o sistema radicular seja completamente extraído. No entanto, quando já houver formação de sementes, recomenda-se evitar o arranquio, pois o distúrbio do solo pode trazer sementes à superfície e intensificar a invasão. Gramíneas que quebram facilmente, deixando raízes no solo, requerem métodos alternativos.

Para gramíneas de porte baixo e médio, o método mais eficaz é a roçada baixa seguida de aspersão foliar de glifosato (2% para gramíneas pequenas e 3% para gramíneas altas), sempre realizada sobre folhas jovens com 20–30 cm e antes da floração. Em gramíneas de porte alto, a roçada deve anteceder a aplicação, favorecendo a absorção. Em ambientes úmidos ou de alta fragilidade, recomenda-se o uso de vassoura química, que reduz o risco de contato do herbicida com o solo ou a água. Em grandes áreas, aplica-se controle químico por aspersão foliar conforme as concentrações indicadas. Queima prescrita pode ser utilizada como ferramenta complementar, especialmente em espécies que rebrotam vigorosamente após fogo, sempre integrada ao controle mecânico ou químico subsequente.

O monitoramento é essencial: gramíneas apresentam crescimento rápido e alta capacidade de rebrote. Deve-se marcar os locais de controle para repasses frequentes, repetindo a intervenção até o esgotamento do banco de sementes. A intensidade e frequência do monitoramento dependem do método empregado, intervenções mecânicas exigem retorno mais rápido (15–20 dias), enquanto o controle químico demanda prazos mais longos. A prioridade é impedir qualquer produção de sementes, reduzindo progressivamente a viabilidade do banco presente no solo.

A remoção mecânica pode gerar acúmulo de material vegetal que deve ser manejado com cuidado para evitar rebrota ou recontaminação. Pequenos volumes podem ser colocados em tubos de concreto, caixas d'água, estruturas vedadas ou encaminhados para compostagem monitorada, onde haverá germinação e necessidade de repasse. Também é possível cavar cavidades específicas para descarte, desde que haja monitoramento contínuo. Para grandes volumes, pode ser necessário apoio municipal, sempre avaliando o risco de dispersão para novas áreas. Todo o transporte deve ser feito em estruturas fechadas que impeçam a queda de sementes ao longo do trajeto. Resíduos secos podem ser queimados de forma controlada quando permitido pela legislação.

A destinação adequada do material removido é fundamental para evitar reinvasões. Pequenos volumes podem ser depositados em tubos de concreto, caixas d'água desativadas ou outras estruturas completamente vedadas, ou ainda encaminhados à compostagem monitorada, que inevitavelmente exigirá repasses devido à germinação residual. Cavidades específicas no solo também podem ser utilizadas, desde que com monitoramento contínuo.

No contexto do PEDI, um recurso adicional importante é o triturador mecânico disponível na unidade, que permite reduzir o volume de biomassa vegetal e acelerar a decomposição. O uso do triturador é recomendado para material seco ou moderadamente fresco, desde que não haja risco de dispersão de sementes viáveis durante o processo. O material triturado deve ser depositado em pontos secos, confinados e monitorados, evitando contato direto com áreas úmidas e prevenindo a rebrota ou dispersão secundária.

Para grandes volumes, pode ser necessário o apoio da gestão municipal, avaliando sempre o risco de dispersão durante o transporte. Todo deslocamento de biomassa deve ser realizado em estruturas fechadas, impedindo perdas de sementes ou fragmentos vegetativos ao longo do trajeto. Resíduos secos podem ser queimados de forma controlada, quando permitido pela legislação vigente.

#### **IV - Herbáceas**

*(Baseado no ICMBio, 2023; Pernambuco, 2021 com adequações ao contexto do PEDI)*

Plantas isoladas ou pequenas populações que ainda não reproduziram podem geralmente ser arrancadas manualmente, desde que seja possível remover completamente o sistema radicular. Em áreas onde já houve produção de sementes, o arranquio deve ser evitado para não trazer sementes do banco à superfície, exceto quando se tratar de populações muito pequenas e de fácil acesso para repasses frequentes.

Quando o arranquio é inviável ou ineficiente, recomenda-se o uso de aspersão foliar com herbicida à base de glifosato, em diluição de 2% para espécies de pequeno porte e 3% para espécies de maior porte. Para plantas de porte mais alto, a operação deve ser precedida por roçada baixa, seguida de aplicação sobre folhas jovens (20–40 cm), sempre antes do período reprodutivo. Espécies com talos grossos, podem ser cortadas e tratadas diretamente no toco com glifosato a 3–4%.

Em áreas de alta fragilidade ambiental, como zonas úmidas e margens de corpos d'água, recomenda-se o uso de vassoura química, que reduz drasticamente o risco de contato do herbicida com o solo ou a água. Todos os focos tratados devem ser marcados para monitoramento contínuo, pois a presença de banco de sementes exige repasses até seu esgotamento.

A remoção mecânica de herbáceas pode gerar grande volume de biomassa. Pequenos volumes podem ser destinados a tubos de concreto, caixas d'água ou outras estruturas inteiramente vedadas, ou encaminhados para compostagem monitorada, onde haverá germinação e necessidade de repasses. Cavidades específicas no solo também podem ser utilizadas, desde que haja monitoramento contínuo.

No contexto do PEDI, o uso do triturador mecânico disponível na unidade representa uma vantagem, permitindo reduzir o volume do material removido e acelerar a decomposição. O triturador deve ser utilizado em material seco ou parcialmente seco, evitando dispersão de sementes viáveis. Após triturado, o material deve ser depositado em pontos secos e confinados, nunca em áreas úmidas ou próximas a cursos d'água, prevenindo a rebrota e dispersão secundária. Para grandes volumes, pode ser necessário apoio da gestão municipal, sempre avaliando o risco de dispersão durante o transporte. Todo o transporte deve ocorrer em estruturas fechadas, impedindo perda de sementes ou propágulos.

Herbáceas apresentam crescimento rápido e alta capacidade de rebrote, exigindo monitoramento de curto prazo após o controle. O intervalo entre repasses depende do método

adotado: intervenções mecânicas requerem retorno em até 15–20 dias, enquanto o controle químico pode demandar acompanhamento por um período maior. Como é impossível eliminar 100% dos indivíduos em uma única intervenção, novas plântulas podem emergir tanto do banco de sementes quanto de indivíduos não detectados.

O controle de plantas exóticas invasoras pode envolver métodos mecânicos, químicos ou sua combinação. O controle químico deve ser utilizado apenas quando não houver alternativas viáveis, seguindo aplicação racional, seletiva e segura. A chave decisória do ICMBio auxilia a determinar quando o uso de herbicidas é realmente necessário, considerando riscos, viabilidade operacional e minimização de impactos ambientais (ICMBio, 2023).

Diante da diversidade de espécies exóticas registradas no Parque Estadual de Dois Irmãos e das particularidades operacionais da unidade, torna-se necessário adotar um instrumento padronizado que oriente a equipe na tomada de decisão e na execução das ações de manejo. Assim, propõe-se a elaboração de um Protocolo Simplificado de Controle e Erradicação de Espécies Exóticas Invasoras (Apêndice D), adaptado às diretrizes do Programa de Controle de Espécies Exóticas e Invasoras do PEDI (Pernambuco, 2021b) e ao Guia de Orientação do ICMBio (2023).

O protocolo foi estruturado para ser aplicado após a identificação confirmada da espécie exótica, funcionando como um roteiro prático para avaliação da área, escolha do método de controle, execução da intervenção, destinação dos resíduos e monitoramento dos repasses. Além de padronizar procedimentos, o protocolo visa reduzir erros operacionais, garantir segurança às equipes, otimizar o uso dos recursos disponíveis e assegurar que as decisões de manejo sigam critérios técnicos consistentes, especialmente em ambientes sensíveis como zonas ripárias e áreas sazonalmente alagadas do parque. Dessa forma, constitui uma ferramenta estratégica para sistematizar o manejo, aumentar a eficiência das ações e promover continuidade institucional no enfrentamento das invasões biológicas no PEDI.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se que a hipótese proposta foi parcialmente confirmada, uma vez que as espécies exóticas apresentaram maior desempenho estrutural, predominância fitossociológica e ocorrência mais expressiva em áreas sujeitas ao alagamento, indicando condição ambiental favorável à sua instalação e expansão nas zonas ripárias avaliadas. A análise espacial evidenciou tendência de agregação próxima aos corpos hídricos, reforçando a influência das áreas inundáveis sobre o padrão de distribuição dessas espécies.

As zonas ripárias avaliadas no PEDI apresentaram variações claras na composição florística e na estrutura da vegetação, influenciadas principalmente pela presença e expansão de espécies exóticas adaptadas a ambientes úmidos. Enquanto o Transecto 01 apresentou maior heterogeneidade estrutural e maior contribuição de espécies nativas em regeneração, o Transecto 02 revelou forte concentração de indivíduos de uma única espécie exótica, resultando em um padrão mais homogêneo e com menor diversidade de formas biológicas da flora. Em ambos os ambientes, observou-se que poucas espécies exóticas exercem forte controle sobre a dinâmica local, reduzindo o espaço ecológico e a capacidade competitiva da flora nativa.

Os resultados obtidos constituem um diagnóstico consistente da situação atual das faixas ripárias do PEDI e contribuem diretamente para o planejamento e o manejo da vegetação da unidade. A influência do alagamento mostrou-se especialmente relevante, funcionando como fator estruturante da distribuição das espécies exóticas e, ao mesmo tempo, como uma barreira operacional, considerando que restringe o uso de herbicidas em trechos a menos de 8 metros de corpos hídricos. Essa limitação reforça a necessidade de protocolos específicos para ambientes alagados, baseados em métodos mecânicos de baixo impacto, ações repetitivas e monitoramento contínuo.

Além disso, as evidências destacam a importância de medidas de prevenção, detecção precoce e resposta rápida, bem como da capacitação das equipes executoras, de forma a evitar a expansão das espécies invasoras e garantir a manutenção dos processos ecológicos, da integridade paisagística e da diversidade característica do parque. Assim, o estudo oferece subsídios técnicos essenciais para o aperfeiçoamento das estratégias de manejo e para a consolidação de práticas de conservação voltadas à realidade ecológica e operacional do PEDI.

## REFERÊNCIAS

APG IV – ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. *An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV.* **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, p. 1–20, 2016. DOI: 10.1111/boj.12385.

BIONDE, C.M.; LINS e SILVA, C. **Clima, geologia e solos do PEDI**. IN: Olhar da Ciência - Parque Estadual de Dois Irmãos, 2021.

BLOSSEY, B. Enemy release hypothesis. In: SIMBERLOFF, D.; REJMANEK, M. **Encyclopedia of biological invasions**. Berkeley: University of California Press, 2011. p. 193-195.

BRASIL. Congresso Nacional. **Decreto Legislativo nº 2, de 3 de fevereiro de 1994**. Aprova o texto da Convenção sobre Diversidade Biológica. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/component/k2/item/7513-convencao-sobre-diversidade-biologica-cdb.html>. Acesso em: 20 nov. 2025.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, §1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: seção 1, Brasília, DF, 19 jul. 2000.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Instrução Normativa nº 03, de 10 de março de 2016. Dispõe sobre os critérios e procedimentos para o uso de produtos químicos no controle de espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 mar. 2016.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Instrução Normativa nº 20, de 26 de junho de 2018. Altera a Instrução Normativa nº 03/2016, que dispõe sobre o uso de produtos químicos no manejo de espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 jun. 2018.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). **Espécies Exóticas Invasoras – Estratégia Nacional e Plano de Implementação 2019**. Brasília: IBAMA, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/biodiversidade/especies-exoticas-invasoras/arquivos/2020/2020-07-14-ibama-especies-exoticas.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2025.

BRASIL. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Portaria nº 510, de 11 de fevereiro de 2025. Estabelece diretrizes para o manejo de espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação federais. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 12 fev. 2025a. Disponível em: <https://www.lex.com.br/portaria-icmbio-no-510-de-11-de-fevereiro-de-2025>. Acesso em: 16 out. 2025.

BRASIL. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). **Manual para priorização de espécies exóticas invasoras para controle e erradicação nas Unidades de Conservação federais**. Brasília: ICMBio, 2025b. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/manejo-de-especies-exoticas->

invasoras/listas-de-eei-em-  
ucs/ManualparapriorizaodeEEIparacontroleeerradicaonasUCfederais.pdf. Acesso em: 20  
nov. 2025.

BORÉM, R. A. T.; RAMOS, F. N. Estrutura e composição florística do estrato arbóreo de duas topossequências em mata ciliar no município de Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 25, n. 4, p. 391–399, 2001. DOI: 10.1590/S0100-67622001000400001

BORÉM, Rosângela Alves Tristão; OLIVEIRA-FILHO, Ary Teixeira de. Fitossociologia do estrato arbóreo em uma toposequência alternada de mata atlântica, no município de Silva Jardim-RJ, Brasil. **Revista árvore**, v. 26, p. 727-742, 2002.

BOSCUTTI, Francisco; LAMI, Francisco; PELLEGRINI, Elisa; BUCCHERI, Massimo; BUSATO, Francisco; MARTINI, Fabrício; SIBELLA, Rossella; SIGURA, Maurizia; MARINI, Lourenço. O alastramento urbano facilita invasões de plantas exóticas em múltiplas escalas espaciais. **Biological Invasions**, v. 24, p. 1497–1510, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10530-022-02733-6>.

BOTANIC GARDENS CONSERVATION INTERNATIONAL. **The Global Strategy for Plant Conservation: 2011-2020**. Richmond : BGCI, 2010. Disponível em: [https://www.bgci.org/files/Plants2020/GSPCbrochure/gspc\\_english.pdf](https://www.bgci.org/files/Plants2020/GSPCbrochure/gspc_english.pdf). Acesso em: 20 nov. 2025.

CAUSTON, D. R. **A Biologist's Mathematics**. London: Edward Arnold, 1988.

CRUZ, Eriel David. **Germinação de sementes de espécies amazônicas: mamorana (*Pachira aquatica* Aubl.)**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2022. (Comunicado Técnico, 337).

CPRH. **Documento técnico - Lista da flora exótica invasora e exótica potencialmente invasora do Estado de Pernambuco**. Recife: CPRH - Agência Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco, 2025. Disponível em: <https://www2.cprh.pe.gov.br/wp-content/uploads/2025/08/Documento-Tecnico-Flora-Invasora.pdf> Acesso em: 3 dez. 2025.

DECHOUM, M. S.; ZILLER, S. R. Métodos para controle de plantas exóticas invasoras. **Revista Biotemas**, v. 26, n. 1, p. 69-80, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2013v26n1p69>.

DECHOUM, M. S.; ROCHA, R.; MELO, M. D. V. C. **Espécies exóticas do Parque Estadual de Dois Irmãos. Plano de Manejo do Parque Estadual de Dois Irmãos**. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade–Semas. Pernambuco, 2014.

DECHOUM, M. S.; JUNQUEIRA, A. O. R.; ORSI, M. L. (Org.). Relatório Temático sobre Espécies Exóticas Invasoras, **Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos**. 1. ed. São Carlos: Editora Cubo, 2024. Disponível em: <https://www.bpbes.net.br/wp-content/uploads/2024/02/Relatorio-Tematico-Sobre-Especies-ExoticasInvasoras.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2025.

DOMINGUES, Heloisa Maria Bertol. Ciência, um caso de política: as relações entre as ciências naturais e a agricultura no Brasil Império. Resgate: **Revista Interdisciplinar de Cultura**, v. 6, n. 1, p. 121-126, 1997.

DUC - DIVISÃO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. **Relatório Técnico Anual da Divisão de Unidades de Conservação de 2022**. [S.l.]: [s.n.], 2021. Documento interno.

DUC - DIVISÃO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO - DUC. **Relatório Técnico Anual da Divisão de Unidades de Conservação de 2023**. [S.l.]: [s.n.], 2022. Documento interno.

DUC - DIVISÃO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO - DUC. **Relatório Técnico Anual da Divisão de Unidades de Conservação de 2023**. [S.l.]: [s.n.], 2023. Documento interno.

DUC - DIVISÃO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO - DUC. **Relatório Técnico Anual da Divisão de Unidades de Conservação de 2023**. [S.l.]: [s.n.], 2024. Documento interno.

FERREIRA, M. das G. R. **Buriti (*Mauritia flexuosa* L.)**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2005. Folder (Folder/Folheto/Cartilha – CPAF-RO). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/859495>. Acesso em: 30 de mar. 2025.

FERREIRA, M. das G. R.; COSTA, C. J.; PINHEIRO, C. U. B.; SOUZA, E. R. B. de; CARVALHO, C. O. de. **Mauritia flexuosa buriti**. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. (Ed.). *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste*. Brasília, DF: MMA, 2018. p. 193–204. (Série Biodiversidade, 51).

FERREIRA, Rinaldo Luiz Caraciolo (Ed.). *A Engenharia Florestal: história e algumas questões florestais em Pernambuco*. 1. ed. Recife: EDUFPE, 2025. 310 p. ISBN 978-65-01-47921-7.

FIGUEIRÔA, Joselma Maria de. **Gestão de Unidades de Conservação**. Coautoria: Elba Maria Nogueira Ferraz Ramos; Elcida de Lima Araújo. Recife: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco – IFPE, Diretoria de Educação a Distância – D-EaD, 2009.

FONSECA, N.C. **Estimativa de biomassa e necromassa lenhosa acima do solo em Floresta Tropical Úmida**. Dissertação: Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2017.

FRANÇA, A. A. C.; SILVA, F. A.; SOUZA, L. M. **Susceptibilidade à invasão das Unidades de Conservação federais por espécies exóticas invasoras da flora terrestre**. 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Aina-Franca/publication/348041108\\_Susceptibilidade\\_a\\_invasao\\_das\\_Unidades\\_de\\_Conservacao\\_federais\\_por\\_especies\\_exoticas\\_invasoras\\_da\\_flora\\_terrestre/links/605d43b5a6fdccbfea085275/Susceptibilidade-a-invasao-das-Unidades-de-Conservacao-federais-por-especies-exoticas-invasoras-da-flora-terrestre.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Aina-Franca/publication/348041108_Susceptibilidade_a_invasao_das_Unidades_de_Conservacao_federais_por_especies_exoticas_invasoras_da_flora_terrestre/links/605d43b5a6fdccbfea085275/Susceptibilidade-a-invasao-das-Unidades-de-Conservacao-federais-por-especies-exoticas-invasoras-da-flora-terrestre.pdf). Acesso em: 10 out. 2025.

**HORTO FLORESTAL DE DOIS IRMÃOS**. A Província, Recife-PE, ano 42, n. 340, 14 dezembro de 1919. p. 1. Disponível em:

[https://memoria.bn.br/DocReader/docreader.aspx?bib=128066\\_01&pagfis=43138](https://memoria.bn.br/DocReader/docreader.aspx?bib=128066_01&pagfis=43138). Acesso em: 15 julho de 2025.

**HORTO FLORESTAL DE DOIS IRMÃOS**. *Jornal do Recife*, Recife-PE, ano 43, n. 24, 25 janeiro de 1920. p. 3. Disponível em: <http://memoria.bn.br/DocReader/docreader.aspx?bib=705110&pagfis=79203>. Acesso em: 16 julho 2025.

ICMBio - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Roteiro metodológico para elaboração e revisão de planos de manejo das unidades de conservação federais**. Organizadores: Ana Rafaela D'Amico, Erica de Oliveira Coutinho e Luiz Felipe Pimenta de Moraes. Brasília, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade: 2018.

ICMBio - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Guia de Orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação federais**. 4. ed. Brasília, DF: ICMBio, 2023. Acesso em: 31 agosto 2025.

**IUCN - International Union for Conservation of Nature**. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Gland; Cambridge: IUCN, 2001. 30 p.

KUNSTLER, G.; FALSTER, D.; COOMES, D. A. *et al.* Plant functional traits have globally consistent effects on competition. *Nature*, v. 529, n. 7585, p. 204, 2016.

LIMA, Ricardo Cordeiro de; SILVA, Maria Alinny Cruz da; LIMA, Gabriela Cordeiro de; BARROS, Grasielle de Lima; FERREIRA, Rinaldo Luiz Caraciolo; LIMA NETO, Everaldo Marques de. Influência das perturbações antrópicas em unidades de conservação urbanas de Mata Atlântica. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 26, n. 103, p. 220–240, 2025. DOI: 10.14393/RCG2610374552. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/74552>. Acesso em: 6 dez. 2025.

MACHADO, R. **Histórico do Abastecimento de Água do Recife**. Recife: CEPE, 1998.

MAGALHÃES, L.C.S., SILVA-FORSBERG, M.C. Espécies Exóticas Invasoras: caracterização e ameaças aos ecossistemas. *Scientia Amazonia*, 2016, v. 5, n.1, p. 63-74.

MARANGON, L. C.; SOARES, J. J.; FELICIANO, A. L. P.; BRANDÃO, C. F. L. S. Regeneração natural em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. *Revista Árvore*, v.32, n.1, p.183-191, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/5VPYKLt6ySV5CGz3zK8p6NK/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 out. 2025.

MARANGON, G. M. C.; GALVÃO, A.; GUIMARÃES, T. C. S.; MARINI, M. M. G. Espécies exóticas invasoras nos Planos de Ação Nacional para a conservação das espécies ameaçadas de extinção. *Biodiversidade Brasileira*, v. 13, n. 4, 2023. DOI: <https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v13i4.2275>. Disponível em: <https://revistaeletronica.icmbio.gov.br/index.php/BioBR/article/view/2275/1508>. Acesso em: 17 out. 2025

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação – Power BI**. Ministério do Meio Ambiente, 2025. Disponível em: <https://cnuc.mma.gov.br/powerbi>. Acesso em: 8 nov. 2025

NASCIMENTO, L. M.; AGUIAR, M. M. B.; RODRIGUES, L. S.; FRANÇA, P. H. T.; CHAGAS, M. A.; MELO, V. L. M.; LINS-E-SILVA, A. C. B. Floristic diversity of an urban protected area of Atlantic Forest in Northeast Brazil: Dois Irmãos State Park, Pernambuco. **Rodriguésia**, v. 75, p. e00072022, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-78602002475075>. Acesso em: 06 jun. 2025

PEREIRA, I. M.; SANTOS, J. B.; MACHADO, E. L. M.; ZIÁDE, C. F. (orgs.). Invasão biológica em áreas de Mata Atlântica: os desafios para conservação, controle e restauração florestal. Diamantina: **UFVJM**, 2018. 196 p. ISBN 978-85-61330-91-0.

PERNAMBUCO. Lei Estadual nº 9.860, de 1986. **Reconhece a Mata de Dois Irmãos como Área de Proteção de Mananciais**. Diário Oficial do Estado, Recife, 1986.

PERNAMBUCO. Lei Estadual nº 9.989, de 1987. **Cria 40 Reservas Ecológicas na Região Metropolitana do Recife**. Diário Oficial do Estado, Recife, 1987.

PERNAMBUCO. Decreto Estadual nº 17.648, de 04 de julho de 1994. **Tomba o Conjunto Ambiental do Prata**. Diário Oficial do Estado, Recife, 1994.

PERNAMBUCO. Lei Estadual nº 11.622, de 1998. **Cria o Parque Estadual Mata de Dois Irmãos**. Diário Oficial do Estado, Recife, 1998.

PERNAMBUCO. Decreto Estadual nº 38.660, de 21 de setembro de 2012. **Declara de utilidade pública a Fazenda Brejo dos Macacos**. Diário Oficial do Estado, Recife, 2012.

PERNAMBUCO. Lei Estadual nº 17.138, de 22 de dezembro de 2020. **Institui o Fundo do Parque Estadual de Dois Irmãos**. Diário Oficial do Estado, Recife, 2020.

PERNAMBUCO. Decreto Estadual nº 50.293, de 18 de fevereiro de 2021. **Institui o Programa Amigos do Parque Dois Irmãos**. Diário Oficial do Estado, Recife, 2021a.

PERNAMBUCO. **Programa de Controle de Espécies Exóticas Invasoras no Parque Estadual de Dois Irmãos**. Recife: Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS), 2021b. Documento interno não publicado.

REFLORA - **Flora do Brasil**. 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 10 dez. 2024.

RIBEIRO, E. M. G. A. *et al.* Conhecimento etnobotânico sobre o buriti (*Mauritia flexuosa* Lf) em comunidades rurais do município de Currais, Sul do Piauí, Brasil. **Gaia Scientia**, Volume: Traditional Populations, p. 28- 35, 2014.

RODRIGUES, M. F.; SILVA, S. P. V. Plano de Manejo: Parque Estadual de Dois Irmãos. Recife-PE: SEMAS, ed. 1, 2014.

RODRIGUES, M. F.; FALBO, P. R. C.; LINS E SILVA, A. C. B. **Plano de Manejo: Parque Estadual de Dois Irmãos**. Recife-PE: SEMAS, ed. 2, 2022.

SIGNORI, L.M. **Mapeamento espaço temporal da exótica invasora *Pinus spp.* na área norte do Parque Nacional da Lagoa do Peixe**. 2018. 87f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2018.

SOMOZA, Regla de la Caridad Duthit. **Impacto do Desflorestamento na Velocidade de Propagação da Água em Zonas de Várzea do Baixo Amazonas**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE): São José dos Campos, Brazil, 2015.

SAMPAIO, Alexandre Bonesso; SCHMIDT, Isabel Belloni. Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais do Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 3, n. 2, p. 32-49, 2013.

SERVIÇO DE POMICULTURA. **Jornal do Recife**, Recife-PE, ano 74, n. 95, 26 abril 1931. p.8.Disponível em: <http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=705110&pagfis=113233>. Acesso em: 17 out. 2025

THEOHARIDES, Kathleen A.; DUKES, Jeffrey S. Plant invasion across space and time: factors affecting nonindigenous species success during four stages of invasion. **New phytologist**, v. 176, n. 2, p. 256-273, 2007.

VAN DEN BERG, E. Métodos para análise de vegetação arbórea. **Cadernos da Biodiversidade**, v. 1, n. 1, p. 1-35, 1995.

VIGILATO, G.; ZAMPAR, R. Suscetibilidade das zonas de recuperação de uma unidade de conservação à invasão biológica por espécies arbóreas exóticas. **SaBios - Revista Saúde e Biologia**, Campo Mourão, v. 6, n. 3, p. 25-37, 2011

ZILLER, Sílvia Renate. Os processos de degradação ambiental originados por plantas exóticas invasoras. **Ciência Hoje**, v. 30, n. 1, p. 1-6, 2001. Disponível em: <http://institutohorus.org.br/download/artigos/Ciencia%20Hoje.pdf>. Acesso em: 27 de Dez de 2023.

ZILLER, Sílvia Renate. **Espécies exóticas da flora invasoras em Unidades de Conservação. Unidades de Conservação: ações para valorização da biodiversidade**. Instituto Ambiental do Paraná, Curitiba, p. 34-52, 2006.

### APÊNDICE A - Parâmetros fitossociológicos

PARÂMETROS	FÓRMULA	Em que:
Frequência Absoluta (FA)	$FAi = \left(\frac{ui}{ut}\right) \times 100$	Ui = número de unidades de amostra nas quais foram encontradas; Ut: número total de unidades de amostra
Frequência Relativa (FR)	$FRi = \left(\frac{FAi}{\sum_{i=1}^p FAi}\right) \times 100$	FAi = frequência absoluta da i-ésima espécie na comunidade vegetal; FRi = frequência relativa da i-ésima espécie na comunidade vegetal;
Dominância Absoluta (DoA)	$DoAe = \frac{\Sigma Ge}{A}$	DoA = dominância absoluta da espécie i; $\Sigma Ge$ = somatório da área basal da espécie; A = área amostrada, em hectare.
Dominância Relativa (DoR)	$DoR = \frac{Ge}{Gt} \times 100$	DoR = dominância relativa (%) da i-ésima espécie; Ge = dominância absoluta da espécie i; Gt = somatório das dominâncias de todas as espécies.
Densidade Total (DT)	$DT = \frac{N}{A}$	N = número total de indivíduos amostrados; A = área amostrada, em hectare.
Densidade Absoluta (DA)	$DA = \frac{ni}{A}$	DA = densidade absoluta da espécie i; ni = número total de indivíduos amostrados para espécie i; A = área amostrada, em hectare.
Densidade Relativa (DR)	$DR = \frac{DA}{DT} \times 100$	DR = densidade relativa da espécie i; DA = densidade absoluta da espécie i; DT = densidade total.
Valor de Importância Absoluta (VIA)	$VLa = FR + DoR + DR$	VLa = valor de importância absoluto da espécie i; FR = frequência relativa da i-ésima espécie; DoR = dominância relativa (%) da i-ésima espécie; DR = densidade relativa da espécie i.
Valor de Importância Relativo (VI %)	$VLi (\%) = \frac{VLa}{3}$	VI (%) = valor de Importância Relativo; Vli = valor de importância da espécie i.

Fonte: Mueller-Dombois e ElleMBERG (1974)

**APÊNDICE B - Lista de espécies amostradas nos Transecto 01 e Transecto 02, ambos situados em faixas ripárias situadas próximas aos Açudes do Meio e do Prata do Parque Estadual Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil. Em ordem alfabética de família, gênero e espécie**

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>T01</b>	<b>T02</b>	<b>Origem*</b>	<b>FB</b>	<b>FO</b>
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	X		Nativa	2	AI
	<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	X		Nativa	2	AI
Araceae	<i>Dieffenbachia seguine</i> (Jacq.) Schott	X		Exótica	7	AP
	<i>Epipremnum pinnatum</i> (L.) Engl.	X	X	Exótica	8	AP
Araliaceae	<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	X	X	Nativa	2	AI
Arecaceae	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	X		Exótica	12	JI
	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	X		Exótica	12	JI/AI
	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	X	X	Exótica	12	AI/AP/P
Boraginaceae	<i>Cordia nodosa</i> Lam	X		Nativa	2	JI
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	X	X	Nativa	2	JI/AI
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium esculentum</i> (G. Forst.) Cockayne		X	Nativa	10	AP
Fabaceae	<i>Andira nitida</i> Mart. Ex Benth.	X		Endêmica	2	JI
	<i>Crotalaria stipularia</i> Desv.		X	Nativa	7	AP
	<i>Inga blanchetiana</i> Benth.	X		Endêmica	2	AI
	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.		X	Nativa	2	AI
	<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.		X	Nativa	2	JI/AI
Lauraceae	<i>Ocotea glomerata</i> (Nees) Mez	X		Nativa	2	AI
Lecythidaceae	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	X		Endêmica	2	JI/AI
Malvaceae	<i>Pachira aquatica</i> Aubl	X	X	Exótica	2	AI/AP/P
Melastomataceae	<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.) DC.	X		Nativa	2	JI/AI
	<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	X		Nativa	2	JI/AI
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam		X	Exótica	2	AI
	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	X		Nativa	2	JI/AI
Orchidaceae	<i>Sarcoglottis acaulis</i> (Sm.) Schltr.	X		Nativa	7	AI
Phyllanthaceae	<i>Richeria grandis</i> Vahl	X	X	Nativa	2	AI

<b>Família</b>	<b>Espécie</b>	<b>T01</b>	<b>T02</b>	<b>Origem*</b>	<b>FB</b>	<b>FO</b>
Piperaceae	<i>Piper umbellatum</i> L.	X	X	Nativa	3	JI
Poaceae	<i>Bambusa</i> sp.	X		Exótica	4	AP
Polygonaceae	<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	X		Nativa	2	JI/AI
Sapotaceae	<i>Pouteria gardneriana</i> (A.DC.) Radlk	X		Nativa	2	AI
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.		X	Nativa	2	JI/AI

\*A origem leva em consideração espécies nativas, endêmicas ou exóticas ao domínio fitogeográfico da Mata Atlântica

Literatura consultada: APG IV, 2016; Re flora, 2020; Nascimento *et al.*, 2024.

Fonte: A autora, 2025.

**APÊNDICE C - Parâmetros fitossociológicos das espécies registradas nos Transectos 01 e 02 em faixas ripárias próximas aos Açudes do Meio e da Prata do Parque Estadual de Dois Irmãos, Pernambuco.**

Espécie	Origem*	Ni		DA		DR (%)		FA (%)		FR (%)		DoA		DoR (%)		VIA		VIR (%)	
		T01	T02	T01	T02	T01	T02	T01	T02	T01	T02	T01	T02	T01	T02	T01	T02	T01	T02
<i>Pachira aquatica Aubl</i>	Exótica	47	2	626,67	26,67	39,17	1,83	100	40	11,63	8,33	19,37	0,6	34,84	1,48	85,63	11,65	28,54	3,88
<i>Mauritia flexuosa L.f.</i>	Exótica	20	82	266,67	1093,3	16,67	75,23	100	100	11,63	20,83	31,04	34,98	55,84	87,08	84,13	183,14	28,04	61,05
<i>Cecropia pachystachya Trécul.</i>	Nativa	N/A	10	N/A	133,33	N/A	9,17	N/A	80	N/A	16,67	N/A	3,14	N/A	7,82	N/A	33,66	N/A	11,22
<i>Didymopanax morototoni (Aubl.) Decne. &amp; Planch</i>	Nativa	9	3	120	40	7,50	2,75	80	60	9,30	12,50	2,42	0,18	4,36	0,44	21,16	15,69	7,05	5,23
<i>Euterpe edulis Mart.</i>	Nativa	9	N/A	120	N/A	7,50	N/A	80	N/A	9,30	N/A	1,18	N/A	2,12	N/A	18,92	N/A	6,31	N/A
<i>Henriettea succosa (Aubl.) DC.</i>	Nativa	8	2	106,67	26,67	6,67	1,83	80	40	9,30	8,33	0,72	0,01	1,30	0,01	17,27	10,18	5,76	3,39
<i>Miconia prasina (Sw.) DC.</i>	Nativa	4	N/A	53,33	N/A	3,33	N/A	80	N/A	9,30	N/A	0,09	N/A	0,16	N/A	12,80	N/A	4,27	N/A
<i>Protium heptaphyllum (Aubl.) Marchand</i>	Nativa	5	2	66,67	26,67	4,17	1,83	40	40	4,65	8,33	0,02	0,02	0,03	0,04	8,85	10,21	2,95	3,40
<i>Eschweilera ovata (Cambess.) Mart. ex Miers</i>	Nativa	3	N/A	40	N/A	2,50	N/A	60	N/A	6,98	N/A	0,09	N/A	0,16	N/A	9,64	N/A	3,21	N/A
<i>Tapirira guianensis Aubl.</i>	Nativa	3	N/A	40	N/A	2,50	N/A	40	N/A	4,65	N/A	0,55	N/A	0,99	N/A	8,14	N/A	2,71	N/A
<i>Helicostylis tomentosa (Poepp. &amp; Endl.) Rusby</i>	Nativa	2	N/A	26,67	N/A	1,67	N/A	40	N/A	4,65	N/A	0,04	N/A	0,07	N/A	6,39	N/A	2,13	N/A
<i>Richeria grandis Vahl</i>	Nativa	2	1	26,67	13,33	1,67	0,92	20	20	2,33	4,17	0,04	0,02	0,07	0,06	4,06	5,14	1,35	1,71
<i>Coccoloba mollis Casar.</i>	Nativa	2	N/A	26,67	N/A	1,67	N/A	20	N/A	2,33	N/A	0,01	N/A	0,01	N/A	4,00	N/A	1,33	N/A

Espécie	Origem*	Ni		DA		DR(%)		FA (%)		FR(%)		DoA		DoR(%)		VIA		VIR(%)	
		T01	T02	T01	T02	T01	T02	T01	T02	T01	T02	T01	T02	T01	T02	T01	T02	T01	T02
<i>Pouteria gardneriana (A.DC.) Radlk</i>	Nativa	1	N/A	13,33	N/A	0,83	N/A	20	N/A	2,33	N/A	0,01	N/A	0,02	N/A	3,18	N/A	1,06	N/A
<i>Thyrsodium spruceanum Benth.</i>	Nativa	1	N/A	13,33	N/A	0,83	N/A	20	N/A	2,33	N/A	0,01	N/A	0,01	N/A	3,17	N/A	1,06	N/A
<i>Ocotea glomerata (Nees) Mez</i>	Nativa	1	N/A	13,33	N/A	0,83	N/A	20	N/A	2,33	N/A	0	N/A	0,01	N/A	3,17	N/A	1,06	N/A
<i>Cordia nodosa Lam</i>	Nativa	1	N/A	13,33	N/A	0,83	N/A	20	N/A	2,33	N/A	0	N/A	0,01	N/A	3,17	N/A	1,06	N/A
<i>Inga blanchetiana Benth.</i>	Nativa	1	N/A	13,33	N/A	0,83	N/A	20	N/A	2,33	N/A	0	N/A	0,01	N/A	3,16	N/A	1,05	N/A
<i>Andira nitida Mart. ex Benth.</i>	Nativa	1	-	13,33	-	0,83	-	20	-	2,33	-	0	-	0,00	-	3,16	-	1,05	-
<i>Artocarpus heterophyllus Lam.</i>	Exótica	N/A	2	N/A	26,67	N/A	1,83	N/A	40	N/A	8,33	N/A	0,82	N/A	2,03	N/A	12,20	N/A	4,07
<i>Inga laurina (Sw.) Willd.</i>	Nativa	N/A	2	N/A	26,67	N/A	1,83	N/A	40	N/A	8,33	N/A	0,09	N/A	0,22	N/A	10,39	N/A	3,46
<i>Parkia pendula (Willd.) Benth. ex Walp.</i>	Nativa	N/A	3	N/A	40	N/A	2,75	N/A	20	N/A	4,17	N/A	0,33	N/A	0,81	N/A	7,73	N/A	2,58

Onde: Ni = número de indivíduos; DA = densidade absoluta; DR (%) = densidade relativa; FA (%) = frequência absoluta; FR (%) = frequência relativa; DoA = dominância absoluta; DoR (%) = dominância relativa; VIA = valor de importância absoluta; VIR (%) = valor de importância relativa; N/A = Não se aplica, ou seja, não ocorre na área; \*A origem leva em consideração espécies nativas, endêmicas ou exóticas ao domínio fitogeográfico da Mata Atlântica

Fonte: A autora (2025).

**APÊNDICE D - Protocolo simplificado para controle e erradicação de espécies exóticas invasoras**

<b>PROTOCOLO SIMPLIFICADO PARA CONTROLE E ERRADICAÇÃO DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS</b>		
(Adaptado de ICMBio 2023 e Pernambuco 2021b)		
<b>Nome popular:</b>	<b>Localização:</b>	<b>Data:</b> ___/___/____
<b>Nome científico:</b>	<b>Coordenada:</b>	<b>Avaliador:</b>
<b>1. Forma Biológica:</b> ( ) aquática ( ) árvore ( ) arbusto ( ) gramínea ( ) tiririca ( ) herbácea ( ) trepadeira ( ) bromélia ( ) samambaia, ( ) suculenta ( ) palmeira ( ) cacto.		
<b>2. Forma de ocorrência:</b> ( ) indivíduo adulto, ( ) população de indivíduos adultos, ( ) indivíduo jovem ( ) touceiras isoladas, ( ) cobertura contínua de touceiras, ( ) banco de plântulas ( ) trepadeira ( ), rebrota ( ) outros – especificar _____		
<b>3. Número aproximado de indivíduos:</b> Pequeno (1-10) ( ) Médio (11-50) ( ) Grande (>50) ( )		
<b>4. Estado da área:</b> Área úmida ( ) Área de trilha ( ) Borda ( ) Interior de mata ( ) outros – especificar _____		
<b>5. Proximidade de água (&lt; 8m):</b> Sim ( ) Não ( ) - <i>Se sim, Método A</i>		
<b>6. A planta rebrota após o corte?</b> Sim ( ) Não ( ) - <i>Se sim, Método B</i>		
<b>7. Há risco de erosão se fizer controle mecânico?</b> Sim ( ) Não ( ) - <i>Se sim, Método B</i>		
<b>8. Área é de difícil acesso?</b> Sim ( ) Não ( ) - <i>Se sim, Método B</i>		
<b>9. Declividade &gt; 20%?</b> Sim ( ) Não ( ) - <i>Se sim, Método A</i>		
<b>10. Há nativas misturadas (&gt;30% da cobertura)?</b> Sim ( ) Não ( ) - <i>Se sim, Método A e C</i>		
<b>11. A planta possui espinhos, toxicidade ou caule quebradiço?</b> Sim ( ) Não ( ) - <i>Se sim, Método B</i>		
<b>12. Forma banco de sementes?</b> Sim ( ) Não ( ) - <i>Se sim, Método B</i>		
<b>13. Possui estruturas subterrâneas (rizoma/estolão)?</b> Sim ( ) Não ( ) - <i>Se sim, Método B</i>		
<b>14. Método de controle recomendado</b>		
<b>A – Controle mecânico (manual /ferramentas)</b> ( ) Arranquio de plântulas com raiz completa ( ) Corte na base (casos sem rebrote) ( ) Roçada controlada (gramíneas/herbáceas) ( ) Destruição da gema apical (Palmeiras) ( ) Anelamento (árvores/arbustos) ( ) Duplo anelamento (árvores resistentes)	<b>B – Controle químico</b> ( ) Toco tratado com triclopir (árvores/arbustos) ( ) Aspersão foliar com glifosato (gramíneas/herbáceas) ( ) Injeção de herbicida (árvores/palmeiras) ( ) Anelamento com triclopir (árvores/arbustos) ( ) Destruição da gema apical e herbicida (palmeira)	<b>C – Outras ações complementares</b> ( ) Marcação da área para repasse ( ) Restauração (plantio/semeadura de nativas) ( ) Controle de erosão ( ) Destoca ( ) Remoção e destinação adequada do material

<b>15. Execução do controle</b>		
<b>Data da intervenção:</b> ___/___/_____	<b>Volume/Quantidade usada (se químico):</b>	<b>Tempo total (h):</b>
<b>Equipe executora:</b>		
<b>Observações:</b>	<b>Tamanho da área manejada / Número de indivíduos com manejo realizado</b>	
<b>16. Destinação do material removido:</b>		
<b>17. Monitoramento</b>		
<b>Primeiro repasse:</b> após ___ dias / ___ meses – data ___/___/_____		
<b>Resultado:</b> Mortalidade estimada: ___ % - Novas plântulas: Sim ( ) Não ( ) - Rebrotas: Sim ( ) Não ( )		
<b>Segundo repasse:</b> data ___/___/_____		
<b>Resultado:</b> <b>Necessidade de novos repasses:</b> Sim ( ) Não ( )		
<b>Terceiro repasse:</b> data ___/___/_____		
<b>Resultado:</b> <b>Necessidade de novos repasses:</b> Sim ( ) Não ( )		
<b>Situação final:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ( ) Controle eficaz</li> <li>• ( ) Requer continuidade</li> <li>• ( ) Inviável no momento</li> <li>• ( ) Área restaurada</li> </ul>		