

CLAUDIA MASCAGNI PRUDENTE

**Quando a restauração ecológica gera valor:  
*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen em  
florestas plantadas multifuncionais no Parque  
Estadual das Fontes do Ipiranga (SP)”**

Tese apresentada ao Instituto de Pesquisas Ambientais da Secretaria do Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de DOUTORA em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

SÃO PAULO

2025

CLAUDIA MASCAGNI PRUDENTE

**Quando a restauração ecológica gera valor:  
*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen em  
florestas plantadas multifuncionais no Parque  
Estadual das Fontes do Ipiranga (SP)”**

Tese apresentada ao Instituto de Pesquisas Ambientais da Secretaria do Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de DOUTORA em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

ORIENTADOR: Dr. LUIZ MAURO BARBOSA

Ficha Catalográfica elaborada pelo **Serviço de Biblioteca, Mapotecas, Museus, Acervos Arquivísticos e Iconográficos do Instituto de Pesquisas Ambientais**

PRUDENTE, Claudia Mascagni

P971q Quando a restauração ecológica gera valor: *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen em florestas plantadas multifuncionais no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (SP)- São Paulo, 2025.

112p.

Orientador: Dr. Luiz Mauro Barbosa

Tese (Doutorado) – Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente – Instituto de Pesquisas Ambientais da Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística, 2025.

1. Restauração Florestal. 2. Bioeconomia. 3. Uso sustentável de produtos florestais. I. Autor II. Título.

CDU: 581.526.42

BANCA EXAMINADORA

Dr. Luiz Mauro Barbosa (Orientador)

Dr. Claudio José Barbedo

Dr<sup>a</sup> Kátia Mazzei

Dr. Nelson Augusto dos Santos Junior

Dra. Sandra Maria Pereira da Silva

Dedico:

*Ao meu filho, Vinicius...minha força e minha luz.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que me curou e fez renascer, permitindo que eu continue a caminhada, ao lado de todos que amo, sendo testemunha de sua compaixão, amor e milagres...se fazendo presente em cada detalhe. Também à Nossa. Sra Aparecida, a quem recorri nos momentos de aflição e sempre me senti amparada.

Ao meu orientador Dr *Luiz Mauro Barbosa*, com quem aprendi muito nessa jornada e em todas as outras oportunidades de trabalho conjunto, sempre sob sua liderança, como as inúmeras comissões organizadoras de eventos e congressos, projetos grandiosos como Rodoanel trecho Sul e diagnóstico de viveiros do estado de São Paulo e outros tantos. Obrigada pelo cuidado, apoio e orientações para superação dos desafios e dificuldades. Sempre ao meu lado, de forma carinhosa e firme! Admiro sua determinação e ousadia na carreira. Sem o seu trabalho vanguardista e corajoso, a restauração florestal não teria avançado tanto e nem seria referência de políticas públicas para outros estados do Brasil. Espero estar honrando seu legado!

Aos professores das disciplinas, os quais foram muito importantes para aprofundar meu conhecimento, ampliar minha formação acadêmica, visão de mundo e muitas vezes, dar aquele incentivo nos momentos de dificuldades.

Ao Prof. Dr. *Nelson Augusto dos Santos Junior*, que me incentivou a participar do processo seletivo do Doutorado, muito solícito e amigo, sempre demonstrou acreditar no meu trabalho. À amiga *Luciana Sartori* pelas aulas de inglês, que muito me ajudaram no processo seletivo.

E à amiga irmã, *Karina Barbosa*, que num passado bem distante, me ajudou como Coach a definir o doutorado como meta e traçar os passos para alcançar esse objetivo. E consegui, apesar de tantas intempéries!

Aos “super-amigos” e colegas de profissão, que me ajudaram muitas vezes em campo ou no laboratório e que são super-heróis mesmo, pois salvaram a última coleta de campo no período em que estive internada por problemas de saúde. Sem a generosidade de vocês, concluir este trabalho não seria possível! Então, palavras não descrevem minha gratidão eterna a vocês: *Fernando, Tarcisio, Carliana, Beth, Michele, Luiz Mauro*.

Ao *Fernando*, a quem devo muitos agradecimentos, tem um coração que não cabe no peito! Sua generosidade e empatia são marcas registradas...escuta, compreende e ajuda sem hesitar. Obrigada também por tornar alguns dias cinzas, bem mais leves e alegres, através da música e da dança.

A querida e leal *Cilmara*, que sempre atenta, a postos, e muito paciente, ajudou em tantos momentos nas atividades administrativas, com seu conhecimento, experiência e jeitinho especial de resolver conflitos!

A *Marcinha*, que sempre alegrou o ambiente, com uma energia elevada e fraternal une as pessoas, acolhe e cuida dos seus. Nos entendemos muito devido a certas trajetórias de vida. Sempre me senti compreendida, querida e cuidada por você.

*Elenice*, minha fada-madrinha da redação...colega de longa data, me viu amadurecer e nunca perdeu o laço afetivo, mesmo depois de períodos longos de distanciamento. Obrigada por revisar meu texto e se fazer presente, mesmo que raros fossem os nossos encontros.

Ao *Anderson*, que me acompanhou e levou por tantos deslocamentos na busca de mudas e materiais de campo. Ao *Fabiano Collard* pelo apoio nas análises de solo.

À *Miriam Rinaldi* e à *Regina Calixto*, do setor de ecologia do IPA/SP, na parceria e ajuda no processamento das amostras de fáfia; e à *Regina Tomoko Shirasuna* que, com sua experiência, me auxiliou na identificação das plantas regenerantes em campo...foi incrível apreciar seu conhecimento!

À *Dr<sup>a</sup> Sandra Maria Pereira*, pesquisadora da APTA Regional de Pindamonhangaba-APTA/SAA/SP, SP, pela doação das mudas de Fáfia – de alta qualidade e procedência – para instalação dos experimentos. Além do conhecimento prático do *Hamilton Trajano*, que junto com a Sandra, me ajudaram no início, quando eu pesquisava espécies de interesse medicinal para o projeto.

Ao *Luis Yoshio Tanaka*, que com suas mãos mágicas, ajudaram no preparo dos berços e no plantio das mudas. Além do apoio fundamental da Michele, sua equipe de campo e do Tarcísio nesse período de instalação dos experimentos de campo.

Agradeço a *Carliana Soares*, pela amizade, ajuda em campo, companhia, parceria na publicação do nosso artigo. Você foi uma das poucas amigas de pós, já que boa parte do período foi também durante a pandemia de COVID-19, ou seja, enfrentamos o desafio de realizar tudo isso em meio ao isolamento social e com muitas atividades a distância, principalmente nos primeiros anos de curso.

Aos alunos de pós-graduação da UNIFESP Diadema, *Marcilio Antônio Bueno Jr.*, Edson Batista de Oliveira e Rafael Silva de Sousa, que realizaram o Trabalho de conclusão de curso sob minha orientação, nas mesmas parcelas e área experimental deste projeto, sendo o Marcílio um apoio e companhia em algumas campanhas de campo, na coleta de dados biométricos das árvores.

Em memória, agradeço ao Prof. *Hilton Thadeu*, que esteve em campo comigo, no momento do delineamento estatístico, e foi fundamental sua orientação.

Ao CPQBA-Unicamp, ao professor Dr. *Adilson Sartoratto* e Dr<sup>a</sup> *Adriana da Silva Santos de Oliveira*, pela parceria no uso do laboratório da Divisão de Química Orgânica e Farmacêutica, onde foram conduzidas as análises químicas e determinação do teor de beta-ecdisona de Fáfia. À minha prima *Carolina Mascagni*, que me hospedou com muito carinho durante a realização das análises químicas na UNICAMP.

Ao Instituto de Pesquisas Ambientais de São Paulo (IPA) pelo uso da infraestrutura, laboratórios e biblioteca. Aos funcionários e coordenação da Pós graduação em biodiversidade vegetal e meio ambiente (PGBVMA – IPA/SP) e especialmente a CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil pela bolsa concedida.

Aos meus pais *Celso e Nilza*, que sempre me deram o suporte emocional e incentivo para continuar estudando e crescendo profissionalmente. Que aceitaram minhas escolhas profissionais e pessoais, mesmo quando isso custou a distância, saudades, as viagens a trabalho, e um certo nível de estresse. Vocês são meus exemplos de amor, integridade e dedicação. À minha irmã *Patricia* pela torcida e alegria, sempre.

Ao meu companheiro e homem da minha vida, *Sandro Baatsch*, que conseguiu me suportar, falando em “biologuês” milhares de vezes, sobre o projeto, estas atividades de campo, estes artigos, estas análises e dificuldades, passando pela empolgação, pelo desanimo, por incertezas e medos, pela satisfação, por alegrias e tristezas, e finalmente chegamos juntos e sorrindo, ao final. Obrigada por, mesmo não entendendo completamente a dimensão disso tudo, me apoiou, ajudou, participou e segurou firme na minha mão até aqui!

Ao meu amado filho, *Vinicius Prudente*, que com sua serenidade, sensibilidade e foco, muitas vezes compreendeu momentos de ausência e cansaço, e me fez não desistir. Eu achava que sendo sua mãe, eu seria o exemplo para você..., mas acredite, algumas vezes, sem saber, **você** foi o exemplo para mim. Garoto inteligente, maduro, doce, gentil, sereno e observador, mas também forte, corajoso, focado e determinado. Meu filho, seja consigo, tão amável e compreensivo quanto é com os outros.

Agradeço a banca examinadora pelas valiosas contribuições, a crítica generosa me permite melhorar!

***De coração, obrigada a todos!!!***

*Não somos apenas aquilo que conquistamos.  
Somos, também, a somatória de tudo o que colhemos das  
mãos generosas dos que nos acompanham na jornada*

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo I

- Tabela I.01. Número total de indivíduos amostrados, ausentes e com altura maior que 1,3m, sendo a altura média, DAP médio e área basal, ocorrentes nas parcelas do reflorestamento urbano do PEFI, São Paulo - SP. 37
- Tabela I.02. Lista de espécies arbóreas encontradas no levantamento realizado entre fevereiro e março de 2023, na área em restauração ecológica do PEFI, São Paulo - SP. 38
- Tabela I.03. Riqueza, número de indivíduos, Índice de Shannon (H) e de equabilidade (J) nas 15 parcelas, medidos em fevereiro e março de 2023, no PEFI, São Paulo - SP. 42
- Tabela I.04. Análise fitossociológica e bioeconômica da floresta plantada, nas 15 parcelas, medidos em fevereiro e março de 2023, no Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo - SP. 43
- Tabela I.05. Espécies identificadas ao menos em nível de gênero, número total de indivíduos amostrados, suas síndromes de polinização (PO) e síndromes de dispersão (DI) e respectivas referências bibliográficas. d.i.p.: diversos insetos pequenos. 46

### Capítulo II

- Tabela II.01. Estudos etnobotânicos em diferentes regiões brasileiras, em que foi citada *P. glomerata*. 65
- Tabela II.02. Informações sobre tecnologia de sementes em estudos sobre germinação de *P. glomerata*. 69

### Capítulo III

- Tabela III.01. Caracterização do solo na área experimental, com análises de pH, Matéria Orgânica, P, K, Ca, Mg e H+Al das parcelas experimentais. 103
- Tabela III. 02. Médias de sobrevivência (%), altura das plantas (m), diâmetro do colo (mm), Teor  $\beta$ -ecdisona (% m/m) na raiz, massa de raiz (g) e massa de folha (g) de *Pfaffia glomerata* 104
- Tabela III. 03. Rendimento de  $\beta$ -ecdisona (%) de *Pfaffia glomerata*, obtido nas diferentes condições testadas. 104

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Prancha de <i>Pfaffia glomerata</i> (Spreng.) Pedersen.	10
Figura 02. Distribuição geográfica de <i>Pfaffia glomerata</i> (Spreng.) Pedersen no Brasil	11
Figura 03. $\beta$ -ecdisona. (molécula)	12

### Capítulo I

Figura I.01. Mapa de localização da área experimental: São Paulo, PEFI.	23
Figura I.02. Registro fotográfico aéreo mostrando a situação do plantio compensatório na área do PEFI.	25
Figuras I.03 e 04. Imagem de satélite Google Earth, de parte do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) em 2016 e 2023, demarcado aproximadamente a área total das parcelas.	25
Figura I.05. Modelo esquemático da disposição das diferentes parcelas referentes aos diferentes modelos sucessionais de plantio.	26
Figura I.06. Coleta de dados biométricos, em março de 2023, no PEFI, São Paulo - SP.	26
Figura I.07. Distribuição dos indivíduos amostrados em cinco classes diamétricas (cm).	28
Figura I.08. Distribuição dos indivíduos amostrados em quatro classes de altura (m).	29
Figura I.09. Diâmetro à Altura do Peito (cm) (a) e Altura (m) (b) de indivíduos com altura > 1,3m, 02-03/02/2023, e dispersão dos dados (c), no PEFI, São Paulo - SP.	30
Figura I.10. Índice Shannon (a) e índice de equabilidade (b) nos tratamentos de plantio somente com espécies pioneiras (PI), somente espécies não-pioneiras (NP) e plantio misto (M) incluindo todas as espécies, e análise de agrupamento dos tratamentos (c), no PEFI, São Paulo/SP, no período 02 e 03/2023.	32

### Capítulo III

Figura III.01. Mudas <i>P. glomerata</i> produzidas por estaquia, no viveiro da APTA Regional de Pindamonhangaba- APTA/SAA/SP (04/2022).	105
Figura III 02. Precipitação média mensal (mm), temperaturas (°C) máximas, mínimas e médias mensais de agosto de 2022 a dezembro de 2023, no PEFI/SP.	105
Figura III 03. Croqui ilustrativo do desenho experimental, mostrando a distribuição das parcelas, repetições e tratamentos em campo, no PEFI/SP.	106

Figura III 04. Coleta e homogeneização de amostras de solo embaladas para envio à análise (05/2022).	106
Figura III 05. Preparo, abertura de berços e plantio das mudas na área experimental (06/2022)	107
Figura III 06. Cromatograma do extrato de <i>P. glomerata</i> (Parcela 06), obtido por HPLC/DAD na concentração de 7842 µg/mL, em 245 nm	107
Figura III 07. Curva analítica de β-ecdisona obtida por HPLC/DAD na faixa de concentração de 17 a 432 µg/mL, em 245 nm	108

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	x
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	xi
<b>SUMÁRIO</b> .....	xii
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	4
3. HIPÓTESE E OBJETIVO GERAL .....	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	14
<b>CAPÍTULO I:</b> Avaliação de floresta plantada multifuncional em matriz urbana, São Paulo, SP.	17
RESUMO.....	17
ABSTRACT.....	18
1. INTRODUÇÃO .....	19
2. OBJETIVOS.....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	28
5. CONCLUSÕES .....	36
TABELAS.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54

**CAPÍTULO II:** *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen: Ginseng brasileiro, potencial da sociobiodiversidade brasileira.

RESUMO E ABSTRACT.....	60
1. INTRODUÇÃO.....	61
2. OBJETIVO.....	62
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	62
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63
5. CONCLUSÕES.....	76
REFERÊNCIAS.....	76

**CAPÍTULO III:** Desenvolvimento e teor de  $\beta$ -ecdisona em raiz de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen consorciada com reflorestamento de espécies nativas no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), São Paulo, SP, Brasil.

RESUMO.....	85
ABSTRACT.....	86
1. INTRODUÇÃO.....	87
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	89
3. RESULTADOS.....	94
4. DISCUSSÃO.....	96
5. CONCLUSÕES.....	98
REFERÊNCIAS.....	99
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	109
ANEXOS.....	111

## 1. Introdução geral

Diante de uma convergência de crises globais, o mundo enfrenta o desafio de solucionar questões complexas que interligam pessoas, comunidades, economia e ambiente. Portanto, precisamos, com urgência, criar caminhos e oportunidades que sejam inovadores e viáveis econômica, social e ambientalmente.

Em um esforço global, para reduzir a degradação dos ecossistemas e restaurá-los, a Organização das Nações Unidas (ONU) proclamou a Década da Restauração dos Ecossistemas, de 2021 a 2030. O movimento, liderado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), busca acelerar e fortalecer a restauração globalmente, visando a um futuro sustentável, bem como a uma sociedade mais forte e resiliente.

Sabe-se que as florestas desempenham um papel fundamental no componente terrestre do sistema climático global, portanto, esse período está sendo visto como uma das oportunidades decisivas, para evitar mudanças climáticas catastróficas.

A agricultura sustentável e a restauração florestal têm se consolidado como estratégias fundamentais para a mitigação das mudanças climáticas, conservação da biodiversidade, uso mais eficiente da terra e dos recursos hídricos, adaptação da produção e produtividade de alimentos (Barros et al, 2020; Benz et al, 2020; Hua et al 2022; Krainovic et al, 2025; Brancalion e Holl, 2025)

No Brasil, acompanhando esse importante movimento global pela restauração de paisagens e florestas, plantios que conciliam finalidades ecológicas e econômicas vêm sendo estimulados. Contudo, ainda carecem de informações científicas e práticas que orientem, sustentem tais modelos e permitam o ganho de escala, ao subsidiar e fortalecer políticas públicas associadas ao tema. Ampliar a escala da restauração florestal significa, também, recuperar e manter serviços ecossistêmicos essenciais.

Para o uso econômico sustentável de um reflorestamento são premissas: não prejudicar a trajetória da restauração florestal e não haver retorno à condição degradada, após a consolidação da restauração. Portanto, os valores adequados dos indicadores previstos em legislação devem ser mantidos. Tais práticas exigem conhecimentos multi e transdisciplinares e também oportunizam um resgate cultural, já que muitas espécies nativas com substâncias bioativas, por exemplo, apresentam forte associação ao conhecimento etnobotânico e podem ser usadas na alimentação, fármacos, fitoterápicos, aromáticos e cosméticos.

Nesse contexto, o estabelecimento de florestas plantadas multifuncionais emerge como uma solução promissora, pois alia objetivos ecológicos e econômicos, promovendo a diversificação da produção florestal e o desenvolvimento sustentável (Benz et al., 2020).

No entanto, se depara com dificuldades como o acesso aos mercados, variação de preço entre a safra e a entressafra e a ausência de proteção contra os riscos da natureza. Diante disso, realizar plantios de espécies nativas, consorciando espécies com interesses ecológicos e comerciais, é um meio estratégico de desenvolvimento, para contornar a fragilidade de muitos agricultores familiares. A presença de uma floresta, plantada com várias espécies com potencial de mercado, incrementa a renda dos produtores rurais.

Implantação de florestas multifuncionais com espécies nativas de valor comercial tem se mostrado uma estratégia eficaz para alcançar o desenvolvimento sustentável em regiões onde a agricultura familiar é um setor econômico importante.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, o uso e a comercialização de plantas nativas, ainda pouco inseridas no mercado nacional ou internacional, é uma grande oportunidade a ser desenvolvida no Brasil. Essa riqueza permanece subutilizada no país, particularmente por modelos culturais que privilegiam produtos e cultivos exóticos.

Enquanto isso, os mercados mais expressivos do Brasil e do exterior buscam, cada vez mais, opções de produtos sustentáveis, fazendo com que as espécies nativas brasileiras ganhem enorme potencial para satisfazer as demandas de mercado, a geração de riquezas e o desenvolvimento local. Na Mata Atlântica, há um potencial na biodiversidade vegetal que pode ser usado para alimentação, fármacos e artesanatos (Kinupp & Lorenzi, 2014).

Diante do crescente interesse dos consumidores em comprar produtos de qualidade, que sejam produzidos de forma sustentável, promovendo um modelo de produção de baixa emissão de carbono e que não avancem sobre a floresta.

Esta pesquisa produz informações científicas de qualidade, para subsidiar um novo modelo, bem como a políticas públicas associadas à temática central e assim, ganhar escala.

Desta forma, a incorporação de plantas medicinais, em florestas plantadas multifuncionais, pode potencializar esses benefícios e agregar valor à produção florestal.

Assim, com base nas constatações expostas, cabe explicitar que a estratégia e a narrativa deste trabalho foram pensadas para articular os temas, onde o capítulo I apresenta um macrodiagnóstico do ambiente em que trabalhamos, caracterizando-o; o capítulo II traz à tona a relevância e as potencialidades da espécie medicinal, justificando a escolha da mesma e o capítulo final (capítulo III) executa a pesquisa em si, testando a hipótese central do trabalho.

A biodiversidade desempenha um papel central na funcionalidade, estabilidade e resiliência dos ecossistemas florestais. Estudos indicam que sistemas diversos têm maior capacidade de resistência a eventos climáticos extremos e pragas, além de favorecerem o sequestro de carbono e a conservação da água (Benz et al., 2020).

Assim, o objetivo foi avaliar o consórcio de uma espécie medicinal, com floresta plantada multifuncional em restauração da Mata Atlântica. Especificamente, buscou-se compreender os impactos ecológicos e econômicos dessa abordagem, identificando os principais desafios e oportunidades para sua adoção. Ao integrar conhecimentos de ecologia, botânica, silvicultura e economia florestal, espera-se contribuir, transferindo e aplicando conhecimento para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis do uso da terra, que conciliam conservação ambiental e geração de renda.

No capítulo I, foi feita uma análise da estrutura ecológica atual e da multifuncionalidade potencial de um reflorestamento com espécies nativas, dentro de uma Unidade de Conservação, no município de São Paulo, SP.

A caracterização detalhada desta área revela um ecossistema que, embora inserido em matriz urbana, apresenta os resultados esperados de um processo sucessional equilibrado e funcionalmente diverso. A estabilidade estrutural identificada, aliada à multifuncionalidade da composição florística, estabelece um cenário experimental controlado e de alta complexidade biótica. Sob essa perspectiva, a floresta deixa de ser meramente o objeto de restauração para tornar-se o suporte biofísico necessário à investigação proposta nesta tese, ou seja, um laboratório natural.

É, portanto, sobre essa base de robustez ecológica e funcionalidade estabelecida que se fundamenta o objeto de estudo principal: uso de *Pfaffia glomerata* na composição de plantios para restauração florestal, detalhada a seguir.

O segundo capítulo sistematiza informações científicas sobre *Pfaffia glomerata*, planta medicinal nativa, articulando diferentes áreas do conhecimento, e subsidia o uso sustentável da espécie, considerando seu potencial, tanto na composição de plantios para restauração florestal, como em sistemas de produção (Prudente et al, 2024).

O terceiro capítulo apresenta a pesquisa experimental de campo e análises laboratoriais, avaliando o desenvolvimento e a produtividade da espécie medicinal nativa *Pfaffia glomerata*, consorciada a um reflorestamento com árvores nativas, com ênfase em seu principal componente bioativo.

Com os resultados desta pesquisa, recomendamos, de forma prática, sobre a viabilidade do consórcio, indicando o quê, quanto, como plantar, além de estimar o potencial produtivo e

geração de renda a partir do modelo testado. Tais resultados podem apoiar políticas públicas importantes para impulsionar o setor.

## 2. Fundamentação teórica

### 2.1. Abordagem multifuncional da restauração florestal

A restauração florestal em larga escala constitui uma estratégia essencial para a provisão de serviços ecossistêmicos à sociedade, sendo amplamente reconhecida por sua capacidade de mitigar e enfrentar os efeitos das mudanças climáticas (Hua et al., 2022; Edwards et al., 2021; IUCN, 2014; WRI, 2014). Apesar disso, frequentemente é percebida como uma alternativa de uso da terra com baixa competitividade econômica (Krainovic et al., 2024). Segundo esses autores, para conciliar restauração florestal e bioeconomia, é necessário explorar múltiplas possibilidades, como (i) a produção de madeira nativa, (ii) produtos florestais não madeireiros, (iii) produtos biotecnológicos e (iv) serviços ecossistêmicos intangíveis. Tais estratégias requerem esforços colaborativos e interdisciplinares, além do aumento de investimentos em projetos em escala.

Silva et al. (2024) argumentam que a restauração florestal deve adotar uma abordagem multifuncional, definida como a provisão de benefícios ecológicos, sociais, econômicos e culturais. Essa multifuncionalidade é alcançada quando os projetos são concebidos para múltiplos usos e finalidades, valorizados de formas distintas pelas partes interessadas (Brown, 2005; Sayer et al., 2013). Assim, a abordagem multifuncional amplia a relevância da restauração ecológica para a sociedade.

### 2.2. Negligência sobre os componentes sociais e econômicos nos estudos de restauração florestal

A participação ativa das partes interessadas é considerada o primeiro dos oito princípios fundamentais para a restauração ecológica, conforme delineado pela Society for Ecological Restoration (Gann et al., 2019), mas vem sendo negligenciado em muitas pesquisas e práticas pelo mundo afora. Esse princípio visa assegurar que o desenvolvimento econômico não ocorra em detrimento da biodiversidade.

Santos et al. (2023), em uma revisão abrangente da literatura científica, evidenciam que apenas 2,4% dos estudos sobre restauração florestal no Brasil abordam a exploração de produtos

florestais em áreas restauradas, e, ainda menos, consideram os resultados socioeconômicos relacionados a produtos madeireiros ou não madeireiros. Os autores destacam a carência de dados que integrem componentes sociais e econômicos, o que compromete a construção de uma bioeconomia eficaz, baseada em práticas de restauração florestal.

De acordo com Brancalion et al. (2012, 2019), a geração de receita associada à restauração é dinâmica, com oportunidades distintas ao longo das diferentes fases do processo. Nos estágios iniciais, certos modelos de exploração podem ser economicamente viáveis, mas inviáveis posteriormente, e vice-versa. Essa complexidade, em contraste com sistemas unidimensionais de uso da terra, exige capacitação técnica e uma base robusta de pesquisa científica para garantir a viabilidade e sustentabilidade das iniciativas.

A diversificação de fontes de renda e o aumento da resiliência climática são fatores essenciais para a sustentabilidade dos meios de subsistência de agricultores familiares, sobretudo frente à instabilidade climática e econômica (Tedesco et al., 2022). Compreender os interesses, motivações e necessidades desse grupo social é fundamental para o sucesso de projetos de restauração ecológica e implementação de sistemas produtivos sustentáveis.

### 2.3. Florestas plantadas multifuncionais

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) tem buscado atualizar a definição de florestas, incorporando o conceito de florestas plantadas multifuncionais. Estas envolvem o plantio de espécies nativas - eventualmente em consórcio com exóticas - não apenas para benefícios ambientais, mas também para múltiplas funções econômicas e sociais (Yamamoto, 2022; Zakia, 2020).

De acordo com Benz et al. (2020), no contexto da silvicultura, a multifuncionalidade deve ser compreendida como a capacidade das florestas de fornecer madeira de qualidade, lenha, produtos florestais não madeireiros, água, ar limpo, sequestro de carbono, estruturação da paisagem, recreação, proteção da biodiversidade e geração de renda e empregos. Para isso, são necessárias estratégias de manejo planejadas em escala de paisagem e definidas por meio de processos participativos.

Dentre os modelos propostos para promover essa multifuncionalidade, destacam-se:

- plantios homogêneos de espécies nativas com valor comercial (IPEF, 2012);
- sistemas agroflorestais (SAFs), que integram culturas agrícolas e árvores nativas (IPEF, 2012; Batista et al, 2021);
- plantios mistos de espécies nativas e exóticas, como o eucalipto (IPEF, 2012);

- plantios com múltiplos objetivos de produção e conservação, utilizando espécies como o jatobá (*Hymenaea courbaril*) e a aroeira-pimenteira (*Schinus terebinthifolius*) (IPEF, 2012).

Florestas plantadas multifuncionais são sistemas planejados para integrar diferentes objetivos econômicos, ecológicos e sociais, sendo compostas por espécies nativas, com a possibilidade de incluir espécies exóticas não invasoras. Esses sistemas têm potencial para produzir tanto produtos madeireiros de alta rentabilidade, em longo prazo, quanto não madeireiros, como frutas, óleos e sementes, gerando receitas no curto e médio prazo (SMA, 2018; Benz et al., 2020). A multifuncionalidade florestal ganhou destaque político desde a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1992, sendo central para o manejo florestal sustentável (Cesaro, Gatto e Pettenella, 2008; Zakia, 2020).

Diversos modelos de reflorestamento multifuncional têm sido propostos, incluindo plantios homogêneos com espécies nativas de valor comercial, sistemas agroflorestais, plantios mistos e integração de espécies medicinais (IPEF, 2012; Batista et al., 2021). Estratégias que visam à exploração de produtos florestais não madeireiros, como resinas, frutos e plantas medicinais, podem complementar a renda dos produtores e reduzir custos de restauração (Silva, 2019).

A escolha do modelo adequado depende de fatores como condições edafoclimáticas, demanda do mercado e disponibilidade de incentivos econômicos. A implementação desses sistemas, no entanto, enfrenta desafios como o tempo de retorno do investimento, a escassez de incentivos financeiros e as barreiras regulatórias (Barros et al., 2020).

O consórcio com espécies medicinais representa uma estratégia inovadora nesse contexto, visto que essas plantas possuem elevado potencial farmacêutico e econômico, além de contribuir para a diversidade funcional do ecossistema e evolução do papel social da propriedade rural, na busca do equilíbrio entre preservação ambiental e atividade econômica (Blanco, 2022), além de contar com certa segurança jurídica no âmbito dos produtos medicinais.

Mas como fomentar a restauração florestal, a geração e manutenção dos serviços ecossistêmicos, a mudança de olhar dos proprietários rurais para a floresta e incrementar a diversidade vegetal, ao mesmo tempo em que se gera renda e qualidade de vida?

A agricultura familiar no Brasil representa um importante setor social (Grisa, 2017) e de geração de riqueza do país. Segundo dados do Censo Agropecuário 2017, último realizado pelo IBGE, esse tipo de agricultura reúne o maior número de unidades produtivas no País e contribui com parcela significativa de empregos associados às atividades agropecuárias, artesanais e agroindustriais a ele vinculadas, seja no campo ou na cidade.

Florestas multifuncionais não apenas cumprem exigências legais e ambientais, como também ampliam a resiliência e produtividade dos sistemas, diversificando as espécies utilizadas, as oportunidades econômicas e a capacidade de resposta às demandas sociais (Yamamoto, 2022; Benz et al., 2020; Salek & Sivacioglu, 2018).

#### 2.4. Bioeconomia, produtos florestais madeireiros (PFM), não madeireiros (PFNM) e legislação

A bioeconomia foi formalmente incorporada às políticas públicas brasileiras a partir do Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia (Brasil, 2018), definida como “conjunto de atividades econômicas baseadas na utilização sustentável e inovadora de recursos biológicos renováveis (biomassa), em substituição às matérias-primas fósseis, para a produção de alimentos, rações, materiais, produtos químicos, combustíveis e energia produzidos por meio de processos biológicos, químicos, termoquímicos ou físicos, promovendo a saúde, o desenvolvimento sustentável, o crescimento nacional e o bem-estar da população”.

Trata-se de uma abordagem que visa substituir matérias-primas fósseis por alternativas sustentáveis, promovendo desenvolvimento econômico e bem-estar.

No entanto, como observam Santos et al. (2023), poucos estudos examinam como a restauração florestal pode atender à demanda por produtos florestais, considerando sua integração em uma bioeconomia. A exploração de produtos florestais não madeireiros, como frutos, resinas e plantas medicinais, pode complementar a renda dos produtores e reduzir custos com restauração (IPEF, 2013; Silva, 2019).

Espécies medicinais em especial têm relevância estratégica, tanto para o mercado farmacêutico quanto para sistemas agroecológicos (Blanco, 2022). A introdução dessas espécies pode atrair polinizadores, proteger culturas agrícolas e aumentar a geração de renda sustentável, especialmente em sistemas agroflorestais.

Entre as espécies de interesse, destacam-se aquelas incluídas na Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS (RENISUS), como espinheira-santa, guaco e unha-de-gato, que possuem mercado consolidado e potencial de uso sustentável (IPEF, 2013).

A implementação de florestas plantadas multifuncionais e o consórcio com espécies medicinais no Brasil estão amparados por um arcabouço legal, que visa a equilibrar a produção econômica e a conservação ambiental. Dentre as principais legislações destacam-se:

- Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal): Estabelece normas gerais para a proteção da vegetação nativa, incluindo diretrizes para Áreas de Preservação Permanente

(APP) e Reservas Legais (RL). A lei reconhece a importância da produção rural na recuperação e manutenção das florestas, promovendo o uso sustentável dos recursos naturais.

- Decreto Federal nº 8.375, de 11 de dezembro de 2014, Política Agrícola para Florestas Plantadas: Define florestas plantadas como aquelas compostas predominantemente por árvores resultantes de semeadura ou plantio, com enfoque econômico e fins comerciais. O decreto estabelece princípios como a produção de bens e serviços florestais para o desenvolvimento socioeconômico e a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. (Ministério da Agricultura, 2018). Este decreto regulamenta o artigo 72 da Lei nº 12.651/2012 (o Novo Código Florestal), definindo princípios e objetivos para o desenvolvimento sustentável das florestas plantadas. Entre suas diretrizes, destaca-se o incentivo ao uso de espécies nativas com potencial econômico, promovendo a integração entre produção florestal e conservação ambiental, especialmente relevante para a agricultura familiar.

- Lei Federal nº 11.284, de 2 de março de 2006: Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável, estabelecendo mecanismos para a concessão florestal e incentivando o manejo sustentável dos recursos florestais.

- Lei Federal nº 13.123, de 20 de maio de 2015 e Decreto Federal nº 8.772, de 11 de maio de 2016: regulam o acesso ao patrimônio genético, dispõe sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade.

- Lei Federal nº 14.876, de 31 de maio de 2024: Recentemente sancionada, esta lei retira as florestas plantadas do rol de atividades potencialmente poluidoras, buscando equilibrar o crescimento econômico com a proteção ambiental. A eficácia dessa lei dependerá da implementação de práticas sustentáveis de manejo florestal e de mecanismos eficazes de monitoramento e fiscalização. (FOCO ESG, 2024).

- Resolução Estadual SMA nº 189, de 20 de dezembro de 2018 (SP): estabelece critérios para a exploração sustentável de espécies nativas no estado de São Paulo; pode ser entendida como uma estratégia de conservação e recuperação da vegetação, visando a gerar benefícios econômicos, sociais e ambientais. Tal resolução apresenta critérios e procedimentos para a

atividade, trazendo segurança jurídica, principalmente para os pequenos produtores e famílias rurais.

Apesar do arcabouço legal, persistem desafios, como a necessidade de planejamento técnico, incentivos econômicos específicos e mecanismos eficazes de monitoramento (Sabogal et al., 2013; Yamamoto, 2022).

O novo paradigma econômico, introduzido pela bioeconomia, traz consigo a possibilidade de desenvolver novos conhecimentos, tecnologias, sistemas produtivos, produtos, serviços e modelos de negócios. Para tanto, requer esforços conjuntos de diversos setores, fazendo com que a cooperação entre governo, academia e empresas seja ainda mais estreita e coordenada (BRASIL, 2018).

## 2.5. *Pfaffia glomerata* e aspectos relevantes sobre plantas medicinais

Elegemos para este estudo, *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen, Ginseng brasileiro, uma espécie medicinal nativa com muitos usos já reconhecidos cientificamente e outros ainda a serem melhor estudados, com enorme potencial de geração de renda.

Trata-se de uma planta herbácea a subarborescente, da família Amaranthaceae, de ampla distribuição no Brasil, cujos nomes populares mais conhecidos são Ginseng-brasileiro, Fáfia, Para-tudo, Anador, Sempre-viva, Batata-do-mato e Canela-velha (Flora e Funga do Brasil, 2024; Lopes, 2011).

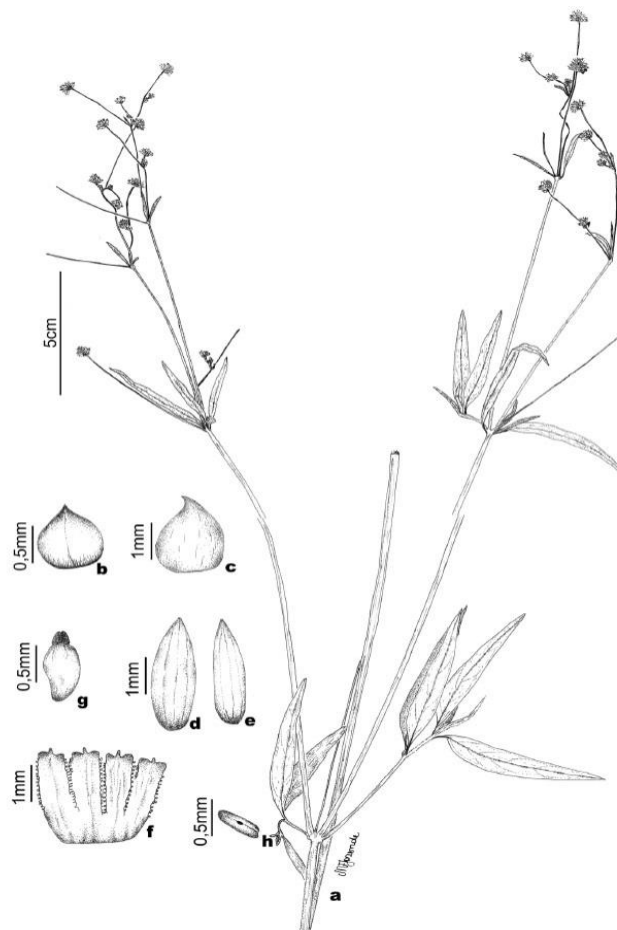


Figura 01. *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen. Ramo. b. Bráctea mediana. c. Bráctea lateral. de. Sépalas. f. Tubo estaminal. g. Ovário. h. Antera (Jörssen sn, NY). Figura 20. *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen. um. Hábito. b. Bráctea mediana. cd Bráctea lateral. de. Sépalas. f. Tubo estaminal. g. Ovário. h. Antera (Jörssen sn, NY). Fonte: Marchioretto et al. (2010).

Com ocorrências confirmadas em todas as regiões do Brasil, a espécie está presente nos seguintes domínios fitogeográficos: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal (Flora e Funga do Brasil, 2024), e estende-se para a Argentina, Bolívia, Paraguai e Uruguai (Marchioretto et al., 2009).



Figura 02. Distribuição geográfica de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen no Brasil. <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB4330>>. Acesso: 01 mai. 2025

Ao considerarmos a ampla ocorrência desta espécie em quase todo o território brasileiro, as diferentes condições de habitat, solo, luminosidade, umidade, clima, altitude, e que podem influenciar a composição e efeitos associados (Prudente et al, 2024), estudos regionais devem ser realizados.

O conhecimento etnobotânico revela a amplitude do uso e aplicações de *P. glomerata* e, cada vez mais, pesquisas que investigam a composição fitoquímica, tanto confirmam muitas de suas propriedades, quanto descobrem outras. Estudos fitoquímicos com plantas medicinais abrangem diversas aplicações, como identificar os compostos, compreender mecanismos de ação, sejam respostas fisiológicas ao estresse ambiental, quanto produção e síntese de compostos, e até mesmo auxiliam na identificação das espécies. Ademais, subsidiam o desenvolvimento de diversos setores da indústria farmacológica.

No caso de *P. glomerata*, suas raízes são utilizadas para fins comerciais, por apresentar teores de saponinas, com importantes atividades farmacológicas. Dentre elas, destaca-se 20-hidroxiecdisona (20-E), ou  $\beta$ -ecdisona, uma saponina esteroideal, como seu principal componente (Vigo et al, 2003; Franco et al, 2021; Cotrim Ribeiro et al 2024).

Parte das atividades biológicas relacionadas à *P. glomerata* deve-se a presença das saponinas, que são glicosídeos de alta massa molecular e apresentam um núcleo fundamental denominado aglicona ou sapogenina (Bertocco Jr, 2021). Dentre as saponinas presentes na fáfia, a  $\beta$ -ecdisona ([2 $\beta$  3 $\beta$  5 $\beta$  22R] -2,3,14,20,22,25-hexahidroxi-colest-7-en-6-ona) é a responsável por boa parte dos efeitos farmacológicos relacionados à planta. Apesar deste ginsenosídeo ser extraído tradicionalmente das raízes, estudos confirmam que o mesmo está presente também nas partes aéreas da planta (inflorescências, folhas e caules) (Festucci-Buselli et al. 2008, De Paris et al, 2020; Martins et al., 2000).

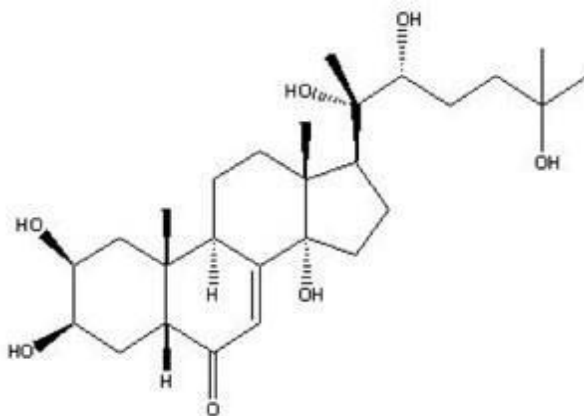


Figura 03: Molécula  $\beta$ -ecdisona. Fonte: Flores et al (2009).

A raiz picada e seca, extrato em pó da raiz, cápsulas de extrato seco, tintura e chá de “Ginseng brasileiro” (*P. glomerata*) são facilmente comprados em lojas e farmácias de manipulação, virtuais ou físicas, que comercializam fitoterápicos e produtos naturais.

Já na indústria, os setores farmacêutico, cosmético e alimentício empregam componentes extraídos de *P. glomerata* em diferentes produtos, com finalidades diversas, sendo  $\beta$ -ecdisona o esteroide mais importante empregado nas formulações cosméticas (Cortez et al. 1998), como atividade analgésica; como feromônio no controle de insetos; e como inibitório ao desenvolvimento de microrganismos (Oliveira, 2012).

Cortez et al., (1998) e Sanches et al., (2001) citam produtos contendo extratos de espécies do gênero *Pfaffia* patenteados, como preparados anti-rugas, compostos antialérgicos e conservantes de geleia real.

Tratando-se de exportação, pelo fato de *Pfaffia glomerata* ser uma espécie tropical perene, nativa do Brasil, que não suporta baixas temperaturas, o país tem sido fornecedor da matéria prima para estudos (Montanari Jr, 2005) e também para a fabricação de medicamentos, complementos alimentares e cosméticos (Corrêa Jr, 2002).

Em publicação técnica da Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável (CDRS), Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA) e Divisão de Extensão Rural

(Dextru) do Estado de São Paulo, Blanco & De Freitas (2020) apresentam *P. glomerata* como espécie medicinal arbustiva sugerida para compor sistemas agroflorestais. Na mesma publicação, são apresentados critérios para recomendá-la: “plantas nativas ou cosmopolitas, com estudos farmacológicos, de diferentes estágios sucessionais, plantas de interesse para outros usos que não terapêuticos, como o madeireiro, alimentício, paisagístico, uso na agricultura para controle de pragas ou como melíferas” (DEXTRU, CDRS e SAA, 2020).

Já os dados na literatura sobre produtividade desta espécie são pontuais, não estão regionalizados, tampouco há informações sobre uma cadeia produtiva. Também não há registros quantitativos e qualitativos consistentes e sistemáticos sobre a exportação, o que dificulta a criação de políticas públicas.

No Brasil, desde 2006, a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (Decreto nº 5.813/2006), junto ao Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (Portaria interministerial nº 2960/2008) instituíram o marco regulatório para produção, distribuição e uso de plantas medicinais e fitoterápicos, a partir dos modelos e experiências existentes no Brasil e em outros países, e buscam promover o uso sustentável da biodiversidade, bem como o desenvolvimento sustentável das cadeias produtivas de plantas medicinais e fitoterápicos.

No âmbito da bioeconomia, conceito em disputa e ainda impreciso no Brasil, deve-se refletir como se deseja aplicar, de modo a oportunizar para *P. glomerata* um novo modelo, que não se subordine à acumulação e monetarização da natureza, mas que proporcione uma sinergia para a sustentabilidade, como foco na multifuncionalidade da “floresta em pé”, nos SAFs e nos serviços ecossistêmicos associados.

### 3. Hipótese e objetivo geral

Conciliar o cultivo de uma espécie medicinal nativa de interesse econômico, a um reflorestamento com fins ecológicos é um modelo ou arranjo sustentável, viável econômica e ecologicamente. Acreditamos também que fortaleça o reconhecimento da multifuncionalidade das florestas plantadas.

Este estudo teve como objetivo avaliar o desenvolvimento e a viabilidade de uso de uma espécie medicinal com floresta plantada, em restauração da Mata Atlântica, oferecendo orientação para a adoção deste modelo.

## Referências Bibliográficas

ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. Anuário Estatístico da ABRAF 2013: ano base 2012. Brasília, DF: ABRAF, 2013.

BARROS, A. C. et al. Uma nova economia para uma nova era: elementos para a construção de uma economia mais eficiente e resiliente para o Brasil. World Resources Institute - WRI Brasil, v. 5, p. 1-104, 2020.

BATISTA, A. et al. Investimento em reflorestamento com espécies nativas e sistemas agroflorestais no Brasil: Uma avaliação econômica. World Resources Institute - WRI Brasil, 2021.

BATISTA, A. F. Silvicultura com espécies nativas e SAF - Mercados, viabilidade e competitividade. Serviço Florestal Brasileiro, 2018.

BENZ, J. P. et al. Multifunctionality of forests: A white paper on challenges and opportunities in China and Germany. *Forests*, v. 11, n. 3, p. 1–24, 2020.

BLANCO, C. C. Potencial de uso de plantas medicinais em sistemas agroflorestais. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 17, n. 3, 2022. Disponível em: <<https://revistas.aba-agroecologia.org.br>>. Acesso em: 6 abr. 2025.

BRANCALION P.H.S; MELI P.; TYMUS JRC , LENTI F.E.B; BENINI R.D.M, SILVA A.P.M, ISERNHAGEN I.; HOLL K.D. ( 2019 ) O que torna a restauração de ecossistemas cara? Uma avaliação sistemática de custos de projetos no Brasil. *Biological Conservation* 240:108274.

BRANCALION P.H.S; NIAMIR A.; BROADBENT E.; CROUZEILLES R.; BARROS F.S.M.; ZAMBRANO A.M.A., et al. (2019 ) Oportunidades globais de restauração em paisagens de florestas tropicais. *Science Advances* 5 : 1 – 11.

BRANCALION P.H.S; VIANI R., STRASSBURG B.; RODRIGUES R.R. (2012) Encontrando dinheiro para restauração de florestas tropicais . *Unasylva* 239: 41 – 50.

BRANCALION, P. H. S. et al. Legal instruments can enhance high-diversity tropical forest restoration. *Forest Ecology and Management*, v. 414, p. 47–55, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.02.005>

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 28 maio 2012.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia. Brasília, DF: MCTIC, 2018.

BRASIL. Plano nacional de silvicultura com espécies nativas e sistemas agroflorestais - PENSAF. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF. p. 43, 2007.

BROWN K. (2005) Addressing trade-offs in forest landscape restoration. In: Forest restoration in landscapes. Springer, New York.

CESARO, L.; GATTO, P.; PETTENELLA, D. The Multifunctional Role of Forests – Policies, Methods and Case Studies. European Forest Institute, n. 55, p. 1–384, 2008.

EDWARDS D.P.; CERULLO G.R.; CHOMBA S; WORTHINGTON T.A.; BALMFORD A.P.; CHAZDON R.L.; HARRISON R.D. (2021) Ampliando a restauração tropical para fornecer benefícios ambientais e resultados s equitativos. *Curr Biol* 31:R1326–R1341.

FOCO ESG. 2024. Acesso em: <08/03/2025> Disponível em: <<https://www.foco-esg.com/2024/06/a-nova-lei-1487624-um-marco-para-as.html?utm>>.

FOCO ESG. Nova lei muda regras para reflorestamento no Brasil. 2024. Disponível em: <<https://www.foco-esg.com.br>>. Acesso em: 6 abr. 2025.

HUA F, BRUIJNZEEL L.A.; MELI P.; MARTIN P.A.; ZHANG J; NAKAGAWA S; MIAO X; WANG W et al (2022). As contribuições e compensações da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos das abordagens de restauração florestal. *Ciência*.

HUBER P, KURTTILA M, HUJALA T, WOLFSLEHNER B, SANCHEZ-GONZALEZ M, PASALODOS-TATO M, DE-MIGUEL S, BONET JA et al (2023) Avaliação baseada em especialistas do potencial de produtos florestais não madeireiros para diversificar a bioeconomia florestal em seis regiões europeias. *Forests* 14:420.

IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Florestas multifuncionais: restauração com produção sustentável. Circular Técnica IPEF, n. 206, 2013.

IPEF. Os produtos florestais não madeireiros na composição de florestas nativas com fins econômicos e ecológicos, com ênfase na Reserva Legal. 02/2013, p. 1–93, 2013.

IUCN; WRI. A guide to the Restoration Opportunities Assessment Methodology (ROAM): Assessing forest landscape restoration opportunities at the national or subnational level. (Road-test edition), 125pp, 2014.

KRAINOVIC, PM, BRANDÃO, DO, RESENDE, AF et al. Restrições atuais para conciliar restauração de florestas tropicais e bioeconomia. *Sustain Sci* 20 , 219–229 (2025).

SABOGAL, C. et al. Multiple-use forest management in the humid tropics: opportunities and challenges for sustainable forest management. *Forestry Ecology and Management*, v. 310, p. 1–10, 2013.

SABOGAL, C. et al. Multiple-use forest management in the humid tropics - Opportunities and challenges for sustainable forest management. *Fao Forestry Paper*, v. 173, p. 1–153, 2013.

SALEK, L.; SIVACIOĞLU, A. Forests for Future - Multifunctional Forests. *International Journal of Plant & Soil Science*, v. 24, n. 6, p. 1-9, 2018.

SANTOS, L. B. et al. A multifuncionalidade da restauração ecológica com espécies nativas. *Revista Árvore*, v. 47, e4714, 2023. <https://doi.org/10.1590/1806-908820230000014>

SAYER J, SUNDERLAND T, GHAZOUL J, PFUND JL, SHEIL D, MEIJAARD E, VAN OOSTEN C, BOEDHIHARTONO AK, DAY M, GARCIA C (2013) Ten principles for a landscape approach to reconciling agriculture, conservation, and other competing land uses. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110:8349–8356.

SILVA, B. A.; OLIVEIRA, R. E. de; DOMINGUES, T. F. Multifunctionality, social benefits, and engagement: insights for forest restoration success from a study case in Brazil. *Restoration Ecology*, Hoboken, v. 33, n. 1, e14305, 2024. DOI: 10.1111/rec.14305. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/rec.14305>. Acesso em: 6 jan. 2026.

TEDESCO A.M, BRANCALION PHS, HEPBURN MLH, WALJI K, WILSON KA, POSSINGHAM HP, et al. (2022). O papel dos mecanismos de incentivo na promoção da restauração florestal. *Philosophical Transactions of the Royal Society*. <https://doi.org/10.1098/rstb.2021.0088>

YAMAMOTO, M. M. Bioeconomia no Brasil: desafios para a implementação de políticas públicas. *Cadernos de Sustentabilidade*, v. 10, n. 2, 2022.

## **CAPÍTULO I.** Avaliação de floresta plantada multifuncional em matriz urbana, São Paulo, SP.

### **RESUMO**

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar a situação atual de um reflorestamento urbano com oito anos, utilizando-o como laboratório natural, buscando também prospectar o potencial bioeconômico das espécies do plantio. A área de estudo está inserida no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, no município de São Paulo, SP, Brasil. Em 2015, foram instaladas parcelas permanentes, com diferentes arranjos de plantio de árvores nativas. Para as análises, foram coletados dados biométricos das árvores, como diâmetro à altura do peito (DAP) e altura, de 15 parcelas que totalizam 2.250 m<sup>2</sup>. A identificação botânica foi feita com auxílio da equipe do Instituto de Pesquisas Ambientais de São Paulo (Instituto de Botânica). Foram calculadas as áreas basais, riqueza, diversidade (H) e equabilidade (J). Foi realizado teste de correlação de Pearson entre DAP e altura, e testada a diferença da diversidade (H) entre três tratamentos (pioneiras, não-pioneiras e misto), por meio da ANOVA. Foram amostrados 755 indivíduos, sendo que 483 foram considerados nas análises, compreendendo 86 espécies. Destas, caracterizaram-se as síndromes de polinização e dispersão, de acordo com referências bibliográficas. A correlação das variáveis DAP e altura apresentaram valores significativos ( $r=0,62$ ,  $p < 2.2e-16$ ). Isto pode estar relacionado ao elevado número de indivíduos considerados. A diferença entre os índices de Shannon e equabilidade não se mostrou significativa ( $F=3,834$  e  $p=0,05159$  e  $F=1,119$  e  $p=0,3585$ , respectivamente), demonstrando que o plantio manteve a diversidade ao longo do tempo. Observaram-se 13 tipos de síndromes de polinização: anemofilia; anemofilia e entomofilia; cantorofilia e melitofilia; d.i.p., melitofilia, ornitofilia; entomofilia; entomofilia e ornitofilia; entomofilia, quiropterófila e ornitofilia; esfingofilia e d.i.p.; não especializado; não especializado e entomofilia; ornitofilia; quiropterofilia; zoofilia e melitofilia. Foram encontrados 6 tipos de síndrome de dispersão: anemocoria; autocoria; autocoria e barocoria; barocoria e zoocoria; ornitocoria; e zoocoria. As diversas síndromes encontradas sugerem que os serviços ecossistêmicos estão preservados, protegendo a biodiversidade e contribuindo para a regeneração de outros fragmentos urbanos próximos. Do ponto de vista bioeconômico, conclui-se que um reflorestamento planejado com alta diversidade de espécies proporciona maior potencial de uso sustentável das espécies, visto que neste plantio há 14 (16,3%) espécies indicadas para uso econômico reconhecido, fortalecendo o uso múltiplo e sustentável da floresta.

**Palavras-chave:** silvicultura de espécies nativas, florestas multifuncionais, serviços ecossistêmicos, bioeconomia, florestas urbanas.

## ABSTRACT

The present work aimed to analyze and investigate the bioeconomic potential and some ecological functions of an urban reforestation, with data collected in February and March 2023. The study area is located in the Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, in the municipality of São Paulo, SP, Brazil. In 2015, permanent plots were installed with different arrangements for planting native trees. For the analyses, biometric data from the trees were collected, such as diameter at breast height (DBH) and height, from 15 plots totaling 2,250 m<sup>2</sup>. The botanical identification was made with the help of the team from the Instituto de Pesquisas Ambientais de São Paulo (Instituto de Botânica). Basal areas, richness, diversity (H) and evenness (J) were calculated. Pearson's correlation test was performed between DBH and height, and the difference in diversity (H) was tested between three treatments (pioneer, non-pioneer and mixed), using ANOVA. 755 individuals were sampled, of which 483 were considered in the analyses, comprising 86 species. From these, pollination and dispersion syndromes were characterized, according to bibliographic references. The correlation of the variables DBH and height showed significant values ( $r=0.62$ ,  $p < 2.2e-16$ ). This may be related to the high number of individuals considered. The difference between the Shannon and evenness indices was not significant ( $F=3.834$  and  $p=0.05159$  and  $F=1.119$  and  $p=0.3585$ , respectively), demonstrating that the plantation maintained diversity over time. 13 types of pollination syndromes were observed: anemophily; anemophily and entomophily; cantarophily and melittophily; d.i.p., melittophily, ornithophily; entomophily; entomophily and ornithophily; entomophily, quiropterophily and ornithophily; sphingophily and d.i.p.; unspecialized; unspecialized and entomophily; ornithophily; quiropterophily; zoophily and melittophily. 6 types of dispersal syndrome were found: anemochory; autochory; autochory and barochory; barochory and zoochory; ornithocoria; and zoochory. The diverse syndromes found suggest that ecosystem services are preserved, protecting biodiversity and contributing to the regeneration of other nearby urban fragments. From a bioeconomic point of view, it is concluded that planned reforestation with high species diversity provides greater potential for sustainable use of the species, since in this plantation there are 14 (16.3%) species indicated for recognized economic use, strengthening the multiple and sustainable use of the forest.

**Keywords:** native species forestry, multifunctional forests, ecosystem services, bioeconomy, urban forests.

## 1. Introdução

Desde os primórdios, a espécie humana beneficia-se dos serviços ambientais, prestados pelos ecossistemas naturais, porém a preocupação com esta temática só se tornou relevante a partir de meados do século passado, em função das iminentes perdas destes serviços, como resultado das pressões antropogênicas sobre os ecossistemas (Rares & Brandimarte, 2014).

Há ainda a necessidade de esclarecer a diferença entre serviços ecossistêmicos e serviços ambientais. O primeiro refere-se aos benefícios fundamentais para a sociedade gerados pelos ecossistemas, em termos de manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais, refletindo diretamente na qualidade de vida das pessoas, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA, 2024), em definição atualizada em setembro de 2024. Já o segundo refere-se a todas as atividades humanas que favorecem a conservação ou a melhoria dos ecossistemas e, como consequência, contribuem com a manutenção dos serviços ecossistêmicos fornecidos, conceitos corroborados pela Lei Federal nº 14.119/2021 (Brasil, 2021), que institui a Política Nacional de Pagamento por serviços ambientais.

Considerando que as áreas urbanas ocupam menos de 1% da superfície terrestre, mas abrigam mais da metade da sua população, além de consumirem 75% do uso global de recursos e energia, produzindo mais da metade dos resíduos do planeta e, pelo menos, 60% das emissões de gases de efeito estufa (PNUMA, 2021) é urgente desenvolver estratégias que minimizem os impactos ambientais do modo de vida urbano.

Neste sentido, um reflorestamento em matriz urbana é considerado um serviço ambiental de grande relevância no contexto em que está inserido, por tornar o ambiente urbano agradável e saudável. Propicia melhorias e presta uma gama extensa de serviços ecossistêmicos (Bolund, & Hunhammar, 1999; Benayas et al., 2009; Elmqvist et al., 2013), como: fornece grande diversidade de espécies arbóreas e recurso alimentar para aves (Pena et al., 2017); ameniza o clima das cidades, favorece a dissipação das ilhas de calor e atenua a poluição do ar (Janhäll, 2015); promove a cobertura vegetal e reduz o impacto da chuva diretamente no solo, evitando a erosão; melhoram a percolação da água no solo, protegendo a cidade de sucessivas enchentes nos períodos chuvosos e, conseqüentemente, favorecendo a recarga dos lençóis freáticos e, em maior escala, a recarga dos aquíferos subterrâneos (Bargos & Matias, 2011).

De acordo com a Resolução SAA/SIMA 04/2021, do Estado de São Paulo, restauração ecológica é definida como: “Intervenção humana intencional em ecossistemas degradados ou alterados para desencadear, facilitar ou acelerar o processo natural de sucessão ecológica”. No

entanto, não há uma legislação específica para reflorestamentos urbanos, portanto, tomamos como base as recomendações da resolução supracitada.

Em todos os reflorestamentos, urbanos ou rurais, a diversificação de espécies é tanto recomendável e orientada pela lista de espécies para restauração ecológica no Estado de São Paulo (Barbosa et al. 2017), quanto indispensável, para prover recursos e interações inter e intraespecíficas variadas, como dispersão, polinização e reprodução das plantas e recursos para fauna, como alimento e abrigo (Howe & Westley, 1988; Pena et al., 2017).

Neste contexto, a determinação das síndromes (de polinização e dispersão) é relevante para planejar, monitorar e manejar os plantios, assim como para avaliar o desenvolvimento do reflorestamento, de forma que busquem tanto a oferta de recursos para fauna, quanto os objetivos da conservação da biodiversidade como um todo.

Uma das vantagens na diversificação de espécies de árvores é a diminuição de pragas e doenças, recomendando-se não exceder mais que 10% da mesma espécie, 20% de algum gênero e 30% de uma família botânica (Santamour Junior (1990) *apud* Silva-Filho & Bortoleto, 2005).

A restauração florestal tem se consolidado como uma estratégia-chave para mitigar os efeitos das mudanças climáticas, recuperar ecossistemas degradados e promover a conservação da biodiversidade. Além de seus benefícios ecológicos, a restauração também pode gerar ganhos econômicos e sociais, especialmente quando associada à bioeconomia e ao uso multifuncional de florestas plantadas.

As florestas plantadas multifuncionais têm ganhado bastante relevância nos últimos anos e o Programa “Agro Legal” (SÃO PAULO, 2020) que regulamenta o Código Florestal no estado de São Paulo, alia a proteção ao meio ambiente à segurança do produtor rural, em seu Manual Técnico Operacional. Apresentada algumas espécies de interesse econômico, ou “carro-chefe”, para composição de florestas plantadas multifuncionais, especialmente quando se tratar de reserva legal, sendo elas:

- madeiras nativas – Canafístula (*Peltophorum dubium*), Taiúba (*Maclura tinctoria*), Jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*), Cedro (*Cedrela fissilis*), Louro pardo (*Cordia trichotoma*), Imbuia (*Ocotea porosa*), Sobrasil (*Colubrina glandulosa*), Araribá (*Centrolobium tomentosum*), Copaíba (*Copaifera langsdorffii*), Guatambu (*Balfourodendron riedelianum*), Ipê (*Handroanthus spp.*), Jatobá (*Hymenaea courbaril*), Cabreúva (*Myroxylon peruiferum*), Canela (*Ocotea spp.*) etc.;
- madeiras exóticas – Mogno africano (*Khaya ivorensis*), eucaliptos etc.;

- frutíferas nativas – grumixama (*Eugenia brasiliensis*), pitanga (*Eugenia uniflora*), Cambuci (*Campomanesia phaea*), Uvaia (*Eugenia pyriformis*), Cereja do rio grande (*Eugenia involucrata*), Jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) etc.;
- Palmeira-juçara (*Euterpe edulis*), para a produção de frutos e palmito;
- Macaúba (*Acrocomia aculeata*), para a produção de óleo vegetal para a fabricação de biodiesel ou para a indústria de alimentos e cosméticos;
- Araucária (*Araucaria angustifolia*), para a produção de frutos e madeira;
- Candeia (*Eremanthus erythropappus*), para a produção de óleo;
- Seringueira (*Hevea brasiliensis*), para a produção de látex.

Nobre (2015) e IPEF (2013) também sugerem uma relação de espécies “carro-chefe”, definindo-as como aquelas cujo potencial de mercado é reconhecido e trazem suficiente conhecimento acerca de suas propriedades silviculturais (IPEF, 2012), na composição de florestas plantadas, intercalando faixas de uso econômico e faixas de biodiversidade.

Tal lista é fruto de trinta e quatro estudos de mercado para espécies madeireiras e não madeireiras, incluindo produtividade (rendimento/espécie), e recomenda as principais espécies a compor as faixas de uso econômico das reservas legais, com atributos técnicos de espaçamento de plantio e ocupação de indivíduos por hectare (Yamamoto, 2022).

A bioeconomia propõe um novo paradigma de desenvolvimento baseado na utilização sustentável dos recursos biológicos, promovendo cadeias produtivas que respeitam os limites ecológicos e valorizam os saberes locais. Neste contexto, as florestas plantadas multifuncionais representam uma inovação no uso da terra ao integrar objetivos de conservação, produção e inclusão social, contribuindo para uma abordagem sistêmica da restauração.

Buscamos discutir, com base em evidências científicas recentes, os principais aspectos ecológicos, sociais, econômicos e legais relacionados à restauração florestal no Brasil, destacando o potencial da bioeconomia e das florestas multifuncionais como ferramentas para fortalecer e ampliar a restauração e promover um desenvolvimento mais sustentável e equitativo.

## **2. Objetivos**

Avaliar um reflorestamento em matriz urbana, oito anos após o plantio, caracterizando-o ecológica, estrutural e bioeconomicamente, a fim de validar a área como um laboratório natural, um ecossistema resiliente para estudos científicos correlatos. Buscamos compreender se:

- i. as espécies utilizadas e o esquema do plantio estão favorecendo funcionalmente a dinâmica sucessional; cumprem funções ecológicas?
- ii. a diversidade de espécies plantadas favorece o uso econômico e sustentável?

### **2.1. Objetivos específicos**

- Descrever a estrutura e a composição da vegetação utilizando parâmetros biométricos e fitossociológicos.
- Identificar interações ecológicas por meio das síndromes de polinização e dispersão das espécies encontradas conforme referência bibliográfica.
- Prospectar o potencial bioeconômico das espécies nativas utilizadas visando a multifuncionalidade urbana, com base em literatura.

## **3. Material e métodos**

### **3.1. Área de estudo**

A pesquisa foi desenvolvida no PEFI (Parque Estadual das Fontes do Ipiranga), área do Instituto de Pesquisas Ambientais de São Paulo (IPA-SP). Situa-se na região sudeste do município de São Paulo, entre os paralelos 23°38'08''S e 23°40'18''S e meridianos 46°36'48''W e 46°38'00''S, na bacia do Riacho do Ipiranga, rio que dá nome ao parque.

O PEFI, unidade de conservação localizada em meio a uma área altamente urbanizada e submetida a diversos impactos, é pressionada pela matriz em que está inserida e sofre com o descarte inadequado de resíduos no entorno do parque, bem como com o impacto da poluição sonora e atmosférica das ruas e avenidas intensamente movimentadas ao redor.

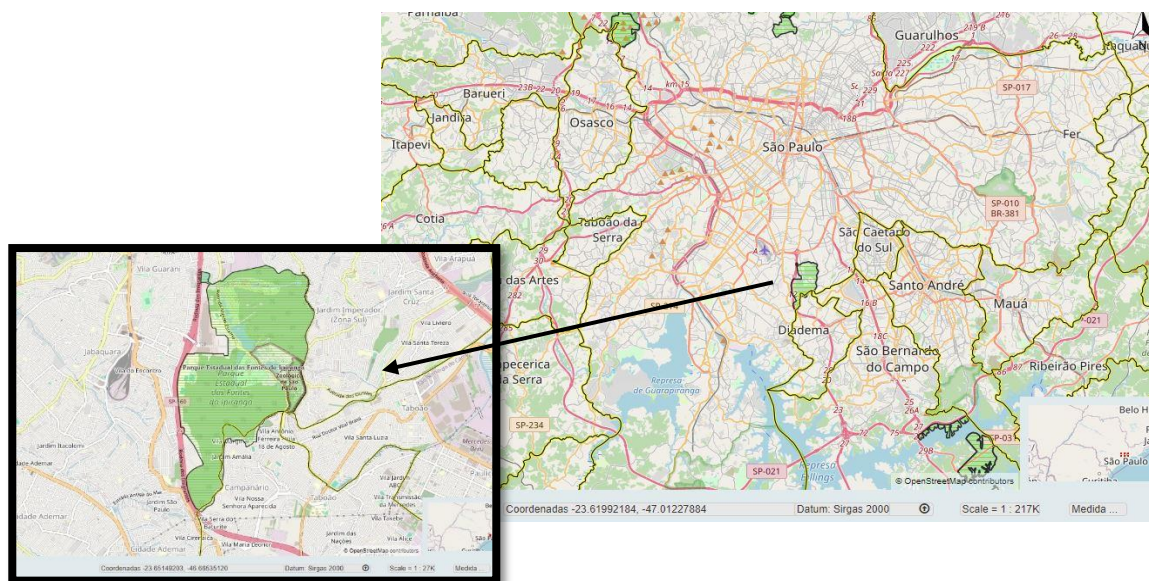


Figura I.01. Município de São Paulo. Em verde, destacado o PEFI, unidade de conservação em que estão instaladas as parcelas permanentes desta pesquisa (<https://datageo.ambiente.sp.gov.br/>)

Criado pelo Decreto Estadual 52.281/69 e Lei Estadual nº 10.353/69 (Bicudo et al, 2002) o PEFI compreende 526 ha (Barbosa et al., 2021), destaca-se como um remanescente de biodiversidade ilhado em uma das maiores áreas urbanas da região metropolitana, a cidade de São Paulo. Além de áreas urbanizadas, perturbadas e outras em processo de restauração ecológica, possui o maior fragmento de Mata Atlântica inserido na área urbana da RMSP, as nascentes do Riacho do Ipiranga (várias delas totalmente preservadas), uma rede hídrica com vários corpos d'água preservados, muitos exemplares de fauna silvestre e a presença de espécies ameaçadas de extinção (São Paulo -SMA, 2008).

É importante no equilíbrio climático e na qualidade do ar do seu entorno urbanizado, porque a vegetação ameniza a temperatura e melhora a umidade relativa do ar (Santos, 2006). Também, minimiza o problema de cheias do vale do Riacho do Ipiranga, pois suas áreas possibilitam a infiltração das águas pluviais e a recarga do aquífero subterrâneo (Barbosa, 2018).

Está sob o domínio Mata Atlântica, onde ocorrem espécies típicas da floresta ombrófila densa de encosta atlântica, mas apresenta características também de floresta estacional-semidecidual (Nastri *et al.*, 1992; Barros et al., 2002; Santos, R. F. D., 2006).

Inserido na zona do planalto paulista, com altitudes variam entre 770 m e 825 m (Barbosa *et al.*, 2002). O relevo é caracterizado por formas de topos convexos, ocupando a posição de divisores de água das sub-bacias do riacho Ipiranga, com patamares convexos de superfícies aplanadas e topos de curvatura ampla (Fernandes *et al.* 2002). O solo predominante é do tipo latossolo vermelho-amarelo distrófico (Embrapa 1999). O clima é Cwb, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 19,1°C e a precipitação média de 1.540 mm por ano (Santos & Funari, 2002).

Esta pesquisa foi desenvolvida associada a um projeto mais abrangente sobre reflorestamentos heterogêneos em matriz urbana, em parte das parcelas permanentes, cujo histórico da área se apresenta a seguir.

Tratava-se de um plantio compensatório de seis hectares (Termo de Ajuste de Conduta no.19/DECONT-G/2014), sob a orientação, aprovação e monitoramento do antigo Instituto de Botânica/SP, atualmente IPA/SP (Instituto de Pesquisas Ambientais de São Paulo), com base na Resolução SMA 32/14, Resolução SMA 08/08 e Portaria CBRN 01/15.

O plantio ocorreu entre janeiro e abril de 2015, utilizando 15.040 mudas de espécies arbóreas nativas com 70 cm. Foram utilizadas 98 espécies, sendo 46 pioneiras, 52 não pioneiras. Dentre todas, 21 pertenciam a alguma categoria ameaçada de extinção e 43 zoocóricas (Barbosa, 2018). Na ocasião, foram instaladas parcelas permanentes para futuros ensaios experimentais.

Durante anos, foram realizadas práticas de manutenção, exceto dentro das parcelas de regeneração natural, e mudas mortas foram replantadas, preservando-se a espécie, ou mesma classe sucessional. Utilizaram-se de diferentes modelos de espaçamentos de plantio, composições de espécies, tratamentos do solo e composições sucessionais, sendo este último considerado para explorar as análises do presente trabalho.

As parcelas permanentes servem como um laboratório experimental, para desenvolvimento de diversas pesquisas científicas. Portanto, uma área que originalmente era classificada como Zona de Uso Conflitante do PEFI, hoje, em processo de restauração bem avançado, já permite minimizar os impactos que esta unidade de conservação sofreu (Figura I.02).

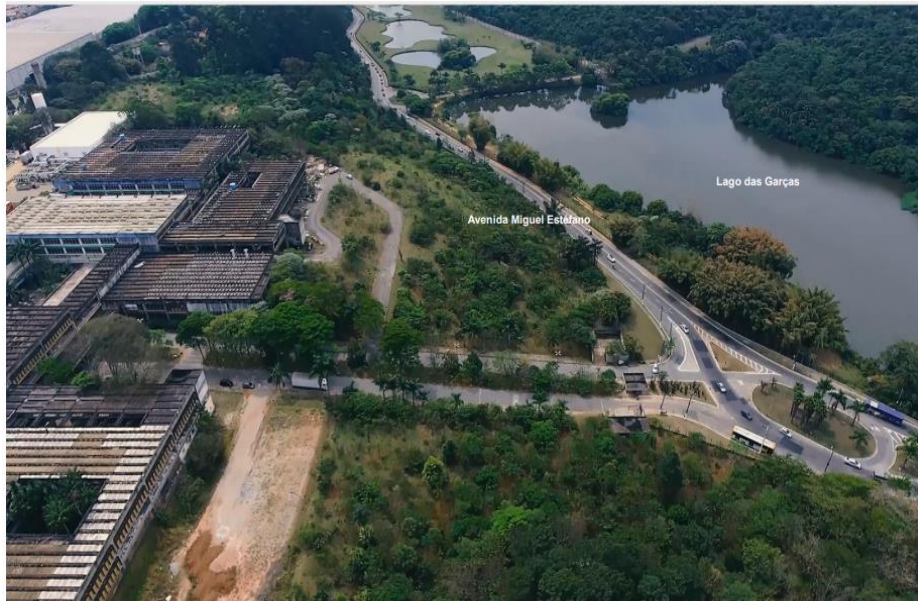


Figura I.02. Registro fotográfico aéreo mostrando a situação do plantio compensatório na área do PEFI, em agosto de 2017 (Fonte: Barbosa, 2018).

As coletas de dados foram realizadas em 15 parcelas contendo 5 linhas com 10 plantas cada, em espaçamento de 2m x 1,5m, que totalizam 2.250 m<sup>2</sup>. Foram estabelecidos 3 tratamentos diferentes: PI: plantio somente com espécies pioneiras (parcelas 1, 4, 8, 12 e 15); NP: plantio somente com espécies não-pioneiras (parcelas 2, 5, 7, 10 e 13) e MI: plantio misto (parcelas 3, 6, 9, 11, 14), ou seja, com espécies dos dois grupos sucessionais (Figura 05).



Figuras I.03 e 04. Imagem de satélite Google Earth, de parte do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) em 2016 e 2023, demarcado aproximadamente a área total das parcelas (Google Earth).



Figura I.05. Modelo esquemático da disposição das diferentes parcelas referentes aos diferentes modelos sucessionais de plantio (imagem: Barbosa, 2018).

São apresentados os resultados referentes às medidas tomadas no ano de 2023, compreendendo 08 anos do plantio.

### 3.2. Coleta e análise dados

Para as análises fitossociológicas, foram amostrados os componentes biométricos arbóreos nas 15 parcelas, entre os meses de fevereiro e março de 2023 (figura I.06). Todos os indivíduos arbóreos vivos, com altura maior que 1,3m, foram considerados nas análises.

Foram tomadas medidas de CAP (circunferência à altura do peito) em centímetros, com fita métrica (Figura I.06) e, posteriormente, transformadas em DAP (diâmetro à altura do peito).



Figura I.06. Coleta de dados biométricos nas parcelas experimentais (PEFI, SP. 03/2023).

As alturas foram estimadas, sempre pela mesma pessoa, na tentativa de minimizar o erro, em metros. A área basal foi calculada pela fórmula  $AB_i = \pi \cdot (DAP_i^2) / 4$ , onde  $AB_i$  é área basal do indivíduo  $i$ , e  $DAP_i$  é o diâmetro à altura do peito do indivíduo  $i$  (Poggiani et al. 1996). Considerou  $\pi = 3,1416$ . A somatória das  $AB_i$  de cada parcela é a área basal da parcela. Além disso, foi realizado o teste de correlação de Pearson, para verificar a relação entre DAP e altura.

Todos os indivíduos analisados foram identificados ao menos no nível de gênero, com auxílio dos trabalhos anteriores realizados na área (Ortiz, 2017; Barbosa, 2018) e pela equipe do Instituto de Pesquisas Ambientais de São Paulo. A conferência da nomenclatura das espécies foi realizada pela lista de espécies Flora e Funga do Brasil (2025).

Para os estudos fitossociológicos, foram calculados os índices de riqueza, diversidade (Índice de Shannon) e equabilidade (Índice de Pielou) por parcela. Foi realizado teste ANOVA para os dois índices, o de Shannon e de equabilidade, nos tratamentos Pioneiras (PI), Não-Pioneiras (NP) e Misto (MI). Posteriormente, foi realizado teste de similaridade do índice Shannon entre os tratamentos, pelo método de agrupamento (*clustering*) clássico. Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa PAST<sup>TM</sup> (Hammer et al., 2001).

Os parâmetros fitossociológicos: densidade absoluta (DeAbs), densidade relativa (DeR), Frequencia absoluta (FrAbs), frequencia relativa (FrR), dominância relativa (DoR), índice de valor de importância (IVI), valor de importância (VI %), índice de valor de cobertura (IVC), valor de cobertura (VC %) foram calculados de acordo com Moreno (2001), através do Microsoft Excel.

Tambem foi analisada a distribuição dos indivíduos arbóreos em classes diamétricas e de altura, respectivamente:

	Classes diamétricas	Classes de altura
I	0,1 a 4,9 cm	0,1 a 2,9 m
II	5,0 a 9,9 cm	3,0 a 6,9 m
III	10,0 a 14,9 cm	7,0 a 10,9 m
IV	15 a 19,9 cm	> 10,0 m
V	>20 cm	fora de faixa

As síndromes de dispersão e polinização foram caracterizadas com base em consulta bibliográfica.

Para a seleção de espécies arbóreas com potencial bioeconômico, presentes na floresta plantada, foram utilizados os critérios de Santos et al (2023), para seleção das “economicamente atrativas” (EA) e os critérios propostos por Rolim et al (2020) na seleção das “apropriadas para silvicultura de nativas” (PSN).

## 4. Resultados e discussão

### 4.1. Estrutura da vegetação

Considerando o estrato arbustivo-arbóreo das áreas de estudo, foram amostrados 755 indivíduos, sendo que 483 foram considerados nas análises (Tabela I.1).

As medidas de área basal permitem inferir sobre o potencial de sequestro de carbono (Scharenbroch, 2012) nessas áreas e quanto elas se diferenciam de outras, ou mesmo outros estudos do PEFI. Tanus et al., (2012) encontraram o valor de  $31,71 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$  para o PEFI, o que se assemelha aos valores  $32,47 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$  da parcela 15, (PI) ou  $28,07 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$  da parcela 14, (MI).

Ficam distantes dos valores  $4,57 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$  da parcela 7, (NP), por exemplo, ou mesmo do  $10,64 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$  da parcela 6, (MI) (Tabela I.1). De maneira geral, os valores de área basal comportam-se como o esperado, maiores nas parcelas Pioneiras e menores nas parcelas Não-Pioneiras.

A comunidade arbórea estudada apresentou diâmetros que variaram entre 0,12 cm e 51,24 cm. A classe com menor densidade de indivíduos foi aquela que agrupa exemplares de 15 a 19,9 cm de diâmetro. A maior densidade de indivíduos foi encontrada nas seguintes classes diamétricas: 49,6% dos indivíduos concentrados na classe I (entre 0,1 e 4,9cm), 23,9% concentrados na classe II. E, aproximadamente, 10% nas classes III e V (figura 07).

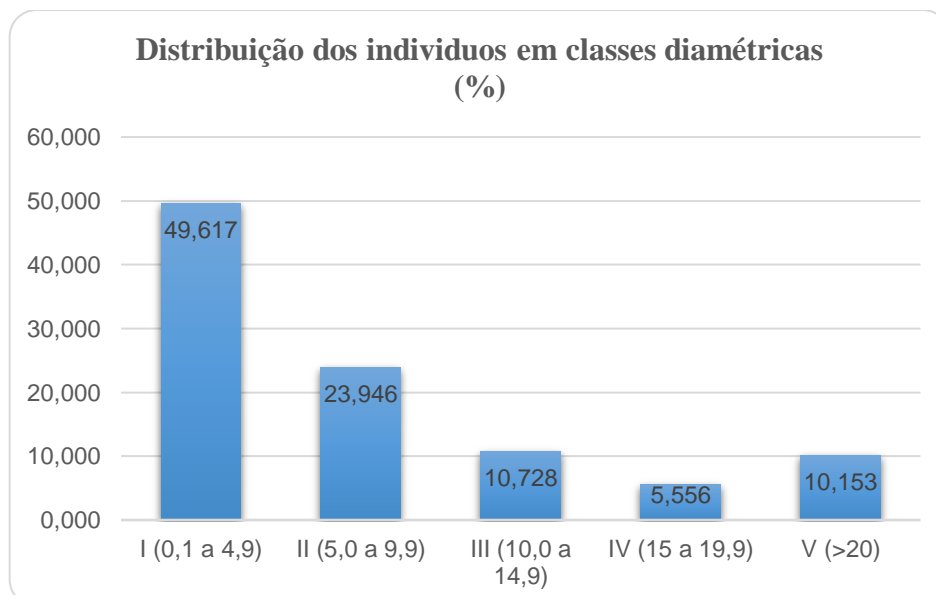


Figura I.07. Distribuição dos indivíduos amostrados em cinco classes diamétricas (cm).

As alturas da comunidade arbórea variaram entre 0,3 m e 20 m, a distribuição de indivíduos em classes de altura foi:

Na classe I estão concentrados 21,4 % dos indivíduos; 31,7% concentrados na classe II; 32,7% na classe III e 13,5% na classe IV (figura I.08). Mais da metade da comunidade arbórea (64,5%) apresenta, portanto, altura entre 3,0 e 10,9 m.

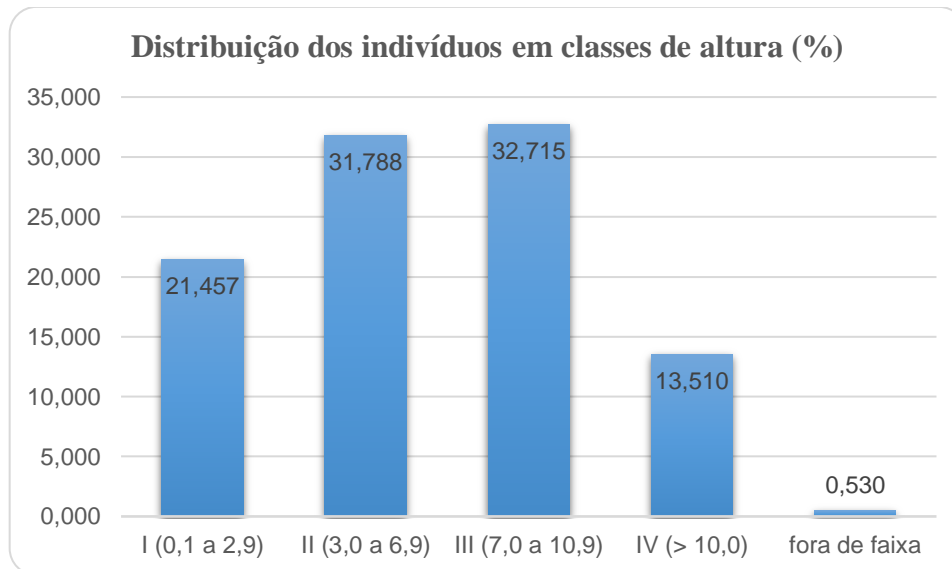
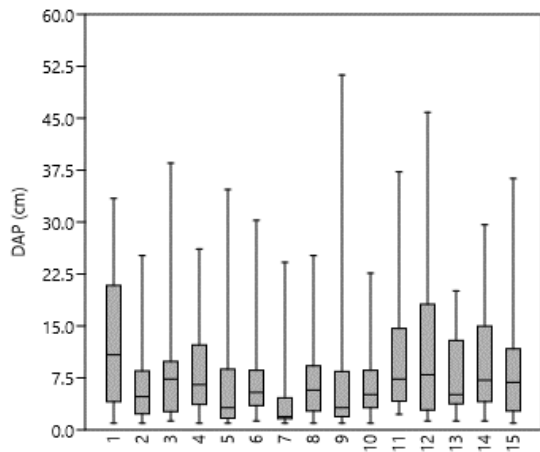


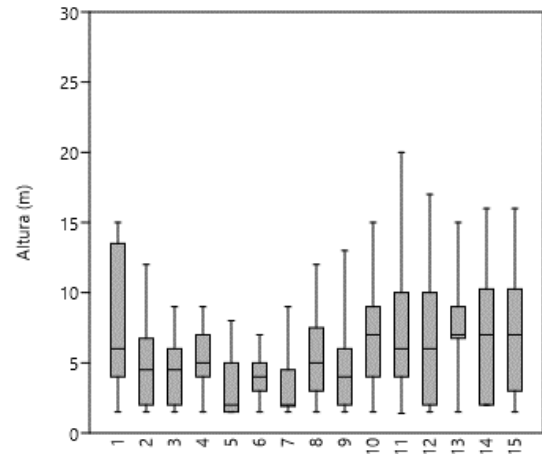
Figura I.08. Distribuição dos indivíduos amostrados em quatro classes de altura (m).

A correlação das variáveis DAP e altura (relação hipsométrica) apresentou valores significativos ( $r=0,62$ ,  $p < 2.2e-16$ ), demonstrando correlação positiva, em que o DAP aumenta conforme aumenta a altura (Figura I.09). Nota-se que o número de indivíduos é alto, podendo estar relacionado com os valores significativos encontrados. São necessários estudos futuros, a fim de verificar possíveis vieses, como particionar os valores do DAP e da altura por espécie.

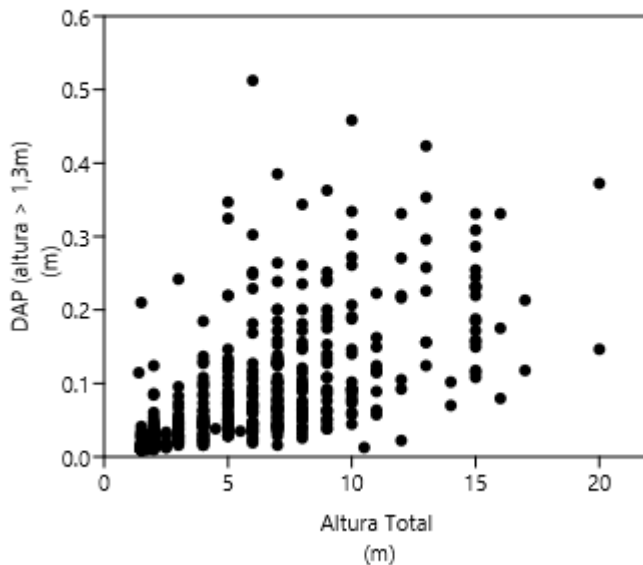
Os estudos recentes em correlação DAP x altura buscam diminuir o erro na coleta da altura, usando novas tecnologias como *Lidar* (Moe et al., 2020) e drones (Ecke et al., 2022). Isso também pode ser uma forma de confirmar essa relação significativa.



(a)



(b)



(c)

Figura I.09. Diâmetro à Altura do Peito (cm) (a) e Altura (m) (b) de todos os indivíduos com altura maior que 1,3m em cada parcela, medidos em fevereiro e março de 2023, e dispersão dos dados (c), no Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo - SP.

#### 4.2. Riqueza e diversidade de espécies arbóreas

Na composição atual da floresta plantada, foram encontradas 86 espécies, distribuídas em 67 gêneros e 31 famílias botânicas (Tabela I.02), todas nativas. Para a comunidade, as famílias de maior representatividade (mais frequentes) foram 'Fabaceae' (24 espécies), seguida por 'Bignoniaceae' (07 espécies), 'Malvaceae' (07 espécies) e Anacardiaceae (05 espécies). As demais famílias foram representadas por menos de 04 espécies cada.

No tratamento PI, encontramos 39 espécies, distribuídas em 32 gêneros. Já no tratamento MI, 46 espécies distribuídas em 34 gêneros e para o tratamento de NP, 67 espécies arbóreas em 52 gêneros botânicos. Tais resultados permitem compreender e caracterizar a florística nas diferentes condições experimentais.

Quando comparado a estudos em fragmentos florestais, encontramos valores próximos dos nossos: Prado-Junior et al. (2012) encontraram 98 espécies arbóreas num fragmento de florestal em Minas Gerais; Ogata & Gomes (2006) encontraram 125 espécies arbóreas-arbustivos, no Parque Cemucam em São Paulo.

Percebe-se a importância do fragmento florestal urbano na contribuição da riqueza de espécies, chegando a dobrar o número quando comparamos com riqueza de vias públicas.

Importante ressaltar que alta diversidade em reflorestamentos é uma recomendação da Resolução SMA 32/14, uma vez que se trata de um plantio compensatório. Porém, isto não torna o dado encontrado menos importante, pois ele demonstra que a diversidade do plantio se manteve ao longo do tempo, mesmo depois de 9 anos.

Boeni (2016), caracterizou a florística do estrato arbustivo-arbóreo de uma área de plantio no Horto Florestal Bugre-canastra, Rio Grande do Sul, encontrou riqueza geral de 60 espécies, distribuídas em 51 gêneros e 29 famílias botânicas, sendo 56 nativas, 04 exóticas. As principais famílias foram Fabaceae (11 spp), Myrtaceae (5 spp), Primulacaceae (3 spp), Euphorbiaceae (3 spp), Salicaceae (3 spp) e Meliaceae (3 spp).

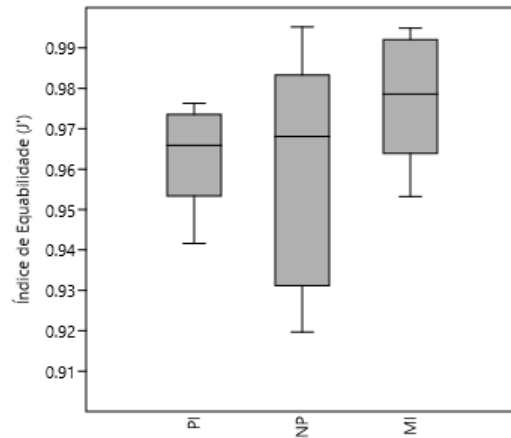
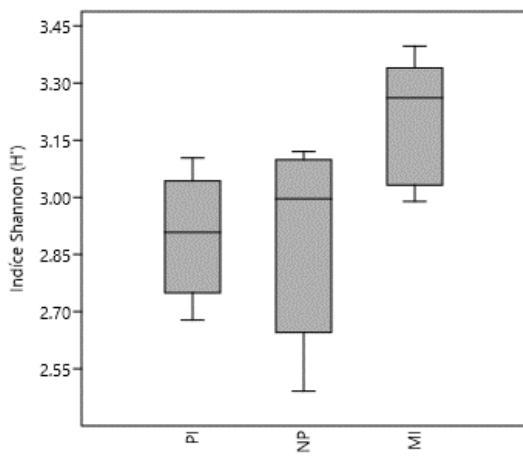
As análises fitossociológicas (Tabela I.04) demonstraram que *Peltophorum dubium* foi a espécie com maior densidade relativa (De R = 4,18), seguida de *Cariniana estrellensis* e *Handroanthus chrysotrichus*, ambas com De R = 3,14 e *Schinus terebinthifolius* (De R= 3,06).

Na análise de dominância, destacaram-se, respectivamente: *Moquiniastrum polymorphum* (Do R= 11,08), *Mimosa bimucronata* (Do R=10,60) e *Croton floribundus* (Do R = 10,14). Estas mesmas espécies destacaram-se quanto ao índice de valor de importância (IVI): *Moquiniastrum polymorphum* (IVI 14,70), *Croton floribundus* (IVI 14,59) e *Mimosa bimucronata* (IVI=14,14).

Observando-se a frequência relativa das espécies no processo de restauração (Tabela I. 04), *Peltophorum dubium* e *Senna pendula* (Fr R=2,30) aparecem em destaque, seguidas de outras sete espécies com a mesma frequência relativa (Fr R = 2,09), sendo elas: *Croton floribundus*, *Guazuma ulmifolia*, *Schinus terebinthifolius*, *Cariniana estrellensis*, *Handroanthus impetiginosus*, *Croton urucurana*, *Handroanthus chrysotrichus*.

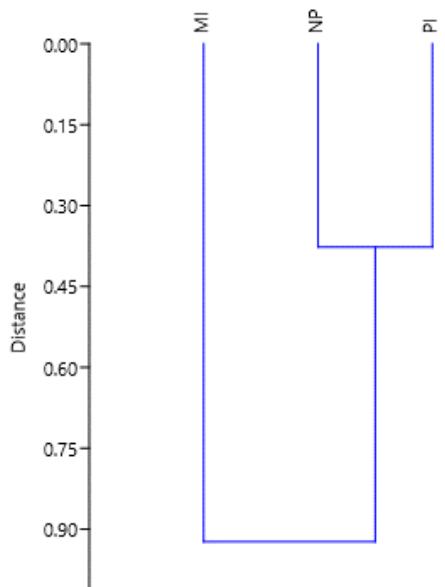
Para as análises de diversidade e equabilidade, a figura I.10 demonstra que no plantio MI foi maior a diversidade (H') e menor a equabilidade (J'), indicando uma comunidade com

muitas espécies, mas com dominância de algumas. Já nos plantios NP e PI, observaram-se valores de  $H'$  mais baixos, mas  $J'$  mais altos, sugerindo comunidades menos diversas, porém com distribuição mais uniforme das espécies.



(a)

(b)



(c)

Figura I.10. Índice Shannon (a) e índice de equabilidade (b) nos tratamentos de plantio somente com espécies pioneiras (PI), somente com espécies não-pioneiras (NP) e plantio misto (M) incluindo todas as espécies, e análise de agrupamento dos tratamentos (c), no Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo – SP, no período de março e fevereiro de 2023.

As áreas NP e PI apresentam uma distribuição mais uniforme das espécies, enquanto MI, apesar de mais diversa, possui dominância de algumas espécies, o que pode indicar a necessidade de manejo para promover uma distribuição mais equilibrada.

Quando comparamos os índices Shannon encontrados na comunidade (todas as parcelas) (Tabela I.3) com os índices encontrados por Silva-Filho e Bortoleto (2005) em Águas de São Pedro-SP (de 3,01 a 3,86) percebemos que os encontrados nas parcelas PI (2,68 a 3,10) e NP (2,49 a 3,12) são menores, porém se aproximam dos valores das parcelas com tratamento MI (2,99 a 3,40). Já os dados encontrados por Romani et al. (2012) em Ribeirão Preto-SP (3,14) se assemelham às parcelas NP e PI. Isto provavelmente está relacionado a arborização de qualidade da cidade de Águas de São Pedro.

As análises de variância (ANOVA) realizadas entre os tratamentos para os índices de Shannon e equabilidade (Figura I. 10 a e b) não apresentaram diferenças significativas ( $F=3,834$  e  $p=0,05159$  e  $F=1,119$  e  $p=0,3585$ , respectivamente), apesar da distribuição dos dados no tratamento MI ser mais distante do que nos outros dois tratamentos (Figura 10 c). Isto se explica pelo fato do plantio ter utilizado um alto número de espécies. Ao longo dos anos nenhuma espécie dominou as parcelas e, portanto, os índices de diversidade (H e J) se mantiveram altos (Tabela I.03).

Colmanetti e Barbosa (2022), realizaram avaliação de um reflorestamento com espécies nativas em Mogi Guaçu, SP, nove anos após o plantio. Obtiveram resultados de H': 3,87 e J': 0,89, o que representou alta diversidade e equabilidade, indicando, também, uma comunidade bem estruturada e semelhante a áreas naturais do Estado de São Paulo.

Estudos futuros podem explorar a dinâmica dos índices ao longo do tempo ou comparar com plantios de baixa diversidade, e se estes plantios de baixa diversidade também conservam os índices ao longo do tempo.

#### 4.3. Síndromes de polinização e dispersão

Observaram-se, nos 483 indivíduos distribuídos nas 78 espécies (n), diferentes síndromes de polinização (PO) e síndromes de dispersão (DI) (Tabela 4). E 13 tipos de PO: anemofilia e entomofilia (2,5%, n=2); cantorofilia e melitofilia (1,25%, n=1); diversos insetos pequenos (d.i.p.), melitofilia, ornitofilia (1,25%, n=1); entomofilia (42,5%, n=34); entomofilia e ornitofilia (2,5%, n=2); entomofilia, quiropterofilia e ornitofilia (1,25%, n=1); esfingofilia e d.i.p. (1,25%, n=1); não especializado (1,25%, n=1); não especializado e entomofilia (1,25%, n=1); ornitofilia (2,5%, n=2); quiropterofilia (3,75%, n=3); zoofilia e melitofilia (1,25%, n=1).

Com relação às DI, temos 6 tipos: Anemocoria (26,25%, n=21); Autocoria (17,5%, n=14); Autocoria e Barocoria (1,25%, n=1); Barocoria e Zoocoria (1,25%, n=1); Ornitocoria (7,5%, n=6); e Zoocoria (26,25%, n=16).

Os dados apresentados com relação às síndromes (Tabela I.05) mostram necessidade de melhor descrevê-las, para evitar erros de sobreposição nas análises, ou subestimar síndromes em função da ausência de dados descritos em literatura, visto que não foram caracterizadas 27 (33,75%) espécies com relação à síndrome de polinização e 16 (20%) com relação à síndrome de dispersão. Além disso, as bibliografias com relação às síndromes podem divergir e usam nomenclaturas variadas, dificultando a padronização das análises.

Um exemplo disso é o *Euterpe edulis*, descrito na literatura como melitófilo, entretanto Rossi et al. (2020) analisaram morcegos do PEFI e encontraram poléns do gênero *Euterpe*, o que poderia sugerir quiropterofilia para a espécie desse gênero, encontrada nas parcelas.

Corroborando com os dados encontrados por Silva et al. (2019), as diversas síndromes encontradas aqui, sugerem que os serviços ecossistêmicos estão preservados e protegendo a biodiversidade da floresta plantada.

#### 4.4. Pontencial bioeconomico

No reflorestamento avaliado nesta pesquisa estão presentes 09 das 10 espécies mais citadas e com potencial de uso, cuja contribuição para as pessoas é relatada em amplo trabalho de revisão realizado por Santos et al (2023), sendo: *Anadenanthera colubrina*, *Cedrela fissilis*, *Euterpe edulis*, *Hymenaea courbaril*, *Parapiptadenia rigida*, *Peltophorum dubium*, *Piptadenia gonoacantha*, *Schinus terebinthifolia*, *Schizolobium parahyba*. Estas, além de serem as mais citadas em 34% dos estudos científicos publicados no período de 2006 a 2022, podem fornecer mais de um tipo de produto florestal (madeira, alimento, produtos medicinais, resinas, óleos), tornando seu uso economicamente atrativo.

Destas dez espécies, quatro já eram recomendadas aos produtores rurais através do Programa Agro Legal (São Paulo 2020), como espécies “carro-chefe” economicamente, na composição de florestas plantadas multifuncionais, especialmente quando se tratar de reserva legal

Já nos estudos de Rolim et al (2020), com ênfase em silvicultura de nativas, destacamos aqui, algumas das espécies recomendadas pelos autores, por apresentarem características como: Taxa de crescimento rápido (> 0,8 cm de incremento anual de diâmetro), forma desejada para o mercado madeireiro (madeira serrada) e valor percebido de mercado: *Astronium graveolens*,

*Calophyllum brasiliense*, *Cariniana legalis*, *Cedrela fissilis*, *Cordia trichotoma*, *Hymenaea courbaril*, *Astronium urundeuva*, *Schizolobium parahyba*, *Peltophorum dubium*.

Considerando o total de espécies presentes, atualmente na floresta plantada (86), pode-se contar, com 14 espécies (16,3%) com potencial bioeconômico, sendo 09 consideradas economicamente atrativas (EA) de acordo com Santos et al (2023), por fornecer mais de um tipo de produto florestal e 10 apropriadas para silvicultura de nativas (PSN), conforme Rolim et al (2020) (Tabela I.04).

*Schizolobium parahyba*, *Peltophorum dubium*, *Hymenaea courbaril* e *Cedrela fissilis* atendem aos dois critérios avaliados (EA e PSN). (Tabela I.04).

Ainda que o reflorestamento não tenha sido planejado para fins econômicos, o fato de ter sido executado seguindo orientações legais para um reflorestamento com alta diversidade, possibilitou perspectivas mais amplas, garantindo a multifuncionalidade da floresta plantada.

A integração de espécies com potencial bioeconômico em áreas de reflorestamento urbano corrobora a visão de Brancalion et al. (2012), que defendem a restauração florestal como uma atividade capaz de aliar conservação à viabilidade econômica. Além disso, a estabilidade funcional observada reforça o papel dessas áreas como soluções baseadas na natureza, ou infraestruturas verdes urbanas multifuncionais (Artmann et al, 2017), fundamentais para a resiliência das cidades frente às mudanças climáticas

Este estudo reforça o poder da restauração florestal ou de uma floresta plantada oferecendo inúmeros serviços ecológicos, mas também econômicos, a partir de manejos sustentáveis baseados na multifuncionalidade e diversidade. Podem atender a demanda global por produtos florestais, sejam eles madeireiros e não madeireiros e requer mais estudos como este, e outros que investiguem, a longo prazo, os efeitos das diferentes abordagens, modelos e manejos na restauração florestal.

A implementação de florestas plantadas em contextos urbanos transcende a mera recuperação da cobertura vegetal, assumindo um papel estratégico como infraestrutura verde multifuncional. Em áreas densamente ocupadas, a capacidade de um reflorestamento em prover simultaneamente serviços reguladores — como o controle microclimático e a manutenção de ciclos hidrológicos — e serviços de provisão, por meio de espécies com potencial bioeconômico, é fundamental para a resiliência urbana. Os dados que demonstram a presença de espécies aptas à silvicultura de nativas e usos múltiplos reforçam que a conservação da biodiversidade urbana pode estar aliada a modelos de gestão que geram valor econômico e social, reduzindo a pressão sobre remanescentes naturais distantes.

Ademais, a riqueza de espécies e a complexidade das síndromes de dispersão observadas indicam que tais florestas funcionam como "trampolins ecológicos" (*stepping stones*) na paisagem urbana. Essa conectividade é vital para a manutenção do fluxo gênico entre fragmentos isolados pela urbanização. Portanto, a multifuncionalidade verificada neste estudo valida a premissa de que o manejo baseado na diversidade não apenas atende aos resultados esperados de restauração, mas também potencializa a oferta de serviços ecossistêmicos essenciais para o bem-estar humano e a integridade biológica das cidades.

## **5. Conclusões**

Conclui-se que o reflorestamento urbano analisado apresenta um desenvolvimento estrutural e funcional condizente com os resultados esperados para plantios de alta diversidade em escala local. A convergência dos arranjos e a estabilidade das interações fauna-flora ratificam a eficácia do modelo adotado.

Para além das funções ecológicas intrínsecas, a área destacou-se por sua multifuncionalidade em ambiente urbano, integrando resiliência ecossistêmica ao potencial de uso bioeconômico sustentável. Essa configuração não apenas cumpre os objetivos de restauração, mas estabelece a área como uma base de dados sólida e consistente para a fundamentação de pesquisas sobre serviços ecossistêmicos e manejo florestal em cenários urbanos.

Tabela I.01. Número total de indivíduos amostrados, ausentes e com altura maior que 1,3m (n=483), sendo destes últimos a altura média, DAP médio e área basal, ocorrentes nas parcelas do reflorestamento urbano do Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo - SP.

Parcela	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Nº total indivíduos amostrados	50	50	51	50	50	50	50	50	51	50	51	50	50	52	50	755
Indivíduo Ausente	0	1	1	1	3	3	6	6	1	2	7	3	4	2	4	44
Nº total indivíduos (altura>1,3m)	37	40	36	32	24	23	21	25	34	43	35	31	38	34	30	483
Altura média ± desvio padrão (m)	7,79 ±0,79	4,6 ±0,41	4,44 ±0,37	5,25 ±0,41	3,33 ±0,44	4,26 ±0,36	3,34 ±0,52	5,3 ±0,58	4,62 ±0,52	6,62 ±0,49	7,70 ±0,83	7,02 ±0,89	7,49 ±0,45	7,26 ±0,76	7,17 ±0,80	
DAP médio ± desvio padrão (cm)	12,20 ±1,54	6,42 ±0,88	8,13 ±1,26	8,30 ±1,17	7,86 ±2,20	7,21 ±1,29	3,99 ±1,13	7,10 ±1,19	8,27 ±1,99	6,35 ±0,77	10,82 ±1,53	11,54 ±2,01	7,81 ±0,90	10,05 ±1,31	10,16 ±1,89	
Área Basal (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	45,3	14,9	22,9	18,7	21,7	10,6	4,57	11,1	35,5	14,7	36,1	41,3	18,1	28,1	32,5	23,74

Tabela I.02. Lista de espécies arbóreas encontradas no levantamento realizado entre março e fevereiro de 2023, na área em restauração ecológica do Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo - SP.

<b>Família</b>	<b>Nome científico</b>	<b>Nome Popular</b>
Lamiaceae	<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	Tamanqueiro
Fabaceae	<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Farinha-seca
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl	Tapiá
Verbenaceae	<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Juss.	Lixeira
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico-branco
Malvaceae	<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	Pau-jangada
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Guaritá
Anacardiaceae	<i>Astronium urundeuva</i> (M.Allemão) Engl	Aroeira-preta
Fabaceae	<i>Bauhinia forficata</i> Link	Unha-de-vaca
Fabaceae	<i>Bauhinia longifolia</i> (Bong.) Steud	Pata-de-vaca
Calophyllaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess	Guanandi
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	Jequitibá-branco
Lecythidaceae	<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	Jequitibá-rosa
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw	Guaçatonga
Fabaceae	<i>Cassia ferruginea</i> (Schrad.) Schrad. ex DC	Cassia-ferruginea
Fabaceae	<i>Cassia leptophylla</i> Vogel.	Falso-barbatimão
Urticaceae	<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	Embaúba-vermelha
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba-branca
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell	Cedro-rosa
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L	Cedro-do-brejo
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	Paineira-rosa
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	Guatambú-de-sapo
Verbenaceae	<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham	Pau-viola
Rhamnaceae	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	Sobrasil
Cordiaceae	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell	Claraiba

Cordiaceae	<i>Cordia superba Cham</i>	Babosa-branca
Cordiaceae	<i>Cordia trichotoma (Vell.) Arráb. ex Steud</i>	Louro-pardo
Rubiaceae	<i>Coutarea hexandra (Jacq.) K.Schum</i>	Quina
Euphorbiaceae	<i>Croton floribundus Spreng</i>	Capixingui
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana Baill</i>	Sangra-d'água
Araliaceae	<i>Dendropanax cuneatus (DC.) Decne. &amp; Planch</i>	Maria-mole
Fabaceae	<i>Erythrina crista-galli L</i>	Crista-de-galo
Fabaceae	<i>Erythrina speciosa Andrews</i>	Mulungu-do-litoral
Fabaceae	<i>Erythrina verna Vell</i>	Mulungu
Rutaceae	<i>Esenbeckia febrifuga (A.St.-Hil.) A. Juss. ex Mart</i>	Guarantã
Rutaceae	<i>Esenbeckia leiocarpa Engl</i>	Crumarim
Myrtaceae	<i>Eugenia involucrata</i>	Cereja-do-rio-grande
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora L</i>	Pitanga
Arecaceae	<i>Euterpe edulis Mart</i>	Palmito-juçara
Moraceae	<i>Ficus guaranitica Chodat</i>	Figueira-branca
Moraceae	<i>Ficus sp</i>	Gameleira
Phytolaccaceae	<i>Gallesia integrifolia (Spreng.) Harms</i>	Pau-d'alho
Rubiaceae	<i>Genipa americana L</i>	Jenipapo
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia Lam</i>	Mutambo
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysotrichus (Mart. ex DC.) Mattos</i>	Ipê-amarelo-cascudo
Bignoniaceae	<i>Handroanthus heptaphyllus (Vell.) Mattos</i>	Ipê-roxo-sete-folhas
Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos</i>	Ipê-roxo-de-bola
Bignoniaceae	<i>Handroanthus umbellatus (Sond.) Mattos</i>	Ipê-amarelo-do-brejo
Bignoniaceae	<i>Handroanthus vellosi (Toledo) Mattos</i>	Ipê-amarelo-liso
Malvaceae	<i>Heliocarpus popayanensis Kunth</i>	Algodoeiro
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril L</i>	Jatobá
Fabaceae	<i>Inga laurina (Sw.) Willd</i>	Ingá-mirim
Fabaceae	<i>Inga vera Willd</i>	Ingá-do-brejo

Solanaceae	<i>Iochroma arborescens</i> (L.) J.M.H. Shaw	Fruto-de-sabiá
Bignoniaceae	<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	Jacarandá-branco
Bignoniaceae	<i>Jacaranda micranta</i> Cham.	Caroba
Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	Dedaleiro
Anacardiaceae	<i>Lithrea molleoides</i> (Vell.) Engl.	Aroeira-brava
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Açoita-cavalo-miúdo
Malvaceae	<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	Açoita-cavalo-graúdo
Fabaceae	<i>Machaerium nycitans</i> (Vell.) Benth.	Bico-de-pato
Fabaceae	<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	Sapuvá
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	Taiúva
Fabaceae	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	Espinho-de-maricá
Asteraceae	<i>Moquiniastrium polymorphum</i> (Less.) G. Sancho	Candeia
Primulaceae	<i>Myrsine gardneriana</i> A.DC.	Capororoca-vermelha
Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	Capororoca-branca
Lauracea	<i>Ocotea</i> sp	Canelão
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Guarucaia
Fabaceae	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Canafístula
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i> L	Cebolão
Fabaceae	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	Pau-jacaré
Melastomataceae	<i>Pleroma raddianum</i> (DC.) Gardner	Manacá-da-serra
Fabaceae	<i>Poecilanthe parviflora</i> Benth.	Lapacho
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Almecegueira
Rhamnaceae	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	Saguaraji-amarelo
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolia</i> var. <i>acutifolia</i> Engl.	Aroeira-pimenteira
Fabaceae	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	Guapuruvu
Fabaceae	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	Monjoleiro
Fabaceae	<i>Senna alata</i> (L.) Roxb.	Mata-pasto
Fabaceae	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin & Barneby	Pau-cigarra

Fabaceae	<i>Senna pendula</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.S. Irwin & Barneby	Aleluia
Solanaceae	<i>Solanum paniculatum</i> L.	Jurubeba
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jerivá
Bignoniaceae	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Ipê-branco
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana hystrix</i> Steud.	Leiteiro
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Peito-de-pomba
Lamiaceae	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Tarumã

---

Tabela I.03. Riqueza, número de indivíduos, Índice de Shannon (H) e de equabilidade (J) nas 15 parcelas, medidos em fevereiro e março de 2023, no Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo - SP.

Parcela	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Riqueza	22	21	28	24	23	22	13	16	29	24	31	20	24	23	20
Nº total indivíduos (altura>1,3m)	37	40	36	32	24	23	21	25	34	43	35	31	38	34	30
Índice de Shannon (H)	2,98	2,8	3,26	3,1	3,12	3,08	2,49	2,68	3,28	3	3,4	2,91	3,08	2,99	2,82
Índice de Equabilidade (J)	0,965	0,92	0,979	0,976	0,995	0,995	0,971	0,966	0,975	0,943	0,989	0,971	0,968	0,953	0,942

Tabela I.04. Análise fitossociológica e bioeconômica da floresta plantada, nas 15 parcelas, medidos em fevereiro e março de 2023, no Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo - SP.

Família	Nome científico	Nome Popular	Análise Fitossociológica									Análise bioeconômica	
Lamiaceae	<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	Tamanqueiro	105	1,74	53,33	1,67	0,21	3,62	1,21	1,95	0,97		
Fabaceae	<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Farinha-seca	71	1,17	46,67	1,46	0,23	2,87	0,96	1,40	0,70		
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl	Tapiá	15	0,25	6,67	0,21	0,15	0,61	0,20	0,40	0,20		
Verbenaceae	<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Juss.	Lixeira	31	0,51	26,67	0,84	0,30	1,65	0,55	0,82	0,41		
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico-branco	31	0,51	20,00	0,63	1,62	2,76	0,92	2,13	1,07	x	
Malvaceae	<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	Pau-jangada	47	0,78	26,67	0,84	0,49	2,10	0,70	1,27	0,63		
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Guaritá	6	0,10	6,67	0,21	0,00	0,31	0,10	0,10	0,05		x
Anacardiaceae	<i>Astronium urundeuva</i> (M.Allemão) Engl	Aroeira-preta	29	0,48	26,67	0,84	0,06	1,37	0,46	0,54	0,27		x
Fabaceae	<i>Bauhinia forficata</i> Link	Unha-de-vaca	61	1,01	46,67	1,46	0,15	2,62	0,87	1,16	0,58		
Fabaceae	<i>Bauhinia longifolia</i> (Bong.) Steud	Pata-de-vaca	61	1,01	40,00	1,25	0,67	2,93	0,98	1,68	0,84		
Calophyllaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess	Guanandi	17	0,28	13,33	0,42	0,18	0,87	0,29	0,46	0,23		x
Lecythidaceae	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	Jequitibá-branco	190	3,14	66,67	2,09	0,84	6,06	2,02	3,98	1,99		
Lecythidaceae	<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	Jequitibá-rosa	60	0,99	40,00	1,25	0,19	2,43	0,81	1,18	0,59		x
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw	Guaçatonga	63	1,04	33,33	1,04	0,98	3,06	1,02	2,02	1,01		
Fabaceae	<i>Cassia ferruginea</i> (Schrad.) Schrad. ex DC	Cassia-ferruginea	32	0,53	26,67	0,84	0,04	1,40	0,47	0,57	0,28		
Fabaceae	<i>Cassia leptophylla</i> Vogel.	Falso-barbatimão	19	0,31	13,33	0,42	0,00	0,73	0,24	0,32	0,16		
Urticaceae	<i>Cecropia glaziovii</i> Sneathl.	Embaúba-vermelha	25	0,41	20,00	0,63	0,08	1,12	0,37	0,49	0,25		
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba-branca	1	0,02	6,67	0,21	0,19	0,42	0,14	0,21	0,10		
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell	Cedro-rosa	26	0,43	20,00	0,63	0,02	1,07	0,36	0,45	0,22	x	x
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L	Cedro-do-brejo	39	0,64	26,67	0,84	0,08	1,56	0,52	0,72	0,36		
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	Paineira-rosa	139	2,30	60,00	1,88	1,19	5,37	1,79	3,49	1,75		
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	Guatambú-de-sapo	7	0,12	6,67	0,21	0,00	0,32	0,11	0,12	0,06		
Verbenaceae	<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham	Pau-viola	164	2,71	60,00	1,88	5,81	10,40	3,47	8,52	4,26		
Rhamnaceae	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	Sobrasil	107	1,77	46,67	1,46	0,31	3,54	1,18	2,08	1,04		
Cordiaceae	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell	Claraíba	5	0,08	6,67	0,21	0,15	0,44	0,15	0,23	0,12		
Cordiaceae	<i>Cordia superba</i> Cham	Babosa-branca	22	0,36	20,00	0,63	0,05	1,04	0,35	0,41	0,21		
Cordiaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud	Louro-pardo	7	0,12	13,33	0,42	0,07	0,60	0,20	0,19	0,09		x
Rubiaceae	<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K.Schum	Quina	36	0,59	26,67	0,84	0,03	1,46	0,49	0,62	0,31		
Euphorbiaceae	<i>Croton floribundus</i> Spreng	Capixingui	143	2,36	66,67	2,09	10,14	14,59	4,86	12,50	6,25		
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i> Baill	Sangra-d'água	106	1,75	66,67	2,09	1,59	5,43	1,81	3,34	1,67		
Araliaceae	<i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch	Maria-mole	18	0,30	20,00	0,63	1,12	2,05	0,68	1,42	0,71		

Cont. tab 04.:

Família	Nome científico	Nome Popular	Análise Fitossociológica									Análise bioeconômica	
Fabaceae	<i>Erythrina crista-galli</i> L.	Crista-de-galo	81	1,34	40,00	1,25	0,13	2,72	0,91	1,47	0,73		
Fabaceae	<i>Erythrina speciosa</i> Andrews	Mulungu-do-litoral	11	0,18	6,67	0,21	0,04	0,43	0,14	0,22	0,11		
Fabaceae	<i>Erythrina verna</i> Vell.	Mulungu	21	0,35	13,33	0,42	0,02	0,78	0,26	0,36	0,18		
Rutaceae	<i>Esenbeckia febrifuga</i> (A.St.-Hil.) A. Juss. ex Mez	Guarantã	124	2,05	60,00	1,88	0,77	4,70	1,57	2,82	1,41		
Rutaceae	<i>Esenbeckia leiocarpa</i> Engl.	Crumarim	31	0,51	26,67	0,84	0,02	1,36	0,45	0,53	0,26		
Myrtaceae	<i>Eugenia involucrata</i>	Cereja-do-rio-grande	11	0,18	13,33	0,42	0,00	0,60	0,20	0,18	0,09		
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	67	1,11	53,33	1,67	0,01	2,79	0,93	1,12	0,56		
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Palmito-juçara	41	0,68	26,67	0,84	0,01	1,52	0,51	0,69	0,34	x	
Moraceae	<i>Ficus guaranitica</i> Chodat	Figueira-branca	77	1,27	40,00	1,25	0,24	2,77	0,92	1,52	0,76		
Moraceae	<i>Ficus sp</i>	Gameleira	34	0,56	33,33	1,04	0,25	1,85	0,62	0,81	0,41		
Phytolaccaceae	<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	Pau-d'alho	128	2,12	53,33	1,67	0,07	3,85	1,28	2,18	1,09		
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	75	1,24	53,33	1,67	0,07	2,98	0,99	1,31	0,66		
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Mutambo	135	2,23	66,67	2,09	5,26	9,58	3,19	7,49	3,74		
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-amarelo-cascudo	190	3,14	66,67	2,09	0,16	5,39	1,80	3,30	1,65		
Bignoniaceae	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Ipê-roxo-sete-folhas	122	2,02	60,00	1,88	0,32	4,22	1,41	2,34	1,17		
Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-roxo-de-bola	183	3,02	66,67	2,09	0,56	5,67	1,89	3,58	1,79		
Bignoniaceae	<i>Handroanthus umbellatus</i> (Sond.) Mattos	Ipê-amarelo-do-brejo	92	1,52	53,33	1,67	0,13	3,32	1,11	1,65	0,82		
Bignoniaceae	<i>Handroanthus vellosi</i> (Toledo) Mattos	Ipê-amarelo-liso	14	0,23	13,33	0,42	0,00	0,65	0,22	0,23	0,12		
Malvaceae	<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth	Algodoeiro	129	2,13	53,33	1,67	3,06	6,86	2,29	5,19	2,60		
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá	76	1,26	46,67	1,46	0,23	2,95	0,98	1,49	0,74	x	x
Fabaceae	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Ingá-mirim	37	0,61	33,33	1,04	5,08	6,74	2,25	5,69	2,85		
Fabaceae	<i>Inga vera</i> Willd.	Ingá-do-brejo	43	0,71	26,67	0,84	7,01	8,55	2,85	7,72	3,86		
Solanaceae	<i>Lochroma arborescens</i> (L.) J.M.H. Shaw	Fruto-de-sabiá	66	1,09	46,67	1,46	0,46	3,02	1,01	1,56	0,78		
Bignoniaceae	<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	Jacarandá-branco	62	1,02	40,00	1,25	0,09	2,37	0,79	1,11	0,56		
Bignoniaceae	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	Caroba	4	0,07	6,67	0,21	0,01	0,29	0,10	0,08	0,04		
Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	Dedaleiro	93	1,54	53,33	1,67	1,57	4,78	1,59	3,11	1,55		
Anacardiaceae	<i>Lithrea molleoides</i> (Vell.) Engl.	Aroeira-brava	79	1,31	26,67	0,84	0,52	2,66	0,89	1,83	0,91		
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Açoita-cavalo-miúdo	26	0,43	20,00	0,63	0,67	1,72	0,57	1,10	0,55		
Malvaceae	<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	Açoita-cavalo-graúdo	13	0,21	6,67	0,21	0,31	0,74	0,25	0,53	0,26		
Fabaceae	<i>Machaerium nyctitans</i> (Vell.) Benth.	Bico-de-pato	32	0,53	20,00	0,63	1,03	2,18	0,73	1,55	0,78		
Fabaceae	<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	Sapuvá	38	0,63	20,00	0,63	0,08	1,33	0,44	0,71	0,35		

Cont Tab 04:

Família	Nome científico	Nome Popular	Análise Fitossociológica										Análise bioeconômica	
			DeAbs	DeR	FrAbs	FrR	DoR	IVI	VI(%)	IVC	VC(%)	EA	PSN	
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Taiúva	35	0,58	20,00	0,63	0,52	1,72	0,57	1,09	0,55			
Fabaceae	<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	Espinho-de-maricá	113	1,87	53,33	1,67	10,60	14,14	4,71	12,47	6,23			
Asteraceae	<i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sanch	Candeia	118	1,95	53,33	1,67	11,08	14,70	4,90	13,03	6,51			
Primulaceae	<i>Myrsine gardneriana</i> A.DC.	Capororoca-vermelha	15	0,25	13,33	0,42	0,08	0,75	0,25	0,33	0,17			
Primulaceae	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	Capororoca-branca	57	0,94	40,00	1,25	1,40	3,60	1,20	2,34	1,17			
Lauracea	<i>Ocotea sp</i>	Canelão	5	0,08	6,67	0,21	0,00	0,29	0,10	0,08	0,04			
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Berth.) Brenan	Guarucuia	81	1,34	60,00	1,88	1,78	5,00	1,67	3,12	1,56	x		
Fabaceae	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Canafistula	253	4,18	73,33	2,30	0,38	6,86	2,29	4,56	2,28	x	x	
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i> L.	Cebolão	36	0,59	26,67	0,84	0,02	1,45	0,48	0,62	0,31			
Fabaceae	<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F. Macbr.	Pau-jacaré	25	0,41	20,00	0,63	1,05	2,09	0,70	1,46	0,73	x		
Melastomataceae	<i>Pleroma raddianum</i> (DC.) Gardner	Manacá-da-serra	9	0,15	6,67	0,21	0,01	0,37	0,12	0,16	0,08			
Fabaceae	<i>Poecilanthe parviflora</i> Benth.	Lapacho	14	0,23	6,67	0,21	0,00	0,44	0,15	0,23	0,12			
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Almecegueira	19	0,31	13,33	0,42	0,11	0,85	0,28	0,43	0,21			
Rhamnaceae	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek	Saguaraji-amarelo	70	1,16	53,33	1,67	0,19	3,02	1,01	1,35	0,67			
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolia</i> var. <i>acutifolia</i> Engl.	Aroeira-pimenteira	185	3,06	66,67	2,09	3,52	8,66	2,89	6,58	3,29	x		
Fabaceae	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	Guapuruvu	69	1,14	53,33	1,67	4,11	6,92	2,31	5,25	2,62	x	x	
Fabaceae	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	Monjoleiro	45	0,74	33,33	1,04	0,34	2,12	0,71	1,08	0,54			
Fabaceae	<i>Senna alata</i> (L.) Roxb.	Mata-pasto	105	1,74	46,67	1,46	0,00	3,20	1,07	1,74	0,87			
Fabaceae	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Bameby	Pau-cigarra	122	2,02	53,33	1,67	4,57	8,25	2,75	6,58	3,29			
Fabaceae	<i>Senna pendula</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) H.S. Irw	Aleluia	112	1,85	73,33	2,30	0,23	4,37	1,46	2,08	1,04			
Solanaceae	<i>Solanum paniculatum</i> L.	Jurubeba	33	0,55	26,67	0,84	0,00	1,38	0,46	0,55	0,27			
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jerivá	80	1,32	46,67	1,46	2,73	5,51	1,84	4,05	2,03			
Bignoniaceae	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Ipê-branco	41	0,68	26,67	0,84	0,13	1,64	0,55	0,81	0,40			
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana hystrix</i> Steud.	Leiteiro	111	1,83	60,00	1,88	0,16	3,88	1,29	2,00	1,00			
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Peito-de-pomba	24	0,40	20,00	0,63	1,49	2,52	0,84	1,89	0,95			
Lamiaceae	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	Tarumá	42	0,69	40,00	1,25	0,38	2,32	0,77	1,07	0,54			

DeAbs: densidade absoluta; DeR: densidade relativa; FrAbs: Frequencia absoluta; FrR: frequencia relativa; DoR: dominância relativa; IVI: índice de valor de importância; VI(%) valor de importância; IVC; índice de valor de cobertura, VC(%) valor de cobertura, EA: economicamente atrativa (Santos et al 2023); PSN: apropriada para silvicultura de nativas (Rolim et al 2020).

Tabela I.05. Espécies identificadas ao menos em nível de gênero, número total de indivíduos amostrados, suas síndromes de polinização (PO) e síndromes de dispersão (DI) e respectivas referências bibliográficas. d.i.p.: diversos insetos pequenos.

Nome científico	Nome popular	Indivíduos amostrados (n°)	Síndrome de polinização (PO)	Ref.bibliográfica PO	Síndrome de dispersão (DI)	Ref. bibliográfica DI
<i>Aegiphila integrifolia</i>	Tamanqueiro	13	Melitofilia	Yamamoto, 2007	Zoocoria	Yamamoto, 2007
<i>Albizia niopoides</i>	Farinha-seca	9	Entomofilia	Carvalho, 2008	Autocoria, barocoria	Carvalho, 2008
<i>Alchornea glandulosa</i>	Tapiá	1	Anemofilia, entomofilia	Carvalho, 2006	Ornitocoria	Galetti et al., 2011
<i>Aloysia virgata</i>	Lixeira	4	Entomofilia	Yamamoto, 2007	Anemocoria	Ramos & Sartori, 2013
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Angico-branco	2	Zoofilia, melitofilia	Araujo, 2001	Autocoria	Almeida et al., 2013
<i>Apeiba tibourbou</i>	Pau-jangada	4			Zoocoria	Oliveira et al., 2011
<i>Astronium urundeuva</i>	Aroeira-preta	3			Autocoria	Viani et al., 2015
<i>Bauhinia forficata</i>	Unha-de-vaca	3	Entomofilia	Yamamoto, 2007	Autocoria	Viani et al., 2015
<i>Bauhinia longifolia</i>	Pata-de-vaca	8	Quiropterofilia	Yamamoto, 2007	Autocoria	Coelho et al., 2016
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Guanandi	2	Entomofilia	Carvalho, 2006	Zoocoria	Almeida et al., 2013
<i>Cariniana estrellensis</i>	Jequitibá-branco	18	Entomofilia	Kinoshita et al, 2006	Anemocoria	Coelho et al., 2016
<i>Cariniana legalis</i>	Jequitibá-rosa	4	Entomofilia	Carvalho, 2006	Anemocoria	

Nome científico	Nome popular	Indivíduos amostrados (n°)	Síndrome de polinização (PO)	Ref.bibliográfica PO	Síndrome de dispersão (DI)	Ref. bibliográfica DI
<i>Casearia sylvestris</i>	Guaçatonga	5	Não especializado	Yamamoto, 2007	Ornitocoria	Almeida et al., 2013
<i>Cassia ferruginea</i>	Cassia-ferruginea	2	Entomofilia	Yamamoto, 2007	Autocoria	Freitas, 2013 <i>apud</i> Piña-Rodrigues et al., 2014
<i>Cecropia pachystachya</i>	Embaúba-branca	1	Entomofilia	Araujo, 2001	Zoocoria	Viani et al., 2015
<i>Cecropia</i> sp.	Embaúba-vermelha	3				
<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro-rosa	2	Entomofilia	Yamamoto, 2007	Anemocoria	Freitas, 2013 <i>apud</i> Piña-Rodrigues et al., 2014
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro-do-brejo	2	Esfingofilia, d.i.p.	Bawa et al., 1985 <i>apud</i> Carvalho, 2008 e Citron, 1990 <i>apud</i> Carvalho, 2008	Anemocoria	Almeida et al., 2013
<i>Ceiba speciosa</i>	Paineira-rosa	12	Entomofilia, ornitofilia	Almeida et al., 2013;	Anemocoria	Viani et al., 2015
<i>Citharexylum myrianthum</i>	Pau-viola	21	Entomofilia, ornitofilia	Carvalho, 2006	Ornitocoria	Galetti et al., 2011
<i>Colubrina glandulosa</i>	Sobrasil	7	Entomofilia	Carvalho, 2006	Zoocoria	Viani et al., 2015

Nome científico	Nome popular	Indivíduos amostrados (n°)	Síndrome de polinização (PO)	Ref.bibliográfica PO	Síndrome de dispersão (DI)	Ref. bibliográfica DI
<i>Cordia ecalyculata</i>	Claraíba	1			Ornitocoria	Barbosa et al., 2017; Freitas, 2013 <i>apud</i> Piña-Rodrigues et al., 2014
<i>Cordia superba</i>	Babosa-branca	3			Zoocoria	Barbosa et al., 2017
<i>Cordia trichotoma</i>	Louro-pardo	2	Entomofilia	Yamamoto, 2007	Anemocoria	Coelho et al., 2016
<i>Coutarea hexandra</i>	Quina	3	Entomofilia	Yamamoto, 2007	Anemocoria	Barbosa et al., 2017
<i>Croton floribundus</i>	Capixingui	15	Não especializado, entomofilia	Yamamoto, 2007, Morelato;Leitão-Filho, 1992	Autocoria	Coelho et al., 2016
<i>Croton urucurana</i>	Sangra-d'água	4	Entomofilia	Kinoshita et al., 2006	Zoocoria	Freitas, 2013 <i>apud</i> Piña-Rodrigues et al., 2014
<i>Dendropanax cuneatus</i>	Maria-mole	3	Entomofilia	Yamamoto, 2007	Zoocoria	Coelho et al., 2016
<i>Erythrina crista-galli</i>	Crista-de-galo	6	D.i.p., melitofilia, ornitofilia	Carvalho, 2006	Autocoria	Almeida et al., 2013
<i>Erythrina speciosa</i>	Mulungu-do-litoral	1	Ornitofilia	Buzato, 1995	Autocoria	Barbosa et al., 2017
<i>Erythrina verna</i>	Mulungu	1	Ornitofilia	Parrini & Raposos, 2008	Autocoria	Barbosa et al., 2017

Nome científico	Nome popular	Indivíduos amostrados (nº)	Síndrome de polinização (PO)	Ref.bibliográfica PO	Síndrome de dispersão (DI)	Ref. bibliográfica DI
<i>Esenbeckia febrifuga</i>	Crumarim	12			Autocoria	Coelho et al., 2016
<i>Esenbeckia leiocarpa</i>	Guarantã	2	Entomofilia	Morelato & Leitão-Filho, 1992	Zoocoria	Almeida et al., 2013
<i>Eugenia uniflora</i>	Pitanga	3	Melitofilia	Carvalho, 2008	Zoocoria	Gressler, 2006
<i>Euterpe edulis</i>	Palmito-juçara	1	Melitofilia	Dorneles et al., 2013	Ornitocoria	Galetti et al., 2011
<i>Ficus guaranítica</i>	Figueira-branca	5	Entomofilia	Yamamoto, 2007	Zoocoria	Freitas, 2013 <i>apud</i> Piña-Rodrigues et al., 2014
<i>Ficus</i> sp.	Gameleira	4				
<i>Gallesia integrifolia</i>	Pau-d´alho	5	Entomofilia	Carvalho, 2006	Anemocoria	Freitas, 2013 <i>apud</i> Piña-Rodrigues et al., 2014
<i>Genipa americana</i>	Jenipapo	5	Entomofilia	Carvalho, 2006	Barocoria, zoocoria	Crestana 1996
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Mutambo	13	Entomofilia	Kinoshita et al., 2006	Zoocoria	Coelho et al., 2016
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	Ipê-amarelo-cascudo	25	Entomofilia	Acra et al., 2012	Anemocoria	Freitas, 2013 <i>apud</i> Piña-Rodrigues et al., 2014
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Ipê-roxo-sete-folhas	12			Anemocoria	Paula et al., 1995

Nome científico	Nome popular	Indivíduos amostrados (n°)	Síndrome de polinização (PO)	Ref.bibliográfica PO	Síndrome de dispersão (DI)	Ref. bibliográfica DI
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Ipê-roxo-de-bola	14	Entomofilia, quiropterofilia, ornitofilia	Maia-Silva et al., 2012	Anemocoria	Freitas, 2013 <i>apud</i> Piña-Rodrigues et al., 2014
<i>Handroanthus umbellatus</i>	Ipê-amarelo-do-brejo	10			Anemocoria	Coelho et al., 2016
<i>Heliocarpus popayanensis</i>	Algodoeiro	4			Autocoria	Viani et al., 2015
<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobá	10	Quiropterofilia	Yamamoto, 2007	Zoocoria	Freitas, 2013 <i>apud</i> Piña-Rodrigues et al., 2014
<i>Inga laurina</i>	Ingá-mirim	5			Zoocoria	Barbosa et al., 2017
<i>Inga vera</i>	Ingá-do-brejo	6			Zoocoria	Ramos & Sartori, 2013
<i>Iochroma arborescens</i>	Fruto-de-sabiá	3				
<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	Jacarandá-branco	3			Anemocoria	Freitas, 2013 <i>apud</i> Piña-Rodrigues et al., 2014
<i>Jacaranda micranta</i>	Caroba	1	Entomofilia	Carvalho, 2006	Anemocoria	Freitas, 2013 <i>apud</i> Piña-Rodrigues et al., 2014
<i>Lafoensia pacari</i>	Dedaleiro	10	Quiropterofilia	Sazima & Sazima, 1975	Anemocoria	Almeida et al., 2013
<i>Lithrea molleoides</i>	Aroeira-brava	5	Entomofilia	Carvalho, 2006	Zoocoria	Coelho et al., 2016

Nome científico	Nome popular	Indivíduos amostrados (n°)	Síndrome de polinização (PO)	Ref.bibliográfica PO	Síndrome de dispersão (DI)	Ref. bibliográfica DI
<i>Luehea divaricata</i>	Açoita-cavalo-miúdo	3			Anemocoria	Coelho et al., 2016
<i>Luehea grandiflora</i>	Açoita-cavalo-graúdo	1	Entomofilia	Yamamoto, 2007	Anemocoria	Coelho et al., 2016
<i>Machaerium nyctitans</i>	Bico-de-pato	3	Entomofilia	Yamamoto, 2007	Anemocoria	Coelho et al., 2016
<i>Machaerium stipitatum</i>	Sapuvá	4	Entomofilia	Yamamoto, 2007	Anemocoria	Coelho et al., 2016
<i>Maclura tinctoria</i>	Taiúva	3	Anemofilia, entomofilia	Yamamoto, 2007	Ornitocoria	Almeida et al., 2013
<i>Mimosa bimucronata</i>	Espinho-de-maricá	8	Entomofilia	Carvalho, 2006	Autocoria	Freitas, 2013 <i>apud</i> Piña-Rodrigues et al., 2014
<i>Moquiniastrum polymorphum</i>	Candeia	15			Anemocoria	Barbosa et al., 2017
<i>Myrsine gardneriana</i>	Capororoca-vermelha	2			Zoocoria	Barbosa et al., 2017
<i>Myrsine guianensis</i>	Capororoca-branca	9			Zoocoria	Oliveira et al., 2011
<i>Parapiptadenia rigida</i>	Guarucaia	10	Entomofilia	Cavalheiro & Ameixeiro, 1992 <i>apud</i> Carvalho, 2008	Autocoria	Coelho et al., 2016

Nome científico	Nome popular	Indivíduos amostrados (n°)	Síndrome de polinização (PO)	Ref.bibliográfica PO	Síndrome de dispersão (DI)	Ref. bibliográfica DI
<i>Peltophorum dubium</i>	Canafístula	18	Entomofilia	Yamamoto, 2007	Autocoria	Viani et al., 2015
<i>Phytolacca dioica</i>	Cebolão	1			Autocoria	Barbosa et al., 2017
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	Pau-jacaré	3	Entomofilia	Yamamoto, 2007	Autocoria	Coelho et al., 2016
<i>Pleroma raddianum</i>	Manacá-da-serra	1			Autocoria	Barbosa et al., 2017
<i>Protium heptaphyllum</i>	Almecegueira	1	Entomofilia	Carvalho, 2006	Zoocoria	Coelho et al., 2016
<i>Rhamnidium elaeocarpum</i>	Saguaraji-amarelo	5			Zoocoria	Galetti et al., 2011
<i>Schinus terebinthifolius</i>	Aroeira-pimenteira	19	Entomofilia	Carvalho, 2006	Zoocoria	Viani et al., 2015
<i>Schizolobium parahyba</i>	Guapuruvu	9	Entomofilia	Yamamoto, 2007	Autocoria	Barbosa et al., 2017
<i>Senegalia polyphylla</i>	Monjoleiro	5			Autocoria	Barbosa et al., 2017
<i>Senna multijuga</i>	Pau-cigarra	8	Entomofilia	Yamamoto, 2007	Zoocoria	Barbosa et al., 2017
<i>Senna pendula</i>	Aleluia	4				
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Jerivá	10	Cantorofilia, melitofilia	Yamamoto, 2007	Zoocoria	Yamamoto, 2007
<i>Tabebuia roseoalba</i>	Ipê-branco	5			Anemocoria	Ramos & Sartori, 2013
<i>Tabernaemontana hystrix</i>	Leiteiro	4			Zoocoria	Barbosa et al., 2017

<b>Nome científico</b>	<b>Nome popular</b>	<b>Indivíduos amostrados (n°)</b>	<b>Síndrome de polinização (PO)</b>	<b>Ref.bibliográfica PO</b>	<b>Síndrome de dispersão (DI)</b>	<b>Ref. bibliográfica DI</b>
<i>Tapirira guianensis</i>	Peito-de-pomba	3	Entomofilia	Kinoshita et al, 2006	Zoocoria	Oliveira et al., 2011
<i>Vitex megapotamica</i>	Tarumã	5			Zoocoria	Barbosa et al., 2017

## Referências bibliográficas

ACRA, L. A.; CARVALHO S. M.; CERVI, A.C. Biologia da polinização e da reprodução de *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC) mattos (Bignoniaceae Juss.) **Estudos de Biologia**, v. 34, p. 45-49. 2012.

ALMEIDA, A.F. *et al.* **Plano de Manejo do Parque da biodiversidade**. Sorocaba: Prefeitura Municipal de Sorocaba-Secretaria de Meio Ambiente, 2013.

ANDREATTA, T. R. *et al.* Análise da arborização no contexto urbano de avenidas de Santa Maria, RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP, v.6, n.1, p. 36-50, 2011.

ARAÚJO, A. C. **Flora, fenologia de floração e polinização em capões do Pantanal Sul Mato Grossense**. Orientador: Marlies Sazima. 2001. 109 f. Dissertação de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. [s.n.] 2001.

ARTMANN, M.; BASTIAN, O.; GRUNEWALD, K. Using the concepts of green infrastructure and ecosystem services to specify Leitbilder for compact and green cities — The example of the landscape plan of Dresden (Germany). **Sustainability**, Basel, v. 9, n. 2, p. 198, fev. 2017. DOI: 10.3390/su9020198

BARBOSA, K. C. **Avaliação do desenvolvimento inicial e do potencial de regeneração natural de um plantio com alta diversidade no Parque Estadual do Ipiranga, São Paulo (SP)**. Tese (Doutorado) - Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 107p. 2018.

BARBOSA, K. C *et al.* Potencial de regeneração natural de um plantio compensatório realizado em unidade de conservação urbana sob forte pressão antrópica. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 786-807, abr./jun. 2021.

BARBOSA, L. M.; POTOMATI, A.; PECCININI, A. A. **O PEFI: histórico e legislação**. In: **BICUDO, D. C.; FORTI, M. A.; BICUDO, C. E. M. (orgs.). Parque Estadual das Fontes do Ipiranga: unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, p.16-28. 2002.

BARBOSA, L. M. (Org.). **Lista de espécies indicadas para restauração ecológica para diversas regiões do estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2017. 344 p. Disponível em: <https://repositorio.cetesb.sp.gov.br/handle/123456789/3099>. Acesso em: 8 maio 2025.

BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Áreas verdes urbanas, um estudo de revisão e proposta conceitual. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba, v. 6, n. 3, p.172-188, 2011.

BARROS, F. *et al.* **A flora fanerogâmica do PEFI: composição, afinidades e conservação**. In: **Bicudo, D.C., Forti, M.C., Bicudo, C.E.M. (orgs.). Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo**. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, p. 93-110. 2002.

BRANCALION, P. H. S. *et al.* **Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração**. In: **Martins SV, editor. Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa: Editora UFV; 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Serviços ecossistêmicos. Brasília, DF: MMA, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/conservacao-1/servicos-ecossistemicos>. Acesso em: 8 maio 2025.

BRASIL. Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 14 jan. 2021.

BENAYAS, J. M. R. *et al.* Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: a meta-analysis. **Science**, v. 325, n. 5944, p.1121-4, 2009.

BOLUND, P.; HUNHAMMAR, S. Ecosystem services in urban areas. **Ecological Economics**, v.29, n.2, p.293–301, 1999.

BUZATO, S. **Estudo comparativo de flores polinizadas por beija-flores em três comunidades da Mata Atlântica no Sudeste do Brasil**. Diss. [s.n.], 1995.

CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T.; BRAGA, J. M. A. Composição e riqueza florística do componente arbóreo da Floresta Atlântica submontana na região de Imbaú, Município de Silva Jardim, RJ. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, p. 727-740. 2006.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, v. 1, 2, 3 e 4. 2008.

CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais). **Manual de Arborização**. Belo Horizonte. Cemig/Fundação Biodiversitas, 112 p. 2011.

COELHO, S.; CARDOSO-LEITE, E.; CASTELLO, A. C. D. Composição florística e caracterização sucessional como subsídio para conservação e manejo do PNMCBio, Sorocaba – SP. **Ciência Florestal**, v. 26, n.1, p. 331–344. 2016.

COLMANETTI M.A.A, BARBOSA L. M. Fitossociologia e estrutura do estrato arbóreo de um reflorestamento com espécies nativas em Mogi-Guaçu, SP, Brasil. *Hoehnea* [Internet]. 2013Sep;40(3):419–35. Disponível em< <https://doi.org/10.1590/S2236-89062013000300003>

CRESTANA, C. D. S. M. Dispersão de frutos/sementes de *Genipa americana* L.(Rubiaceae) em mata ciliar do rio Moji-Guaçu-SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 8, n. 2, p. 213-221. 1996.

CRUZ, D. C. A.; BEVILAQUA, L. C.; ARRUDA, G. O. S. F. Diagnóstico da arborização urbana da avenida Plínio Arlindo de Nês, município de Xaxim/SC. **Revista Unoesc & Ciência – ACET**, Joaçaba/SC, v. 3, n. 2, p. 147-156, 2012.

CRUZ, D. C. A.; BEVILAQUA, L. C.; ARRUDA, G. O. S. F. Diagnóstico da arborização urbana da avenida Plínio Arlindo de Nês, município de Xaxim/SC. **Revista Unoesc & Ciência – ACET**, Joaçaba/SC, v. 3, n. 2, p. 147-156, 2012.

DORNELES, L. L. *et al.* Biologia da polinização de *Euterpe edulis Martius* (Arecaceae) e associação com abelhas sociais (Apidae: Apini) em sistema agroflorestal na Ilha de Santa Catarina. Iheringia, **Série Botânica**, v. 68, n. 1, p. 47-57. 2013.

ECKE, S. *et al.* UAV-Based Forest Health Monitoring: A Systematic Review. **Remote Sens.**, 14, 3205. 2022.

ELMQVIST, T. *et al.* **Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities**. Dordrecht: Springer, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. EMBRAPA. Centro Natural de Pesquisa de Solos, Brasília. 1999.

FARIA, J. L. G.; MONTEIRO, E. A.; FISCH, S. T. V. Arborização de vias públicas do município de Jacareí–SP. **Revista da sociedade brasileira de arborização urbana**, v. 2, n. 4, p. 20-33. 2007.

FERNANDES, A. J.; REIS, L. A. M.; CARVALHO, A. **Caracterização do meio físico**. In: **D.C. BICUDO, M.C. FORTI & C.E.M. BICUDO (orgs.). Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, p. 50-74. 2002.

FLORA E FUNGA DO BRASIL. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 17 jul. 2023.

GALETTI, M.; PIZO, M. A.; MORELLATO, L. P. Diversity of functional traits of fleshy fruits in a species-rich Atlantic rain forest. **Biota Neotropica**, v. 11, p. 181-194, 2011.

GRESSLER, E.; PIZO, M. A.; MORELLATO, L. P. C. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 29, p. 509-530. 2006.

HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; P. D. RYAN. **PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis**. 2001.

HOWE, H.F.; SMALLWOOD, J. Ecology seed dispersal. **Ann Rev. Ecol. Syst.** v. 13 p. 201-228. 1982.

HOWE, H.F.; WESTLEY, L. C. Ecological relationships of plants and animals. [S.I.]: Oxford **University Press**, New York. 1988.

JANHÄLL, S. Review on urban vegetation and particle air pollution – Deposition and dispersion. **Atmospheric Environment**, v.105, p.130-7, 2015.

KINOSHITA, L. S. *et al.* Composição florística e síndromes de polinização e de dispersão da mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, p. 313-327. 2006.

KRAINOVIC, PM, BRANDÃO, DO, RESENDE, AF et al. Restrições atuais para conciliar restauração de florestas tropicais e bioeconomia. **Sustain Sci** 20 , 219–229 (2025). <https://doi.org/10.1007/s11625-024-01573-8>

MARTINS, E. R. **Para que serve a fitossociologia?** p. 252-254. In: **JARDIM, M. A. G; BASTOS, M. N. C.; SANTOS, J. U. M. (Orgs.). Desafios da botânica brasileira no novo milênio: inventário, sistematização e conservação da diversidade vegetal**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, EMBRAPA Amazônia Oriental. 2003.

MEYERSON, F. A. B.; MERINO, L.; DURAND, J. Migration and environment in the context of globalization. **Frontiers in Ecology and Environment**, v.5, n.4, p.182-90, 2007.

MOE, K. *et al.* Comparing Individual Tree Height Information Derived from Field Surveys, LiDAR and UAV-DAP for High-Value Timber Species in Northern Japan. **Forests**, v. 11, p. 223. 2020.

MORELLATO, L. P. C.; LEITÃO FILHO, H. F.. **Padrões de frutificação e dispersão na serra do japi. Historia natural da serra do japi: ecologia e preservação de uma área floresta no sudeste do Brasil.** Campinas, SP. Editora da Unicamp-Fapesp, p. 111-140. 1992.

NASTRI, V. D.F. *et al.* Estudos fitossociológicos em uma área do Instituto de Botânica de São Paulo utilizados em programa de educação ambiental. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 219–225, 1992. Disponível em: <https://rif.emnuvens.com.br/revista/article/view/307>. Acesso em: 20 jul. 2023.

NEGRINI, M. *et al.* Heterogeneidade florístico-estrutural do componente arbóreo em um sistema de fragmentos florestais no Planalto Sul catarinense. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.38, n.5, p.779-786, 2014.

OGATA, H.; GOMES, E. P. C. Estrutura e composição da vegetação no Parque CEMUCAM, Cotia, SP. **Hoehnea**, São Paulo, SP. v. 33, n. 3, p. 371-384. 2006.

OLIVEIRA, C. H. **Planejamento ambiental na cidade de São Carlos/SP com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnóstico e propostas.** Dissertação de Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil. 1996.

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

ORTIZ, P. R. T. **Monitoramento de um reflorestamento com alta diversidade de espécies nativas, sob três condições de adensamento de mudas, no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo/SP.** 62 f. Dissertação ( Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica de São Paulo, São Paulo, 2017.

PARRINI, R.; RAPOSO, M. A. Associação entre aves e flores de duas espécies de árvores do gênero *Erythrina* (Fabaceae) na Mata Atlântica do sudeste do Brasil. **Iheringia**. Série Zoologia, v. 98, n. 1, p. 123-128. Porto Alegre, RS. 2008.

PAULA, J. E. D.; CONCEIÇÃO, C. D. A.; MACÊDO, M. Contribuição para o conhecimento do Pantanal Passo da Lontra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF. v. 30, n. 5, p. 583 – 594. maio 1995.

PENA, J. C. *et al.* Street trees reduce the negative effects of urbanization on birds. **Urban Ecology – PloSone**, San Francisco, v. 12, n. 3, 2017.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. *et al.* **Remanescentes florestais: identificação de áreas de alto valor para a conservação da diversidade vegetal no Município de Sorocaba.** In: SMITH, W. S.; JUNIOR, V. D. M.; CARVALHO, J. L. (ORGS.). **Biodiversidade do Município de Sorocaba.** Prefeitura Municipal de Sorocaba, Secretaria do Meio Ambiente: Sorocaba – SP. Capítulo 3: p. 37 – 63. 2014.

PIVETTA, K. F. L.; SILVA FILHO, D. F. da. **Boletim Acadêmico. Série Arborização Urbana.** Jaboticabal, SP. Unesp/FCAV/FUNEP, 69 p. 2002.

POGGIANI, F.; OLIVEIRA, R. E. D.; CUNHA, G. C. D. **Práticas de ecologia florestal.** Documentos florestais. Piracicaba, SP. v. 16, p. 1-44. 1996.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). Generation Restoration Cities. Década da Restauração de Ecossistemas da ONU, 2021. Disponível em: <https://www.decadeonrestoration.org/pt-br/node/5687>. Acesso em: 8 maio 2025.

PRADO JÚNIOR, J. A. D. *et al.* Fitossociologia, caracterização sucessional e síndromes de dispersão da comunidade arbórea de remanescente urbano de Floresta Estacional Semidecidual em Monte Carmelo, Minas Gerais. **Rodriguésia**, v.63, n. 3, p. 489-499. 2012.

RAMOS, W. M.; SARTORI, A. L. B. Floristic analysis and dispersal syndromes of woody species of the Serra de Maracaju, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.73, p. 67-78. 2013.

RARES, C. S.; BRANDIMARTE, A. L. O desafio da conservação de ambientes aquáticos e manutenção de serviços ambientais em áreas verdes urbanas: o caso do Parque Estadual do Cantareira. **Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 111-128, 2014.

ROMANI, G. D. N. *et al.* Análise quali-quantitativa da arborização na praça XV de novembro em Ribeirão Preto-SP, Brasil. **Revista Árvore**, v. 36, p. 479-487. 2012.

ROSSI, H. R. D. S. *et al.* Análise de pólen em pelagem de morcegos *Phyllostomidae* (Chiroptera) no Parque Estadual Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil. **Hoehnea**, 47, e702019. 2020.

SALMOND, J. A. *et al.* Health and climate related ecosystem services provided by street trees in the urban environment. **Environmental Health**. 2016.

SANTOS, P. M.; FUNARI, F. L. **Clima local.** In: D.C. Bicudo, M.R. Forti & C.E.M. Bicudo (orgs.). **Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização.** Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, p. 27-46. 2002.

SANTOS, R. F. D. **Estudos sócio-econômico-ecológico e legislativo para caracterização, zoneamento e implantação do Plano de Manejo do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga e do seu programa de eco-desenvolvimento: diagnóstico.** vol. 1. Campinas, Laboratório de Planejamento Ambiental, LAPLA/Planejamento Engenharia Agrícola/PLANTEC. Campinas, SP. 2006.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. **Manual Técnico: Programa Agro Legal.** São Paulo: SIMA, 2020. Disponível em: [https://www.cati.sp.gov.br/portal/themes/unify/arquivos/produtos-e-servicos/MT%20Programa%20Agro%20legal%20web\\_compressed.pdf](https://www.cati.sp.gov.br/portal/themes/unify/arquivos/produtos-e-servicos/MT%20Programa%20Agro%20legal%20web_compressed.pdf). Acesso em: 8 maio 2025.

SAZIMA, M.; SAZIMA, I. Quiropterofilia em *Lafoensia pacari* St. Hil.(Lythraceae), na Serra do Cipó, Minas Gerais. **Ciência e Cultura**. 1975.

SCHARENBRUCH, B. C. **Urban Trees for Carbon Sequestration. Carbon Sequestration in Urban Ecosystems.** p.121–138. 2012.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Resolução SMA - 32, de 03-IV-2014. Estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração**

**ecológica no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas, São Paulo, SP.** Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, 05-IV-14. Seção I, p.36-37. 2014.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Resolução SMA – 08, de 31-I-2008. Fixa a orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas, São Paulo, SP.** Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, 01-II-08. Seção I, p.31. 2008.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Portaria CBRN – 01, de 17-I-2015. Estabelece o Protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica, considerando o disposto no § 2º do artigo 16 da Resolução SMA 32, de 3 de abril de 2014, São Paulo, SP.** Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, 17-I-15. Seção I, p.29. 2015.

SÉRGIO, M.; LUIS GUSTAVO, S.F.; et. al. (coord.) **Agro Legal – Orientações, Diretrizes e Critérios Aplicáveis à Recomposição da Vegetação Nativa**, São Paulo, Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. 2021 152p. Ilus. 210cm (Manual Técnico).

SETO, K. C.; FRAGKIAS, M.; GÜNERALP, B. A meta-analysis of global urban land expansion. **Plos One**, v.6, 2011.

SILVA, E. M. F. D. *et al.* **Um novo ecossistema: florestas urbanas construídas pelo Estado e pelos ativistas.** Estudos Avançados, 33, p. 81-102. 2019.

SILVA FILHO, D. F.; BORTOLETO, S. Uso de indicadores de diversidade na definição de plano de manejo da arborização viária de Águas de São Pedro – SP. **Revista Árvore**. v. 29, n. 6, p. 973-982. 2005.

SOUZA, M. et al. Regeneração natural em três áreas de restauração florestal no Mato Grosso do Sul, Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo**, v. 42, e202202088, 2022. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/2088>. Acesso em: 8 maio 2025.

TANUS, M. R. *et al.* Estrutura e composição de um trecho de mata atlântica no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil. **Hoehnea**. v. 39, p. 157-168. 2012.

TORRES, V. **Arborização urbana ou floresta urbana?** In: XIV Congresso de Ecologia do Brasil. Primeiro Congresso Online da SEB. 2021.

TORRES, H.; ALVES, H.; OLIVEIRA, M. A. São Paulo periurban dynamics: some social causes and environmental consequences. **Environment & Urbanization**, v.19, n.1, p. 207-23, 2007.

UNITED NATIONS, Department of Economic and Social Affairs, Population Division The World's Cities in 2018 – **Data Booklet (ST/ESA/SER.A/417)**, 2018.

VIANI, R. A. G. *et al.* Animal-dispersed pioneer trees enhance the early regeneration in Atlantic Forest restoration plantations. **Natureza & Conservação**, v. 13, n. 1, p. 41-46. 2015.

YAMAMOTO, L. F.; KINOSHITA, L. S.; MARTINS, F. R. Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, [S.L.], v. 21, n. 3, p. 553-573, set. 2007.

CAPÍTULO II. *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen: Ginseng brasileiro, potencial da sociobiodiversidade brasileira.

**Artigo publicado:** PRUDENTE, C. M.; RAMOS, C. S.; BARBOSA, L. M.; RODRIGUES, D. S.; OLIVEIRA JUNIOR, C. J. F. de. *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen: Ginseng brasileiro, potencial da sociobiodiversidade brasileira. REVISTA DELOS, [S. l.], v. 17, n. 53, p. e1347, 2024. DOI: 10.55905/rdelosv17.n53-022. Disponível em: <https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/1347>. Acesso em: 30 jan. 2025.

## RESUMO

“*Pfaffia glomerata*” (Spreng.) Pedersen, conhecida como “Ginseng brasileiro”, espécie nativa usada como planta medicinal, de interesse econômico, mas que possui lacunas de estudo para potencializar seu uso sustentável. O objetivo deste trabalho foi sistematizar informações sobre *P. glomerata* e o seu uso sustentável. Foram utilizadas plataformas científicas de busca, aplicando-se palavras-chave “*Pfaffia glomerata*” e ginseng brasileiro”, associadas a termos como botânica, ecologia, etnobotânica, fitoquímica, fitotecnia, bioeconomia, cadeia produtiva. Verificamos que *P. glomerata* possui ampla distribuição no Brasil, e as raízes são usadas tradicionalmente, para diversas indicações terapêuticas. O grande potencial farmacológico e biotecnológico da espécie tem sido associado à presença de 20-hidroxiecdisona. No campo da fitotecnia, há resultados que permitem a propagação da espécie com maior qualidade, em quantidade, mas usando métodos pouco tecnificados. Concluímos que faltam estudos sobre cadeia produtiva e há necessidade de desenvolver materiais de extensão que apoiem um modelo de produção e consumo consciente da espécie.

PALAVRAS-CHAVE: planta medicinal, uso econômico, sustentabilidade

## ABSTRACT

*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen, or Brazilian Ginseng, is a native species with an economic interest, used as a medicinal plant. However, studies that promote its sustainable use still have gaps. Therefore, this work aimed to systematize information about *P. glomerata* and its sustainable use. We searched on scientific search platforms for the keywords “*Pfaffia glomerata*” and “Brazilian ginseng”, associated with terms such as botany, ecology, ethnobotany, phytochemistry, phytotechnics, bioeconomy, and production chain. We verified that *P. glomerata* is widely distributed in Brazil, and its roots have been traditionally used for several therapeutic indications. This species' great pharmacological and biotechnological potential has been associated with 20-hydroxyecdisona. Results in the field of phytotechnology allow the high-quality propagation of this species in large numbers using low-tech methods. We conclude that there is a lack of studies on the production chain and a need to develop extension materials that support a conscious production and consumption model of this species.

KEYWORDS: medicinal plant, economic use, sustainability

## 1. Introdução

Os sistemas agroalimentares de hoje no mundo necessitam ajustar-se frente às mudanças climáticas, e às formas como têm impactado negativamente os recursos naturais, como os solos, os recursos hídricos e a biodiversidade (Altieri & Nicholls, 2020; Gliessman, 2009; Nicholls & Altieri, 2019). A construção de sistemas produtivos mais sustentáveis passa pela diversificação das culturas e por modelos de produção mais resilientes a eventos extremos de clima, como chuvas intensas, ou longos períodos de seca (Altieri, 1999; Clergue, Amiaud, Pervanchon, Lassere-Joulin & Plantureux, 2005; Jose, 2012; Lunelli, Ramos & Oliveira, 2013; Oliveira & Santana, 2020).

Dentre a enorme diversidade vegetal existente no Brasil (Ulloa Ulloa et al., 2017), muitas espécies apresentam substâncias bioativas e são tradicionalmente usadas como plantas medicinais (Barreiro & Bolzani, 2009). Com mercado em crescente transformação, é cada vez maior a busca por produtos que impactem positivamente a saúde humana e ambiental (Gutiérrez et al., 2023). Torna-se relevante o conhecimento aprofundado e multidisciplinar sobre espécies nativas capazes de gerar renda, ao mesmo tempo em que promovam o uso sustentável da biodiversidade, resgatando a cultura e auxiliando a restauração ecológica, seja compondo plantio de florestas multifuncionais ou sistemas agroflorestais (Udawatta, Rankoth & Jose, 2019).

*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen, conhecida como ginseng brasileiro, é uma destas promissoras espécies, que podem ser estratégicas na criação de modelos para compor a engrenagem da bioeconomia e reforçar a multifuncionalidade florestal, à exemplo da espinheira-santa (Soares Garcia & Oliveira, 2021 ) e da erva-baleeira (Hartwig, Rodrigues & Oliveira, 2020), entre tantas outras.

A partir da publicação do Plano Nacional de Promoção das Cadeias de Produtos da Sociobiodiversidade (Brasil, 2009), houve avanço na regulamentação no uso de espécies nativas em sistemas de produção. A exploração sustentável de espécies vegetais nativas brasileiras é tratada pela *Lei n° 13.123 (2015)* e pelo art. 1° que: “dispõem sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade” (Brasil, 2016, p.1). No âmbito do Estado de São Paulo, é regulamentada pela Resolução SMA 189/2018, e pode ser entendida como uma estratégia de conservação e recuperação da vegetação, visando gerar benefícios econômicos, sociais e ambientais. Tal resolução apresenta critérios e procedimentos para a realização da atividade, trazendo segurança jurídica, principalmente para

os pequenos produtores e famílias rurais (São Paulo, 2018). Em novembro de 2022 foi realizado um seminário, em formato de “Roda de Conversa”, sobre os desafios e potenciais da sociobiodiversidade para o estado de São Paulo (Ramos et al., 2023).

Assim, o objetivo deste trabalho foi sistematizar informações científicas sobre *P. glomerata*, articulando diferentes áreas do conhecimento, e subsidiar o uso sustentável da espécie, considerando seu potencial tanto na composição de plantios para restauração florestal, como em sistemas de produção.

## 2. Materiais e métodos

A partir de uma revisão bibliográfica, realizou-se uma análise exploratória, articulando diferentes conhecimentos da cadeia de produção do ginseng (*Pfaffia glomerata*), apontando lacunas e possibilidades de aprofundamento de novos estudos. As buscas foram realizadas nas plataformas de busca e bases de dados Google Acadêmico, Periódicos CAPES e Researchgate, utilizando os termos “*Pfaffia glomerata*” e “ginseng brasileiro” como palavras-chave, alcançando 307 trabalhos. A partir da associação das palavras-chave: “botânica”, “ecologia”, “etnobotânica”, “fitoquímica”, “fitotecnia”, “bioeconomia” e “cadeia produtiva”, foram selecionadas 77 publicações, entre artigos, dissertações, teses e outros tipos de materiais que apresentaram informações relevantes para o tema central – uso sustentável, entre os anos de 1972 e 2022, alinhadas ao objetivo deste estudo. Além de incorporarmos trabalhos relevantes conceitualmente a partir das referências bibliográficas dos artigos selecionados.

Para a análise e encadeamento das ideias, eles foram divididos por temas: Botânica e Ecologia, Etnobotânica, Fitoquímica (composição química, comprovações científicas e toxicologia), Fitotecnia (produção, manejo e produtividade) e Bioeconomia (cadeia produtiva, uso sustentável da biodiversidade, ecomercados). Dentre as publicações utilizadas, os temas que tiveram maior contribuição para este estudo foram: fitotecnia (31,1%), seguido de fitoquímica (22,2%).

### 3. Resultados e discussão

#### Caracterização botânica e ecológica

*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen é uma planta herbácea a subarborescente, da família Amaranthaceae, de ampla distribuição no Brasil, cujos nomes populares mais conhecidos são ginseng-brasileiro, fáfia, para-tudo, anador, sempre-viva, batata-do-mato e canela-velha (Flora e Funga do Brasil, 2022; Lopes, 2011).

Amaranthaceae Juss. é uma família predominantemente tropical e subtropical, pertencente à ordem Caryophyllales representando, junto com Chenopodiaceae, um grupo monofilético (Marchioretto, Miotto & Siqueira, 2010; Muller & Borsch, 2005). Souza e Lorenzi (2005) citam 20 gêneros e 100 espécies ocorrentes no Brasil. Siqueira (2002) cita para a América Central e América do Sul 40 espécies, sendo 21 no Brasil. Marchioretto et al. (2010), revisando o gênero *Pfaffia* Mart, mencionaram 35 espécies neotropicais, distribuindo-se do sul do México através dos trópicos, incluindo a Bacia Amazônica até Baía Blanca, na Argentina (Borsch, 1995).

Divergências entre autores e fontes, a respeito do número de espécies no Brasil, podem ter relação com o sistema de classificação de plantas adotado na ocasião da publicação do estudo. Atualmente, APG (The Angiosperm Phylogeny Group) é o sistema considerado mais moderno junto às suas atualizações, desde 1998. Marchioretto et al. (2010) citam 20 espécies, considerando o Brasil, centro de diversidade do gênero (Siqueira, 1994, 1995). Lopes (2011) afirma que ocorrem 27 espécies no Brasil e no Herbário Virtual ReFlora, do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, são citadas 21 espécies, sendo apenas 1 endêmica (Flora e Funga do Brasil, 2022). Marchioretto, Miotto e Siqueira (2009) relataram que *P. glomerata* é uma planta amplamente distribuída no Brasil, submetida a diferentes condições climáticas e edáficas, o que naturalmente favorece o número de formas e variedades dentro da espécie, segundo Siqueira (1988).

Com ocorrências confirmadas em todas as regiões do Brasil, a espécie está presente nos seguintes domínios fitogeográficos: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal (Flora e Funga do Brasil, 2022), e estende-se para a Argentina, Bolívia, Paraguai e Uruguai (Marchioretto et al., 2009).

Em revisão do gênero *Pfaffia*, Marchioretto et al. (2010) apresentam a descrição botânica de *P. glomerata*, como uma planta herbácea de até 3 m de altura, que pode ser encontrada em margens de rios e matas de galeria (Siqueira, 1989; Smith & Downs, 1972), borda de rios e capoeiras com solos muito úmidos, solos arenosos, em altitudes que variam de 80-800 m (Marchioretto,

2008; Marchioretto et al., 2009), associadas aos biomas Amazônia, Mata Atlântica e Cerrado (Marchioretto, Senna & Siqueira, 2012). Com flores brancas, floresce o ano todo, mais intensamente de outubro a fevereiro. Possui sementes vermelho-castanhas, raiz aromática e amarga e seu fruto é um aquênio (Lopes, 2011).

Prefere clima tropical ou subtropical úmido e temperaturas entre 20°C e 30°C a pleno sol, higrófila e heliófila (Smith & Downs, 1972), não tolerando baixas temperaturas (Lopes, 2011).

No aspecto da conservação, podemos dizer que a espécie está sob ameaça indireta, pela exploração predatória dos habitats naturais onde ocorre, e pelo fato de ser uma planta com enorme potencial medicinal, com atividade extrativista e muitas vezes utilizada de forma indiscriminada.

A espécie foi considerada "Vulnerável" (VU) em avaliação de risco de extinção, empreendida para a flora do estado do Rio Grande do Sul (Brasil, 2002), no entanto não consta na Lista Nacional de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção, atualizada pela Portaria MMA nº 148, em 7 de junho de 2022 (Brasil, 2022).

#### Conhecimentos etnobotânicos

Há séculos, *P. glomerata*, tem sido empregada pelas populações indígenas brasileiras na cura e prevenção de doenças e como tônico geral e rejuvenescedor (Lorenzi & Matos, 2002). Popularmente, raízes de várias espécies de *Pfaffia*, denominadas de “ginseng-brasileiro”, têm sido utilizadas como estimulantes, afrodisíacas, anti-hemorroidas, antidiarreicos, tônicos e no tratamento de diabetes (Oliveira, 2012), adaptógenas, de reumatismo, esgotamento físico e mental, falta de memória e estresse (Rates & Gosmann, 2002).

Outros usos conhecidos são: rejuvenescimento (antioxidante), reconstituinte da atividade sexual e revitalizante, para inibir o crescimento de células cancerosas, como repositor hormonal (Nishimoto et al., 1990).

Silva e Osaida (2005) reforçam esses usos, citando como estimulantes gerais, tranquilizantes, anti-reumáticas, antidiarreicas, anti-inflamatórias, antidiabéticas, febrífugas, cicatrizantes internas e externas, anti-hemorroidal, na melhoria da visão e da memória e para o tratamento de distúrbios gástricos, artrite, artrose, anemia, astenia e dores.

Estudos etnobotânicos investigam os usos da espécie por diferentes populações tradicionais e comunidades, em várias regiões brasileiras, com dados obtidos através de entrevistas, questionários e outras formas de levantamento (Tabela 1).

Analisando a tabela 1, observamos diferentes nomes populares atribuídos a *P. glomerata*, bem como diferentes indicações terapêuticas e formas de uso. Isso reforça o potencial medicinal da espécie, mas também sinaliza a necessidade de mais estudos para apurar o uso seguro da espécie em seus diferentes preparos, partes utilizadas e verificando fatores como diferenças associadas à região de ocorrência, às condições ambientais em que foi coletada ou cultivada.

**Tabela II.1: Estudos etnobotânicos em diferentes regiões brasileiras, em que foi citada *P. glomerata*.**

<b>Nome vernáculo</b>	<b>Parte(s) utilizada(s)</b>	<b>Indicação terapêutica</b>	<b>Preparo/dosagem</b>	<b>Comunidade /população</b>	<b>Autor(es)</b>
Novalgina	Raiz, Folha, Flor	Analgésica, Antitérmica	Decocção Infusão	Comunidade de Cordoaria, Camaçari, Bahia	Borges e Bautista (2010)
Jacamim-corrente	Folha	Analgésico para cólica menstrual	Infuso	Caboclos do Parque Nacional do Jaú, Amazonas	Rodrigues, Duarte-Almeida e Pires (2010)
Acônito	Não informado	Combate da asma, bronquite, doença inflamatória, febre com delírios, gripe, laringite aguda, palpitação nervosa, pneumonia, reumatismo, tosse, úlceras e gastrite.	Tintura	Raizeiros de Sertãozinho, Paraíba	Silva (2013)
Fáfia	Folhas, Raízes	Fortificante, fraqueza, emagrecedor, afinar o sangue, depurativo do sangue, colesterol, diabete, sintomas da menopausa	N.I.	Agricultores do Planalto Sul-Catarinense, Santa Catarina	Fernandes (2014)
Ginseng-brasileiro	Não informado	Cicatrização de feridas; diabetes; câncer, colesterol impotência; palpitação; problemas estomacais; dor local; gripe;	N.I.	Indígenas do Vale do Juruena, Amazônia Legal, Mato Grosso.	Bieski (2015)

		inflamação, reumatismo			
Ginseng	Raiz	Melhoria da visão e memória	Chá: lave a raiz e ferva na água; pode ser consumo diário	Raizeiros (as) do Município de Morrinhos-Goiás	Alves (2016)
Anador	Folhas	Dor de cabeça	N.I.	Feiras livres, municípios da Bahia	Paixão, Conceição, Santana Neto, Araújo Neto e dos Santos (2016)
Novalgina	Raiz	Memória	Infusão	População de dois bairros da cidade de Juína-Mato Grosso	Pauli, Rios, Bieski e Silva (2018)
Novalgina	Não informado	Sistema respiratório (gripe, dor, mal-estar). Analgésica (cabeça)	N.I.	Comunidades Rio Bonito e Galdinópolis, Nova Friburgo, Rio de Janeiro.	Boscolo e Galvão (2019)

\*N.I. - Não informado

Como vimos, o conhecimento etnobotânico revela a amplitude do uso e aplicações de *P. glomerata* e cada vez mais, pesquisas que investigam a composição fitoquímica, tanto confirmam muitas de suas propriedades, quanto descobrem outras, no entanto, certamente outros estudos regionais devem ser realizados, principalmente ao considerarmos a ampla ocorrência desta espécie nativa em quase todo o território brasileiro e as diferentes condições de habitat, solo, luminosidade, umidade, clima, altitude, e que podem influenciar a composição e efeitos associados.

#### Fitoquímica

Estudos fitoquímicos com plantas medicinais são valiosos, pois permitem, entre outras aplicações, identificar os compostos, compreender seus mecanismos de ação, sejam respostas fisiológicas ao estresse ambiental, quanto produção e síntese desses compostos, e até mesmo,

auxiliam na identificação das espécies. Ademais, subsidiam o desenvolvimento de diversos setores da indústria farmacológica.

No caso do “ginseng”, o termo genérico pode se referir a diferentes plantas, como: ginseng da Coreia, *Panax ginseng* C.A.Mey., considerada a espécie típica, mas também *P. japonicus* (Nees) CA Mey., *P. quinquefolius* L., *P. trifolius* L., *P. zingiberensis* C.Y.Wu & Feng. e *Eleutherococcus senticosus* (Rupr. & Maxim.) Maxim. (Rates & Gosmann, 2002). Todas essas espécies da família Araliaceae são muito semelhantes e os rizomas e raízes são utilizados em preparações classificadas como agentes adaptógenos, isto é, contém substâncias com ação não específica, normalizadora das funções do organismo (Hostettmann & Marston, 1995). Essas preparações têm origem na medicina chinesa, mas são comercializadas nos Estados Unidos, no Brasil, como suplemento alimentar (Rates & Gosmann 2002) e em outras diversas partes do mundo.

No Brasil, várias espécies do gênero *Pfaffia* são utilizadas em substituição ao ginseng original (Rates & Gosmann 2002), mesmo não sendo todas nativas, mas conhecidas como ginseng-brasileiro e/ou fáfia. Entre essas espécies, são citadas: *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen, *Pfaffia iresinoides* (Kuth) Spreng. e *Pfaffia paniculata* (Mart.) Kuntze (Shiobara et al., 1993b).

Tradicionalmente, as raízes são utilizadas para fins comerciais, por apresentar teores de saponinas, com importantes atividades farmacológicas. Dentre elas, destaca-se 20-hidroxiecdisona (20-E), uma saponina esteroidal, como seu principal componente, que dependendo da época de colheita, variação genética e fertilidade do solo, os teores nas raízes podem variar entre 0,3% a 0,75% (Alves et al., 2006; Corrêa, 2003; Figueiredo, 2002; Queiroga et al., 2008).

O grande potencial farmacológico e biotecnológico da espécie tem sido associado à presença de 20-hidroxiecdisona (20-E), e parece explicar algumas das propriedades medicinais (Festucci-Buselli et al., 2008; Fortini et al., 2022; Franco et al., 2021).

20-Hidroxiecdisona (20-E), um ecdisteróide, pode ser encontrado em flores, folhas, caules e raízes de *P. glomerata* (Festucci-Buselli et al., 2008; Nishimoto et al., 1987), no entanto a extração comercial de  $\beta$ -ecdisona ocorre predominantemente das raízes. Além de  $\beta$ -ecdisona, que tem sido considerada um marcador quimiotaxonômico para diferenciar espécies de *Pfaffia* (da Silva et al., 2021), outros componentes químicos foram isolados das raízes: ácido pfamérico, ácido glicólico, ácido oleanólico, ecdisterona, rubrosterona,  $\beta$ -D-glucopiranosil oleanolato, pfaffianol A, pfaffia glicosídeos e seus derivados (Nakamura et al., 2010). Estudos

com raízes de *P. glomerata* relataram a presença de polissacarídeos semelhantes a frutanos, que possuem aplicações comerciais devido ao seu potencial prebiótico (Caleffi et al., 2015).

Para o gênero *Pfaffia*, que possui 21 espécies distribuídas no Brasil (Flora e Funga do Brasil, 2022), estudos quimiotaxonômicos têm sido úteis, uma vez que a diferenciação das espécies não é simples, e não raro são encontradas no comércio substituições entre elas (Rates & Gosmann, 2002).

Os efeitos farmacológicos são atribuídos à presença de vários compostos isolados a partir das raízes de *P. glomerata*, destacando-se as saponinas triterpênicas e os fitoecdisteróides (Shiobara et al., 1993a). Substâncias como o ácido oleanólico, ecdisterona, nortriterpenóides, triterpenóides e ecdisteróides, presentes no tecido da planta, atribuem o uso como antirreumático, antiinflamatório e analgésico (Shiobara et al., 1993a).

Outros estudos, abordando os efeitos farmacológicos associados a *P. glomerata* vêm ampliando o conhecimento sobre o uso medicinal da espécie. Marques et al. (2004) demonstraram que extratos de raízes de *P. glomerata* favoreceram a aprendizagem e a memória, apresentaram efeitos anti-inflamatórios, analgésicos (Neto et al., 2005) e antioxidantes (de Souza Daniel et al., 2005). Freitas et al. (2004) demonstraram que extratos das raízes de *P. glomerata* protegem a mucosa gástrica, validando o uso popular da planta no tratamento de distúrbios gástricos. Sanches, Galleto, Oliveira, Bazotte e Cortez (2001), ao analisarem o extrato metanólico bruto da raiz de *Pfaffia glomerata*, observaram que o extrato butanólico apresenta efeito antihiperglicemiante e que a  $\beta$ -ecdisona identificada no extrato não está relacionada a este efeito.

Felipe, Brambilla, Porto, Pilau e Cortez (2014) identificaram que as inflorescências poderiam ser utilizadas para extração de 08 compostos bioativos em fitoterápicos e na indústria cosmética, evitando o descarte durante o processamento das raízes de *P. glomerata*.

de Melo Martins, Andrich, Martins, Calaça e Sakai (2020) realizaram o primeiro estudo da espécie em infusão aquosa a demonstrar o potencial de caules, flores e, principalmente, folhas de *P. glomerata* como fontes de  $\beta$ -ecdisona. O uso de partes aéreas pode aumentar a sustentabilidade e o valor da produção local, diversificando os produtos, reduzindo impactos da geração de resíduos (de Melo Martins et al., 2020).

## Fitotecnia

Para aplicação prática, os conhecimentos científicos relacionados à fitotecnia são fundamentais pois subsidiam a escolha das melhores práticas em campo, buscando produtividade, qualidade,

sanidade e podem facilitar o consórcio em SAF ou em florestas multifuncionais, evitando o extrativismo predatório.

Adicionalmente, a qualidade de um medicamento fitoterápico começa no campo, relacionando os fatores genético, ontogênico, ambiental e pós-colheita como determinantes na obtenção de matéria-prima adequada (Montanari, 2005).

Fáfia propaga-se vegetativamente - muito bem por estaquia dos seus ramos, como também sexuadamente, por suas sementes (Montanari, 2005).

Na produção vegetal de *P. glomerata*, estudos sobre sementes e germinação foram realizados, demonstrando que apresentam tamanho pequeno, em média 1 mm de diâmetro, coloração verde-clara quando imaturas e marrom-acastanhado quando maduras (Ribeiro & Pereira, 1994) e forma lenticular (Vasconcellos, 1982). Diante do diminuto tamanho, Oliveira (1998) e Silva e Osaida (2005) encontraram de 2000 a 6300 sementes/g. Mattos e Salis (2005) obtiveram o peso de 15,6µg para 100 sementes.

Renner, Camacho e Peixe (2007) citaram que não apresenta dormência, nem requer adição de GA3 para germinar, além de ser fotoblástica neutra, porém apresentando IVG (índice de velocidade de germinação) maior na presença de luz, segundo Scalon, Mussury, Rosa, Moraes e Scalon Filho (2009).

Na Tabela 2 apresentamos informações sobre tecnologia de sementes, indicando temperaturas (°C), substratos e porcentagem de germinação testadas. E verifica-se ampla variação na resposta da espécie quanto à germinação, não havendo ainda padrões de referência para a espécie.

**Tabela II.2: Informações sobre tecnologia de sementes em estudos sobre germinação de *P. glomerata*.**

Temperatura (°C)	Substratos	Germinação (%)	Emergência (dias)	Referências
NI	Em campo	50-70%	NI	Magalhães, Figueira, Pereira e Rodrigues (1994)
20°-30°	Entre papel	35%	NI	Oliveira (1998)
25°	Em campo	93 a 95%	4	Silva e Osaida (2005)
20°-30°	Sobre papel	74%	3	Mattos e Salis (2005)
22°	Sobre papel	94%	2	Renner et al. (2007)
25°	Entre papel	18 a 63%	8	Scalon et al. (2009)

\*Não informado

A sementeira de fáfia pode ser feita diretamente em tubetes plásticos, bandejas de isopor ou saquinhos plásticos, contendo substrato organo-mineral (Silva & Osaida, 2005).

Na produção de *P. glomerata*, é mais comum o uso de estacas e diversos estudos investigaram diferentes técnicas reprodutivas, condições de plantio, substrato, espaçamento, consórcio, avaliando aspectos como enraizamento, pegamento, crescimento, produção de biomassa e em alguns casos até associando diferentes condições de cultivo a teores de compostos de interesse medicinal em partes da planta, sendo que este último abre um importante leque de pesquisas.

Nicoloso, Fortunato e Freitas (1999), ao analisarem a influência da posição dos ramos na estaca sobre o enraizamento de *P. glomerata* em dois substratos, concluíram que a estaquia é um método adequado e como substrato viável, uma mistura de solo a casca de arroz carbonizada, para a propagação e desenvolvimento das mudas de fáfia a campo. As estacas obtidas das porções mediana e basal apresentam maior capacidade de enraizamento que as apicais, independente do comprimento da estaca, sem afetar a produção de massa seca de folhas e raízes.

Além da propagação vegetativa via estacas, alguns ensaios investigaram técnicas de propagação *in vitro*, como Nicoloso, Erig, Martins e Russowski (2001b) os quais propuseram um protocolo para a micropropagação da espécie, que gerou 15.000 plantas em seis meses.

Em relação à produção em campo, ensaios com diferentes espaçamentos de plantio foram realizados (Tabela 3), e estudos recomendam 1,0 m entre linhas por 0,5 m entre plantas (Corrêa & Ming, 2004). Para solos argilosos ou de alta fertilidade, recomendam 1,5 m entre linhas por 0,5 m entre plantas ou 1 m entre linhas por 1 m entre plantas. Silva (2003) recomenda 1,2 m entre linhas por 0,5 m entre plantas e Peloso (2007), considerando os prováveis custos de implantação da cultura da fáfia em função dos espaçamentos estudados, recomendou o uso de 0,70 m entre plantas, cultivada em fileiras duplas.

Dependendo dos arranjos espaciais, sincronismo de plantio e outros fatores, as espécies podem apresentar mecanismos de compensação da produtividade (Santos, 1998), e eventualmente apresentar diferentes teores dos compostos de interesse, fatos esses que merecem mais investigações.

Nascimento, Mota, Vieira e Zárate (2007) estudaram a produção de biomassa em cultivo consorciado e solteiro de mudas de *P. glomerata* e concluíram que o tipo de cultivo e os espaçamentos entre fileiras não influenciaram significativamente a produção de massa fresca e seca da parte aérea e das raízes da fáfia nas condições testadas. Aos 300 dias após o transplante,

no cultivo solteiro de fáfia, a massa seca da parte aérea foi de 6.041 kg/ha e massa de raízes 3.038kg/ha. Já em cultivo consorciado obtiveram 5.176 kg/ha e 2.273 kg/h respectivamente.

Em estudo feito por Corrêa, Ming e Cortez (2008) sobre a sazonalidade na produção de raízes e no teor de  $\beta$ -ecdisona de fáfia, cultivada em seu ambiente de ocorrência natural, em um trecho da planície de inundação do alto rio Paraná, foram preparadas mudas cortando-se o colo das plantas em pedaços de 9 a 12 g (Oliveira, 1998). A produtividade obtida doze meses após o plantio foi de 1.211 kg/ha, período recomendado para colheita (Corrêa et al.,2008). Ainda, destacaram a importância da determinação da estação do ano ou época ideal de colheita, em função tanto da sazonalidade do teor de  $\beta$ -ecdisona, quanto da produção de biomassa. Os teores significativamente mais altos de  $\beta$ -ecdisona foram observados em raízes colhidas após oito (0,36%), dez (0,26%) e doze meses (0,38%). Afirmaram que a época de colheita das raízes e a origem do material interferiram significativamente no teor de  $\beta$ -ecdisona.

Guerreiro, Marques, Ferracini, Queiroz e Ming (2009) verificaram a influência da adubação orgânica com esterco de galinha curtido, na produção de  $\beta$ -ecdisona em *P. glomerata*, em 6 épocas de crescimento (2, 4, 6, 8, 10 e 12 meses) após a germinação e de 5 doses de adubo orgânico: testemunha (sem adubação), 15, 30, 45 e 60 t ha<sup>-1</sup> de esterco de galinha curtido. Os autores notaram que apenas época de crescimento influenciou a quantidade total de  $\beta$ -ecdisona por raiz, com maior quantidade do princípio ativo em todos os tratamentos aos 12 meses após a emergência.

Ainda tratando de produtividade, outros estudos corroboram que o período de colheita a partir de 12 meses é adequado para *P. glomerata*, produtividade de 1,9 t ha<sup>-1</sup>; aos 24 meses, 3,2 t ha<sup>-1</sup>; e aos 36 meses, 4,1 t ha<sup>-1</sup> de raiz moída seca (Corrêa & Ming, 2004). Já os princípios ativos em plantas de fáfia com um ano de idade eram percentualmente iguais aos das plantas com dois e com três anos de idade; inclusive, o de  $\beta$ -ecdisona, que ficou entre 0,67 a 0,71% (Magalhães, 2000; Montanari et al., 1999).

A produção da parte aérea da fáfia foi quase duas vezes maior que das raízes (5.301,7 Kg/ha massa seca da parte aérea e 2.715,8 Kg/ha massa seca das raízes) aos 395 dias após o transplante. Caule e folhas apresentaram teor de fenóis e flavonoides e atividade antioxidante superiores em relação às raízes, demonstrando a possibilidade de utilização de outras partes da planta além da raiz (Peloso, 2007).

No beneficiamento, Corrêa et al. (2006) relatam que após a colheita, o produto é submetido à lavagem das raízes e são trituradas até formar uma pasta; submetidas à pré-secagem. O material

seco é moído e levado para a secagem final, até cerca de 10 a 12% de umidade. Depois de seco e moído, o pó é vendido pelos intermediários aos atacadistas e ou exportadores.

Pelloso (2007) recomenda outras formas de preparo: cortar as raízes em fatias ou rasurá-las e levá-las ao secador com temperatura de 55-60°C., podendo posteriormente ser moídas até ponto de pó, o qual, por ser higroscópico, deve ser conservado em recipientes hermeticamente fechados, em ambiente seco e arejado, ao abrigo da luz solar.

Quanto à domesticação, Silva e Osaida (2005) recomendam áreas plenamente expostas ao sol e solos siltosos, com um bom teor de umidade e fértil em cálcio e matéria orgânica humificada. Solos arenosos facilitam a colheita e a limpeza de raízes, porém em solos argilosos, mais férteis, as raízes são mais produtivas, chegando a rendimento de 1,85, 3,05 e 3,98t/ha de raízes secas, no primeiro, segundo e terceiro ano de corte, respectivamente.

Um dos aspectos que pode dificultar o cultivo de *P. glomerata* é a ocorrência de doenças. Mattos (1993) relata que a espécie é suscetível ao fungo *Uromyces platensis*, principalmente em ambientes com temperatura em torno de 25°C, combinadas a fotoperíodo de 12 horas. Mota et al. (2004) identificaram nas folhas de *P. glomerata* uma espécie de *Potyvirus* denominado mosaico da Pfaffia (PfMV), cujos ensaios demonstraram redução significativa do crescimento da planta atacada.

Entre as diversas temáticas de pesquisas em fitotecnia desenvolvidas para *P. glomerata*, vimos que já há certos resultados importantes, que podem auxiliar a propagação da espécie com maior qualidade, em quantidade, mas ainda usando métodos pouco tecnificados. No tocante aos consórcios e sistemas de policultivos, poucos estudos foram desenvolvidos, sendo uma grande lacuna diante da ampla ocorrência da espécie no território brasileiro.

Numa publicação técnica recente da CDRS, SAA e DEXTR, Blanco e de Freitas (2020) apresentaram, no capítulo 02, *P. glomerata* como espécie medicinal arbustiva sugerida, dentre outras, para compor a implantação de sistemas agroflorestais. Na mesma publicação são apresentados os seguintes critérios para recomendá-la: “plantas nativas ou cosmopolitas, com estudos farmacológicos, de diferentes estágios sucessionais, plantas de interesse para outros usos que não terapêuticos como o madeireiro, alimentício, paisagístico, uso na agricultura para controle de pragas ou como melíferas” (DEXTRU, CDRS & SAA, 2020, p.2).

Ademais, não foram encontrados estudos com foco no manejo ambiental adequado e uso sustentável de fáfia, que sinalizem o comportamento e a produtividade da espécie quando plantada em sistemas agroflorestais ou compondo reflorestamentos multifuncionais, gerando

ainda incertezas sobre ampliação de formas, custos, condições de cultivo e uso sustentável dessa relevante espécie nativa com interesse econômico.

Ainda, evidencia-se a necessidade de produzir materiais didáticos de perfil extensionista, capazes de estimular a assistência técnica e qualificação junto às famílias, associações e produtores rurais, realizando a difusão e acesso ao conhecimento, o que fortaleceria alguns elos da cadeia produtiva de Fáfia.

## **Bioeconomia**

Como produto da biodiversidade, um dos aspectos tradicionais é o uso medicinal do ginseng. Popularmente a raiz da fáfia é chamada de “para tudo” e “ginseng”, pois seu uso proporciona vitalidade. Tem sido usada como tônico, afrodisíaco, e cientificamente comprovada como anti-inflamatório e analgésico (Neto et al., 2005; Queiroga et al., 2008). Também usada no processo de cicatrização de feridas da pele (Guerreiro et al., 2009; Silva et al., 2010) e com referido efeito protetor da mucosa gástrica (Otofugi, 2005).

Com importância econômica crescente, tanto no mercado nacional quanto internacional, vemos que *P. glomerata* é uma espécie medicinal nativa com muitos usos já reconhecidos, com enorme potencial de geração de renda. Produtos mais artesanais e pouco processados, como raiz picada seca, extrato em pó da raiz, cápsulas de extrato seco, tintura e chá são facilmente comprados em lojas e farmácias de manipulação virtuais ou físicas, que comercializam fitoterápicos e produtos naturais.

Industrialmente, os setores farmacêutico, de cosméticos e alimentício empregam componentes extraídos de *P. glomerata* em diferentes produtos, com finalidades diversas, sendo  $\beta$ -ecdisona o esteróide mais importante empregado nas formulações cosméticas (Cortez, Torrado & Cortez, 1998), já que são capazes, junto de seus derivados acetilados, de fortalecer a barreira hídrica da pele, proporcionando função hidratante e impedindo a perda excessiva de água da epiderme. Cortez et al. (1998) e Sanches et al. (2001) citam produtos contendo extratos de espécies do gênero *Pfaffia* patenteados, como preparados antirrugas, compostos antialérgicos e conservantes de geleia real. Além disso, têm-se extraído ecdisona para diversos usos: como atividade analgésica; como feromônio no controle de insetos; e como inibitório ao desenvolvimento de microrganismos (Oliveira, 2012).

Tratando-se de exportação, pelo fato de *P. glomerata* ser uma espécie tropical perene, nativa do Brasil, que não suporta baixas temperaturas, o país tem sido fornecedor da matéria prima

para estudos (Montanari, 2005) e também para a fabricação de medicamentos, complementos alimentares e cosméticos (Corrêa, 2003).

Na publicação sobre espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial para a região sul, Lopes (2011) reforça a importância econômica crescente da espécie e apresenta dados referentes à comercialização internacional de folhas e raízes de fáfia por países como Alemanha e Hong Kong, visto suas propriedades químicas e farmacológicas, comprovadas cientificamente por inúmeras pesquisas (Corrêa & Ming, 2004; Nishimoto et al., 1984).

Montanari (2005), comenta a notícia publicada no jornal “A Folha de São Paulo”, em que aproximadamente 30 toneladas de raízes de *Pfaffia sp.* foram exportadas mensalmente para o Japão, em 1993, provenientes da bacia do Rio Paraná, PR, e do município paulista de Mogi das Cruzes, onde fornecedores extrativistas receberam em torno de R\$ 3,00 por quilo de raiz fresca de *P. glomerata*. Em 2005, o valor de raízes secas de *P. glomerata* pago pelo mercado atacadista de São Paulo ficava entre R\$ 8,00 e 10,00 por quilo (Montanari, 2005). Oliveira (2012) menciona que, de janeiro a maio de 2012, foram exportadas quase 2 toneladas de raízes de “ginseng”.

Algumas associações como a “ASPAG” (Associação de Pequenos Agricultores de Ginseng de Querência do Norte), no Paraná, em 20 hectares dedicados a planta, realizaram a colheita de 300 toneladas de fáfia, rendendo aos produtores R\$ 2,00 a 3,00/quilo (CNA, 2021). Em 2021, exportaram ao Japão 3 toneladas de *P. glomerata* e agora buscam junto ao INPI a indicação de origem do produto, visando fortalecer e agregar valor junto ao mercado nacional e internacional (Canal Rural, 2021).

Com o crescimento do consumo dessa espécie estimado em 10% ao ano, e a prática extrativista severa, totalmente descontrolada e intensificada a partir da validação científica de suas propriedades terapêuticas (Ming & Corrêa, 2002), além da carência de critérios para a coleta das raízes, essa exploração da espécie em ambiente natural associada à degradação do habitat e o crescente interesse comercial (Vieira et al., 2002), coloca em risco o fornecimento de matéria-prima, a variabilidade das populações naturais e a conservação da espécie.

Nesse sentido, no Brasil, desde 2006 a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (Brasil, 2006), junto ao Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (Brasil, 2008) instituíram o marco regulatório para produção, distribuição e uso de plantas medicinais e fitoterápicos a partir dos modelos e experiências existentes no Brasil e em outros países, e

buscam a promoção do uso sustentável da biodiversidade, bem como desenvolvimento sustentável das cadeias produtivas de plantas medicinais e fitoterápicos.

No aspecto comercial e sanitário a Resolução-RDC nº17 dispunha sobre o registro de medicamentos fitoterápicos e foi substituída (Brasil, 2000) e atualizada pela RDC nº 48 que ampliou a regulamentação técnica, disciplinando os procedimentos dessa atividade (Brasil, 2004).

Atualmente, o quadro regulatório para registro de fitoterápicos está centrado na Resolução-RDC nº26 (Brasil, 2014) que definiu Fitoterápico em duas categorias:

Medicamentos Fitoterápicos (MF) - obtidos com emprego exclusivo de matérias-primas ativas vegetais cuja segurança e eficácia sejam baseadas em evidências clínicas e que sejam caracterizados pela constância de sua qualidade; e Produtos Tradicionais Fitoterápicos (PTF) - obtidos com emprego exclusivo de matérias-primas ativas vegetais cuja segurança e efetividade sejam baseadas em dados de uso seguro e efetivo publicados na literatura técnico-científica e que sejam concebidos para serem utilizados sem a vigilância de um médico para fins de diagnóstico, de prescrição ou de monitorização (p. 1).

Oliveira, Oliveira e Marques (2016) citam *P. glomerata* como um dos poucos casos de sucesso no desenvolvimento de fitoterápicos por meio de estudos de eficácia e segurança, conforme determinou o regulamento sanitário previsto pela ANVISA das poucas espécies nativas, atribuindo a viabilidade desses estudos ao custo reduzido decorrente da seleção baseada na tradicionalidade, o que minimiza erros e favorece o sucesso do projeto.

Desta maneira, o conhecimento biológico, de fonte acadêmica ou popular do conhecimento tradicional, aliado à utilização de novas tecnologias, com propósito de criar produtos e serviços mais sustentáveis e seguros, são componentes do conceito de bioeconomia (Guitierrez et al., 2023).

Segundo McCormick e Kautto (2013) a bioeconomia é “a ciência do emprego de seres vivos originários de atividades econômicas como agricultura, silvicultura e pesca, por meio de tecnologias de processamento (por exemplo, as biotecnologias), de bens e serviços”

No Brasil, em 2018, o termo bioeconomia passou a ser incorporado nas políticas públicas, a partir do estabelecimento do Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia (Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC, 2018, p.12) cuja definição se dá por:

O conjunto de atividades econômicas baseadas na utilização sustentável e inovadora de recursos biológicos renováveis (biomassa), em substituição às matérias-primas fósseis, para a produção de alimentos, rações, materiais, produtos químicos, combustíveis e energia produzidos por meio de processos biológicos, químicos, termoquímicos ou físicos, promovendo a saúde, o desenvolvimento sustentável, o crescimento nacional e o bem-estar da população.

Envolve uma ampla atuação da ciência em áreas como biotecnologia, fitoquímica e química dos produtos naturais, bioenergia e nanotecnologia, entre outras (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [EMBRAPA], 2022).

## 5. Conclusões

No âmbito da Bioeconomia, conceito em disputa e ainda impreciso no Brasil, deve-se refletir como se deseja aplicar, de modo a oportunizar para *P. glomerata* um novo modelo, que não se subordine à acumulação e monetarização da natureza, mas que proporcione uma sinergia para a sustentabilidade, como foco na multifuncionalidade da “floresta em pé”, nos SAFs e nos serviços ecossistêmicos associados.

O novo paradigma econômico introduzido pela bioeconomia traz consigo a possibilidade de desenvolvimento de novos conhecimentos, tecnologias, sistemas produtivos, produtos, serviços e modelos de negócios. Para tanto, requer esforços conjuntos de diversos setores, fazendo com que a cooperação entre governo, academia e empresas seja ainda mais estreita e coordenada.

Sugerimos aqui, que *P. glomerata*, o ginseng-brasileiro, é uma interessante e promissora estratégia de uso sustentável e conservação da biodiversidade, gerando trabalho, renda, assim aproximando e engajando os produtores rurais na manutenção das florestas e das espécies nativas.

## Referências

- Altieri, M. A. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, ecosystems and Environment*, 74, 19-31.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2020). Agroecology: Challenges and opportunities for farming in the Anthropocene. *Int. J. Agric. Nat. Resour*, 47(3), 204-215.
- Alves, H. K. D. R. (2016). *Conhecimentos e práticas do uso de plantas medicinais com abordagem etnobotânica, no município de Morrinhos-Goiás: estudo de caso* [Dissertação de mestrado, Universidade Estadual De Goiás]. <https://www.btdt.ueg.br/handle/tede/531>
- Alves, R. B. N., Mendes, R. A., Mendes, M. A, Carneiro, R. M. D. G, Silva, D. B., Cardoso, L. D., Salomão, A. N., & Vieira, R.F. (2006). Brazilian ginseng [*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen] germoplasm conservation. *Revista Brasileira de plantas medicinais*, 8(esp),1-4.

- Barreiro, E. J., & Bolzani, V. da S. (2009). Biodiversidade: fonte potencial para descoberta de fármacos. *Química Nova*, 32(3), 679-688.
- Bieski, I. G. C. (2015). *Etnofarmacopeia Do Vale Do Juruena, Amazônia Legal, Mato Grosso, Brasil* [Tese de doutorado, Universidade Federal De Mato Grosso].
- Blanco, M. C. S. G., & de Freitas, E. R. (2020). Plantas medicinais arbustivas e trepadeiras. In: SAA, CDRS, DEXTRU, *Plantas medicinais e sistema agroflorestal*. Governo do estado de São Paulo. <https://www.cati.sp.gov.br/portal/themes/unify/arquivos/produtos-e-servicos/acervo-tecnico/CDRS-DEXTRU-PLAMED-SAF1.pdf>
- Borges, K. N., & Bautista, H. (2018). Etnobotânica de Plantas Medicinais na Comunidade de Cordoaria, Litoral Norte do Estado da Bahia, Brasil. *Plurais - Revista Multidisciplinar*, 1(2). <https://doi.org/10.29378/plurais.2447-9373.2010.v1.n2.%p>
- Borsch, T. (1995). Three New Combinations in *Pfaffia* (Amaranthaceae) from the New World Tropics. *Novon*, 5(3), 230–233. <https://doi.org/10.2307/3392254>
- Boscolo, O. H., & Galvão, M. N. (2019). Levantamento etnobotânico de plantas medicinais em duas comunidades da região serrana do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Fitos*, 13(3), 212-231. <https://doi.org/10.32712/2446-4775.2019.829>
- Brasil. (2000). Resolução-RDC n° 17, de 24 de fevereiro de 2000. [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2000/rdc0017\\_24\\_02\\_2000.html](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2000/rdc0017_24_02_2000.html)
- Brasil. (2002). Decreto n° 42.099, de 31 de dezembro de 2002. [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Decretos/2002/dec\\_rs\\_42099\\_2002\\_especies\\_floranativa\\_ameacadasdeextincao\\_rs.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Decretos/2002/dec_rs_42099_2002_especies_floranativa_ameacadasdeextincao_rs.pdf)
- Brasil. (2004). Resolução-RDC n° 48, de 16 de março de 2004. [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/rdc0048\\_16\\_03\\_2004.html](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/rdc0048_16_03_2004.html)
- Brasil. (2006). Decreto n° 5.813, de 22 de junho de 2006. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5813.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%205.813%2C%20DE%202022,%E2%80%9Ca%E2%80%9D%2C%20do%20art.](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5813.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%205.813%2C%20DE%202022,%E2%80%9Ca%E2%80%9D%2C%20do%20art.)
- Brasil. (2008). Portaria interministerial n° 2.960, de 9 de dezembro de 2008. [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2008/pri2960\\_09\\_12\\_2008.html](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2008/pri2960_09_12_2008.html)
- Brasil. (2009). Plano nacional de promoção das cadeias de produtos da sociobiodiversidade. <https://bibliotecadigital.economia.gov.br/bitstream/123456789/1024/1/Plano%20Sociobiodiversidade.pdf>
- Brasil.(2014). Resolução-RDC n° 26, de 13 de maio de 2014. [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2014/rdc0026\\_13\\_05\\_2014.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2014/rdc0026_13_05_2014.pdf)
- Brasil. (2016). Decreto n° 8.772, de 11 de maio de 2016. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2016/decreto/d8772.html](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/d8772.html)
- Brasil. (2022). Portaria MMA n° 148, de 7 de junho de 2022. [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P\\_mma\\_148\\_2022\\_altera\\_anexos\\_P\\_mma\\_443\\_444\\_445\\_2014\\_atualiza\\_especies\\_ameacadas\\_extincao.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P_mma_148_2022_altera_anexos_P_mma_443_444_445_2014_atualiza_especies_ameacadas_extincao.pdf)
- Caleffi, E. R., Krausová, G., Hyršlová, I., Paredes, L. L., dos Santos, M. M., Sasaki, G. L., Gonçalves, R. A., & de Oliveira, A. J. (2015). Isolation and prebiotic activity of inulin-type fructan extracted from *Pfaffia glomerata* (Spreng) Pedersen roots. *International journal of biological macromolecules*, 80, 392–399. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2015.06.053>

- Canal Rural. (2021, fevereiro 12). Produtores do Paraná fazem a 1ª exportação do ano de ginseng brasileiro. <https://www.canalrural.com.br/agronegocio/ginseng-brasileiro/>
- Clergue, B., Amiaud, B., Pervanchon, F., Lassere-Joulin, F., & Plantureux, S. (2005). Biodiversity: function and assessment in agricultural areas. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 25(1), 1-15.
- CNA. (2021, outubro 25). Ginseng do Paraná é disputado por compradores internacionais. <https://cnabrasil.org.br/noticias/ginseng-do-parana-e-disputado-por-compradores-internacionais>
- Corrêa, C., Jr. (2003). *Estudo agrônômico de [Pfaffia glomerata (Spreng.) Pedersen]: sazonalidade na produção de raízes e conteúdos de -ecdisona em diferentes acessos de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul* [Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista]. <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/103303>
- Corrêa, C., Jr., Cortez, D. A. G., Ming, L. C., & Soares, W. 2006. (2006). *Fáfia - o ginseng brasileiro: aspectos agrônômicos e fitoquímicos*. Clichetec Ltda.
- Corrêa C., Jr., & Ming, L. C. (2004). Fáfia (*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen: o ginseng brasileiro. In: M. N. Alexiades, & P. Shanley (Orgs.), *Productos florestales, medios de subsistencia y conservacion: estudios de caso sobre sistemas de manejo de produtos florestales no maderables* (pp.349-363). JCIFOR.
- Corrêa C., Jr., Ming, L. C., & Cortez, D. A. G. (2008). Sazonalidade na produção de raízes e teor de  $\beta$ -ecdisona em acessos de fáfia. *Horticultura Brasileira*, 26(3), 393-397. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362008000300020>
- Cortez, D. A. G., Torrado, M. C., & Cortez, L. E. R. (1998). Ginseng Brasileiro: Revisão Bibliográfica. *Arq. Ciênc. Saúde Unipar*, 2( 3), 299-306.
- da Silva, T. F. O., Yamaguchi, C. S., Ribeiro, S. T. C., da Silva Avincola, A., Pilau, E. J., Porto, C., de Oliveira, A. J. B., & Gonçalves, R. A. C. (2021). Adventitious root culture of *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen in a roller bottle system: An alternative source of  $\beta$ -ecdysone. *Phytochemistry Letters*, 43, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.phytol.2021.02.009>
- de Melo Martins, N., Andrich, F., Martins, D. A., Calaça, G. N., & Sakai, O. A. (2020). Determination of  $\beta$ -ecdysone in infusions of different organs of Brazilian ginseng (*Pfaffia glomerata*) by high-performance liquid chromatography. *Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão*, 5(7), 2525-4782.
- de Souza Daniel, J. F., Alves, K. Z., da Silva Jacques, D., da Silva e Souza, P. V., de Carvalho, M. G., Freire, R. B., Ferreira, D. T., & Freire, M. F. (2005). Free radical scavenging activity of *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pederson (Amaranthaceae). *Indian journal of pharmacology*, 37(3), 174.
- DEXTRU, CDRS, & SAA. (2020). *Plantas medicinais e sistema agroflorestal*. Governo do estado de São Paulo. <https://www.cati.sp.gov.br/portal/themes/unify/arquivos/produtos-e-servicos/acervo-tecnico/CDRS-DEXTRU-PLAMED-SAF1.pdf>
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2022). *Bioeconomia*. <https://www.embrapa.br/tema-bioeconomia>
- Felipe, D. F., Brambilla, L. Z. S., Porto, C., Pilau, E. J., & Cortez, D. A. G. (2014). Phytochemical Analysis of *Pfaffia glomerata* Inflorescences by LC-ESI-MS/MS. *Molecules*, 19(10), 15720-15734. <https://doi.org/10.3390/molecules191015720>

Fernandes, P. (2014). *Plantas medicinais: conhecimento e uso nos espaços rurais do Planalto Sul Catarinense* [Tese de doutorado, Universidade do Estado de Santa Catarina]. [https://www.udesc.br/arquivos/cav/id\\_cpmenu/1370/tese\\_final\\_patricia\\_fernandes\\_15706376\\_938176\\_1370.pdf](https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/1370/tese_final_patricia_fernandes_15706376_938176_1370.pdf)

Festucci-Buselli, R. A., Contim, L. A. S., Barbosa, L. C. A., Stuart, J. J., Vieira, R. F., & Otoni, W. C. (2008). Level and distribution of 20-hydroxyecdysone during *Pfaffia glomerata* development. *Brazilian society of plant physiology*, 20(4), 305-311

Figueiredo, L. S. (2002). *Avaliação do comportamento em cultivo de campo in vitro de indivíduos de Pfaffia glomerata (Spreng.) Pedersen (Amaranthaceae)* [Tese de doutorado, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro ].

Flora e Funga do Brasil. (2022). Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>

Fortini, E. A., Batista, D. S., Felipe, S. H. S., Silva, T. D., Correia, L. N. F., Farias, L. M., Faria, D. V., Pinto, V. B., Santa-Catarina, C., Siqueira, V., De-la-Peña, C., Castilho-Castro, E., & Otoni, W. C. (2022). Physiological, epigenetic, and proteomic responses in *Pfaffia glomerata* growth in vitro under salt stress and 5-azacytidine. *Protoplasma*. <https://doi.org/10.1007/s00709-022-01789-4>

Franco, R. R., Almeida Takata, L. de , Chagas, K., Justino, A. B., Saraiva, A. L., Goulart, L. R., Melo Rodrigues Ávila, V. de , Otoni, W. C., Espindola, F. S., & da Silva, C. R. (2021). A 20-hydroxyecdysone-enriched fraction from *Pfaffia glomerata* (Spreng.) pedersen roots alleviates stress, anxiety, and depression in mice. *Journal of ethnopharmacology*, 267, 113599. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113599>

Freitas, C. S., Baggio, C. H., Da Silva-Santos, J. E., Rieck, L., De Moraes Santos, C. A., Corrêa, C., Jr., Ming, L. C., Cortez, D. A. G., & Marques, M. C. A. (2004). Involvement of nitric oxide in the gastroprotective effects of an aqueous extract of *Pfaffia glomerata* (Spreng) Pedersen, Amaranthaceae, in rats. *Life Sciences*, 74(9),1167 -79. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2003.08.003>

Gliessman, S. R. (2009). *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. UFRGS.

Guerreiro, C. P .V., Marques, M. O. M., Ferracini, V. L., Queiroz, S. C. N., & Ming, L. C. (2009). Produção de  $\beta$ -ecdisona em *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen em função da adubação orgânica em 6 épocas de crescimento. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, 11(4), 392-398.<https://doi.org/10.1590/S1516-05722009000400006>

Gutiérrez, L. A. L., Oliveira, C. J. F, Jr., Gomes, R. J. B., Campos, R. P., Bortolotto, I. M., & Fehlauer, T. J. (2023). Bioeconomia e sociobiodiversidade na perspectiva agroecológica para o bem viver. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 18(1), 129-150.<https://doi.org/10.33240/rba.v18i1.23741>

Hartwig, B. R., Rodrigues, D. S., & Oliveira, C. J. F., Jr. (2020). Erva-Baleeira, uma possibilidade real da sociobiodiversidade para modelos sustentáveis de produção. *Holos*, 3, 1–21. <https://doi.org/10.15628/holos.2020.9409>

Hostettmann, K. A., & Marston, A. (1995) Saponins. *Cambridge University Press, Cambridge*, 548. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511565113>

Jose, S. (2012). Agroforestry for conserving and enhancing biodiversity. *Agroforestry Systems*, 85, 1-8. <https://doi.org/10.1007/s10457-012-9517-5>

- Lopes, S. B. (2011). *Pfaffia* spp. (ginseng-brasileiro). In L. Corandin, A. Siminski, & A. Reis (Eds.), *Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: Plantas para o futuro: Região Sul* (pp. 670-675 ).MMA.
- Lorenzi, H., & Matos, F. JA. (2002). *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas*. Instituto Plantarum.
- Lunelli, N. P., Ramos, S. F., Oliveira, C. J. F., Jr. (2013). Agroflorestas e externalidades. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 8, 163-170.
- Magalhães, P. M., Figueira, G. M., Pereira, B., & Rodrigues, J. A. (1994, 20 a 23 de setembro). *Propagação de algumas espécies do ginseng do Brasil* [Resumo]. XIII Simpósio de plantas medicinais do Brasil, Fortaleza.
- Magalhães, P. M. (2000). Agrotecnologia para el cultivo de fáfia o ginseng brasileiro. In: J. V. Martínez A, H. Y. Bernal, & A. Cáceres (Eds.), *Fundamentos de agrotecnologia de cultivo de plantas medicinales iberoamericanas* (pp.323-32). Cyted.
- Marchioretto, M.S. (2008). *Os gêneros Hebanthe Mart. e Pfaffia Mart. (Amaranthaceae) no Brasil* [Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul]. <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/28516>
- Marchioretto, M. S., Miotto, S. T. S., & Siqueira, J. C. de. (2009). Padrões de distribuição geográfica das espécies Brasileiras de *Pfaffia* (Amaranthaceae). *Rodriguésia*, 60 (3), 667-681. <https://doi.org/10.1590/2175-7860200960312>
- Marchioretto, M. S., Miotto, S. T. S., & Siqueira, J. C. de. (2010). O gêneros *Pfaffia* Mart.(Amaranthaceae) no Brasil. *Hoehnea*, 37, 461-511. <https://doi.org/10.1590/S2236-89062010000300004>
- Marchioretto, M. S., Senna, L., Siqueira, J. C. de. (2012). Amaranthaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB000042>.
- Marques, L. C., Galvão, S. M. P. , Espinola, E., Dias, R. F., Mattei, R., Oliveira, M. G. M., & Carlini, E. L. de A. (2004). Avaliação psicofarmacológica de raízes de *Pfaffia glomerata* (extrato BNT-08) em roedores. *Pesquisa em Fitoterapia*, [18\(7\)](#), 566-572. <https://doi.org/10.1002/ptr.1500>
- Mattos, J. K. de A. (1993). *Biologia da ferrugem (Uromyces platensis Speg.) da Pfaffia glomerata Pedersen* [Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília].
- Mattos, P. P. de, & Salis, S. M. de. (2005). *Resultados Preliminares do Plantio do Ginseng-do-Pantanal (Pfaffia glomerata) no Pantanal*. Embrapa Pantanal. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/812040/1/COT49.pdf>.
- McCormick, K., & Kautto, N. (2013). The Bioeconomy In Europe: An Overview. *Sustainability*, 5(6), 2.589-2.608. <https://doi.org/10.3390/su5062589>
- Ming, L. C., & Corrêa, C., Jr. (2002). Coleta de fáfia [*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen] na região noroeste do estado do Paraná, Brasil. *Acta Horticulturae*, 576, 29-32.
- Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. (2018). *Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia*. [https://repositorio.mctic.gov.br/bitstream/mctic/4355/1/2018\\_plano\\_acao\\_ciencia\\_tecnologia\\_inovacao\\_bioeconomia.pdf](https://repositorio.mctic.gov.br/bitstream/mctic/4355/1/2018_plano_acao_ciencia_tecnologia_inovacao_bioeconomia.pdf)

- Montanari, I., Jr. (2005). *Avaliação de genótipos de Pfaffia glomerata (Spreng.) Pedersen visando seu cultivo comercial* [Dissertação de mestrado, Instituto Agronômico de Campinas] [.https://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/posgraduacao/repositorio/storage/pb1804203.pdf](https://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/posgraduacao/repositorio/storage/pb1804203.pdf)
- Montanari, I., Jr., Magalhães, P. M., & Queiroga, C. I. (1999). Influence of plantation density and cultivation cycle on root productivity and tenors of in *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen. *Acta Horticulturae*, 502 (4), 125-8. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1999.502.18>
- Mota, L. D. C., Della Vecchia, M. G. S., Gioria, R., Kitajima, E. W., Rezende, J. A. M., Camargo, L. E. A., & Amorim, L. (2004). Pfaffia mosaic virus: a new potyvirus found infecting *Pfaffia glomerata* in Brazil. *Plant Pathology*, 53, 368–373. <https://doi.org/10.1111/j.0032-0862.2004.01001.x>
- Müller, K., & Borsch, T. (2005). Phylogenetics of Amaranthaceae based on matK/trnK sequence data evidence from parsimony, likelihood, and bayesian analyses. *Annals Missouri Botanical Garden*, 92(1),66-102.
- Nakamura, S., Chen, G., Nakashima, S., Matsuda, H., Pei, Y., & Yoshikawa, M. (2010). New Noroleanane-Type Triterpene and Ecdysterone-Type Sterol Glycosides and Melanogenesis Inhibitors from the Roots of *Pfaffia glomerata*. *Chem. Pharm. Bull*, 58 (5), 690–695.
- Nascimento, E. X. do, Mota, J. H., Vieira, M. do C., & Zárata, N. A. H. (2007). Produção de biomassa de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen e *Plantago major* L. em cultivo solteiro e consorciado. *Ciência e Agrotecnologia*, 31(3), 724-730. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000300019>
- Neto, A. G., Costa, J. M., Belati, C. C., Vinhólis, A. H., Possebom, L. S., Da Silva Filho, A. A., Cunha, W. R., Carvalho, J. C., Bastos, J. K., & e Silva, M. L. (2005). Analgesic and anti-inflammatory activity of a crude root extract of *Pfaffia glomerata* (Spreng) Pedersen. *Journal of ethnopharmacology*, 96(1-2), 87–91. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.08.035>
- Nicholls, C. I., & Altieri, M. A. (2019). Bases agroecológicas para la adaptación de la agricultura al cambio climático. *Cuadernos de Investigación UNED*, 11(1), S55-S61.
- Nicoloso, F. T., Erig, A. C., Martins, C. F., & Russowski, D. (2001b). Micropropagação do ginseng brasileiro. *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 3 (2), 11-18.
- Nicoloso, F. T., Fortunato, R. P., & Fogaça, M. A. de F. (1999). Influência da posição da estaca no ramo sobre o enraizamento de *Pfaffia glomerata* (Spreng) Pedersen em dois substratos. *Ciência Rural*, 29(2), 277-283. <https://doi.org/10.1590/S0103-84781999000200015>
- Nishimoto, N., Nakai, S., Takagi, N., Hayashi, S., Takemoto, T., Odashima, S., Kizu, H., & Wada, Y. (1984). Pfaffosides and nortriterpenoid saponins from *Pfaffia paniculata*. *Phytochemistry*, 23(1), 139-142. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(84\)83094-0](https://doi.org/10.1016/0031-9422(84)83094-0)
- Nishimoto, N., Shiobara, Y., Inoue, S., Takemoto, T., Oliveira, F., Akisue, G., Akisue, M. K., Hashimoto, G., Tanaka, O., Kasai, R., & Matsuura, H. (1987). Ecdsteroids from *Pfaffia* iresinoids and reassignment of some <sup>13</sup>CNMR chemical shifts. *Phytochemistry*, 26(9), 2505-2507.
- Nishimoto, N., Shiobara, Y., Inoue, S., Takemoto, T., Akisue, G., Oliveira, F., Akisue, M. K., & Hashimoto, G. (1990). *Ecdisteroides de Pfaffia glomerata* [resumos]. XI Simpósio de Plantas Mediciniais do Brasil, João Pessoa.

- Oliveira, C. M. F. de. (1998). *Estudo sobre a reprodução da fáfia [Pfaffia glomerata (Spreng.) Pedersen]* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná]. <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/28399>
- Oliveira, D. R. de, Oliveira, A. C. D. de, & Marques, L. C. (2016). O estado regulatório dos fitoterápicos no Brasil: Um paralelo entre a legislação e o mercado farmacêutico (1995–2015). *Vigil Sanit Debate, Rio De Janeiro*, 4(4), 139–148. <https://doi.org/10.22239/2317-269X.00806>
- Oliveira, C. J. F., Jr., & Santana, S. S. (2020) Sustentabilidade e diversidade vegetal em agroecossistemas no município de Bragança Paulista, São Paulo. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Paraíba*, 15, 28-39.
- Oliveira, W., da C. (2012). *Reação de genótipos de Pfaffia glomerata (Spreng.) Pedersen a Meloidogyne javanica e estudo morfo-anatômico da espécie hospedeira* [Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília]. [https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/11748/1/2012\\_WelmodaCostaOliveira.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/11748/1/2012_WelmodaCostaOliveira.pdf)
- Otofugi, G., de M. (2005). *Vias envolvidas no mecanismo de ação do efeito gastroprotetor das raízes da Pfaffia glomerata (Spreng) Pedersen*. [Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná]. <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/2794>
- Paixão, J. A. da, Conceição, R. S., Santana Neto, A. F., Araujo Neto, J. F., & dos Santos, U. S. (2016). Levantamento bibliográfico de plantas medicinais comercializadas em feiras da bahia e suas interações medicamentosas. *Revista Eletrônica De Farmácia*, 13(2), 71–81. <https://doi.org/10.5216/ref.v13i2.35942>
- Pauli, P. T., Rios, R. S., Bieski, I. G. C., & Silva, J. S. (2018). Estudo etnobotânico de plantas medicinais em bairros de Juína, Mato Grosso, Brasil. *Revista Saúde Viva Multidisciplinar da AJES*, 1 (1), 1 - 156.
- Pelloso, I. A. de O. (2007). *Produção e atividade antioxidante de Pfaffia glomerata, em função de espaçamentos e arranjos de plantas em duas épocas de colheita* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal da Grande Dourados].
- Queiroga, C. L., Salandin, M., Filho, A. A. S., Bastos, J. K., Filho, E. A. S., Montanari, I., Catharino, R., & Eberlin, M. N. (2008, 26 a 29 de maio). *Atividade anti-inflamatória de saponinas de Pfaffia glomerata (Spreng.) Pedersen (Amaranthaceae)*. 31ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, Águas de Lindóia.
- Ramos, S. de F., Oliveira C. J. F., Jr., Zahn, E. S., Peruchi, F., Ohta, G., Oliveira, M. F. de, & Vidal, M. C. (2023). Desafios e Potenciais da Sociobiodiversidade do Estado de São Paulo: aspectos da produção. *Análises e Indicadores do Agronegócio*, 18(1), 1-7.
- Rates, S. M. K., & Gosmann, G. (2002). Gênero Pfaffia: aspectos químicos, farmacológicos e implicações para o seu emprego terapêutico. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 12(2), 85-93. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2002000200005>
- Renner, G. D. R., Camacho, F., & Peixe, S. (2007). Ação da temperatura, ácido giberélico e luz na germinação de sementes de fáfia–Pfaffia glomerata (Spreng.) Pedersen. *Semina: Ciências Agrárias*, 28(3), 349-354.
- Ribeiro, P. G. F., & Pereira, E. F. (1994). *Estudo da germinação das sementes de Pfaffia glomerata*[Resumo]. XIII Simpósio de plantas medicinais do Brasil, Fortaleza.
- Rodrigues, I., Duarte-Almeida, J. M., & Pires, J. M. (2010). Perfil farmacológico e fitoquímico de plantas indicadas pelos caboclos do Parque Nacional do Jaú (AM) como potenciais

analgésicas. Parte I. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 20(6), 981-99. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2010005000008>

Santos, R. H. S. (1998). *Interações interespecíficas em consórcios de olerícolas*. UFV.

Sanches, N. R., Galleto, R., Oliveira, C. E. de, Bazotte, R. B., & Cortez, D. A. G. (2001). Avaliação do potencial anti-hiperglicemiante da *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen (Amaranthaceae). *Acta Scientiarum*, 23(2), 613-617. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v23i0.2729>

São Paulo (2018). Resolução SMA nº189, de 20 de dezembro de 2018. <https://cetesb.sp.gov.br/licenciamentoambiental/wp-content/uploads/sites/32/2019/05/Resolu%C3%A7%C3%A3o-SMA-n%C2%BA-189-2018.pdf>

Scalon, S. de P. Q., Mussury, R. M., Rosa, G. T. S. da, Moraes, K. C., & Scalon Filho, H. (2009). Enraizamento e germinação na propagação de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen (ginseng-brasileiro). *Ciência e Agrotecnologia*, 33(5), 1249-1254. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000500007>

Shiobara, Y., Inoue, S-S., Kato, K., Nishiguchi, Y., Oishi, Y., Nishimoto, N., Oliveira, F. de, Akisue, G., Akisue, M. K., & Hashimoto, G. (1993a). A nortriterpenoid, triterpenoids and ecdysteroids from *Pfaffia glomerata*. *Phytochemistry*, 32(6), 1524-1530. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(93\)85172-N](https://doi.org/10.1016/0031-9422(93)85172-N)

Shiobara, Y., Inoue, S-S., Kato, K., Nishiguchi, Y., Nishimoto, Y., Oliveira, F. de, Akisue, G., Akisue, M. K., & Hashimoto, G. (1993b). Pfaffane-type nortriterpenoids from *Pfaffia pulverulenta*. *Phytochemistry* 33 (4) , 897-899.

Silva, A. A, Jr. (2003). *Essentia herba – plantas bioativas*. Epagri.

Silva, A., Jr., & Osaida, C. C. (2005). Ginseng-Brasileiro – Novo estímulo para o campo e para o corpo. *Agropecuária Catarinense*, 18 (2), 41-44.

Silva, L. W. de F. (2013). *Plantas Medicinais usadas pela População do Município de Sertãozinho – Paraíba: Um Recurso Didático no Ensino Médio* [Trabalho de conclusão de Curso, Universidade Federal da Paraíba Virtual]. [https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/436?locale=pt\\_BR](https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/436?locale=pt_BR)

Silva, M. I. da, Ribas-Filho, J, M., Malafaia, O., Nassif, P. A. N., Ribas, M. M., Varaschim, M., & Czezko, L. E. (2010). A utilização da *Pfaffia glomerata* no processo de cicatrização de feridas da pele. *Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva*, 23(4), 228-233. <https://doi.org/10.1590/S0102-67202010000400004>

Siqueira, J. C. de. (1988). Considerações taxonômicas sobre as espécies brasileiras do gênero *Pfaffia* Mart. (Amaranthaceae). *Acta Biologica Leopoldensia*, 10: 269-278.

Siqueira, J. C. de. (2002). Amaranthaceae. In: M. G. L. Wanderley, G. Shepherd, & A. M. Giulietti (orgs), *Flora fanerogâmica do estado de São Paulo* (pp. 11-30) FAPESP-HUCITEC.

Siqueira, J. C. de. (1994,1995). Fitogeografia das Amaranthaceae Brasileiras. *Pesquisas-Botânica*, 45, 5-21.

Smith, L. B., & Downs, R. J. (1972). Amarantáceas. In: P. R. Reitz. *Flora ilustrada Catarinense* (pp.35-50). Herbário Barbosa Rodrigues.

Soares Garcia, J., & Oliveira, C. J. F., Jr. (2021). Espinheira-Santa: do extrativismo à produção sustentável. *Nativa*, 9(4), 401-412. <https://doi.org/10.31413/nativa.v9i4.12222>

Souza, V. C., & Lorenzi, H. (2005). *Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II*. I.Plantarum.

Udawatta, R. P., Rankoth, L., & Jose, S. (2019). Agroforestry and biodiversity. *Sustainability*, 11(10), 2879. <https://doi.org/10.3390/su11102879>

Ulloa Ulloa, C., Acevedo-Rodríguez P., Beck, S., Belgrano, M. J., Bernal, R., Berry, P. E., Brako, L., Celis, M., Davidse, G., Forzza, R. C., Gradstein, S. R., Hokche, O., León, B., León-Yáñez, S., Magill, R. E., Neill, D. A., Nee, M., Raven, P. H., Stimmel, H., Jørgensen, P. M. (2017). An integrated assessment of the vascular plant species of the Americas. *Science*, 358,1614-1617. <https://doi.org/10.1126/science.aao0398>

Vasconcellos, J. M. O. (1982). *Estudo taxonômico sobre Amaranthaceae no Rio Grande do Sul. Porto Alegre* [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul].

Vieira, R. E., Silva, S. R., Alves, R. B. N., Silva, D. B., Wetzel, M. M. V .S., Dias, T. A. B., Udry, M. C., & Martins, R. C. (2002). *Estratégias para conservação e manejo de recursos genéticos de plantas medicinais e aromáticas: Resultados da 1a Reunião técnica*. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Ibama.

### **CAPÍTULO III. DESENVOLVIMENTO E TEOR DE $\beta$ -ECDISONA EM RAIZ DE *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen CONSORCIADA COM REFLORESTAMENTO DE ESPÉCIES NATIVAS NO PARQUE ESTADUAL DAS FONTES DO IPIRANGA (PEFI), SÃO PAULO, SP, BRASIL.**

#### **Resumo**

Para aumentar a cobertura florestal e manter serviços ecossistêmicos, uma estratégia é incrementar a diversidade enquanto se gera renda, agregando espécies com potencial econômico aos plantios de restauração. Alinhados a um movimento de restauração florestal no Brasil, que incentiva plantios ecológicos e econômicos, analisamos o desenvolvimento e a produção de  $\beta$ -ecdisona em raízes de *Pfaffia glomerata* (Ginseng brasileiro), consorciada com plantio de restauração ecológica. O estudo foi conduzido em parcelas permanentes, no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), na matriz urbana de São Paulo, SP, Brasil. O delineamento experimental envolveu 4 tratamentos (T1. T2 e T3 Consórcio *P.glomerata* e reflorestamento de Pioneiras, Não-pioneiras e Misto, respectivamente, e T4 - Plantio de *P.glomerata* não consorciado), com 5 repetições, totalizando 20 parcelas de 150 m<sup>2</sup>. As plantas foram mantidas em campo durante 16 meses e avaliadas a cada quatro meses. Ensaios destrutivos, realizados em 12/2023, onde avaliamos: taxa de sobrevivência(%), produtividade(kg/ha), massa das partes aéreas e raiz(g), altura(m), diâmetro do colo(mm) e teor de  $\beta$ -ecdisona (%) em raiz de *P. glomerata*. O teste de Tukey (P<0,05) não revelou diferença significativa entre os tratamentos. *P.glomerata* estabeleceu-se e desenvolveu bem: sobrevivência acima de 60%; altura de 0,70 a 2,5m; diâmetro do colo de 7 a 10mm; teor de  $\beta$ -ecdisona em raiz de 0,28 a 0,33%. Estas quantidades de  $\beta$ -ecdisona (%) em raiz, em todas as condições testadas foram relevantes e demonstraram ser viável consórcio da espécie medicinal com reflorestamento, podendo gerar renda em diferentes fases do processo de restauração.

**Palavras-chave:** Ginseng-brasileiro, reflorestamento sustentável; florestas multifuncionais.

---

\*capítulo formatado de acordo com as normas da Revista *Árvore*, para qual será submetido o artigo.

## **DEVELOPMENT AND CONTENT OF $\beta$ -ECDYSONE IN ROOT OF *PFAFFIA GLOMERATA* (SPRENG.) PEDERSEN CONSORTIATED WITH REFORESTATION OF NATIVE SPECIES IN PEFI, SÃO PAULO, SP, BRAZIL.**

### **Abstract**

To increase forest coverage and maintain ecosystem services, one strategy is to enhance plant diversity while generating income through timber and non-timber forest products or intercropped cultivated species. In line with a forest restoration movement in Brazil, which encourages ecological and economic plantings, we analyzed the development and production of  $\beta$ -ecdysone in the roots of the native medicinal species *Pfaffia glomerata* (Brazilian ginseng) intercropped with reforestation, in an area undergoing ecological restoration. The study was conducted in permanent plots at Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, within the urban matrix of São Paulo, SP, Brazil. The experimental design involved 4 treatments: T1 - intercropping with a pioneer species, T2 - intercropping with a non-pioneer species, T3 - a mixed reforestation system, and T4 – only *P. glomerata*. Each treatment had five replicates, totaling 20 plots of 150 m<sup>2</sup>. Plants were maintained in the field for 16 months and evaluated every four months. Destructive assays were conducted in December 2023, at the end of biometric evaluations. We evaluated survival rate, productivity, mass of aerial parts and roots, height, collar diameter, and  $\beta$ -ecdysone content in the roots of *P. glomerata*. Tukey test ( $P < 0.05$ ) revealed no significant difference among treatments. *P. glomerata* established and developed well, producing relevant quantities of  $\beta$ -ecdysone in roots under all tested conditions. These results demonstrate the feasibility of intercropping this economically valuable medicinal species with reforestation species, being able to generate income at different stages of the restoration process

**Keywords:** Brazilian Ginseng, sustainable reforestation; multifunctional forests.

## 1. Introdução

A restauração florestal multifuncional tem se consolidado como abordagem estratégica para enfrentar simultaneamente a degradação ambiental e os desafios socioeconômicos associados ao uso do território no Brasil. Ao integrar a recuperação da biodiversidade à geração de benefícios econômicos e sociais, esses modelos ampliam a viabilidade da restauração em larga escala e respondem à crescente demanda por produtos florestais sustentáveis. Essa perspectiva está alinhada às diretrizes da política ambiental brasileira, em especial ao Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (PLANAVEG), que reconhece a restauração como instrumento para conciliar conservação, produção e desenvolvimento territorial.

Nesse contexto, a incorporação de espécies nativas com potencial de uso econômico emerge como elemento central para o fortalecimento de cadeias produtivas associadas à bioeconomia florestal, conforme estabelecido pela Estratégia Nacional de Bioeconomia, instituída pelo Decreto Federal nº 12.044, de 5 de junho de 2024. O referido decreto define a bioeconomia como um modelo de desenvolvimento produtivo baseado no uso sustentável, regenerativo e conservador da biodiversidade, com objetivos explícitos de geração de emprego e renda, mitigação das mudanças climáticas e inclusão de pequenos produtores e comunidades tradicionais.

Dentre as espécies nativas com potencial para integrar esses modelos, *Pfaffia glomerata* destaca-se pelo elevado valor agregado de seus produtos, amplamente utilizados nos setores de fitoterápicos e produtos naturais, bem como por sua aptidão para sistemas restaurativos multifuncionais. Sua inserção em arranjos de restauração florestal contribui para a recomposição de processos ecológicos essenciais — como proteção do solo, incremento da diversidade funcional e aumento da resiliência dos ecossistemas — ao mesmo tempo em que viabiliza a geração de renda por meio de produtos florestais não madeireiros, em consonância com as diretrizes do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima para o uso sustentável da biodiversidade. Assim, o estudo de *P. glomerata* em contextos de restauração multifuncional justifica-se por sua relevância ecológica, econômica e estratégica, posicionando a espécie como ativo potencial da bioeconomia florestal brasileira e como alternativa concreta para integrar políticas de restauração, conservação e desenvolvimento sustentável.

Dentre a enorme diversidade vegetal existente no Brasil, muitas espécies apresentam substâncias bioativas e são tradicionalmente usadas como plantas medicinais. Na Mata Atlântica, há um potencial de espécies que podem ser usadas para alimentação, fármacos e artesanatos (Kinupp & Lorenzi, 2014).

*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen, conhecida como Ginseng brasileiro, é uma destas promissoras espécies, que pode ser estratégica na criação de modelos para compor a

engrenagem da bioeconomia, práticas agrícolas e florestais que preservam os recursos naturais e ajudar no reconhecimento da multifuncionalidade florestal.

*Pfaffia glomerata*, pertencente à família Amaranthaceae, é uma espécie herbácea a subarbastiva amplamente distribuída no Brasil, onde recebe diversas denominações populares, como Ginseng-brasileiro, Fáfia, Para-tudo, Anador, Sempre-viva, Batata-do-mato e Canela-velha (Flora e Funga do Brasil, 2024; Lopes, 2011). Sua ocorrência é confirmada em todos os biomas brasileiros – Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal (Flora e Funga do Brasil, 2024) – e sua distribuição estende-se para Argentina, Bolívia, Paraguai e Uruguai (Marchioretto et al., 2009).

Prudente et al, (2024) sistematizaram em revisão vários estudos etnobotânicos em diferentes regiões brasileiras, em que *P. glomerta* foi citada, demonstrando que o conhecimento fitotécnico relativo a espécie ainda é incipiente para embasar, na prática, a produção sustentável de fáfia. E recomendam investigar sua produção em sistemas de policultivos e Sistemas Agroflorestais.

O conhecimento etnobotânico sobre *P. glomerata* evidencia sua ampla utilização medicinal, corroborada por investigações fitoquímicas que tanto validam suas propriedades conhecidas quanto revelam novos compostos bioativos. Estudos sobre sua composição química são essenciais para elucidar mecanismos de ação, compreender respostas fisiológicas ao estresse ambiental e apoiar a identificação taxonômica da espécie, além de fornecer subsídios para o setor farmacêutico.

As raízes de *P. glomerata* possuem elevado teor de saponinas, compostos de relevância farmacológica, dentre os quais se destaca a 20-hidroxiecdisona (20-E), ou  $\beta$ -ecdisona, uma saponina esteroidal considerada seu principal constituinte (Vigo et al, 2003; Franco et al, 2021; Cotrim Ribeiro et al, 2024). As saponinas, caracterizadas como glicosídeos de alta massa molecular, possuem um núcleo fundamental denominado aglicona ou sapogenina, sendo responsáveis por diversas atividades biológicas da espécie (Bertocco Jr, 2021). Apesar de  $\beta$ -ecdisona ser extraída majoritariamente das raízes, sua presença também foi confirmada nas partes aéreas, como folhas, caules e inflorescências (Festucci-Buselli et al., 2008; De Paris et al., 2020; Martins et al., 2000).

No aspecto da conservação, pode-se dizer que a espécie está sob ameaça indireta, pela exploração predatória dos habitats naturais onde ocorre, e pelo fato de ser uma planta com enorme potencial medicinal, com atividade extrativista e muitas vezes utilizada de forma indiscriminada (Prudente et al, 2024). A carência de critérios para a coleta das raízes, a exploração da espécie em ambiente natural, a degradação do habitat e o crescente interesse

comercial tem reduzido as populações de *Pfaffia* e pode colocar em risco suas populações naturais.

Entre as diversas temáticas de pesquisas em fitotecnia desenvolvidas para *P. glomerata*, há resultados importantes que podem auxiliar a propagação da espécie com maior qualidade, em quantidade, mas ainda usando métodos pouco tecnificados. No tocante aos consórcios e sistemas de policultivos, poucos estudos foram desenvolvidos, sendo uma grande lacuna diante da ampla ocorrência da espécie no território brasileiro.

Investir em espécies nativas pode gerar riqueza e promover o desenvolvimento local, mas requer disponibilidade de matéria-prima, investimentos em pesquisa e tecnologia, além da ampliação de mercados.

Também se evidencia a necessidade de produzir materiais didáticos de perfil extensionista, capazes de estimular a assistência técnica e qualificação junto às famílias, associações e produtores rurais, realizando a difusão e acesso ao conhecimento, o que fortalecerá muitos elos da cadeia produtiva de Ginseng brasileiro.

O objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento e a viabilidade de uso de *Pfaffia glomerata*, consorciada com restauração de espécies arbóreas nativas, em diferentes arranjos de plantio, visando identificar bons atributos e ações de manejo para cultivo sustentável dessa espécie medicinal.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Obtenção do material**

As mudas utilizadas no experimento foram produzidas por estacas em tubetes, no mês de março de 2022, doadas e expedidas em abril de 2022 pelo viveiro do Setor de Fitotecnia da APTA Regional de Pindamonhangaba - APTA/SAA/SP (figura 01). Permaneceram em condição semi-sombreada e irrigadas no viveiro Tamboril do Instituto de Pesquisas Ambientais até o plantio, ocasião em que as mudas apresentavam altura média de 30 cm, em agosto de 2022.

[figura 01]

### **2.2. Área de estudo**

O experimento foi conduzido em parcelas permanentes instaladas no PEFI (Parque Estadual das Fontes do Ipiranga), situado entre os paralelos 23°38'08''S e 23°40'18''S e

meridianos 46°36'48''W e 46°38'00''S, na bacia do Riacho do Ipiranga, região sudeste do Município de São Paulo/SP. Trata-se de uma Unidade de Conservação (UC) de Proteção Integral, com 500 ha, localizada em região altamente urbanizada, sofrendo impactos como poluição sonora e atmosférica das ruas e avenidas intensamente movimentadas de seu entorno.

No período do experimento, entre agosto de 2022 e dezembro de 2023, a temperatura média foi 19,75°C, com máxima mensal média de 32,81°C e mínima mensal média de 11,07°C (**figura 02**). Em 2022 e 2023, a precipitação total anual foi de 1.620mm e 1.784,5mm respectivamente, conforme observações meteorológicas registradas pela Estação Meteorológica do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo para a região do PEFI, onde foram conduzidos os experimentos.

[ figura 02]

Altitudes variam de 770m a 825m, na zona do planalto paulista (Barbosa *et al.*, 2002). Relevo caracterizado por topos convexos, ocupando a posição de divisores de água das sub-bacias do riacho Ipiranga, com patamares convexos de superfícies aplanadas e topos de curvatura ampla (Fernandes *et al.* 2002). O solo predominante é latossolo vermelho-amarelo distrófico (Embrapa 1999).

A área onde o experimento foi conduzido já sofrera anteriormente com fragmentação e urbanização, deixando parte da área degradada, o que oportunizou a execução, entre janeiro e abril 2015, de um plantio compensatório de seis hectares (Termo de Ajuste de Conduta no.19/DECONT-G/2014), sob a orientação, aprovação e monitoramento do Instituto de Botânica de São Paulo, atualmente Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA- SP).

O reflorestamento atendeu a legislação pois seguiu diretrizes da Resolução SMA 32/2014 e utilizou elevada diversidade, com indivíduos dos dois grupos sucessionais: 98 espécies arbóreas (46 pioneiras, 52 não-pioneiras), totalizando 15.040 mudas com 70 cm de altura. Para pesquisas científicas contínuas, foram estabelecidas parcelas permanentes, com diferentes espaçamentos de plantio e arranjos de espécies.

### **2.3. Delineamento experimental**

O desenho experimental adotado envolveu **4 tratamentos, com 5 repetições, inserindo 09 mudas jovens de *Pfaffia glomerata* (45 plantas por tratamento)**, em parcelas reflorestadas com diferentes arranjos de plantio, contendo 5 linhas com 10 plantas arbóreas nativas cada, e espaçamento de 2m entre plantas, por 1,5m entre linhas, totalizando 2.250 m<sup>2</sup> de área ocupada. Assim, o experimento estruturou-se da seguinte forma (**figura 3**):

[figura 03]

T1 (PI): consórcio de *P. glomerata* com plantio (reflorestamento) usando apenas espécies pioneiras (5 repetições= parcelas 1, 4, 8, 12 e 15);

T2 (NP): consórcio de *P. glomerata* com plantio (reflorestamento) usando apenas espécies não-pioneiras (5 repetições =parcelas 2, 5, 7, 10 e 13);

T3 (MI):consórcio de *P. glomerata* com plantio (reflorestamento) usando plantio misto (5 repetições=parcelas 3, 6, 9, 11, 14), ou seja, com espécies dos dois grupos sucessionais.

E T4 (NC–Pleno Sol), parcelas de controle, onde apenas *P. glomerata* foi plantada, portanto não houve consórcio (5 repetições = parcelas 16, 17, 18, 19, 20).

Em cada uma das 20 parcelas foram transplantadas 09 (nove) mudas de *P. glomerata*, com altura aproximada de 20 cm, totalizando 180 indivíduos no experimento.

Para caracterizar as condições experimentais, em maio de 2022, foram coletadas amostras de solo, em 04 pontos dentro de cada parcela, somente na linha de plantio de *P. glomerata*, em camada de 0 a 30 cm de superfície (figura 04).

[ figura 04]

Das amostras homogeneizadas, uma fração de cada tratamento foi enviada ao Laboratório de Análises de Solos e Nutrição de Plantas - Departamento de Ciências Agrárias, da Universidade de Taubaté, onde foram realizadas análises de pH, matéria orgânica, P, K, Ca, Mg e H+Al do solo (**Tabela 1**).

[ Tabela 1]

No preparo da área, realizou-se roçada manual apenas na linha de plantio de *P. glomerata*, demarcação e abertura dos berços entre os meses de maio e julho de 2022. A dimensão dos berços foi de 30x40 cm, intercalando mudas de *P. glomerata* nas entrelinhas de árvores nativas do reflorestamento (figura 05). Foram aplicadas dosagens de calcário dolomítico calcinado (200g/berço) e de condicionador de solo para plantio \*Biomix (300g/berço) para todos os tratamentos.

[ figura 05]

#### 2.4. Amostragem e análise de dados

A frequência das avaliações de campo foi quadrimestral e teve início em dezembro de 2022 e término em dezembro de 2023.

Foram analisados os dados de **sobrevivência** (% de mudas vivas), **desenvolvimento** (altura média das plantas - da base ao ápice, em m); diâmetro do colo- DAC (mm); massa de raiz e folha (g) e **produtividade** (teor de  $\beta$ -ecdisona em raiz; massa raiz em kg/ha; e rendimento de composto, em %). A produtividade foi calculada a partir da massa seca de raiz e folha(g), e expressa em kg/ha..

Os dados de sobrevivência, altura, DAC, teor de beta-ecdisona e massa foram analisados estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SISVAR.

Para determinação da massa fresca e seca das raízes de *P. glomerata*, foram adotados os seguintes procedimentos:

Ao final do experimento, as plantas foram coletadas inteiras e cuidadosamente, separadas em parte aérea e raízes. Em seguida, no laboratório de estudos ambientais (LEA) do Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA), foram lavadas com água destilada para remover o solo e outras impurezas. Com papel toalha foi retirado o excesso de água e então, colocadas em estufa com circulação de ar, por 5 dias, a 40°C, para secagem parcial.

As amostras foram fracionadas em duas partes e pesadas para determinação de massa fresca. Uma das frações foi devolvida à estufa a 70°C, até atingir massa constante, para assim, obter a massa seca. Já a segunda fração, foi triturada em moinho de facas, acondicionada em sacos plásticos devidamente identificados e congelada em ultrafreezer à -80°C, até a realização das análises laboratoriais, pelo Centro de Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas (CPQBA), da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

A determinação do teor de  $\beta$ -ecdisona em amostras raiz de *Pfaffia glomerata* foi feita por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC/DAD), realizada no CPQBA/ UNICAMP, de acordo com protocolo testado por Serra et al (2012), conforme esquema a seguir:



## Preparo da amostra



- Pesar – 3 g da amostra seca e moída.
- Embalar em envelope de papel de filtro  
→ inserir no cartucho do Soxhlet.
- Adicionar 200 mL de etanol :agua (90,10) no balão coletor.
- Refluxo por 6 h.
- Evaporar o extrato em rotaevaporador a vácuo.
- Ressuspender em 50 mL de metano;
- Filtrar em filtro de seringa (0,45  $\mu$ m).
- Armazenar para análise por HPLC/DAD



## Curva analítica de $\beta$ -ecdisona



- Pesar 10 mg do padrão ( $\geq 90\%$ ) em balão de 25 mL.
- Avolumar com metanol.
- Realizar diluições: 17 a 47 a 432  $\mu$ g/mL.
- Filtrar em filtro de seringa (0,45  $\mu$ m).
- Analisar por HPLC/DAD



## Condições cromatográficas



- Coluna: Symmetry C18, 3,5  $\mu$ m, 7,5 $\times$ 4,6mm, com precoluna.
- Temperatura: 30 °C
- Fase móvel: A: Milli-Q  
B: metanol gra UPLC
- Gradienté (% B):  
0 min – 10%  
5 min – 70%  
15 min – 70%

\*Esquema do protocolo de análise de B-ecdisona por HPLC/DAD, conforme Serra et al (2012), detalhes anexo I. Esquema gráfico criado por IA < <https://chatgpt.com/c/681d5479-7774-8005-87e6-3d03c1540502>>

Para a extração da  $\beta$ -ecdisona foram avaliados diferentes tempos de refluxo (3, 4, 5 e 6 horas) utilizando o método Soxhlet. Os resultados indicaram que 6 horas eram necessárias para a extração total da  $\beta$ -ecdisona. Após a otimização do tempo de extração, todas as amostras foram processadas e analisadas por HPLC/DAD. O cromatograma do extrato de *Pfaffia glomerata*, na concentração de 7842  $\mu$ g/mL, apresentou picos bem definidos, confirmando a eficácia do método de extração (figura 06).

[figura 06]

A técnica de HPLC/DAD foi eficaz para a análise quantitativa de  $\beta$ -ecdisona em *Pfaffia glomerata*. A otimização do tempo de extração utilizando Soxhlet é crucial para a obtenção de

resultados precisos. A curva analítica [ $y=16377x + 40085$ ;  $R^2 = 0,9996$ ] (figura 07) apresentou uma excelente linearidade, validando a metodologia utilizada.

[figura 07]

### 3. RESULTADOS

Foram obtidos resultados de sobrevivência (% de mudas vivas), altura (m); DAC (mm); massa de raiz e folha (g) e produtividade (teor de  $\beta$ -ecdisona em raiz; massa raiz em kg/ha; rendimento de composto, em %  $\beta$ -ecdisona/massa de raiz) de *P. glomerata*.

#### 3.1. Sobrevivência e desenvolvimento de *P. glomerata*

Em todos os tratamentos, após 16 meses de desenvolvimento em campo, totalizando 487 dias, a sobrevivência das plantas foi superior a 60% (Tabela 02)

No Tratamento 1 (PI), a mortalidade observada foi menor, chegando a 17,8%. Já no Tratamento 4 (P. Sol), a mortalidade foi maior, atingindo 40%. Não houve diferença significativa nos resultados de sobrevivência e desenvolvimento da espécie.

#### [ Tabela 02]

Para compreensão do desenvolvimento de *P. glomerata*, analisamos altura média das plantas (m), diâmetro do colo (mm) e massa de raiz e folhas (tabela 02).

Nos resultados de altura não houve diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos, para mudas de fáfia cultivadas por 16 meses em campo. As alturas variaram de 0,30m no T1(PI) a 6,06m no (T3-MI). No T3(Mi), as plantas apresentaram maior altura média (2,49m), mais que o triplo da altura média das plantas no T4(PSol), com 0,7m.

No T3 (MI), as plantas consorciadas apresentaram maiores médias de DAC, com 10,8 mm. E a menor média de DAC foi observada no T2 (NP), 6,98mm, contudo, sem diferenças significativas (tabela 02).

Também para massa (g) de raiz e folha de *P. glomerata* e os resultados médios não diferiram estatisticamente, nos respectivos tratamentos.

No Tratamento 1(PI), as plantas apresentaram menor desenvolvimento radicular, com massa média de 8,13g e a pleno sol, no Tratamento 4, em condição não consorciada, as plantas

de *P. glomerata* apresentaram massa média de 23,79 g de raiz, porém sem diferenças estatísticas significativas.

Em relação a massa seca de folhas, na condição não consorciada (T4), a massa média de folhas foi de apenas 0,57g. Já nas condições consorciadas, obtivemos 1,67g (T2); 1,83g (T3) e 2,24g (T1).

Na condição não consorciada (T4), portanto a pleno sol, a massa média de folhas foi pequena (0,57g) se comparada massas de folhas nas condições de plantio consorciado ao reflorestamento, onde obtivemos 1,67g (T2); 1,83g (T3) e 2,24g (T1). Comparando-os, este último resultado é quase quatro vezes superior ao obtido no T4. Na condição consorciada com reflorestamento de pioneiras (T1) houve 110% a mais na produção de folhas em relação a não consorciada (T1).

Em relação a massa de raiz, ocorreu o inverso: na condição não consorciada, a pleno sol houve maior incremento: a produção em T4 (23,79g) foi quase o triplo do T1 (8,13g).

### **3.3. Teor de $\beta$ -ecdisona em raiz de *P. glomerata*, Produtividade (kg/ha)**

Os teores médios (% m/m) de  $\beta$ -ecdisona nas raízes de *Pfaffia glomerata* apresentam-se na tabela 03. Dados complementares de massa (g) das raízes e dos extratos, área (UA), concentração ( $\mu\text{g/mL}$ ), massa (g) apresentam-se no anexo 02.

[Tabela 03]

Em relação ao composto bioativo, considerando todas as parcelas e os tratamentos, encontramos teores de  $\beta$ -ecdisona em raízes de 0,16% a 0,49% m/m, colhidas 16 meses após o plantio. Entre as médias, houve variação de 0,28 a 0,36 % m/m no teor de  $\beta$ -ecdisona dos tratamentos testados.

Esses resultados demonstram a variabilidade na concentração de  $\beta$ -ecdisona entre diferentes amostras de *P. glomerata*. Quanto à amplitude dos resultados, as análises de teor de  $\beta$ -ecdisona em amostras de raiz de *P. glomerata*, submetidas aos diferentes tratamentos apresentam diferença de 0,27% entre a menor e a maior média obtida.

Também foram obtidos os teores (% m/m) de  $\beta$ -ecdisona em raiz de *P. glomerata*. A partir dos resultados de biomassa e teor de  $\beta$ -ecdisona, também foi possível calcular o rendimento de  $\beta$ -ecdisona (%) nas condições testadas (tabela 03).

Em relação à produtividade neste estudo, especialmente no T4, cultivada sozinha, *P. glomerata* foi capaz de produzir 1,586kg de raízes por hectare. Seguida de 1,012Kg/ha (T2); 0,935 kg/ha (T3) e 0,542kg/ha (T1).

Também no T4 obtivemos o melhor rendimento de composto medicinal ( $\beta$ -ecdisona por raiz produzida), atingindo 12%. Nos demais tratamentos, o rendimento de  $\beta$ -ecdisona foi: 11% (T3); 10,33% (T1) e 8,97% (T2).

#### 4. DISCUSSÃO

Nascimento et al (2007), comparando sistemas de cultivos solteiro e consorciado de Fáfia e Tansagem (ambas plantas de interesse da flora medicinal brasileira), encontraram alturas máximas das plantas de fáfia de 185 cm e 183 cm, aos 172 e 164 dias após o transplante, sob cultivo solteiro, nos espaçamentos de 54 cm e 36 cm, respectivamente. Nos experimentos de Barboza (2007), testando cultivos solteiros e consorciados, as alturas máximas variaram entre 158,57 cm e 178,81 cm, dependendo do tratamento, com maior produtividade no cultivo solteiro, enquanto o consórcio com manjeriço favoreceu o diâmetro das raízes.

Nossos resultados corroboram os de Nascimento et al (2007), em que, comparando sistemas de cultivo solteiro e consorciado, não encontraram diferença estatística. Em cultivo solteiro de Fáfia observaram: 18,4% e 14,3% a mais nas produções de massas fresca e seca de parte aérea, respectivamente. Também 24,5% e 25,2% a mais nas produções de massas fresca e seca de raízes, respectivamente. Os autores observaram que no cultivo sob 36 cm entre fileiras de fáfia, houve 19,7% e 15,6% a mais nas produções de massas fresca e seca de parte aérea, respectivamente. E 31,3% e 20,7% a mais nas produções de massas fresca e seca de raízes, respectivamente. Barboza (2007) também constatou viabilidade nos consórcios da Fáfia com o cravo-de-defunto (*Tagetes erecta*) e com o manjeriço (*Ocimum basilicum*).

Montanari et al (1999) constataram teores  $\beta$ -ecdisona entre 0,67 e 0,71%, e concluíram que os princípios ativos em plantas de Fáfia com 1 ano de idade eram percentualmente iguais aos das plantas com 2 e 3 anos. Tais resultados são superiores aos obtidos em nosso experimento, onde a variação média para teor de  $\beta$ -ecdisona foi de 0,28 a 0,36%, com dezesseis meses de cultivo.

No entanto, se aproximam dos resultados de Correia Jr et al (2008), que encontraram teores significativamente mais altos de  $\beta$ -ecdisona em raízes colhidas após oito (0,36%), dez (0,26%) e doze meses (0,38%) de cultivo, do que em outros períodos de colheita testados.

Nossos resultados em plantas de 16 meses se aproximam dos obtidos por Martins et al. (2020), onde o conteúdo de  $\beta$ -ecdisona nas raízes de *Pfaffia glomerata* em plantas com seis meses foi de  $0,51 \pm 0,12\%$  e com 3 anos,  $0,68 \pm 0,05\%$ .

Em outros estudos com *P.glomerata*, e dependendo da época de colheita, tempo de cultivo ou idade das plantas, variação genética e fertilidade do solo foram encontradas variações nos teores de  $\beta$ -ecdisona em raízes de 0,3% a 0,75% (Figueiredo, 2002; Correia Júnior, 2003; Alves et al., 2006; Martins et al., 2020; Queiroga et al., 2008).

A presença de  $\beta$ -ecdisona foi relatada por diferentes pesquisadores, e os níveis variam de acesso para acesso, onde fatores ambientais e antropogênicos interferem diretamente no acúmulo do composto em diferentes partes da planta (de Oliveira et al, 2024).

Apesar da variação nos resultados, análises estatísticas indicaram não haver diferença significativa para teor de  $\beta$ -ecdisona em raiz, entre os tratamentos testados (tabela 02), o que no contexto da resiliência e adaptabilidade, revela-se positivo pois traduz amplas possibilidades e diferentes condições de cultivo da espécie.

Comparando com estudos anteriores, a maior produtividade de massa de raízes de *P. glomerata* nas nossas condições, em 16 meses (487 dias) ( $1,586\text{kg/ha}$ ) foi inferior à obtida em cultivo solteiro por 300 dias, testado por Nascimento et al (2007). Os autores obtiveram  $3.038\text{kg/ha}$ , de massa de raízes; já em cultivo consorciado com *Plantago major* L, obtiveram  $2.273\text{ kg/ha}$ . No estudo, concluíram que o tipo de cultivo, bem como os espaçamentos testados não exerceram influência significativa na produção de massa fresca e seca (parte aérea e raízes) de *P. glomerata*.

Montanari Júnior et al (1997) encontraram os seguintes valores de produtividade de *P.glomerata* em diferentes períodos de cultivo: Massa fresca de raiz:  $7,2\text{ t/ha}$  (12 meses),  $12,7\text{ t/ha}$  (24 meses),  $15,8\text{ t/ha}$  (36 meses). E massa seca de raiz:  $2,2\text{ t/ha}$  (12 meses),  $3,8\text{ t/ha}$  (24 meses),  $4,8\text{ t/ha}$  (36 meses). Já Correia Jr et al (2008), obtiveram  $1,2\text{ t/ha}$ , de produtividade das raízes, 12 meses após o plantio. Corrêa Júnior & Ming (2004) obtiveram produtividade de  $1,9\text{ t/ha}$  de raiz moída seca, cultivada por 12 meses.

Considerando todos os parâmetros estudados, na condição de plantio não consorciada, as mudas de *P. glomerata* apresentaram maior mortalidade, menor desenvolvimento em altura e também menor massa de folhas. No entanto, das mudas sobreviventes e estabelecidas, a produção de massa de raiz, teores de  $\beta$ -ecdisona, produtividade e rendimento foram maiores, ainda que não tenham apresentado diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos.

Já no consórcio com reflorestamento de espécies pioneiras, onde observamos a maior sobrevivência e estabelecimento de mudas, também foi a condição em que as plantas produziram maior massa foliar, porém com menor produtividade de raiz, sem diferenças estatísticas significativas.

Neste caso, aumenta-se ainda mais o potencial de produção sustentável de fáfia, baseando-se nas descobertas recentes de Martins et al (2020), que afirmam que partes aéreas da planta também podem ser de interesse comercial, visto que as folhas apresentaram maiores concentrações que as demais partes da planta.

Essas constatações abrem espaço para continuidade das pesquisas, voltando a atenção para a produção de compostos bioativos nas diferentes partes da planta, assim como em novos arranjos de plantio, como por exemplo em Sistemas Agroflorestais (SAFs).

## **5. CONCLUSÕES**

Os resultados reforçam a rusticidade, a plasticidade e a capacidade de sobrevivência da planta, em diferentes condições. Tais características são favoráveis e desejáveis frente ao cenário de mudanças climáticas que se apresenta.

Também tornam a espécie economicamente atrativa, ainda que seja cultivada de forma não intensiva, mas sim de forma sustentável, permitindo diversificar o manejo.

O consórcio de fáfia com reflorestamentos é uma opção viável de cultivo, já que a espécie apresentou sobrevivência relevante. Produtos florestais não madeireiros (PFNM) desempenham papel crucial na restauração florestal e podem gerar renda durante o período inicial, até o estabelecimento das árvores e eventualmente uso futuro de madeira. Oportuniza aos produtores rurais um plano de manejo com usos múltiplos, também ao longo do tempo.

Este estudo permite recomendar a restauração florestal bioeconômica: adotar a estratégia de conciliar a produção de *Pfaffia glomerata*, espécie medicinal nativa, em meio a um reflorestamento é uma alternativa viável, sustentável e alinhada a bioeconomia, seja para

substituir os métodos extrativistas, quanto para complementar o método tradicional de monocultivo e agregar valor a restauração florestal, já que este novo modelo pode gerar, sinergicamente, benefícios ecológicos e socioeconômicos.

## REFERÊNCIAS

Alves, R. B. N., Mendes, R. A., Mendes, M. A., Carneiro, R. M. D. G., Silva, D. B., Cardoso, L. D., Salomão, A. N., & Vieira, R.F. (2006). Brazilian ginseng [*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen] germoplasm conservation. *Revista Brasileira de plantas medicinais*, 8(esp),1-4.

Barbosa, K. C. Avaliação do desenvolvimento inicial e do potencial de regeneração natural de um plantio com alta diversidade no Parque Estadual do Ipiranga, São Paulo (SP). Tese (Doutorado) Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente. 107p. 2018.

Barboza, V. C. *Pfaffia glomerata* (Spreng) Pedersen em cultivo solteiro e consorciado com *Tagetes erecta* L. e *Ocimum basilicum* L. Tese (Doutorado). Universidade Federal da Grande Dourados. MS. 47 p. 2007.

Bertoco Jr., F. D.; Marquezi, L. C.; Sakai, O. A.; Terhaag, M. M. Efeitos de diferentes técnicas extrativas na obtenção da B-ecdisona proveniente de *Pfaffia glomerata*: um estudo de revisão. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 4, e24610414147, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i4.14147>

Bicudo, D. C.; Forti, M. C.; Bicudo, C.E.M. (org) Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo. São Paulo: Editora Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. 2002. 351p.

Blanco, M. C. S. G., & de Freitas, E. R. (2020). Plantas medicinais arbustivas e trepadeiras. In: SAA, CDRS, DEXTRU, *Plantas medicinais e sistema agroflorestal*. Governo do estado de São Paulo. <https://www.cati.sp.gov.br/portal/themes/unify/arquivos/produtos-e-servicos/acervo-tecnico/CDRS-DEXTRU-PLAMED-SAF1.pdf>

BRASIL MCTIC, 2018 Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Bioeconomia

Brasil. (2000). Resolução-RDC n° 17, de 24 de fevereiro de 2000. [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2000/rdc0017\\_24\\_02\\_2000.htm](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2000/rdc0017_24_02_2000.htm)

Brasil. (2002). Decreto n° 42.099, de 31 de dezembro de 2002. [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Decretos/2002/dec\\_rs\\_42099\\_2002\\_especies\\_floranativa\\_ameacadasdeextincao\\_rs.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Decretos/2002/dec_rs_42099_2002_especies_floranativa_ameacadasdeextincao_rs.pdf)

Brasil. (2004). Resolução-RDC n° 48, de 16 de março de 2004. [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/rdc0048\\_16\\_03\\_2004.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/rdc0048_16_03_2004.html)

Brasil. (2006). Decreto n° 5.813, de 22 de junho de 2006. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5813.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%205.813%2C%20DE%2022,%E2%80%9Ca%E2%80%9D%2C%20do%20art.](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5813.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%205.813%2C%20DE%2022,%E2%80%9Ca%E2%80%9D%2C%20do%20art.)

Brasil. (2008). Portaria interministerial n° 2.960, de 9 de dezembro de 2008. [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2008/pri2960\\_09\\_12\\_2008.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2008/pri2960_09_12_2008.html)

Brasil. (2009). Plano nacional de promoção das cadeias de produtos da sociobiodiversidade. <https://bibliotecadigital.economia.gov.br/bitstream/123456789/1024/1/Plano%20Sociobiodiversidade.pdf>

Brasil. (2014). Resolução-RDC nº 26, de 13 de maio de 2014. [https://bvsm.sau.gov.br/bvs/sau/legis/anvisa/2014/rdc0026\\_13\\_05\\_2014.pdf](https://bvsm.sau.gov.br/bvs/sau/legis/anvisa/2014/rdc0026_13_05_2014.pdf)

Brasil. (2016). Decreto nº 8.772, de 11 de maio de 2016. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2016/decreto/d8772.html](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/d8772.html)

Brasil. (2022). Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022. [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P\\_mma\\_148\\_2022\\_altera\\_anexos\\_P\\_mma\\_443\\_444\\_445\\_2014\\_atualiza\\_especies\\_ameacadas\\_extincao.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P_mma_148_2022_altera_anexos_P_mma_443_444_445_2014_atualiza_especies_ameacadas_extincao.pdf)

BRASIL. (2024) Decreto nº 12.044, de 5 de junho de 2024. Institui a Estratégia Nacional de Bioeconomia. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 6 jun. 2024.

BRASIL.(2017) Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (PLANAVEG). Brasília, DF: MMA, 2017.

Corrêa e Ming (2004) = Corrêa C., Jr., & Ming, L. C. (2004). Fáfia (*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen: o ginseng brasileiro. In: M. N. Alexiades, & P. Shanley (Orgs.), *Productos florestales, medios de subsistencia y conservacion: estudios de caso sobre sistemas de manejo de productos florestales no maderables* (pp.349-363). JCIFOR

Correa Jr et al (2008) = Corrêa C., Jr., Ming, L. C., & Cortez, D. A. G. (2008). Sazonalidade na produção de raízes e teor de  $\beta$ -ecdisona em acessos de fáfia. *Horticultura Brasileira*, 26(3), 393-397. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362008000300020>

Corrêa, C., Jr. (2003). Estudo agrônômico de [*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen]: sazonalidade na produção de raízes e conteúdos de -ecdisona em diferentes acessos de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul [Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista]. <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/103303>

Cortez et al. 1998 = Cortez, D. A. G., Torrado, M. C., & Cortez, L. E. R. (1998). Ginseng Brasileiro: Revisão Bibliográfica. *Arq. Ciênc. Saúde Unipar*, 2( 3), 299-306

De Oliveira, CBD, Filho, LC, de Mello, JCP *et al.* Extração líquida pressurizada seguida de cromatografia líquida de alta eficiência para determinação de beta-ecdisona extraída de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen. *Sci Rep* **14** , 16027 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-64077-6>

DEXTRU, CDRS, SAA. (2020). *Plantas medicinais e sistema agroflorestal*. São Paulo.. Disponível em<<https://www.cati.sp.gov.br/portal/themes/unify/arquivos/produtos-e-servicos/acervo-tecnico/CDRS-DEXTRU-PLAMED-SAF1.pdf>>

Felipe et al (2014) = Felipe, D. F., Brambilla, L. Z. S., Porto, C., Pilau, E. J., & Cortez, D. A. G. (2014). Phytochemical Analysis of *Pfaffia glomerata* Inflorescences by LC-ESI-MS/MS. *Molecules*, 19(10), 15720-15734. <https://doi.org/10.3390/molecules191015720>

Fernandes *et al.* 2002 = Fernandes, A. J.; Reis, I. A. M.; Carvalho, A. Caracterização do meio físico. p. 49 a 62. IN: Bicudo, D. C.; Forti, M. C.; Bicudo, C.E.M. (org) Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo. São Paulo: Editora Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. 2002. 351p.

Festucci-Buselli et al. 2008 = Festucci-Buselli, R. A., Contim, L. A. S., Barbosa, L. C. A., Stuart, J. J., Vieira, R. F., & Otoni, W. C. (2008). Level and distribution of 20-hydroxyecdysone during *Pfaffia glomerata* development. *Brazilian society of plant physiology*, 20(4), 305-311.

Figueiredo, 2002 = Figueiredo, L. S. (2002). Avaliação do comportamento em cultivo de campo in vitro de indivíduos de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen (Amaranthaceae) Tese de doutorado, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

Flora e Funga do Brasil, 2024; Flora e Funga do Brasil. (2024). Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>

Kinupp & Lorenzi, 2014 = KINUPP VF AND LORENZI H. 2014. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas, 1ed., São Paulo:Instituto Plantarum, 767 p.

Lopes, S. B. (2011). *Pfaffia* spp. (ginseng-brasileiro). In L. Corandin, A. Siminski, & A. Reis (Eds.), Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: Plantas para o futuro: Região Sul (pp. 670-675 ).MMA.

Marchioretto, M. S., Miotto, S. T. S., & Siqueira, J. C. de. (2009). Padrões de distribuição geográfica das espécies Brasileiras de *Pfaffia* (Amaranthaceae). *Rodriguésia*, 60 (3), 667-681. <https://doi.org/10.1590/2175-7860200960312>

Martins, Narliane & Andrich, Filipe & Martins, Darliane & Calaça, Giselle & Sakai, Otávio. (2020). Determination of  $\beta$ -ecdysone in infusions of different organs of Brazilian ginseng (*Pfaffia glomerata*) by high-performance liquid chromatography. *Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão* (ISSN: 2525-4782). 5. 10.21575/25254782rmetg2020vol5n71138.

Montanari, I., Jr., Magalhães, P. M., & Queiroga, C. I. (1999). Influence of plantation density and cultivation cycle on root productivity and tenors of in *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen. *Acta Horticulturae*, 502 (4), 125-8. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1999.502.18>

Montanari, I., Jr. (2005). Avaliação de genótipos de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen visando seu cultivo comercial [Dissertação de mestrado, IAC] <https://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/posgraduacao/repositorio/storage/pb1804203.pdf>  
Montanari Júnior et al (1997)

Nascimento, E. X. do, Mota, J. H., Vieira, M. do C., & Zárate, N. A. H. (2007). Produção de biomassa de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen e *Plantago major* L. em cultivo solteiro e consorciado. *Ciência e Agrotecnologia*, 31(3), 724-730. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000300019>

Oliveira, W., da C. (2012). Reação de genótipos de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen a *Meloidogyne javanica* e estudo morfo-anatômico da espécie hospedeira [Dissertação de Mestrado, UNB]. [https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/11748/1/2012\\_WelmodaCostaOliveira](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/11748/1/2012_WelmodaCostaOliveira)

Prudente, C., M., Carliana, Soares, Ramos., Domingos, Sávio, Rodrigues., Clovis, José, Fernandes, Oliveira, Junior., Barbosa L. M (2024). *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen: ginseng brasileiro, potencial da sociobiodiversidade brasileira. doi: 10.55905/rdelosv17.n53-022

Queiroga, C. L., Salandin, M., Filho, A. A. S., Bastos, J. K., Filho, E. A. S., Montanari, I., Catharino, R., & Eberlin, M. N. (2008, 26 a 29 de maio). Atividade anti-inflamatória de saponinas de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen (Amaranthaceae). 31ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, Águas de Lindóia.

Rocha, B.P; Barbosa, J. M. Rodrigues, M.A.; Nogueira, C. R.C. Prudente, C.M. Estudo do banco de sementes de diferentes locais em área reflorestada dentro do PEFI (Parque Estadual das Fontes do Ipiranga) São Paulo/SP. Anais; 25ª Reunião Anual do Instituto de Botânica de São Paulo. 2018.

Sanches, N. R., Galleto, R., Oliveira, C. E. de, Bazotte, R. B., & Cortez, D. A. G. (2001). Avaliação do potencial anti-hiperglicemiante da *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen (Amaranthaceae). *Acta Scientiarum*, 23(2), 613-617. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v23i0.2729>

Santos, P. M.; Funari, F. L. Clima Local. p. 30 a 48. IN; Bicudo, D. C.; Forti, M. C.; Bicudo, C.E.M. (org) Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo. São Paulo: Editora Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. 2002. 351p.

Santos, J.P.B.; Romanelli, J.P.; Gardon, F.R.; Krainovic, P.M.; de Resende, A.F.; Souza, L.R.; Piotto, D.; Rodrigues, R.R. Multifunctional Forest Restoration in Brazil: A Critical Analysis of the Trends and Knowledge Gaps in the Scientific Literature. *Sustainability* 2023, 15, 15782. <https://doi.org/10.3390/su152215782>

SÃO PAULO - SMA (Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo). 2008. Plano de manejo do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. Instituto de Botânica.

Serra, Lara & Fernanda Felipe, Daniele & Cortez, Diógenes. (2012). Quantification of  $\beta$ -ecdysone in different parts of *Pfaffia glomerata* by HPLC. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 22. 1319-1354. 10.1590/S0102-695X2012005000114.



**Tabela III.02** - Médias de sobrevivência (%), altura das plantas (m), diâmetro do colo (mm), Teor  $\beta$ -ecdisona (% m/m) na raiz, massa de raiz (g) e massa de folha (g) de *Pfaffia glomerata*, em diferentes condições de plantio consorciado e não consorciado com reflorestamento de espécies florestais nativas.

Tratamentos	Sobrevivência (%md)	Altura (m)	Diâmetro colo (mm)	Teor $\beta$ -ecdisona (% m/m) raiz	massa de raiz (g)	massa de folha (g)
<b>1 <i>P. glomerata</i> e pioneiras</b>	82,22 a	1,10 a	10,06 a	0,31 a	8,13 a	2,24 a
<b>2 <i>P. glomerata</i> e Não pioneiras</b>	68,89 a	0,98 a	6,98 a	0,28 a	15,18 a	1,67 a
<b>3 <i>P. glomerata</i> e Plantio Misto</b>	68,89 a	2,49 a	10,80 a	0,33 a	14,03 a	1,83 a
<b>4 <i>P. glomerata</i> não consorciado</b>	60,00 a	0,70 a	10,56 a	0,36 a	23,79 a	0,57 a

\* Médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença estatística significativa pelo Teste de Tukey a 5%

Tabela III. 03. Rendimento de  $\beta$ -ecdisona (%) de *Pfaffia glomerata*, obtido nas diferentes condições testadas.

RENDIMENTO			
Tratam	teor $\beta$ -ecdisona (% m/m) raiz	$\beta$ -ecdisona (g)	%
T1	0,31	0,84	10,33
T2	0,28	1,41	8,97
T3	0,33	1,54	11,00
T4	0,36	2,85	12,00



Figura III.01. Mudas *P. glomerata* produzidas por estaquia, no viveiro da APTA Regional de Pindamonhangaba- APTA/SAA/SP (04/2022).

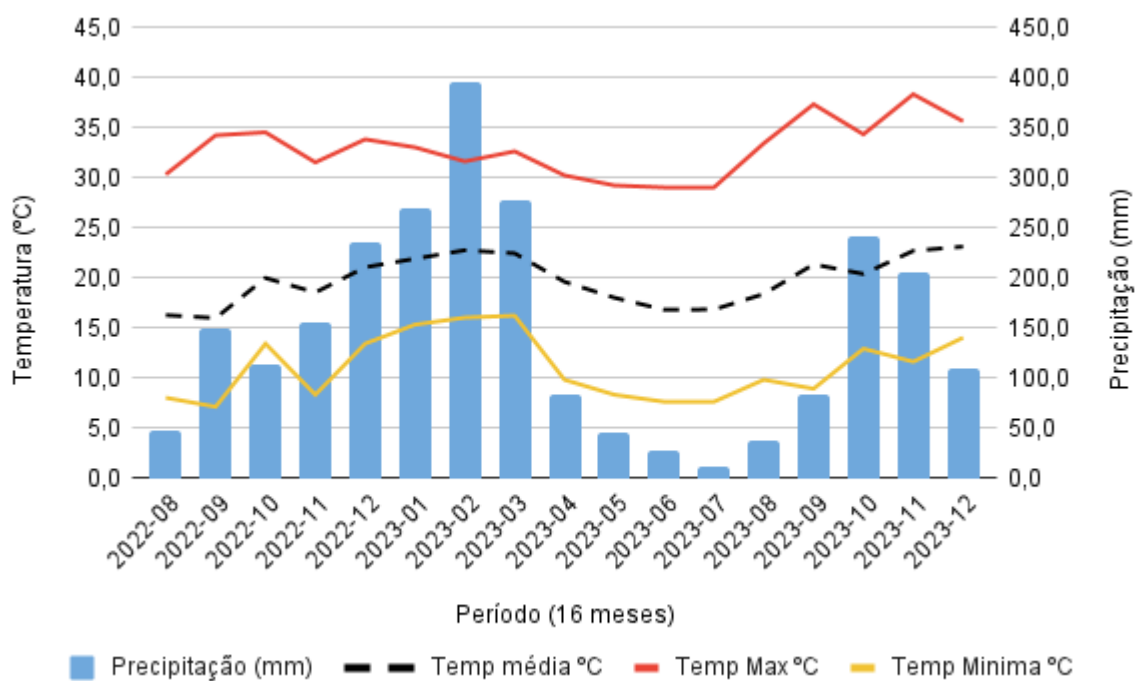


Figura III.02 – Precipitação média mensal (mm), temperaturas (°C) máximas, mínimas e médias mensais de agosto de 2022 a dezembro de 2023, no PEFI/SP. (fonte: Estação Meteorológica do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP, 2024).

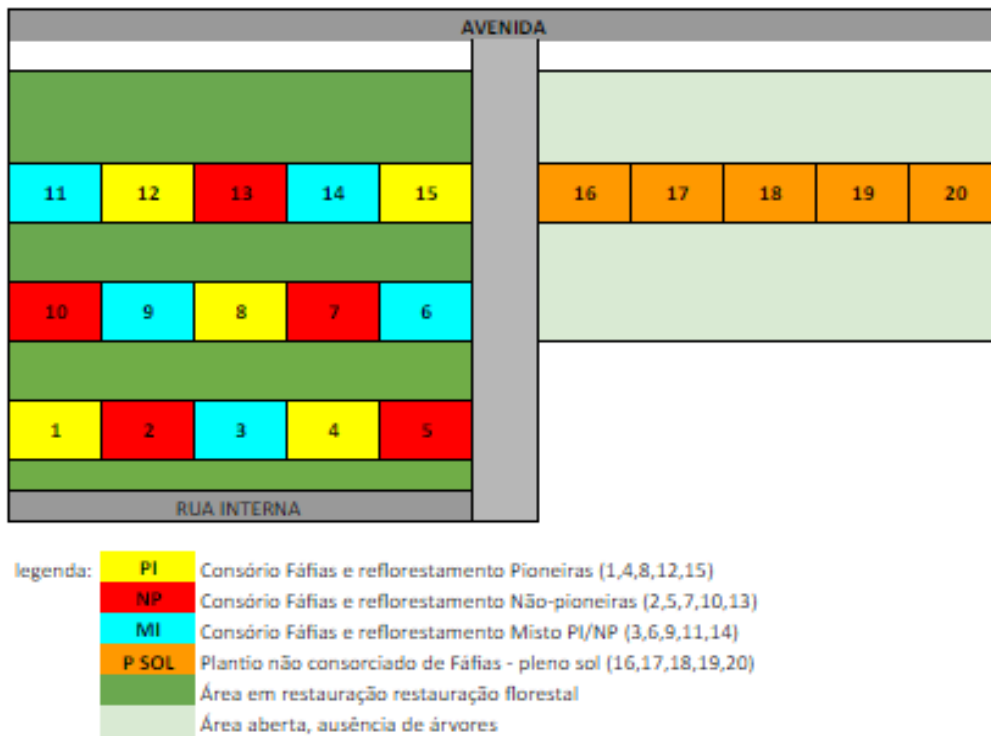


Figura III.03. Croqui ilustrativo do desenho experimental, mostrando a distribuição das parcelas, repetições e tratamentos em campo, no PEFI (Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, SP), uma UC em matriz urbana da cidade de São Paulo.



A

B

Figura 04.: Coleta (a) e homogeneização (b) de amostras de solo embaladas para envio à análise (05/2022).



A

B

Figura III 05.: Preparo, abertura de berços (a) e plantio das mudas (b) na área experimental - PEFI/SP. (05-06/2022).

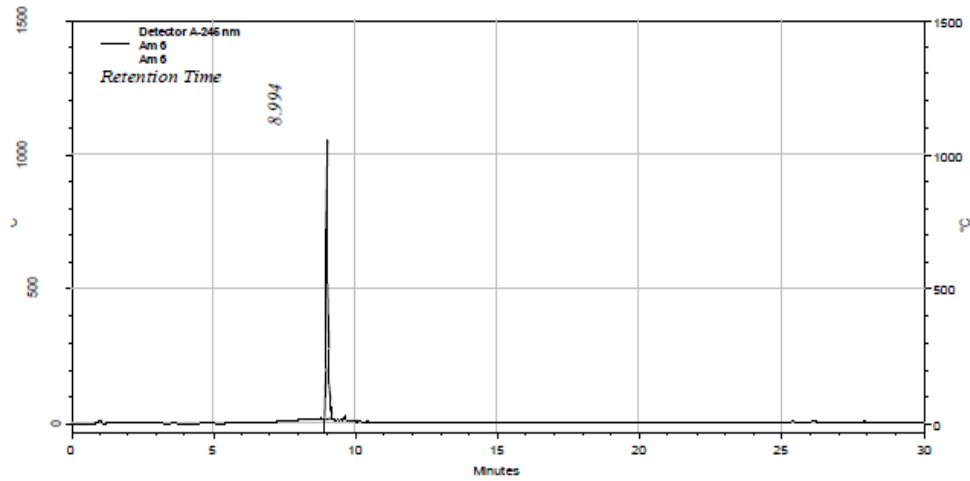


Figura III 06.: Cromatograma do extrato de *P. glomerata* (Parcela 06), obtido por HPLC/DAD na concentração de 7842  $\mu\text{g/mL}$ , em 245 nm.

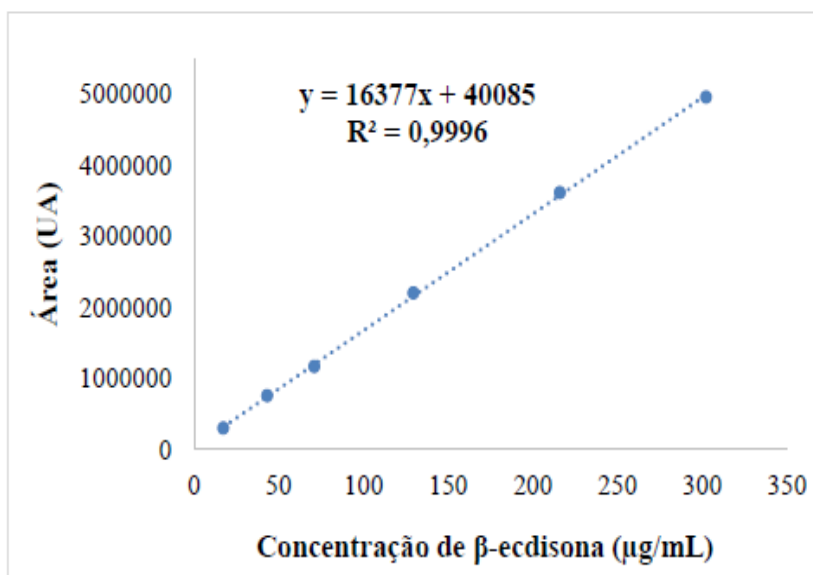


Figura III 07. Curva analítica de β-ecdisona obtida por HPLC/DAD na faixa de concentração de 17 a 432 µg/mL, em 245 nm.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As respostas obtidas são muito importantes diante da ausência de critérios para a coleta das raízes de *P. glomerata* ou sua exploração no ambiente natural, o que se mostra cada vez menos necessária com as possibilidades de cultivo sustentáveis, como a que apresentamos nesta pesquisa. Tal estratégia evita colocar em risco populações naturais da espécie, enquanto proporciona diversificação de produtos florestais e agrega valor à restauração florestal.

Adicionalmente, ao considerar que  $\beta$ -ecdisona está presente também em diferentes partes como as inflorescências, folhas e caules (Festucci-Buselli et al. 2008, De Paris et al, 2020; Martins et al., 2000; Felipe et al, 2014), oportuniza-se o maior ou total aproveitamento da planta, não se limitando às raízes, o que torna a produção mais interessante comercialmente e mais sustentável também.

Com base nos resultados obtidos e discussões realizadas, recomendamos fortemente, adotar o conceito de florestas plantadas multifuncionais ou restauração bioeconômica.

Concluimos pela viabilidade do modelo: consórcio de espécie medicinal - *Pfaffia glomerata* a reflorestamento de árvores nativas da Mata Atlântica, com alta diversidade, enfatizando os seguintes atributos ou vantagens:

- Espécie de ampla ocorrência no Brasil;
- apresenta boa sobrevivência em campo;
- se mostra adaptável, rústica e produtiva em diversas condições de cultivo;
- $\beta$ -ecdisona, o composto medicinal de interesse, pode ser extraído de todas as partes da planta, com aproveitamento total;
- mudas são facilmente reproduzidas por estacas;
- em consórcio com reflorestamento, não implica na conversão do uso do solo; não requer remoção de árvores;
- agrega o aspecto social pois fortalece a resiliência do produtor rural, já que pode-se cultivá-la em diferentes condições e arranjos, obtendo renda em diferentes prazos, desde o início e durante o desenvolvimento da floresta plantada.

O plantio de fáfia em consórcio com reflorestamento é mais vantajoso pois proporciona múltiplos benefícios. É um arranjo sustentável, escalonável e produtivo em diferentes níveis, nos vários momentos do processo de restauração e representa sinergia de benefícios e oportunidades, integrando os aspectos ecológicos e socioeconômicos.

Esta tese permitiu indicar, as seguintes orientações para replicar o modelo:

- ✓ O quê plantar: *Pfaffia glomerata* consorciada a floresta plantada, com alta diversidade de espécies da Mata Atlântica.
- ✓ Como plantar: nas entrelinhas do reflorestamento adensado (espaçamento de 2,0m x 1,5m), realizando roçada somente no local de plantio. Preparo dos berços com correção de pH e condicionador de solo, de acordo com a análise de solo. Irrigar em caso de períodos secos.
- ✓ Potencial produtivo de  $\beta$ -ecdisona em raiz de *P. glomerata*: até 0,49% m/m

## APÊNDICE

ANEXO 1. Protocolo descritivo do preparo das amostras para determinação do teor de beta-ecdisona em raiz de fáfia:

Preparo da amostra: foram pesados cerca de 3 g da amostra seca, moída em um envelope de papel de filtro e adicionado o cartucho contendo a amostra no Soxhlet. Adicionado ao balão coletor 200 mL uma mistura de etanol e água (90:10) e mantido o refluxo por 6 horas. O extrato foi seco em rotaevaporador a vácuo e ressuspenso em 50 mL de metanol. A solução resultante foi filtrada em filtro seringa de 0,45 µm e analisada por HPLC/DAD.

Preparo da curva analítica de β-ecdisona: foram pesados, analiticamente, 10 mg do padrão analítico de β-ecdisona (teor ≥ 90%) em balão volumétrico de 25 mL. Avolumado com metanol e efetuadas diluições para obtenção da curva na faixa de 17 a 432 µg/mL. Filtradas as soluções padrão em filtro seringa de 0,45 µm e analisadas por HPLC/DAD.

Condições cromatográficas: A separação cromatográfica foi realizada em uma coluna Symmetry C-18 com partículas de 3,5 µm (7,5 x 4,6 mm), a 30 °C e com pré-coluna. A fase móvel empregada foi composta de água grau Milli-Q (Eluente A) e metanol grau HPLC (Eluente B), de acordo com um gradiente, com vazão de 1 mL/min. A programação de gradiente utilizada para as análises de β-ecdisona em raízes de *P. glomerata* por HPLC/DAD foi de 0,01, 5, 15, 20 e 30 minutos, com as respectivas % de β-ecdisona: 10, 70, 70, 100, 100%. A faixa de detecção foi de 200 a 400 nm. Os cromatogramas obtidos dos padrões e amostras foram obtidos a 245 nm e processados via Software Class-VP.

ANEXO 2 – Tabela complementar

Teores de  $\beta$ -ecdisona determinados por HPLC/DAD nas amostras de raiz de *P. glomerata*. em cada parcela, dentro dos tratamentos testados.

<b>Amostra</b>	<b>Massa de Raiz (g)</b>	<b>Massa de extrato (g)</b>	<b>Área (UA)</b>	<b>Concentração (<math>\mu\text{g/mL}</math>)</b>	<b>Massa <math>\beta</math>-ecdisona (g)</b>	<b>Teor <math>\beta</math>-ecdisona (%m/m)</b>
T1.Parc.01	3,0056	0,7945	2232788	133,0	0,0067	<b>0,22</b>
T2.Parc. 02	3,0515	0,5293	2489302	148,6	0,0074	<b>0,24</b>
T3.Parc.03	3,0153	0,6289	2466366	147,2	0,0074	<b>0,24</b>
T1.Parc.04	3,0084	0,8604	4402065	264,7	0,0132	<b>0,44</b>
T2.Parc.05	2,9939	0,6557	3203299	191,9	0,0096	<b>0,32</b>
T3.Parc.06	2,9955	0,3921	4883967	293,9	0,0147	<b>0,49</b>
T2.Parc.07	3,2907	0,7980	3560054	214,9	0,0107	<b>0,33</b>
T1.Parc.08	3,0431	0,7102	4494854	270,3	0,0135	<b>0,44</b>
T3.Parc.09	2,5596	0,6034	3338343	200,1	0,0100	<b>0,39</b>
T2.Parc.10	3,0120	0,7296	2681760	160,3	0,0080	<b>0,27</b>
T3.Parc.11	3,0025	0,6139	3910706	234,8	0,0117	<b>0,39</b>
T1.Parc.12	2,5608	0,6385	2366267	141,1	0,0071	<b>0,28</b>
T2.Parc.13	3,0002	0,5985	2280424	135,9	0,0068	<b>0,23</b>
T3.Parc.14	3,0343	0,6426	1600284	94,7	0,0047	<b>0,16</b>
T1.Parc.15	2,8213	0,6511	1594491	94,3	0,0047	<b>0,17</b>
T4.Parc.16	3,0050	0,6581	3558747	213,5	0,0107	<b>0,36</b>
T4.Parc.17	3,0043	0,9427	3406784	204,3	0,0102	<b>0,34</b>
T4.Parc.18	2,9928	0,8436	3148467	188,6	0,0094	<b>0,32</b>
T4.Parc.19	2,9923	0,6343	4438382	266,9	0,0133	<b>0,45</b>
T4.Parc.20	2,9978	0,6320	3478154	208,6	0,0104	<b>0,35</b>