

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM CONSERVAÇÃO E
MANEJO DE RECURSOS NATURAIS – NÍVEL MESTRADO

DANIELA SOARES DA SILVA

PROTOCOLO DE INDICADORES FUNCIONAIS PONDERADOS PARA
SELEÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS PARA RESTAURAÇÃO DE
FLORESTAS SUBTROPICAIS

Cascavel-PR
2025

DANIELA SOARES DA SILVA

PROTOCOLO DE INDICADORES FUNCIONAIS PONDERADOS PARA
SELEÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS PARA RESTAURAÇÃO DE
FLORESTAS SUBTROPICAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Conservação e Manejo de Recursos Naturais – Nível Mestrado, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Conservação e Manejo de Recursos Naturais.

Área de Concentração: Ciências Ambientais

Orientadora: Dra. Livia Godinho Temponi

Coorientador: Dr. Bruno dos Santos Francisco

Cascavel-PR
2025

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

da Silva, Daniela

Protocolo de indicadores funcionais ponderados para seleção de espécies arbóreas nativas para restauração de florestas subtropicais / Daniela da Silva; orientadora Livia Godinho Temponi; coorientador Bruno dos Santos Francisco.

-- Cascavel, 2025.

33 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Cascavel) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, 2025.

1. Parque Nacional do Iguaçu. 2. Unidade de Conservação. 3. Floresta Ombrófila Mista. 4. Protocolo de classificação de arbóreas indicadas para Restauração. I. Godinho Temponi, Livia , orient. II. dos Santos Francisco, Bruno , coorient. III. Título.



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Reitoria
CNPJ 78.680.337/0001-84
Rua Universitária, 1619, Jardim Universitário
Tel.: (45) 3220-3000 - www.unioeste.br
CEP: 85819-110 - Cx. P.: 701
Cascavel - PARANÁ



DANIELA SOARES DA SILVA

PROTOCOLO DE INDICADORES FUNCIONAIS PONDERADOS PARA SELEÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS PARA RESTAURAÇÃO DE FLORESTAS SUBTROPICAIS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Conservação e Manejo de Recursos Naturais, área de concentração Ciências Ambientais, linha de pesquisa Biodiversidade e valoração dos ambientes naturais, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **LÍVIA GODINHO TEMPONI**
Data: 29/04/2025 11:55:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador(a) - Lívia Godinho Temponi

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)

Documento assinado digitalmente
 **JANAINÉ KUNRATH HAMMES**
Data: 29/04/2025 17:06:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Janaine Kunrath Hammes

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)

Documento assinado digitalmente
 **IVONIR PIOTROWSKI SANTOS**
Data: 05/05/2025 09:48:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ivonir Piotrowski Santos

Ufscar-Sorocaba

Documento assinado digitalmente
 **BRUNO DOS SANTOS FRANCISCO**
Data: 29/04/2025 12:06:23-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Bruno dos Santos Francisco

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)

Cascavel, 28 de abril de 2025

DEDICATÓRIA

*À minha filha Yasmin,
ser exemplo para você, me motiva diariamente*

AGRADECIMENTOS

Além de mim, somente Deus poderia contar o que enfrentei para chegar até aqui. Ele me acompanhou diariamente nessa jornada. Primeira renúncia foi estar próximo da minha família, de minha cultura, amigos e de minhas raízes, para buscar um conhecimento novo e desafiador. Escolha certa, não trouxe arrependimentos, mas tive que enfrentar medos, preconceitos, saudades e conhecer de perto a ansiedade, o sobrepeso e a solidão, eles foram barreiras, mas não me diminuíram.

Em contrapartida tive muitas descobertas positivas, cidades, pessoas, sotaque, cultura, danças, música, gastronomia, paisagens e o verdadeiro frio, de forma que eu nunca tinha enfrentado. Muito frio!

O mestrado era um sonho interrompido, mas que eu coloquei como meta para conseguir realizar em qualquer tempo de vida. Cheguei na região Sul com apenas duas malas e um sonho. Agora a realização dele é algo único, carregado de experiências únicas e marcantes. Deus escolheu todo o processo comigo, o curso, a cidade, o local, a pesquisa e a experiência do jeitinho que eu combinei com ele. Sempre fiel!

Algumas pessoas foram essenciais nesse processo. Minha filha Yasmin, que é meu incentivo para toda forma de evolução minha enquanto pessoa e profissional. É o amor da minha vida, que me move para evoluir e ser exemplo incondicional.

Mainha e Painho, Maria e Denison que são meus exemplos de honestidade e integridade e minhas irmãs Dayse, Danusa e Diene que cada uma a seu modo sempre me incentivaram e torceram por mim.

Minha orientadora Dra. Livia Temponi que acreditou em mim e me abriu as portas desde o primeiro momento sem restrições e com muita cor e amorosidade me recebeu com alegria.

Meu coorientador Dr. Bruno Francisco que chegou como um elemento chave para que eu evoluísse academicamente e pessoalmente, sem ele essa pesquisa seria bem diferente, e tudo bem, essa me enche de alegria e autoconfiança que levarei para toda a vida, muito obrigada Sushi!

A minha amiga Dra. Patrícia que foi meu alento com sua paciência e postura em muitos campos cansativos e desafiadores, mas também dias de alívio, viagens e companheirismo, uma amizade para vida!

Muitos amigos (a lista não caberia aqui) que torceram por essa causa comigo e disseram ser inspirados com minha determinação, espero ter plantado a sementinha da coragem em cada um(a) e mostrado que encarar desafios pode ser difícil, mas sempre dar certo. E a conquista é sem preço!

Enfim, sonhei muito com esse título, pela qualificação profissional e pessoal. Meu coração é só felicidade, porque com ele transformei minha jornada. Prova de que ter uma vida humilde não pode nos parar, nunca!

Cheguei custosamente a meu objetivo e posso provar que quando queremos e buscamos, podemos muito, mesmo que o sonho nos teste todos os dias. Basta respirar fundo, ajoelhar-se e ao levantar mais forte alcançar.

Obrigada Deus!

SUMÁRIO

Título	8
Resumo	8
Abstract.....	8
Introdução.....	9
Material e Métodos.....	10
Resultados e Discussão.....	17
Conclusão.....	29
Referências.....	30
Anexos.....	34

A weighted functional-indicator protocol for selecting native tree species for subtropical forest restoration

Protocolo de indicadores funcionais ponderados para seleção de espécies arbóreas nativas para restauração de florestas subtropicais

Daniela S. da Siva^a, Patricia Iatskiu^a, Norma C. Bueno^a, Ricardo R. Rodrigues^b, Bruno S. Francisco^{a*}, Livia G. Temponi^{a*}

^aUnioeste - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Mestrado em Conservação e Manejo de Recursos Naturais. Rua Universitária, 1619, Cascavel-PR, 85819-110.

^bESALQ/USP - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Av Pádua Dias, 11, São Dimas, Piracicaba-SP, 13418 260.

*Corresponding author.

E-mail addresses: (Bruno S. Francisco), liviatemponi@yahoo.com.br (Livia G. Temponi)

Resumo

A seleção criteriosa de espécies nativas é um dos principais desafios para o sucesso de projetos de restauração ecológica em larga escala. Ferramentas técnicas que integrem atributos ecológicos e operacionais são essenciais para orientar viveiros e políticas públicas. Este estudo propõe e aplica um protocolo multicriterial baseado em indicadores ecológicos e operacionais para apoiar a seleção de espécies nativas destinadas à restauração ecológica no sul do Brasil. Inicialmente, foram considerados 11 atributos binários extraídos da flora arbórea do Parque Nacional do Iguaçu, organizados em uma matriz espécie $\times$ atributo. Para avaliar a contribuição relativa de cada atributo na distinção funcional entre espécies com potencial para produção de mudas ou enriquecimento, foi realizada a análise SIMPER. Com base nesses resultados, foram atribuídos pesos diferenciais aos atributos (0, 1 ou 2), refinando a sensibilidade do protocolo. A nova classificação foi validada por meio de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) e análise de variância multivariada por permutação (PERMANOVA), que confirmaram uma distinção significativa entre os grupos. Dos 73 táxons avaliados, 39 foram classificados como espécies de produção e 34 como espécies de enriquecimento. Os atributos com maior contribuição para a separação entre os grupos foram grau de ameaça, fenologia, armazenamento, abundância local e beneficiamento. A maioria das espécies apresentou ampla distribuição fitogeográfica e boa adaptabilidade, o que reforça seu potencial para diferentes contextos de restauração. O protocolo resultante pode subsidiar viveiros florestais, políticas públicas e programas de recomposição da vegetação nativa, promovendo maior eficiência técnica e funcionalidade ecológica.

Palavras-chave: viveiros florestais, Mata Atlântica, espécies arbóreas.

Abstract

The careful selection of native species is one of the main challenges for the success of large scale ecological restoration projects. Technical tools that integrate ecological and operational attributes are essential to guide nurseries and public policies. This study proposes and applies a multicriteria protocol based on ecological and operational indicators to support the selection of native species intended for ecological restoration in southern Brazil. Initially, 11 binary

attributes extracted from the tree flora of the Iguaçu National Park were considered, organized into a species $\times$ attribute matrix. To evaluate the relative contribution of each attribute to the functional distinction between species with potential for seedling production or enrichment planting, SIMPER analysis was performed. Based on these results, differential weights were assigned to the attributes (0, 1, or 2), refining the protocol's sensitivity. The new classification was validated using Non-Metric Multidimensional Scaling (NMDS) and Permutational Multivariate Analysis of Variance (PERMANOVA), which confirmed a significant distinction between the groups. Of the 73 taxa evaluated, 39 were classified as production species and 34 as enrichment species. The attributes with the greatest contribution to the separation between the groups were threat status, phenology, seed storage, local abundance, and seed processing. Most species showed wide phytogeographical distribution and good adaptability, which reinforces their potential for different restoration contexts. The resulting protocol can support forest nurseries, public policies, and native vegetation restoration programs, promoting greater technical efficiency and ecological functionality.

Keywords: forest nurseries, Atlantic Forest, tree species

INTRODUÇÃO

A restauração ecológica é uma estratégia essencial para reverter a degradação ambiental e promover a conservação da biodiversidade, especialmente em biomas altamente ameaçados como a Mata Atlântica, que atualmente conserva apenas 12,4% de sua cobertura original (SOS Mata Atlântica, 2024). No estado do Paraná, as formações de Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista sofreram perdas severas, tornando-se prioritárias para ações de recuperação ecológica (Evangelista et al., 2014).

Para alcançar metas ambiciosas, como a restauração de 12 milhões de hectares previstas até 2030 (Planaveg, 2017), é fundamental fortalecer a cadeia produtiva de sementes e mudas nativas, especialmente em viveiros florestais. No entanto, os viveiros enfrentam desafios recorrentes na escolha das espécies a serem produzidas, devido à falta de critérios técnicos que aliem valor ecológico à viabilidade operacional (Rodrigues et al., 2011; Vidal et al., 2020).

Embora a restauração ecológica tenha avançado em escala e visibilidade, a base técnica que sustenta a escolha das espécies em viveiros ainda é frágil, dificultando o alcance de metas ecológicas e funcionais nas áreas restauradas (Calmon et al., 2011). O avanço na literatura sobre a adoção de critérios técnicos pelos viveiros florestais ainda é limitada. Muitas decisões de produção de mudas são baseadas na disponibilidade imediata de sementes ou em listas genéricas, desconsiderando atributos como fenologia, dormência e potencial de armazenamento (Urzedo et al., 2020; Vidal et al., 2020).

Essa lacuna entre conhecimento científico e prática operacional compromete a efetividade dos plantios e limita a diversidade funcional dos projetos de restauração. Nesse sentido, há uma demanda crescente por ferramentas acessíveis, replicáveis e adaptadas às

condições reais de viveiros e programas de recomposição florestal (Brancalion et al., 2015; Francisco et al., 2022).

Os viveiros florestais ocupam um papel estratégico na cadeia da restauração ecológica, atuando entre o conhecimento científico, a disponibilidade de sementes e a implementação prática dos projetos (Urzedo et al., 2016; Brancalion et al., 2015; Cézar et al., 2020). No entanto, viveiros ainda carecem de subsídios técnicos adequados para tomar decisões fundamentadas sobre a seleção de espécies. Protocolos como o proposto neste estudo podem empoderar os viveiros com critérios objetivos, ampliando sua capacidade de resposta às demandas por diversidade, funcionalidade ecológica e eficiência produtiva (Vidal et al., 2020; Francisco et al., 2022;).

Portanto, protocolos multicriteriais têm emergido como ferramentas promissoras para orientar a seleção de espécies com base em atributos ecológicos, funcionais e operacionais (Rodrigues et al., 2011; Galetti et al., 2016; Almeida e Viani, 2020; Burilli et al., 2022; Francisco et al., 2022).

Esse estudo propõe e aplica um protocolo de seleção de espécies nativas, baseado em análise multicriterial, desenvolvido a partir da flora arbórea do Parque Nacional do Iguaçu, uma das maiores áreas protegidas da Mata Atlântica do Brasil. A proposta visa fornecer uma ferramenta simples e objetiva para apoiar viveiros florestais na priorização de espécies com maior potencial de produção e uso em projetos de restauração ecológica.

O protocolo também pode subsidiar a formulação de listas técnicas para compras públicas e programas de restauração da vegetação nativa, contribuindo para políticas ambientais (Planaveg, 2017; Urzedo et al., 2020; Portaria IAT nº 170/2020).

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e caracterização da área em estudo

O Parque Nacional do Iguaçu (PARNA Iguaçu) é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral. Possui área de 185.262 hectares, representando um dos maiores remanescentes de Mata Atlântica da América do Sul. Está localizado na porção oeste do Estado do Paraná sob as coordenadas 25°05' a 25°41' Sul e 53°40' a 54°38' Oeste (ICMBIO 2018). O parque é composto em sua maior parte pela Floresta Estacional Semidecidual (FES) e em trechos de altitudes acima de 700 m predomina a vegetação típica de Floresta Ombrófila Mista (FOM). De acordo com a classificação climática Köppen, o clima da região é o subtropical úmido mesotérmico (Cfa), com verões quentes, maior concentração de chuvas, baixa frequência

de geadas e sem estação seca definida, temperatura média anual entre 20,1°C e 22°C e precipitação anual é considerada elevada, variando entre 1.600 mm a 2.000 mm (Nietsche et al., 2019).

A área de coleta está localizada na porção norte do parque, onde foram estabelecidas as parcelas para a execução deste trabalho, seis parcelas margeando o Rio Manoel Gomes e seu afluente (Fig. 1).

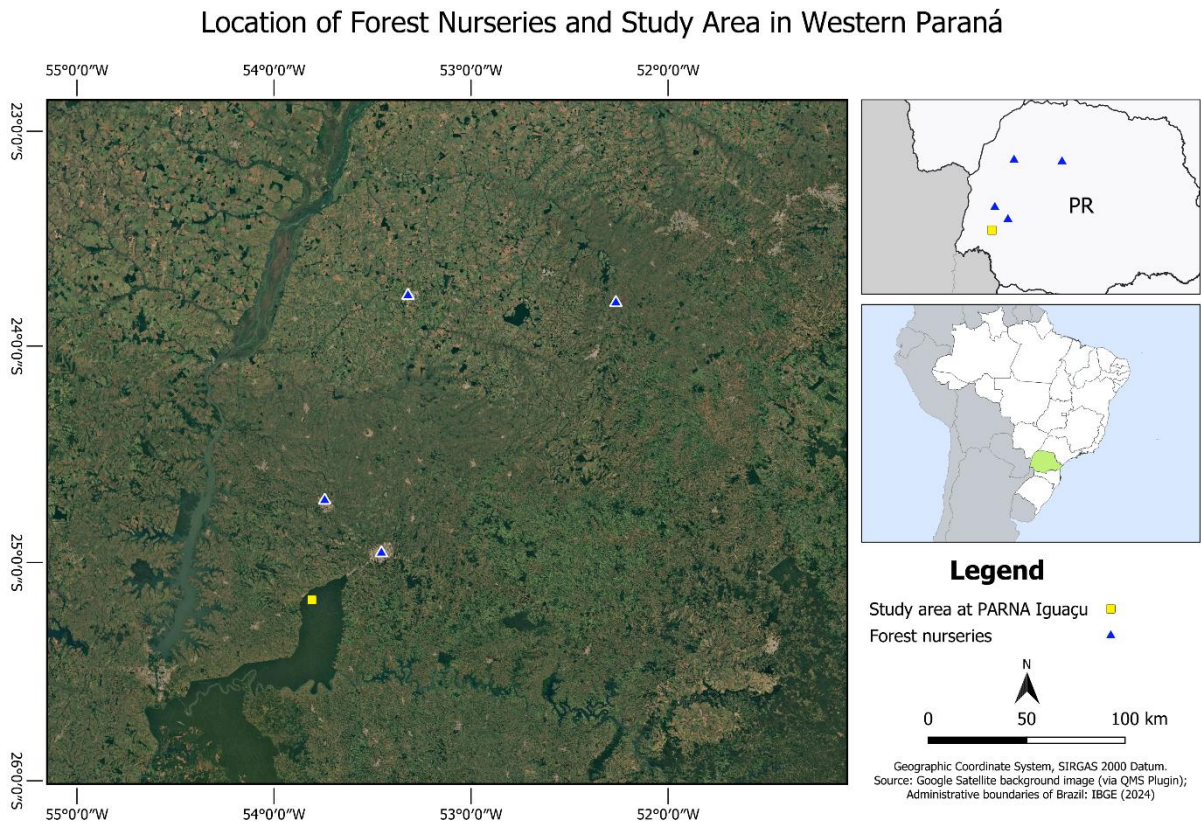


Figura 1. Localização dos viveiros florestais analisados (triângulos azuis) e da área de estudo no Parque Nacional do Iguaçu (quadrado amarelo), na região Oeste do estado do Paraná, Brasil. Sistema de coordenadas geográficas: SIRGAS 2000. Fontes: Google Satellite (via QMS Plugin) e limites administrativos do Brasil (IBGE, 2024).

Amostragem

As coletas ocorreram durante os anos de 2023 e 2024, totalizando 12 meses completos. Foram amostrados todos os indivíduos lenhosos de hábito arbóreo enraizados em seis parcelas permanentes de 30 x 30 m, totalizando 5.400 m² de área amostrada (Felfili et al., 2011). A coleta do material botânico foi realizada no interior da área amostral selecionando palmeiras e indivíduos arbóreas lenhosos com circunferência a altura do peito maior ou igual a 15cm (CAP $\geq$ 15 cm). O material não identificado em campo foi coletado, herborizado e identificado no laboratório UNOP da Universidade do Oeste do Paraná (Unioeste), campus Cascavel.

Espécies produzidas em viveiros da região

Para verificar a aderência prática do protocolo proposto à realidade dos viveiros florestais, realizamos uma análise de similaridade entre a lista final de espécies do protocolo (Parque Nacional do Iguaçu) e as listas de espécies produzidas por quatro viveiros localizados em municípios próximos ao PARNA Iguaçu: Cascavel, Umuarama, Toledo e Engenheiro Beltrão, todos no estado do Paraná e situados em um raio de até 200 km da unidade de conservação (figura 1). As listas foram obtidas no site oficial de cada viveiro e organizadas em uma matriz binária de presença e ausência (1/0).

Para quantificar a sobreposição florística entre o protocolo e os viveiros, foi utilizado o índice de similaridade de Jaccard. A matriz de dissimilaridade foi gerada com a função `vegdist()` (método = “jaccard”) do pacote `vegan` no R, os valores foram convertidos em similaridade (1 - dissimilaridade), a fim de validar a aplicabilidade do protocolo como ferramenta para orientar e diversificar a produção de espécies nativas nos viveiros da região, revelando lacunas na oferta atual de espécies.

Protocolo de Seleção

O protocolo de seleção adotado neste estudo foi adaptado de Francisco et al. (2022), originalmente desenvolvido para espécies características do Cerrado, incluindo gramíneas, arbustos e árvores. O protocolo original considerava nove atributos: ocorrência natural, bioma, endemismo, raridade, origem, modo de dispersão, grau de ameaça, período de frutificação e potencial invasivo.

Para atender aos objetivos deste estudo, o protocolo original foi ajustado com a inclusão de atributos específicos relacionados à operação em viveiros, como abundância regional, facilidade de beneficiamento e armazenamento de sementes, presença de dormência, tamanho das sementes e fenologia da frutificação. Os atributos raridade e origem foram excluídos, uma vez que seu efeito sobre a seleção já está, em grande parte, contemplado pelo atributo grau de ameaça.

A partir da lista florística obtida nas áreas amostradas, cada espécie foi avaliada com base em 11 atributos ecológicos, funcionais e operacionais. Para cada atributo, atribuiu-se uma pontuação binária: valor 1 para a condição considerada mais favorável à produção de mudas em viveiros, e valor 0 para a condição menos favorável (Tabela 1).

Foram atribuídos pesos diferenciados aos atributos com base em sua relevância ecológica e operacional. A pontuação máxima possível por espécie passou a ser de 16 pontos, resultante da soma dos escores ponderados: os atributos considerados críticos, grau de ameaça,

fenologia, dormência, armazenamento e abundância regional, receberam peso 2, enquanto os atributos complementares, tipos de vegetação, domínio fitogeográfico, endemismo, beneficiamento, síndrome de dispersão e tamanho da semente, foram mantidos com peso 1. Para cada espécie, somou-se a pontuação correspondente aos atributos favoráveis. Espécies com escore igual ou superior a 9 pontos foram classificadas como espécies de produção, por apresentarem maior viabilidade para cultivo em viveiros florestais. As demais foram enquadradas como espécies de enriquecimento, recomendadas para estratégias voltadas à manutenção da diversidade funcional, estrutural e genética em áreas em restauração. A definição dos pesos foi fundamentada nos resultados de uma análise SIMPER e em referências técnicas da literatura especializada em produção de mudas e restauração ecológica, visando manter o protocolo transparente, replicável e adaptável às diferentes realidades dos programas de recomposição da vegetação nativa.

Tabela 1. Atributos, critérios e escores aplicados para a classificação e seleção de potenciais espécies para restauração ecológica em áreas de Mata Atlântica. Categorias de ameaças: CR = criticamente ameaçado; EN = ameaçado; VU = vulnerável; NT = quase ameaçado; LC = pouco ameaçado (IUCN, 2025). Tamanho de sementes: Grande (<1000 sementes.kg⁻¹), Médio (>1000 e <10.000 sementes.kg⁻¹) e Pequenas (>10.000 sementes.kg⁻¹) Piotrowski et al., 2023.

CÓDIGO	ATRIBUTO	CRITÉRIO	PONTUAÇÃO	FONTE
A1	Tipos de Vegetação	Ocorrência em mais de uma formação vegetal	1	Flora e Funga do Brasil (2025)
		Restrita apenas uma formação	0	
A2	Domínio Fitogeográfico	Espécies generalistas, que ocorrem em mais de um domínio fitogeográfico	1	Flora e Funga do Brasil (2025)
		Espécies típicas do domínio fitogeográfico (ex: Mata Atlântica)	0	
A3	Endemismo	Ocorrência em mais de uma região do país	1	Flora e Fungado Brasil (2025)
		Ocorrência restrita na região Sul	0	
A4	Abundância	Espécies com alta abundância regional	1	Coleta de dados em 5.400 m ²
		Espécies com baixa abundância	0	
A5	Beneficiamento	Espécie com propágulo de	1	Carvalho, 2006,

		fácil beneficiamento		2008, 2010; Nogueira e Souza, 2007; Oliveira, 2016
		Espécie com propágulo de médio/difícil beneficiamento	0	
A6	Dispersão	Espécies com síndrome de dispersão biótica	1	Mori, 2012; Barbosa et al., 2017
		Espécies com síndrome de dispersão abiótica	0	
A7	Grau de ameaça	Não Ameaçada (LC)	2	IUCN, 2023; CNCFlora, 2025
		Ameaçada (CR, EN, VU, NT)	0	
A8	Fenologia	Frutificação por mais de quatro meses na região geográfica do trabalho	2	SpeciesLink, 2025
		Frutificação por até quatro meses na região geográfica do trabalho	0	
A9	Dormência	Não possui dormência	2	Mori, 2012 e Souza et al., 2024
		Possui dormência	0	
A10	Armazenamento	Maior tolerância à perda de água, sementes ortodoxas ou intermediárias	2	Costa, 2009
		Menor tolerância a perda de água, sementes recalcitrantes	0	
A11	Tamanho da semente	Pequena ou Média	1	Carvalho, 2006, 2008, 2010; Mori, 2012
		Grande	0	

Nota: Todos os atributos foram inicialmente considerados binários (presença = 1; ausência = 0). A ponderação foi adotada após análise exploratória para refletir a contribuição relativa de cada atributo à distinção entre os grupos funcionais.

Escolha dos Atributos

Os atributos selecionados para compor o protocolo foram definidos para avaliar a viabilidade e o potencial das espécies arbóreas nativas para a produção de mudas em viveiros florestais, ao mesmo tempo em que subsidiam estratégias complementares de restauração ecológica.

Os atributos, tipo de vegetação, domínio fitogeográfico e endemismo, foram agrupados como indicadores da amplitude ecológica das espécies, com implicações diretas na adaptabilidade e no custo das etapas de coleta e produção. Espécies amplamente distribuídas tendem a apresentar maior plasticidade ecológica, sendo mais adequadas à produção em larga escala (Brancalion et al., 2015; Almeida, 2016). As informações foram obtidas a partir do portal Flora e Funga do Brasil (2025), seguindo a classificação fitogeográfica proposta por Coutinho (2006).

O atributo abundância regional foi calculado com base nas parcelas amostradas no Parque Nacional do Iguaçu, considerando como abundantes as espécies que, juntas, representaram mais de 51% dos indivíduos. Essa medida reflete a disponibilidade local de sementes e a viabilidade prática de coleta (Venzke et al., 2014).

Beneficiamento, dormência, armazenamento e fenologia foram incluídos por influenciarem diretamente a logística de produção em viveiros. Espécies com sementes de fácil beneficiamento e sem dormência, por exemplo, apresentam maior previsibilidade e eficiência nos processos de germinação e manejo (Martins et al., 1999; Carvalho et al., 2008; Finch-Savage Leubner-Metzger, 2006). A fenologia foi avaliada com base em registros da região Sul disponíveis no SpeciesLink, identificando períodos reprodutivos favoráveis à coleta (Pareja-Bonilla et al., 2025).

O atributo síndrome de dispersão indica o modo de dispersão das sementes (biótica ou abiótica) e foi incluído pela sua relevância funcional. Espécies zoocóricas tendem a favorecer interações ecológicas nos projetos de restauração, além de sinalizar maior potencial de regeneração natural (Viani et al., 2015; Kuster et al., 2021).

O grau de ameaça considera o status de conservação das espécies conforme avaliações oficiais. Espécies classificadas como pouco preocupantes (LC) tendem a ter maior disponibilidade, enquanto espécies ameaçadas são mais indicadas para estratégias específicas de conservação (Almeida e Viani, 2020).

O tamanho da semente foi incluído como indicador de custo-benefício operacional. As sementes pequenas ou médias são geralmente mais fáceis de coletar, transportar e armazenar, embora possam ter menor taxa de germinação. Já sementes grandes, embora mais robustas, exigem mais recursos logísticos (Pedrini et al., 2022; Carvalho et al., 2006).

Todos os atributos utilizados foram definidos com base em revisão bibliográfica e consulta a plataformas especializadas sobre a vegetação arbórea brasileira.

Atribuição de pesos diferenciais aos atributos

Inicialmente, todos os atributos ecológicos e operacionais foram considerados como variáveis binárias, com pontuação 1 para presença e 0 para ausência, conforme estrutura adotada por Francisco et al. (2022). No entanto, a partir dos resultados da análise SIMPER, que evidenciaram contribuições diferenciadas dos atributos para a separação funcional entre os grupos de espécies, optou-se por aplicar uma ponderação diferenciada. Os atributos com valor de $p \leq 0,05$, indicativos de maior relevância na dissimilaridade entre os grupos, receberam peso 2. Aqueles com p entre 0,05 e 0,1 foram considerados de contribuição moderada e atribuídos com peso 1. Já os atributos com $p > 0,1$, considerados com baixa influência na separação funcional, receberam peso 0. Essa ponderação teve como objetivo aumentar a sensibilidade do protocolo, reconhecendo a importância funcional diferenciada dos atributos e aprimorando sua utilidade prática em programas de produção de mudas e restauração ecológica (Tabela 1).

Análises Estatísticas

Para avaliar a necessidade de ponderação diferenciada entre os atributos utilizados no protocolo multicriterial, foi inicialmente realizada uma análise SIMPER (Similarity Percentage Analysis), utilizando dados binários (presença = 1; ausência = 0). Essa análise teve como objetivo identificar quais atributos mais contribuíam para distinguir as espécies classificadas como de produção ou de enriquecimento, servindo como base técnica para a atribuição de pesos diferenciais aos atributos.

Com base nos resultados da SIMPER, foi aplicada uma lógica de ponderação objetiva: atributos com $p \leq 0,05$ receberam peso 2; atributos com $0,05 < p \leq 0,1$, peso 1; e atributos com $p > 0,1$, peso 0. Os dados foram então reprocessados com os novos valores ponderados para verificar o desempenho do protocolo ajustado.

A seguir, conduziu-se uma nova rodada de análises, começando pelo Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS), com base em uma matriz de dissimilaridade de Jaccard construída a partir dos dados ponderados. A separação entre os grupos de espécies foi testada estatisticamente por meio da análise de variância multivariada por permutação (PERMANOVA), utilizando a função `adonis2()` do pacote *vegan* (999 permutações). Uma segunda análise SIMPER foi aplicada para confirmar os atributos mais relevantes após a ponderação.

Todas as análises estatísticas foram realizadas na linguagem R, com uso dos pacotes

vegan, ggplot2 e tidyverse (Wickham et al., 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização dos atributos ecológicos e operacionais das espécies selecionadas

Foram registrados 471 indivíduos arbóreos pertencentes a 73 espécies e distribuídos em 30 famílias botânicas, em uma área total de 0,54 ha (5.400 m²) amostrada. A família Fabaceae foi a mais representativa, com 13 espécies, correspondendo a 18,5% da riqueza total da comunidade arbórea. Em seguida, destacaram-se Meliaceae com sete espécies; Lauraceae e Sapindaceae, com cinco espécies cada; Euphorbiaceae, com quatro; e Salicaceae, Myrtaceae e Malvaceae, com três espécies cada. As famílias Apocynaceae, Arecaceae, Cordiaceae, Rutaceae, Sapotaceae, Urticaceae, Solanaceae e Moraceae apresentaram duas espécies cada. As demais famílias registradas foram representadas por apenas uma espécie cada (Tabela 2).

Tabela 2. Lista florística de espécies amostradas no PARNA com suas espécies, pontuação de atributos e grupo de conservação. Nome popular Σ pontuação: Pontuação da soma de atributos em ordem decrescente; Classificação e Voucher.

Famílias	Lista Florística	Nome Popular	Σ pontuação	Resultado	Voucher
Annonaceae	<i>Annona mucosa</i> Jacq.	Biribá	8	Enriquecimento	UNOP12889
Apocynaceae	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll.Arg.	Peroba-Rosa	10	Produção	HCF 29567
	<i>Rauvolfia sellowii</i> Mull.Arg.	Casca de anta	7	Enriquecimento	UNOP12904
Aquifoliaceae	<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.	Erva-mate	13	Produção	HCF 29567
Araliaceae	<i>Didymopanax calvus</i> (Cham.) Decne. & Planch.	Mandioqueiro	11	Produção	HCF 24016
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Palmitheiro	9	Produção	HCF 17687
	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jerivá	8	Enriquecimento	UNOP 6641
Asteraceae	<i>Vernonanthura petiolaris</i> (DC.) H.Rob.	Assa-peixe-branco	10	Produção	UNOP12896
Bignoniaceae	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	Carobão	7	Enriquecimento	UNOP 6742
Cariaceae	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	Mamãozinho do mato	12	Produção	UNOP 10542
Celastraceae	<i>Monteverdia ilicifolia</i> (Mart. ex Reissek) Biral	Espinheira-santa	8	Enriquecimento	HCF 21006
Cordiaceae	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S.Mill.	Louro-Pardo	11	Produção	UNOP 5532
Cordiaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud	Guajuvira	13	Produção	UNOP 9505
Euphorbiaceae	<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	Laranjeira-do-mato	10	Produção	EVV 4322
	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	Tapiá	13	Produção	UNOP 10202
	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	Tanheiro	9	Produção	UNOP 6706
	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Leiteiro,	10	Produção	UNOP12898
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico-Branco	11	Produção	EVV 1364
	<i>Bauhinia forficata</i> Link	Pata-de-Vaca	11	Produção	UNOP 9998
	<i>Calliandra foliolosa</i> Benth.	Topete de Cardel	7	Enriquecimento	UNOP12882
	<i>Muelleria campestris</i> (Mart. ex Benth.) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo	Embirinha	12	Produção	UNOP12885

	<i>Erythrina falcata</i> Benth.	Corticeira	9	Produção	UNOP 10527
	<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Alecrim-de-campinas	10	Produção	EVb 4631
	<i>Machaerium paraguayense</i> Hassl.	Jacarandá-Branco	11	Produção	UNOP 6725
	<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	Pau-sangue	12	Produção	UNOP 10344
	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Angico-vermelho	14	Produção	UNOP 10459
	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	Cabriúva	7	Enriquecimento	HCF 20580
	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton &	Monjoleira	13	Produção	UNOP 6722
	<i>Inga marginata</i> Willd.	Ingá	6	Enriquecimento	UNOP 10340
	<i>Peltoforum dubium</i>	Canafistla	8	Enriquecimento	UNOP 1549
Lauraceae	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Canela-Branca	7	Enriquecimento	HCF 18025
	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela-Imbuia	9	Produção	EVb 4095
	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	Canela-louro	9	Produção	UNOP12902
	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Canela-Guaicá	9	Produção	EVb 2928
	<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	Canela-copaíba	11	Produção	UNOP12881
Malvaceae	<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth.	Jangada-Brava	10	Produção	UNOP 6717
	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Açoita-cavalo	12	Produção	EVb 4575
	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	Paineira-rosa	12	Produção	HCF 19105
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Canjerana	11	Produção	UNOP12894
	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	14	Produção	UNOP 10626
	<i>Guarea kunthiana</i> A.Juss.	Peloteira	11	Produção	UNOP 12895
	<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	Catiguá	11	Produção	UNOP 12886
	<i>Trichilia clausenii</i> C.DC.	Catiguá-vermelho	12	Produção	UNOP 12880
	<i>Trichilia casaretti</i> C.DC.	Baga-de-morcego	7	Enriquecimento	HUFU 64025
	<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	Pau-de-ervilha	10	Produção	EVb 4329
	<i>Henrietta omphalandra</i> J. Poiss.	Gema-de-ovo	12	Produção	UNOP 12887
Moraceae	<i>Ficus insipida</i> Willd.	Figueira-do-Brejo	10	Produção	UNOP 6724
	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger et al.	Cincho	7	Enriquecimento	EVb 4672
Myrcinaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororoca	9	Produção	UNOP 10218
Myrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	Guabiroba	5	Enriquecimento	UNOP 6708
	<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	Guapuriti	7	Enriquecimento	UNOP 8295
	<i>Eugenia burkartiana</i> (D.Legrand) D.Legrand	Guamirim	7	Enriquecimento	UNOP 11273
Nyctaginaceae	<i>Pisonia ambigua</i> Heimerl	Maria Mole	7	Enriquecimento	UNOP 12884
Polygonaceae	<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	Marmeleiro-bravo	7	Enriquecimento	UNOP 1577
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Pessegueiro-bravo	8	Enriquecimento	UNOP 10221
Rubiaceae	<i>Ixora venulosa</i> Benth.	Ixora Coral	8	Enriquecimento	UNOP 10692
Rutaceae	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	Pau-marfim	8	Enriquecimento	UNOP 12893
	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl. subsp. <i>riedelianum</i>	Mamica-de-Porca	8	Enriquecimento	HCF 25221
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Cafezeiro-do-Mata	8	Enriquecimento	UNOP 11009
	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Guacatonga	7	Enriquecimento	UNOP 1388
	<i>Prockia crucis</i> P.Browne ex L.	Cambroé,	6	Enriquecimento	UNOP 9515
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	Vacum	7	Enriquecimento	UNOP12897

	<i>Allophylus guaraniticus</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	Vacunzinho	5	Enriquecimento	UNOP 7863
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Cuvatã	8	Enriquecimento	UNOP 10205
	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	Maria-preta	8	Enriquecimento	UNOP12897
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Miguel-Pintado	6	Enriquecimento	UNOP 6715
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	Aguaí-da-Serra	7	Enriquecimento	UNOP 12888
	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk. subsp. Marginatum	Aguaí	8	Enriquecimento	UNOP 10011
Styracaceae	<i>Styrax leprosum</i> Hook. & Arn	Benjoeiro	9	Produção	UPCB 27826
Solanaceae	<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn.	Mata-boi	8	Enriquecimento	UNOP 12891
	<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal	Joá-manso	8	Enriquecimento	UNOP 12892
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba	9	Produção	UNOP 6723
	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	Urtigão	8	Produção	HCF 25203

A predominância de Fabaceae, Meliaceae, Lauraceae e Sapindaceae na área estudada é coerente com padrões florísticos observados em outras pesquisas conduzidas em formações de Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Mista na região Sul do Brasil (Turchetto et al., 2015; Gorenstein et al., 2022; Boldarini et al., 2024). A família Fabaceae apresentou a maior riqueza específica no levantamento, resultado que reflete sua expressiva diversidade taxonômica, trata-se da segunda família mais rica da Mata Atlântica e integra a lista das dez famílias com maior número de espécies no Brasil (BFG, 2015). Observou-se ainda que 27% das famílias registradas foram monoespecíficas.

Com base na aplicação do protocolo multicriterial, das 73 espécies arbóreas avaliadas, 39 (53%) foram classificadas como espécies de produção, por apresentarem escores iguais ou superiores a 9 pontos. Essas espécies reúnem características favoráveis à produção em viveiros florestais, como boa adaptabilidade, baixa dormência, sementes ortodoxas e fenologia reprodutiva prolongada. Já as demais 34 espécies (47%) foram enquadradas como espécies de enriquecimento, por apresentarem menor viabilidade operacional, mas com importância estratégica para conservação da diversidade funcional e estrutural em projetos de restauração.

Os atributos utilizados no protocolo permitiram analisar detalhadamente as características ecológicas e operacionais das espécies. A pontuação atribuída a cada atributo ajudou a distinguir entre espécies com maior potencial de cultivo em viveiros (grupo de produção) e aquelas com aplicação mais restrita (grupo de enriquecimento). A distribuição da pontuação por atributo entre os dois grupos (Fig. 2), permitiu identificar padrões recorrentes e destacar os atributos mais frequentemente associados às espécies de produção, como ausência de dormência, sementes ortodoxas e ampla distribuição fitogeográfica.

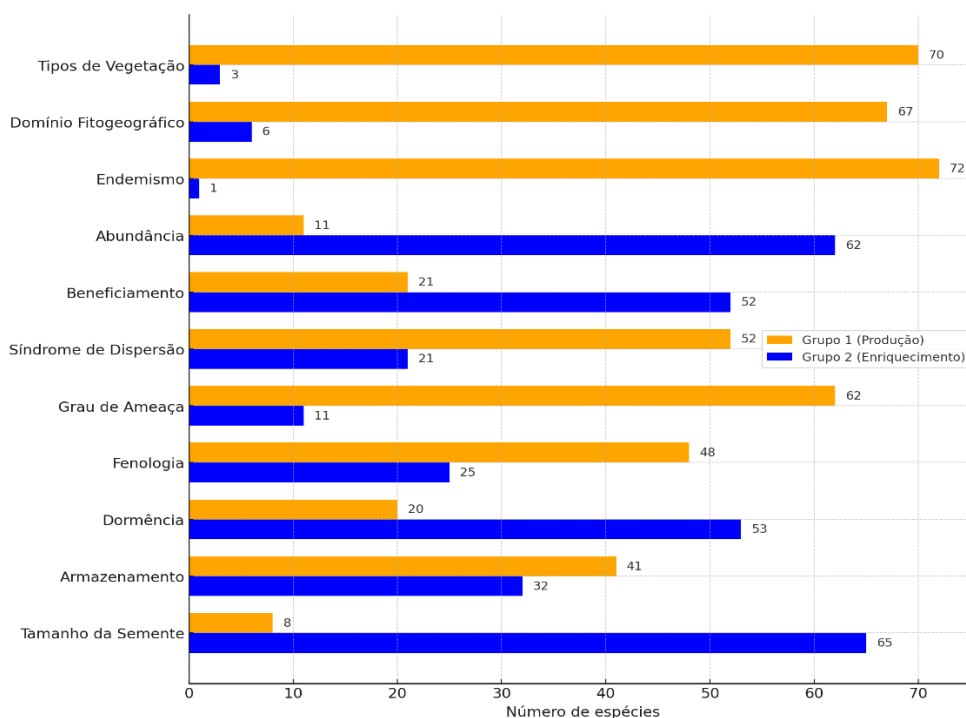


Figura 2: Relação de quantidades de espécies por atributos, divididos em espécies de produção e espécies de enriquecimento.

A análise SIMPER revelou os atributos que mais contribuíram para a diferenciação funcional entre os grupos de espécies classificadas como produção e enriquecimento. Os contrastes mais expressivos foram observados nos atributos de armazenamento das sementes (A10, $p = 0,038$), fenologia (A8, $p = 0,023$), grau de ameaça (A7, $p = 0,014$), abundância local (A6, $p = 0,021$) e dormência (A5, $p = 0,001$), que juntos explicaram aproximadamente 75% da dissimilaridade entre os grupos. Esses atributos foram determinantes para a separação funcional, pois refletem tanto a viabilidade operacional em viveiros quanto a resiliência ecológica das espécies no campo.

Por outro lado, atributos como dispersão (A4), tamanho da semente (A11), tipos de vegetação (A2), domínio fitogeográfico (A1) e endemismo (A3) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$), sugerindo menor influência na distinção entre os grupos (Fig. 3). Ainda que ecologicamente relevantes, esses atributos parecem exercer papel mais complementar no protocolo multicriterial, contribuindo para a diversidade funcional, mas com impacto reduzido na viabilidade produtiva.

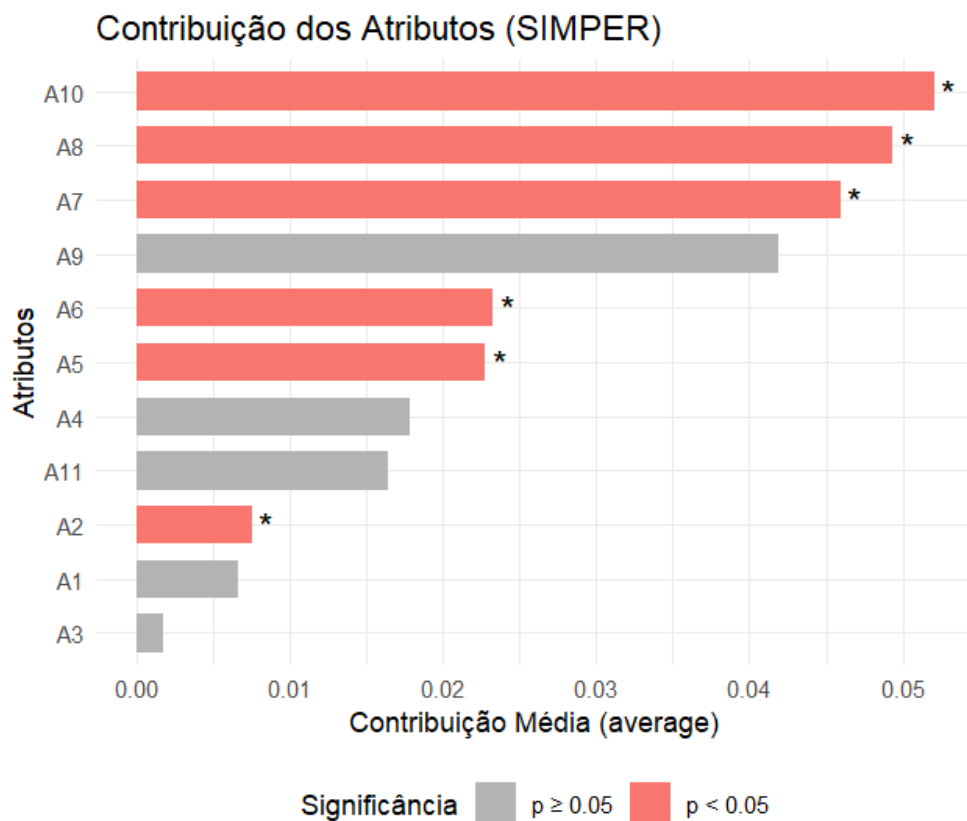


Figura 3: Contribuição dos atributos para a separação entre os grupos de produção e enriquecimento, de acordo com a análise SIMPER. As barras representam a contribuição média de cada atributo. Os atributos destacados em vermelho possuem um valor de $p < 0.01$, indicando alta significância, enquanto o atributo em amarelo apresentou $p < 0.05$, indicando significância moderada

Esses resultados reforçam a importância de incorporar múltiplos critérios ecológicos e operacionais na formulação de estratégias para a produção de mudas nativas, especialmente em programas de restauração que demandam tanto eficiência técnica quanto diversidade funcional. A predominância dos atributos relacionados à viabilidade de sementes (como dormência e armazenamento), manejo fenológico e status de ameaça evidencia que a escolha das espécies não deve se restringir apenas à disponibilidade local, mas considerar também aspectos logísticos e de conservação.

A análise de ocorrência por tipos de vegetação indicou que 93% das espécies (68) ocorrem em mais de uma formação vegetal, abrangendo fisionomias como Caatinga, Cerrado, Savana, Floresta Ciliar, Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta de Terra Firme e Floresta de Várzea. Apenas cinco espécies (7%) apresentaram ocorrência restrita à Floresta Estacional

Semidecidual, sugerindo que a maior parte da flora local possui ampla plasticidade ecológica, o que facilita sua inserção em projetos restaurativos de diferentes regiões.

Quanto ao domínio fitogeográfico, cerca de 90% das espécies (66) foram classificadas como generalistas, com distribuição em múltiplos domínios brasileiros (Mata Atlântica, Cerrado, Amazônia, Pampa, Caatinga e Pantanal). Apenas sete espécies foram consideradas restritas à Mata Atlântica, incluindo *Eugenia burkartiana*, *Pisonia ambigua*, *Hennecartia omphalandra* e *Rauvolfia sellowii*. Essa ampla distribuição reforça o potencial adaptativo da flora local e a relevância de protocolos que valorizem atributos funcionais, além da origem geográfica, para otimizar a seleção de espécies em larga escala.

O atributo endemismo foi avaliado com base na distribuição das espécies dentro do território brasileiro. Apenas uma espécie, *Allophylus guaraniticus*, foi classificada como endêmica da região Sul, com ocorrência registrada em florestas ombrófilas mistas e estacionais semidecíduais (Flora e Funga, 2025). Todas as demais espécies apresentaram distribuição mais ampla, reforçando o predomínio de espécies generalistas no conjunto analisado.

Embora a ampla distribuição fitogeográfica e a ocorrência em várias formações vegetais tenham sido inicialmente tratadas de forma descritiva, os resultados sugerem que essa plasticidade ecológica merece maior destaque enquanto critério estratégico para restauração. Em ambientes de transição entre biomas, como ecótonos ou mosaicos florestais heterogêneos, espécies com maior tolerância a variações ambientais tendem a apresentar maior desempenho e resiliência (Menges, 2008), assim, a alta adaptabilidade observada em grande parte das espécies avaliadas deve ser reconhecida como um diferencial funcional e operacional.

Além disso, espécies generalistas com ampla distribuição geográfica podem ser especialmente úteis em cenários com restrições logísticas, baixa oferta de sementes ou necessidade de respostas rápidas, como em programas públicos de recomposição da vegetação nativa (Francisco et al., 2022). Tais espécies contribuem não apenas para a viabilidade técnica da restauração, mas também para a manutenção de funções ecológicas essenciais (Calmon et al., 2011).

A análise do atributo abundância revelou que onze espécies concentraram 51% da comunidade amostrada, totalizando 249 indivíduos. Todas essas espécies foram classificadas como pertencentes ao grupo de produção, reforçando sua dominância ecológica e, simultaneamente, sua relevância operacional para projetos de restauração em larga escala. Esses achados estão em consonância com levantamentos florísticos prévios realizados na região (Souza, 2017; Cordeiro et al., 2024), os quais também destacaram essas espécies como

elementos estruturais recorrentes da vegetação da Mata Atlântica no Parque Nacional do Iguaçu.

No que se refere ao atributo beneficiamento, 29% das espécies (21) foram classificadas como de fácil beneficiamento, por possuírem frutos secos e deiscentes, que facilitam a extração e o preparo das sementes. As demais 71% (52 espécies) foram consideradas de difícil beneficiamento, seja por apresentarem frutos carnosos ou secos indeiscentes, os quais exigem etapas mais complexas de processamento.

A qualidade fisiológica das sementes é um fator-chave para o sucesso da produção de mudas, impactando diretamente nas taxas de germinação, no aproveitamento de insumos e nos custos de implantação de projetos. Sementes com baixa viabilidade, vigor reduzido ou dificuldade de beneficiamento aumentam o risco de falhas na restauração, além de encarecer os processos produtivos. Assim, a consideração desse atributo no protocolo permite otimizar o planejamento das etapas de coleta, beneficiamento e armazenamento, priorizando espécies com melhor desempenho técnico e logístico (Nogueira e Medeiros, 2007; Urzedo et al., 2016).

Em relação ao atributo síndrome de dispersão, 66% das espécies (48) apresentaram dispersão biótica, enquanto 34% (25) foram classificadas como abióticas. Esse padrão evidencia a predominância de espécies que dependem da fauna para dispersar seus propágulos, ressaltando o papel ecológico fundamental das interações planta-animal nos processos de regeneração natural (Bello et al., 2024). A presença de espécies zoocóricas como *Euterpe edulis*, *Cecropia pachystachya*, *Cabralea canjerana* e *Alchornea glandulosa* indica o potencial dessas espécies para atrair frugívoros e promover o fluxo gênico e ecológico nas paisagens restauradas (Ferreira et al., 2013; Kuster et al., 2021).

Durante a seleção de espécies, é importante priorizar espécies com atratividade para a fauna já que estas contribuem para acelerar a sucessão ecológica, restaurar interações ecológicas e aumentar a conectividade funcional entre fragmentos (Reis et al., 2018). Entretanto, a composição de plantios deve também considerar espécies com características menos favoráveis à dispersão, como baixa densidade populacional, ocorrência restrita, difícil beneficiamento ou elevado risco de extinção, a fim de garantir a representatividade funcional e apoiar a conservação da biodiversidade (Nogueira e Souza, 2007). A diversidade funcional, neste contexto, amplia a resiliência dos sistemas restaurados diante de pressões ambientais e garante múltiplos serviços ecossistêmicos.

Quanto ao atributo grau de ameaça, 85% das espécies avaliadas (62) foram classificadas como *Pouco Preocupantes* (LC) segundo a Lista Nacional de Espécies da Flora Ameaçadas de

Extinção. Outras 5% (4 espécies) foram consideradas *Quase Ameaçadas* (NT), 5% (4) ainda não foram avaliadas (NA) e 2,7% (2 espécies) foram classificadas como *Vulneráveis* (VU). Apenas *Aspidosperma polyneuron* foi classificada como *Em Perigo* (EN), destacando a presença de espécies com status conservacionista crítico no conjunto avaliado.

Espécies ameaçadas como *Euterpe edulis* e *Cedrela fissilis* apresentam atributos ecológicos desejáveis, como boa adaptabilidade, dispersão biótica e importância estrutural, mas demandam estratégias específicas de manejo. Ambas enfrentam pressão extrativista e possuem valor econômico elevado, o que limita o acesso a sementes viáveis e encarece sua produção em viveiros. Por exemplo, *Euterpe edulis* requer a manutenção de populações adultas reprodutivas para coleta de sementes, cujas plântulas se desenvolvem lentamente no sub-bosque até emergirem na regeneração secundária (Leal, 2005). Esse ciclo de vida mais lento implica maiores custos e tempo de espera até que os plantios forneçam frutos e sementes.

Apesar dessas limitações operacionais, essas espécies mantêm potencial para compor projetos de enriquecimento florístico, contribuindo para a conservação da biodiversidade e o resgate de espécies ameaçadas, quando utilizadas de forma estratégica na restauração ecológica. Sua inclusão pode ser particularmente relevante em áreas prioritárias para a conservação ou com elevado valor ecológico, onde a representatividade florística deve ser preservada.

Com relação à fenologia reprodutiva, observou-se que 66% (48) das espécies apresentaram período de frutificação igual ou superior a quatro meses, sendo consideradas de frutificação contínua. Esse grupo inclui espécies que disponibilizam sementes por longos períodos ao longo do ano, favorecendo o planejamento da coleta, a previsibilidade de abastecimento nos viveiros e a redução de custos operacionais. As demais 34% (25 espécies) frutificam em janelas mais curtas, de até quatro meses, exigindo maior sincronização entre coleta, beneficiamento e armazenamento.

A sincronia entre frutificação e maturação dentro das populações também se revela como fator estratégico, permitindo a otimização de esforços logísticos durante a colheita e ampliando a eficiência dos viveiros florestais. Além disso, a fenologia influencia diretamente nas interações com agentes dispersores e no sucesso da regeneração natural, aspectos fundamentais para a restauração funcional de ecossistemas (Quesada et al., 2009; Monteiro et al., 2025).

No que se refere à dormência, 71% das espécies (52) não apresentaram esse tipo de barreira fisiológica ou física, o que favorece a germinação imediata quando expostas a condições ambientais adequadas. Essas espécies são particularmente vantajosas para produção

em viveiros, pois exigem menos tratamentos pré-germinativos e apresentam respostas mais rápidas à sementeira. Em contrapartida, 29% das espécies (21) exibiram algum grau de dormência, fator que pode retardar a germinação, mas também representar um mecanismo adaptativo valioso para a sobrevivência em ambientes imprevisíveis.

Cerca de 73% das espécies com dormência apresentaram dormência embrionária, associada a mecanismos fisiológicos que impedem a germinação imediata sob condições ambientais desfavoráveis, como temperaturas extremas, baixa luminosidade ou cobertura excessiva por serapilheira. Esse conhecimento é essencial para orientar práticas de superação de dormência, como escarificação, embebição ou tratamento térmico, no contexto da produção de mudas, além de informar estratégias de sementeira direta em campo, especialmente em áreas com alta sazonalidade climática.

Quanto ao armazenamento das sementes, 56% (41) das espécies foram classificadas como ortodoxas, ou seja, capazes de tolerar a desidratação e manter a viabilidade por longos períodos em condições de baixa temperatura. Esse atributo representa uma vantagem logística e econômica considerável para os viveiros florestais, pois permite o armazenamento prolongado, facilita o escalonamento da produção e reduz a pressão por coleta contínua. Por outro lado, 44% (32) das espécies foram identificadas como recalcitrantes, cujas sementes perdem rapidamente a viabilidade após a coleta, exigindo sementeira imediata e manejo técnico mais rigoroso, com custos operacionais mais elevados.

No que tange ao tamanho das sementes, observou-se uma predominância expressiva de sementes pequenas e médias, representando 89% das espécies avaliadas. Esses tamanhos são vantajosos do ponto de vista ecológico e logístico: reduzem custos de aquisição e transporte, facilitam o beneficiamento e apresentam maior eficiência de dispersão, sobretudo por animais frugívoros, contribuindo para a restauração passiva em áreas degradadas. Apenas 11% das espécies apresentaram sementes grandes, geralmente associadas a maior aporte energético para a plântula, porém com desvantagens logísticas, como maior custo unitário, menor número de sementes por quilo e dificuldades no armazenamento e transporte em larga escala.

Do ponto de vista fisiológico, sementes pequenas apresentam menor tempo de embebição, menor massa e maior relação superfície-volume, o que favorece a absorção de água e acelera o processo germinativo (Alves, 2010). Esse padrão pode resultar em maior taxa de emergência e menor tempo de permanência nos canteiros, otimizando o uso de insumos e mão de obra nos viveiros. Por sua vez, sementes grandes, embora dotadas de maiores reservas nutritivas, tendem a germinar mais lentamente, requerendo maior cuidado técnico e

apresentando menor praticidade para estratégias de produção em larga escala.

A redução dos custos operacionais, incluindo coleta, beneficiamento, armazenamento e semeadura, é um critério determinante para a viabilidade de projetos de restauração ecológica em escala. Dessa forma, recomenda-se que sementes recalcitrantes e de grande porte sejam manejadas com atenção redobrada, priorizando a semeadura logo após a coleta e adotando práticas específicas de irrigação, adubação e controle de plantas invasoras para garantir o sucesso na emergência e estabelecimento das plântulas (Souza, Engel, 2023).

Assim como os protocolos de monitoramento florestal, os protocolos de seleção de espécies devem ser concebidos com flexibilidade e adaptabilidade, possibilitando sua aplicação em distintos domínios fitogeográficos, graus de degradação e estratégias de restauração. A adoção de critérios técnicos sistematizados, como os avaliados neste estudo, fortalece a base científica para a restauração ecológica e amplia a utilidade do protocolo como ferramenta de apoio à tomada de decisão em políticas públicas, editais de recomposição florestal e programas nacionais de recuperação da vegetação nativa.

Validação por análise multivariada dos atributos

O Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) evidenciou uma separação consistente entre os dois grupos funcionais definidos pelo protocolo multicriterial: espécies de produção e espécies de enriquecimento. As amostras foram distribuídas em regiões distintas do espaço ordenado (Fig. 4), indicando que os atributos selecionados são capazes de refletir diferenças estruturais entre os grupos. Ainda assim, observou-se leve sobreposição entre alguns pontos, sugerindo a existência de espécies com perfis funcionais intermediários, compartilhando características de ambos os grupos, o que é esperado diante da complexidade dos traços ecológicos e operacionais avaliados. A inclusão dos números de identificação das espécies no gráfico permite associar visualmente cada ponto à respectiva espécie (ver Anexo), facilitando a identificação de padrões transicionais.

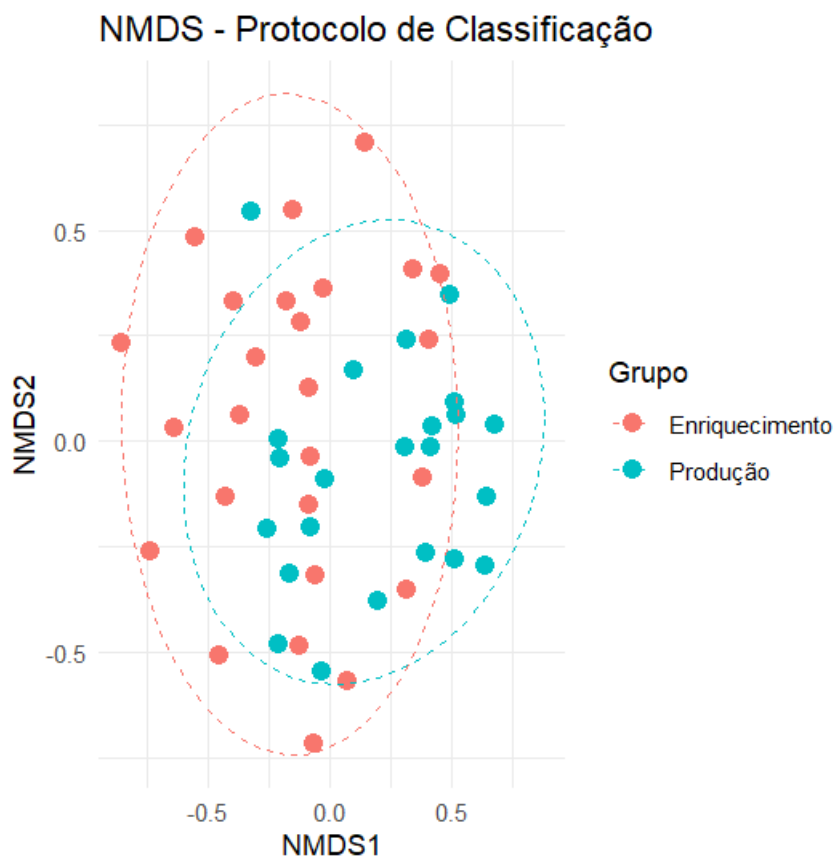


Figura 4: Análise NMDS, cada ponto representa uma amostra, e as cores e formas indicam sua classificação, sendo azul para espécies de produção (P) e vermelho para espécies de Enriquecimento (E). A separação entre os grupos foi estatisticamente significativa (PERMANOVA, $F = 6,27$; $R^2 = 0,08$; $p = 0,001$), indicando que os atributos selecionados distinguem funcionalmente as espécies de produção e enriquecimento.

Esses resultados reforçam que certos atributos exerceram influência decisiva na separação entre os grupos, enquanto outros contribuíram de forma marginal. Mesmo atributos com baixa contribuição estatística, como indicado pela análise SIMPER, permanecem relevantes do ponto de vista descritivo e funcional, oferecendo subsídios complementares à caracterização ecológica das espécies.

A incorporação de pesos diferenciais entre os atributos representa um avanço metodológico relevante em relação ao protocolo de Francisco et al. (2022), permitindo uma classificação mais sensível e ajustada às demandas da produção de mudas e aos objetivos funcionais da restauração ecológica. Esse aprimoramento reflete a necessidade de reconhecer que nem todos os atributos possuem o mesmo poder discriminante ou aplicabilidade prática, um ponto frequentemente negligenciado em protocolos de seleção simplificados.

Apesar das melhorias propostas, o protocolo ainda apresenta limitações que devem ser reconhecidas. A escolha do limiar de pontuação (>6) para classificar as espécies como de

produção ou de enriquecimento, embora baseada em consenso técnico e critérios funcionais, carece de validação empírica robusta. Esse ponto de corte deve ser considerado como heurístico e passível de revisão, especialmente à medida que novos conjuntos de dados e abordagens comparativas forem incorporados ao protocolo.

Além disso, a aplicação inicial de pesos iguais para todos os atributos simplifica o processo, mas pode subestimar a importância relativa de variáveis mais influentes, como aquelas relacionadas à reprodução e ao grau de ameaça, conforme evidenciado pela SIMPER. Recomenda-se, para estudos futuros, a adoção de abordagens mais refinadas de ponderação, como análises de sensibilidade, regressões multivariadas ou algoritmos supervisionados de classificação, que possam oferecer uma base empírica mais sólida para calibrar a contribuição relativa de cada atributo ao escore final da espécie.

Aderência prática do protocolo baseada nos viveiros da região

A análise de similaridade entre a lista de espécies prioritárias gerada pelo protocolo e as espécies atualmente cultivadas por viveiros florestais da região revelou baixa correspondência florística. Os valores de similaridade com o protocolo variaram entre 0,11 (Toledo) e 0,16 (Cascavel), com valores intermediários para Umuarama (0,14) e Engenheiro Beltrão (0,14). Esses resultados indicam que apenas uma fração reduzida das espécies recomendadas para a restauração ecológica no entorno do PARNA Iguaçu está disponível nos viveiros analisados.

Apenas nove espécies foram registradas simultaneamente em todos os viveiros e também constam na lista do protocolo: *Aspidosperma polyneuron*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Cedrela fissilis*, *Cordia trichotoma*, *Euterpe edulis*, *Parapiptadenia rigida*, *Peltophorum dubium*, *Ruprechtia laxiflora* e *Senegalia polyphylla*. Dentre essas, seis (66,7%) foram classificadas como espécies de produção e três (33,3%) como espécies de enriquecimento. Essa distribuição reforça a aderência parcial do protocolo às espécies com maior disponibilidade nos viveiros, mas também evidencia a necessidade de ampliar a diversidade funcional da produção regional para viabilizar a aplicação plena do protocolo proposto.

A baixa similaridade florística entre a lista de espécies recomendadas pelo protocolo e as espécies disponíveis nos viveiros florestais da região do PARNA Iguaçu evidencia um descompasso recorrente entre as demandas ecológicas da restauração e a oferta de material vegetal disponível para plantio. Conforme demonstrado por Vidal et al. (2020), a maioria dos viveiros brasileiros concentra sua produção em poucas espécies amplamente utilizadas, o que

resulta em uma oferta homogênea e limitada do ponto de vista funcional e filogenético.

Essa limitação compromete a efetividade ecológica das ações de restauração, uma vez que a diversidade funcional, especialmente de grupos com diferentes estratégias de crescimento, dispersão e tolerância a estresses, é um dos principais fatores que determinam a resiliência e a sustentabilidade dos ecossistemas restaurados (Viveiros et al., 2021).

O protocolo desenvolvido neste estudo busca justamente preencher essa lacuna, oferecendo uma abordagem estruturada e baseada em múltiplos critérios ecológicos e operacionais para orientar a seleção de espécies em programas de restauração. Entretanto, a baixa aderência prática observada nos viveiros regionais indica a necessidade urgente de readequação das cadeias produtivas de mudas, promovendo capacitação técnica, apoio institucional e políticas públicas que incentivem a produção diversificada e ecologicamente coerente.

Além disso, essa baixa similaridade reforça o papel estratégico dos protocolos como ferramentas de planejamento territorial, capazes de estimular viveiros a alinhar sua produção com as demandas reais da restauração em contextos específicos. Investimentos em redes de colaboração entre gestores, pesquisadores e viveiristas podem ampliar a adoção prática desses protocolos, promovendo ganhos efetivos na escala e na qualidade da restauração ecológica no Brasil.

CONCLUSÕES

A partir da aplicação de um protocolo multicriterial construído com base em atributos ecológicos e operacionais, este estudo permitiu a classificação funcional de 73 espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica no Parque Nacional do Iguaçu em dois grupos: espécies com maior viabilidade para produção de mudas em viveiros florestais (espécies de produção) e aquelas com potencial voltado à conservação da diversidade por meio da semeadura direta ou enriquecimento (espécies de enriquecimento).

Com a incorporação de pesos diferenciados aos atributos, o protocolo aprimorou sua capacidade discriminatória, resultando em uma distribuição mais equilibrada entre os grupos, sendo, 53% das espécies classificadas como de produção e 47% como de enriquecimento. Essa mudança reflete um avanço metodológico importante em relação ao protocolo de Francisco et al. (2022), permitindo maior sensibilidade na identificação de espécies promissoras conforme diferentes objetivos de restauração.

A análise SIMPER reforçou a importância dos critérios relacionados ao grau de ameaça, à fenologia e à biologia das sementes (dormência e armazenamento), destacando-os como os principais diferenciais entre os grupos. A abundância, embora não tenha diferenciado estatisticamente os grupos, corroborou com a indicação de espécies estruturalmente dominantes e adaptadas a região.

O protocolo proposto é uma ferramenta que pode apoiar a tomada de decisão em viveiros florestais, promovendo uma seleção técnica e sistematizada de espécies nativas com base em atributos ecológicos e operacionais. Sua aplicação permite otimizar recursos, aumentar a taxa de sucesso dos plantios e contribuir para a recuperação funcional de ecossistemas degradados.

Além do uso direto por viveiros, o protocolo pode servir de subsídio para programas governamentais de restauração ecológica, auxiliar na formulação de listas técnicas para compras públicas de sementes e mudas, e apoiar a implementação de políticas como o Planaveg e compromissos estaduais de neutralidade climática e recuperação da vegetação nativa.

REFERÊNCIAS

- Almeida, D.S., 2016. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. Editus. Ilhéus.
- Alves, R.V., 2010. **Estudo de caso da comercialização dos produtos florestais não madeireiros (PFNM) como subsídio para a restauração florestal**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.
- Alves, E.U., Bruno, R. L.A., Oliveira, A.P., Alves, A.U., Paula, R.C., 2005. Influência do tamanho e da procedência de sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. sobre a germinação e vigor. **R. Árvore** 29, 877-885. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000600006>.
- Barbosa, M.L., Shirasuna, T.R., Lima F.C. Ortiz, P.R.T. 2017. Lista de espécies indicadas para restauração Ecológica para diversas regiões do Estado de São Paulo. **Instituto de São Paulo**, São Paulo.
- Bello, C., Crowther, T.W., Ramos, D.L., Morán-López, T., Pizo, M.A., Dent, D.H., 2024. Frugivores enhance potential carbon recovery in fragmented landscapes. **Nature Climate Change**. 14(6), 636-643. <https://doi.org/10.1038/s41558-024-01989-1>.
- BFG - The Brazil Flora Group 2025. **Flora e Funga Brasil**, <http://doi.org/10.47871/jbrj2021001.2023>. (accessed 15 January 2025).
- Bischoff, A., Steinger, T., Müller-Schärer, H., 2010. The importance of plant provenance and genotypic diversity of seed material used for ecological restoration. **Restoration Ecology**. 18(3), 338-348. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2008.00454.x>.
- Boldarini, F.R., Gris. D., Conceição, L.H.S.M., Temponi, L.G., 2024. Phytosociological Characterization of an Urban Fragment of Interior Araucaria Forest Paraná, Brazil. **Revista Floresta**. 54, e-92974–2024. <https://doi.org/10.5380/rf.v54i1.92974>.
- Burilli, G.N., Reis, V.R., Ivanaskas, N.M., 2022. Aplicação de Protocolo de seleção de espécies

alicerde para restauração ecológica baseada na flora arbórea catalogada em dois parques urbanos em São Paulo-SP. **Revista Biotemas**. 35 (2), 1-11 <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2021.e8483>.

Brancalion, P.H.S., Gandolf, S., Rodrigues, R.R., 2015. Restauração Florestal. **Oficina de Textos**. São Paulo.

Calmon, M., Brancalion, P.H., Paese, A., Aronson, J., Castro, P., da Silva, S.C., Rodrigues, R.R. 2011. Emerging threats and opportunities for large-scale ecological restoration in the Atlantic Forest of Brazil. *Restoration Ecology*. 19(2), 154-158. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2011.00772.x>.

Carvalho, P.E.R., 2003. **Espécies arbóreas brasileiras** – v.1. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília. Embrapa Florestas, Colombo.

Carvalho, P.E.R., 2006. **Espécies arbóreas brasileiras** – v.2. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília. Embrapa Florestas, Colombo.

Carvalho, P.E.R., 2008. **Espécies arbóreas brasileiras** – v.3. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília. Embrapa Florestas, Colombo.

Carvalho, P.E.R., 2010. **Espécies arbóreas brasileiras** – v.4. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília. Embrapa Florestas, Colombo.

Carvalho, L.R.; Amaral, E.A.S., Davide, A.C., 2006. Comportamento no Armazenamento de Sementes Florestais. **Revista Brasileira de Sementes**. 28, (2), 15-25.

Carvalho, L.R.; Davide, A.C.; Amaral, E.A.; Silva, E.A.A.; Carvalho, M.L.A.M., 2008. Classificação de Sementes de Espécies Florestais dos Gêneros *Nectandra* e *Ocotea* (Lauraceae) quanto ao Comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**. 30(1), 1-9. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222008000100001>.

César, R.G., Belei, L., Badari, C.G., Viani, R.A., Gutierrez, V., Chazdon, R. L., Morsello, C. 2020. Forest and landscape restoration: A review emphasizing principles, concepts, and practices. **Land**. 10(1), 28. <https://doi.org/10.3390/land10010028>.

CNC Flora - Centro Nacional de Conservação da Flora. 2025. <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br>. (accessed 14 February 2025).

Coutinho, M.L. O Conceito de Bioma., 2006. **Acta Bot. Bras.** 20 (1), 13-23. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062006000100002>.

Cordeiro, J., Ríos, C., Roderjan, R., Vellozo, C., Gustavo, R.C., 2024. Influência das classes pedológicas na fitofisionomia e estrutura florestal. **Pesquisa Florestal Brasileira**. 44. e202102224. <https://doi.org/10.4336/2024.pfb.44e202102224>.

Corrêa, A.J.M., Piña-Rodrigues, F.C.M., Nogueira, L.A.S., da Silva, A.P.M., Behling, M.; Isernhagen, I., 2022. Pre-germination techniques for “faveira” in lots of different provenances as subsidy to standardization and commercialization. **Research, Society and Development**. 11(6), e2511628701-e2511628701. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i6.28701>.

Costa, T.G.A., Iwata, B.F., Rocha, I.L., Souza, I.R.M., Ferreira, P.F. A., Rodrigues, N.B., 2020. Diagnóstico e proposta de recuperação de área degradada sob fisionomia de cerrado em corrente –Piauí. **Brazilian Journal of Development**. 6(12), 93976-93989. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n12-020>.

Davide, A.C., Silva, E.A.A., Carvalho, L.R., 2006. Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**. 28, (2), 15-25. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222006000200003>.

Evangelista, P.H.L., 2014. **Aspectos Fitogeográficos do Paraná**, in Kaehler, M., Goldenberg, R., Evangelista, P.H.L., Ribas, O.S., Vieira, A.O.S., Hatschbach, G.G., (Eds.), *Plantas vasculares do Paraná*. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, pp. 7-19.

Felfili, J.M., Eisenlohr, P.V., Melo, M.M.R.F., Andrade, L.A., Meira-Neto, J.A.A..2011. Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos. **UFV**, Viçosa.

Ferreira P.I., Gomes J.P. Batista, F., Bernardi A.P., Costa N.C.F., Bortoluzzi R.L.C., 2013. Espécies Potenciais para Recuperação de Áreas de Preservação Permanente no Planalto Catarinense, **Floresta e Ambiente**. 20 (2), 173–182. <http://dx.doi.org/10.4322/loram.2013.003>.

Finch-Savage, W.E., Leubner-Metzger, G., 2006. Seed dormancy and the control of germination. **New Phytologist**. 171(3), 501-523. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01787.x>.

Francisco, B.S., Dutra, F. B., Viveiros, E., Martins, R. P., Passaretti, R. A., Filho, P. C. S., Silva, J. M. S., Piña-Rodrigues, F. C. M., 2022. A Practical approach to species selection for restoration in a Brazilian Cerradão. **International Journal of Environmental Studies**. 79 (1), 1-8. <https://doi.org/10.1080/00207233.2022.2073081>.

Galetti, G., da Silva, J.M.S., Piña-Rodrigues, F.C.M., Piotrowski, I., 2018. Análise multicriterial da estabilidade ecológica em três modelos de restauração florestal. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**. 48, 142-157. <https://doi.org/10.5327/Z2176-947820180301>.

Gorenstein, M.R; Vuaden, E.; Weber, V.P.; Longhi, S.J; Claudio Thomas, C.; Vismara, E.S., Castro Faria, A.B.C., 2022. Estrutura de uma floresta antropizada no sudoeste do Paraná. **Anais do 9º Congresso Florestal Brasileiro**, v.1, (2) p.12-15. DOI: 10.55592/CFB.2022.5089282.

IUCN -União Internacional para a Conservação da Natureza, 2025. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Versão 2023-1. <https://www.iucnredlist.org/> (accessed 14 January 2025).

Kuster, C.L., Higuchi, P., Silva, A.C., Ansolin, R.A., Bento, M.A., Júnior, F.B., Ferreira, T.S., 2021. Origem fitogeográfica, estrutura filogenética e síndromes de dispersão de espécies arbóreas em floresta ombrófila mista no planalto catarinense. **Acta Ambiental Catarinense**. 18 (1), 55-71. <https://doi.org/10.24021/raac.v18i1.5132>.

Leal, C.G e Câmara, I.G., 2005. **Mata Atlântica Biodiversidade, Ameaças e Perspectivas Fundação SOS Mata Atlântica Conservação Internacional**. Extração e conservação do palmito. 472 p.

Martins, F.R.; Santos, F.A.M., 1999. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. **Revista Holos**. 1(2), 236-267.

Meireles, L.D., Kinoshita, L.S., Shepherd, G.J., 2014. Composição florística da vegetação altimontana do distrito de Monte Verde (Camanducaia, MG), Serra da Mantiqueira Meridional,

Sudeste do Brasil. **Rodriguésia**. 65(4), 831-859. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201465403>.

Menges, E.S. 2008. Restoration demography and genetics of plants: when is a translocation successful? **Australian Journal of Botany**. 56(3) 187-196. <https://doi.org/10.1071/BT07173>.

Monteiro, B.L., Souza, C.S., Maruyama, P.K., Camargo, M.G.G., Morellato, L.P.C, 2025. Applying plant-pollinator network to identify priority species for conservation in a biodiversity hotspot. **Biological Conservation**. 302, 110979. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2025.110979>.

Mori, E. S.; Piña-Rodrigues, F. C. M. e Freitas, N. P., 2012. Sementes florestais: guia para a germinação de 100 espécies nativas. **Instituto Refloresta**. São Paulo.

Nietsche, P.R., Caramori P.H., Ricce, W. S., Pinto F.F.D., 2019. **Atlas Climático do estado do Paraná. Instituto Agrônomo do Paraná**, Londrina.

Nogueira, A.C.; Medeiros, A.C.S., 2007. Coleta de sementes florestais nativas. Circular Técnico 144 , **Embrapa Floresta**. Colombo.

Nogueira, A.C.; Souza A.C., 2007. Extração e Beneficiamento de Sementes Florestais Nativas. Circular Técnica 131, **Embrapa Floresta**. Colombo.

Orioli, L.S., Duarte, L.F., de Faria, L.C., Piña-Rodrigues, F.C.M., 2025. Economic potential of underrepresented non-timber forest products in Brazil: data gaps and policy challenges. **Revista de Gestão Social e Ambiental**. 19(5), 1-21. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v19n5-007>.

Pareja-Bonilla, D., Ortiz, P.L., Morellato, L.P.C., & Arista, M. 2025. Functional traits predict changes in floral phenology under climate change in a highly diverse Mediterranean community. **Functional Ecology**. 1–16. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.70062>.

Pedrini, S., D'Agui, H.M., Arya, T., Turner, S., Dixon, K.W., 2022. Seed quality and the true price of native seed for mine site restoration. **Restoration Ecology**. 30, e13638. <https://doi.org/10.1111/rec.13638>.

Piotrowski, I., Paladines, H.M., Almeida, L.S., López, A.M.T., Dutra, F.B., Francisco, B.S., Silva, J.M.S., Piña-Rodrigues, F.C.M., 2023. Seeds' Early Traits as Predictors of Performance in Direct Seeding Restoration, **Florests**. 14 (3), 547. <https://doi.org/10.3390/f14030547> <https://www.mdpi.com/journal/forests>.

Planaveg: **Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa**, 2017. Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Educação. Brasília.

PARANÁ. Instituto Água e Terra. **Portaria nº 170, de 22 de julho de 2020**. Estabelece diretrizes para a restauração ecológica no Estado do Paraná. Curitiba: IAT, 2020. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/iat/arquivos_restritos/files/documento/2021-09/portaria-170-2020-diretrizes-restauracao.pdf. Acesso em: 27 jun. 2025.

Quesada, M., Sanchez-Azofeifa, G.A., Alvarez-Anorve, M., Stoner, K.E., Avila-Cabadilla, L., Calvo-Alvarado, J., Sanchez-Montoya, G., 2009. Succession and management of tropical dry

forests in the Americas: Review and new perspectives. **Forest ecology and management**. 258(6), 1014-1024. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.06.023>.

Reis, M.S., Montagna, T., Mattos, A.G., Filippin, S., Ladio, A.H., Marques, A.C., Zechini, A.A., Peroni, N., Mantovani, A. Domesticated landscapes in Araucaria Forests, Southern Brazil: a multispecies local conservation-by-use system. **Frontiers in Ecology and Evolution**. 6, 11, 2018. <https://doi.org/10.3389/fevo.2018.00011>.

Rodrigues, R.R., Gandolf, S., Nave, A.G., Aronson, J., Barreto, T.E., Vidal, C.Y., Brancalion, P.H.S., 2011. Large-scale ecological restoration of high diversity tropical forests in SE Brazil. **Forest Ecology and Management**. 261, 1605-1613. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.07.005>.

Souza, D.C., Engel, V.L. 2023. **Advances, challenges, and directions for ecological restoration by direct seeding of trees: Lessons from Brazil**. *Biological Conservation* 284, 110172. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110172>.

Turchetto, F., Callegaro, R.M., Conte, B., Pertuzzatti, A., Griebeler, A.M., 2015. Estrutura de um fragmento de Floresta Estacional Decidual na região do Alto-Uruguai, RS. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. 10 (2), 280-285. <https://doi.org/10.5039/agraria.v10i2a4760>.

Urzedo, D.I., Vidal, E., Sills, E.O., Piña-Rodrigues, F.C.M., Junqueira, R.GP., 2016. Tropical forest seeds in the household economy: Effects of market participation among three sociocultural groups in the Upper Xingu region of the Brazilian Amazon. **Environmental Conservation**. 43(1), 13-23. <https://doi.org/10.1017/S0376892915000247>.

Urzedo, D.I., Piña-Rodrigues, F.C., Feltran-Barbieri, R., Junqueira, R.G., Fisher, R. 2020. Seed networks for upscaling forest landscape restoration: Is it possible to expand native plant sources in Brazil? **Forests**. 11(3), 259. <https://doi.org/10.3390/f11030259>.

Venzke, T.S.V., Martins, S.V., Neri, A.V.E; Kunz, S.H., 2014. Síndromes de Dispersão de sementes em estágios sucessionais de mata ciliar, no extremo sul da Mata Atlântica, arroio do padre, RS, Brasil. **Revista Árvore**. 38 (3), 403-413. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000300002>.

Viani, R.A.G., Rodrigues, R.R. 2007. Sobrevivência em viveiro de mudas de espécies nativas retiradas da regeneração natural de remanescente florestal. **Pesq. Agropec. Bras.** 42 (8), 1067-1075.

Viani R.A.G, Vidas, N.B., Pardi, M.M., Castro, D.C.V., Gusson, E., Brancalion, P.H.S. 2015. Animal-dispersed pioneer trees enhance the early regeneration in Atlantic Forest restoration plantations. **Natureza & Conservação**. <https://doi.org/10.1016/j.ncon.2015.03.005>.

Vidal, C.Y., Naves, R.P., Viani; R.A.; Rodrigues, R.R., 2020. Assessment of the nursery species pool for restoring landscapes in southeastern Brazil. **Restoration Ecology**, 28(2), 427-434. <https://doi.org/10.1111/rec.13096>.

Viveiros, E., Francisco, B.S., López, A.M.T., Piña-Rodrigues, F.C.M.; Silva, J. M. S. D. (2021). Drivers of restoration trajectory of a community of regenerant plants: natural regeneration or tree seedling? **Floresta e Ambiente**. 28(3):e20200082. <https://doi.org/10.1590/2179-8087-FLORAM-2020-0082>.

Anexos

Tabela 3. Matriz de Análise de Dados. Atributos: A1 a A11. Espécies: E1 a E73

Código da espécie/ Código Atributo	A1 Tipo de Vegetação	A2 Domínio fitogeográfico	A3 Endemismo	A4 Abundância	A5 Benefício -mento	A6 Dispersão	A7 Grau de ameaça	A8 Fenologia	A9 Dormência	A10 Armazenamento	A11 Tamanho da semente	Total	Classificação
E1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	8	Produção
E2	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	7	Produção
E3	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	5	Enriquecimento
E4	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	9	Produção
ES	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	8	Produção
E6	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	7	Produção
E7	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	6	Enriquecimento
E8	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	7	Produção
E9	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	7	Produção
E10	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	9	Produção
E11	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	8	Produção
E12	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	9	Produção
E13	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	8	Produção
E14	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	9	Produção
E15	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	7	Produção
E16	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	7	Produção

E17	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	8	Produção
E18	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	8	Produção
E19	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	8	Produção
E20	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	7	Produção
E21	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	9	Produção
E22	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	7	Produção
E23	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	7	Produção
E24	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	8	Produção
E25	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	9	Produção
E26	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	10	Produção
E27	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	5	Enriquecimento
E28	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	9	Produção
E29	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	5	Enriquecimento
E30	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	8	Produção
E31	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	6	Enriquecimento
E32	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	7	Produção
E33	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	7	Produção
E34	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	7	Produção
E35	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	8	Produção

E36	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	8	Produção
E37	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	9	Produção
E38	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	9	Produção
E39	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	8	Produção
E40	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	10	Produção
E41	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	8	Produção
E42	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	8	Produção
E43	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	7	Produção
E44	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	8	Produção
E45	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	7	Produção
E46	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	9	Produção
E47	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	7	Produção
E48	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	7	Produção
E49	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	7	Produção
E50	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	5	Enriquecimento
E51	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	7	Produção
E52	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	7	Produção
E53	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	7	Produção
E54	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	9	7	Produção

E55	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	8	Produção
E56	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	8	Produção
E57	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	8	Produção
E58	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	8	Produção
E59	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	8	Produção
E60	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	7	Produção
E61	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	6	Enriquecimento
E62	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	7	Produção
E63	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	5	Enriquecimento
E64	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	8	Produção
E65	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	8	Produção
E66	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	6	Enriquecimento
E67	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	7	Produção
E68	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	8	Produção
E69	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	9	Produção
E70	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	8	Produção
E71	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	8	Produção
E72	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	9	Produção
E73	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	8	Produção

Tabela 4. Coleta de Dados. Atributos e Critérios de seleção e pontuação das espécies

Cód	Atributo	Descrição do Atributo	Critérios	Escore	Referências
A1	Tipos de Vegetação	Considerados na flora do Brasil como áreas com formações florestais características. Espécies que ocorrem em variados tipos de vegetação são mais empregadas em projetos de recuperação e restauração pois são viáveis para deslocamento e de ótimo custo-benefício.	Ocorrência em diversas formações vegetais.	1	Brancalion et al., 2015
			Restrita apenas uma formação	0	
A2	Domínio fitogeográfico	Área do espaço geográfico, com dimensões subcontinentais, em que predominam características morfoclimáticas semelhantes e um certo tipo de vegetação áreas do espaço geográfico, com grandes dimensões, representada por um tipo uniforme de ambiente, identificado e classificado de acordo com o macroclima, a fitofisionomia, o solo, a altitude e os principais elementos que caracterizam os diversos ambientes continentais.	Espécies generalistas, que ocorrem em mais de um domínio fitogeográfico	1	Coutinho, 2006).
				0	
A3	Endemismo	Endemismo refere-se à presença de espécies exclusivas de um determinado habitat especializado, cuja população pode variar em tamanho e apresentar um risco elevado de extinção.	Espécies típicas da Mata Atlântica	1	Meireles et al., 2014
				0	
A4	Abundância	Número de indivíduos de uma determinada espécie por unidade de área. Espécies que juntas somam acima de 50 por cento do total de indivíduos, são consideradas de alta densidade.número de indivíduos de uma determinada espécie dividido pelo total de indivíduos na área, multiplicado por cem, sendo possível alcançar a porcentagem de espécies.	Espécies com alta abundância regional Espécies com baixa abundância	1	Venzke et al., 2014
				0	
A5	Beneficiamento	O beneficiamento é um processo de aperfeiçoamento da qualidade de sementes (Pereira et al., 2012). Um conjunto de	Espécie com propágulo de fácil beneficiamento	1	Nogueira, 2007

		práticas de manejo com a finalidade de retirada de materiais indesejáveis, como sementes vazias, imaturas e quebradas, pedaços de frutos, galhos, folhas, entre outros (Nogueira, 2007).	Espécie com propágulo de médio/difícil beneficiamento	0	
A6	Dispersão	Atributo selecionado por sua importância em garantir que a semente alcance um local adequado para germinação. O modo de dispersão é crucial para entender como a planta coloniza novas áreas e se adapta ao seu habitat e por isso indicamos o aumento da proporção de espécies que liberam sementes dispersas por animais em viveiros de plantas, uma vez que facilitam a regeneração precoce em projetos de restauração.	Espécies com síndrome de dispersão abiótica (ex: autocóricas, anemocóricas, barocóricas, hidrocórica) Espécies com síndrome de dispersão abiótica (ex: autocóricas, anemocóricas, barocóricas, hidrocórica)	1 0	Kuster et al., 2021 Viani et al., 2015
A7	Grau de ameaça	Análise de espécies que necessitam de maiores estratégias de conservação e manejo para propagação de mudas, pois espécies vulneráveis ou ameaçadas podem tanto eventualmente contribuir à conservação da flora regional e do bioma ou trazer consequências negativas pela contaminação e homogeneização biológica.	Não ameaçada: (LC) Ameaçada: (CR, EN, VU, NT)	1 0	Almeida e Viani, 2020 IUCN, 2024 CNCFlora, 2012
A8	Fenologia	A Fenologia reprodutiva indica o tempo de investimento da planta em reprodução. Compreender os períodos de frutificação possibilita estimar os ciclos reprodutivos das plantas, seu crescimento, sua interação com o clima e o momento ideal para a coleta de sementes	Frutificação por mais de quatro meses Frutificação menos de quatro meses	1 0	Specieslink, Carvalho, 2018 Silva, 2024
A9	Dormência	Mecanismo biológico ocorre comumente em diversas espécies nativas das florestas por ação de microrganismos, fungos ou ácidos fracos do solo e pela ação mecânica e ácida dos tratamentos digestivos de animais. A escassez de informações sobre o comportamento germinativo das espécies, resulta em uma produção irregular de mudas, devido à germinação assíncrona das sementes.	Não possui dormência Possui dormência	1 0	Fernandes et al., 2018,

A10	Armazenamento	As espécies podem ser classificadas em ortodoxas, que toleram a secagem e se mantêm viáveis um grau de umidade em torno de 5% e podem ser armazenadas sob baixas temperaturas por um longo período ou recalcitrantes, que não suportam baixos níveis de umidade, o que impede o seu armazenamento por longo prazo. Refere-se à manutenção da qualidade sanitária e fisiológica das sementes por períodos mais ou menos prolongados, pois a colheita e o processamento podem provocar danos às sementes que prejudicam sua qualidade.	Tolera secagem sementes ortodoxas intermediárias	1	Carvalho, 2008 Davide, 2006
A11	Tamanho da semente	As espécies florestais foram categorizadas em três grupos: sementes grandes (<1000 sementes por kg), sementes médias (entre 1000 e 10.000 sementes por kg) e sementes pequenas (>10.000 sementes por kg).	Não tolera seca- gem sementes recalcitrantes	0	
			Pequena ou Média	1	Alves, 2005 Mori 2012 Piotrowski et al. 2023
			Grande	0	

Tabela 5. Protocolo para avaliação da as espécies com base nos atributos. Categorias de ameaças: CR = criticamente ameaçado; EN = ameaçado; VU = vulnerável; NT = quase ameaçado; LC = pouco ameaçado (IUCN, 2025). Tipos de Vegetação: Floresta Ciliar (FC), Floresta de Terra Firme (FTF), Floresta de Várzea (FV), Floresta Estacional Decidual (FED), Floresta Estacional Semidecidual (FES), Floresta Ombrófila (FO), Floresta Ombrófila Mista (FOM).

Código da espécie	Família	Espécie	Tipo de Vegetação	Domínio Fitogeográfico	Ende mismo	Abundância	Benefício	Dispersão	Grau de ameaça	Fenologia	Dormência	Armazenamento	Tamanho da semente
E1	Annonaceae	<i>Annona mucosa</i> Jacq.	FTF, FV	Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica	Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	2	Médio/Difícil	Zoo	LC	Janeiro, Fevereiro, Março, Abril, Maio, Junho, Julho, Novembro,	Com	Ortodoxa	médio
E2	Apocynaceae	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll.Arg.	FES	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal	Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	2	Fácil	Ane	EN	Junho, Julho, Agosto, Setembro, Outubro	Sem	Ortodoxa	pequena
E3		<i>Rauvolfia sellowii</i> Mull.Arg.	FES	Mata Atlântica	Sudeste e Sul	1	Médio/Difícil	Zoo	NT	Março, Abril, Maio	Sem	Intermediária	pequena
E4	Aquifoliaceae	<i>Ilex paraguariensis</i>	FES, FOM E FC	Caatinga, Cerrado, Mata	Nordeste, Centro	2	Médio/Difícil	Zoo	LC	Dezembro, Janeiro, Fevereiro,	Sem	Ortodoxa	pequena

		<i>nsis</i> A.St.- Hil.		Atlântica, Pampa	-Oeste, Sudest e e Sul	1	Médio/ Difícil	Zoo			Março, Abril	Sem	Ortodoxa	pequena
E5	Araliaceae	<i>Didymopanax calvus</i> (Cham.) Decne. & Planch.	FES, FOM E FC	Cerrado, Mata Atlântica	Centro -Oeste, Sudest e e Sul				NT		Dezembro, Janeiro,Fev ereiro,Abril ,	Sem	Ortodoxa	pequena
E6	Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	FES, FED, FO, FOM	Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica	Norte, ste, Centro -Oeste, Sudest e e Sul	26	Médio/ Difícil	Zoo		VU	Abril, Maio,Junho ,Julho, Agosto,Set embro, Outubro, Novembro	Sem	Recalcitrante	grande
E7		<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	FES, FOM E FC	Cerrado, Mata Atlântica, Pampa	Norte, Norde ste, Centro -Oeste, Sudest e e Sul	11	Médio/ Difícil	Zoo		NT	Agosto, Setembro, Outubro,N ovembro, Janeiro, Fevereiro, Março	Com	Ortodoxa	grande
E8	Asteraceae	<i>Vernonanthura petiolaris</i> (DC.) H.Rob.	FES E FOM	Cerrado e Mata Atlântica	Norte, Norde ste, Centro -Oeste, Sudest e e Sul	1	Médio/ Difícil	Zoo		LC	Janeiro,Jun ho,Julho,A gosto,Sete mbro.Outu bro,Novem bro*(floraç ão)	Com	Ortodoxa	grande
E9	Bignoniaceae	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	FES, FOM e FED	Mata Atlântica e Pampa	Sudest e e Sul	2	Fácil	Ane		LC	Junho,Julh o,Agosto, Setembro	Sem	Recalcitrante	pequena

E10	Cordiaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud	FESFOD, FOME FED	Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa	Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	1	Fácil	Ane	LC	Abril, Maio, Junho, Julho, Agosto, Setembro	Sem	Ortodoxa	pequena
E11		<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S.Mill.	FES E FED	Mata Atlântica e Pampa	Centro-Oeste, Sudeste e Sul	4	Fácil	Ane	LC	Maio, Junho, Julho, Agosto, Setembro, Outubro, Novembro	Sem	Recalcitrante	pequena
E12	Cariaceae	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	FES E FOM	Floresta Amazonica. Cerrado e Mata Atlântica	Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	6	Fácil	Ane	LC	Dezembro, Janeiro, Fevereiro, Abril, Maio, Junho	Sem	Recalcitrante	pequena
E13	Celastraceae	<i>Monteverdia ilicifolia</i> (Mart. ex Reissek) Biral	FED, FES E FOM	Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal	Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	1	Médio/Difícil	Zoo	LC	Outubro, Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro, Março	Com	Recalcitrante	pequena
E14	Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	FO, FOM	Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica	Norte, Nordeste, Centro-Oeste,	2	Médio/Difícil	Zoo	LC	Setembro, Outubro, Novembro, Dezembro, Janeiro	Sem	Ortodoxa	pequena

E15			<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	FES, FOM E SAVANA	Amazonia, Cerrado, Caatinga, Pampa e Mata Atlântica	Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudest e Sul	2	Médio/ Difícil	Zoo	LC	Janeiro, Fevereiro, Março	Com	Ortodoxa	pequena
E16			<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll.Arg.	FES E FOM	Amazônia, Caatinga, Mata Atlântica e Pampa	Norte, Nordeste, Sudest e Sul	1	Médio/ Difícil	Zoo	LC	Junho, Julho, Agosto, Setembro, Outubro, Novembro	Com	Ortodoxa	médio
E17			<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	FES E FOM	Amazônia, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa	Sudest e	46	Fácil	Aut	LC	Agosto, Setembro, Outubro, Novembro	Com	Ortodoxa	pequena
E18	Fabaceae		<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	FES E FOM	Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica	Nordeste, Centro-Oeste, Sudest e Sul	1	Fácil	Aut	LC	Junho, Julho, Agosto, Setembro, Outubro, Novembro	Com	Ortodoxa	pequena
E19			<i>Bauhinia forficata</i> Link	FES, FO E FOM	Mata Atlântica e Pampa	Nordeste, Sudest e Sul	2	Fácil	Aut	LC	Abril, Maio, Junho a Julho	Sem	Ortodoxa	pequena
E20			<i>Calliandra foliolosa</i> Benth.	FES, FOM E FED	Amazônia, Caatinga, Mata	Centro-Oeste, Sudest e Sul	17	Médio/ Difícil	Zoo	LC	Outubro, Novembro, Dezembro	Sem	Ortodoxa	pequena

E21			<i>Muelleria campestris</i> (Mart. ex Benth.) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo	FC, FES	Atlântica, Pantanal e Pampa	Sudeste e Sul	19	Fácil	Aut	LC	Dezembro, Janeiro, Fevereiro, Março, Abril, Maio, Junho, Julho, Agosto, Setembro, Outubro.	Sem	Recalcitrante	médio	
E22			<i>Erythrina falcata</i> Benth.	FES E FOM	Amazônia, Mata Atlântica, Cerrado e Pampa	Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	2	Fácil	Aut	LC	Novembro, Dezembro a Janeiro, Fevereiro	Com	Ortodoxa	médio	
E23			<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	FES E FED	Caatinga, Cerrado, Mata, Atlântica e Pampa	Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	2	Fácil	Aut	LC	Março, Abril, Maio	Sem	Intermediária	grande	
E24			<i>Machaerium paraguayense</i> Hassl.	FES, FOM E FED	Amazônia, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa	Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	4	Fácil	Ane	LC	Dezembro, Janeiro, Fevereiro, Março, Abril, Maio.	Sem	Recalcitrante	pequena	

E25		<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	FES, FOM E FED	Caatinga, Cerrado, Mata, Atlântica e Pampa	Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	28	Fácil	Aut	LC	Março, Abril, Maio, Junho, Julho, Agosto, Setembro	Sem	Recalcitrante	pequena
E26		<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	FES, FOM E FED	Mata Atlântica, Pampa	Centro-Oeste, Sudeste e Sul	1	Fácil	Aut	LC	Março, Abril, Maio, Junho, Julho, Agosto, Setembro	Sem	Ortodoxa	médio
E27		<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	FED, FES, FO, FOM	Mata Atlântica	Nordeste, Sudeste e Sul	4	Médio/ Difícil	Zoo	LC	Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro	Sem	Recalcitrante	médio
E28		<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton &	FES, FOM E FED	Floresta Amazônica, Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica	Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	14	Fácil	Aut	LC	Abril, Maio, Junho, Julho, Agosto, Setembro, Outubro, Novembro	Sem	Ortodoxa	pequena
E29		<i>Inga marginata</i> Willd.	FES E FOM	Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa	Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	1	Médio/ Difícil	Zoo	LC	Março, Abril, Maio, Junho	Sem	Recalcitrante	grande
E30		<i>Peltophorum dubium</i> (S)	CAA CERR FES	Caatinga, Cerrado, Mata	Nordeste, Centro	2	Fácil	Aut	LC	Janeiro, Fevereiro, Março,	Sem	Recalcitrante	médio

			preng.) Taub.	FED FO FOM	Atlântica, Pantanal	-Oeste, Sudest e e Sul										
E31	Lauraceae		<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	CAA, FES , FO , FOM E REST	Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal	Norte, Nordeste, Centro -Oeste, Sudest e e Sul	2	Médio/ Difícil	Zoo	LC	Janeiro,Fev ereiro, Março	Sem	Recalcitran te			médio
E32			<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	FES, FO E FOM	Floresta Amazônica, Mata Atlântica, Cerrado, Pampa e Pantanal	Centro -Oeste, Sudest e e Sul	14	Médio/ Difícil	Zoo	LC	Outubro, Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro, Março Abril.	Sem	Recalcitran te			médio
E33			<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	FES E FOM	Cerrado, Mata Atlântica e Pampa	Norte, Nordeste, Centro -Oeste, Sudest e e Sul	11	Médio/ Difícil	Zoo	NT	Outubro, Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro, Março, Abril.	Sem	Recalcitran te			médio
E34			<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	CAA, FES, FO E FOM,	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa	Norte, Nordeste, Centro -Oeste,	1	Médio/ Difícil	Zoo	LC	Dezembro, Janeiro, Fevereiro.	Sem	Recalcitran te			médio

E35			<i>Ocotea silvestris</i> Vattimo-Gil	FES E FOM	Mata Atlântica e Pampa	Sudest e Sul	2	Médio/Difícil	Zoo	LC	Fevereiro, Março, Abril, Maio, Junho, Julho, Agosto, Setembro, Outubro, Novembro	Sem	Recalcitrante	pequena
E36	Malvaceae		<i>Heliocarpu</i> <i>s popayanensis</i> Kunth.	FES, FED E FOM	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal	Norte, Centro -Oeste, Sudest e Sul	1	Fácil	Ane	LC	Julho, Agosto, Setembro, Outubro.	Sem	Recalcitrante	pequena
E37			<i>Luehea divaricata</i> Mart.	CERR E FES	Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal	Nordeste, Centro -Oeste, Sudest e Sul	3	Fácil	Ane	LC	Maio, Junho, Julho.	Sem	Ortodoxa	médio
E38			<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	FES E FOM	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal	Norte, Nordeste, Centro -Oeste, Sudest e Sul	2	Fácil	Ane	LC	Fevereiro, Março, Abril, Maio, Junho, Julho, Agosto, Setembro, Outubro.	Sem	Ortodoxa	médio

E39	Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	CAA, CERR, FES, FED, E FOM	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa	Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	13	Médio/Difícil	Zoo	LC	Junho, Julho, Agosto, Setembro, Outubro, Novembro, Dezembro.	Sem	Recalcitrante	pequena
E40		<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	CERR, FES, FED E FOM	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal	Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	10	Fácil	Ane	VU	Abril, Maio, Junho, Julho, Agosto.	Com	Ortodoxa	grande
E41		<i>Guarea kunthiana</i> A.Juss.	FC E FOM	Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica	Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	1	Médio/Difícil	Zoo	LC	Março, Abril, Maio, Junho, Julho, Agosto, Setembro, Outubro, Novembro.	Sem	Ortodoxa	médio
E42		<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	FES E RES	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica	Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	9	Médio/Difícil	Zoo	LC	Setembro, Outubro, Novembro, Dezembro.	Com	Ortodoxa	médio
E43		<i>Trichilia casaretti</i> C.DC.	FC, FES E FOM	Cerrado e Mata Atlântica	Norte, Nordeste, Sudeste e Sul	1	Médio/Difícil	Zoo	VU	Dezembro, Janeiro, Março, Maio, Junho	Com	Recalcitrante	médio

E44			<i>Trichilia clausenii</i> C.DC.	CERR, FO E FOM	Cerrado, Mata Atlântica	Centro -Oeste, Sudest e Sul	10	Médio/ Difícil	Zoo	LC	,Julho, Agosto, Setembro, Outubro.	Com	Ortodoxa	grande
E45			<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	CAA, CERR, FES, FED, E FOM	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica	Norte, Nordeste, Centro -Oeste, Sudest e Sul	7	Médio/ Difícil	Zoo	NI	Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro, Março, Abril, Maio, Junho, Julho, Agosto, Setembro.	Sem	Ortodoxa	grande
E46	Monimiaceae		<i>Hennecartia omphalandra</i> J. Poiss.	FES, FO, FOM	Mata Atlântica e Pampa	Sudest e Sul	15	Médio/ Difícil	Zoo	LC	Janeiro, Fevereiro, Março, Abril, Maio, Junho, Outubro, Novembro, Dezembro.	Com	Ortodoxa	médio

E47	Moraceae	<i>Ficus insipida</i> Willd.	FTV, FOM	Amazônia	Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	3	Médio/Difícil	Zoo	NI	Janeiro, Abril, Maio, Agosto, Setembro, Outubro e Novembro	Com	Ortodoxa	médio
E48		<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burget al.	FES E FOM	Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal	Centro-Oeste, Sudeste e Sul	17	Médio/Difícil	Zoo	LC	Outubro, Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro, Março.	Com	Ortodoxa	pequena
E49	Myrcinaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	CERR, FO E FOM	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa	Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	1	Médio/Difícil	Zoo	NI	Maio (Só encontrei esse)	Com	Recalcitrante	pequena
E50	Myrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	FES, FED E FOM	Mata Atlântica, Pampa	Centro-Oeste, Sudeste e Sul	2	Médio/Difícil	Zoo	LC	Outubro, Novembro, Dezembro.	Com	Recalcitrante	médio
E51		<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	FES, FO E FOM	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica	Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	2	Médio/Difícil	Zoo	LC	Setembro, Outubro, Novembro.	Com	Recalcitrante	médio

E52		<i>Eugenia burkartiana</i> (D.Legrand)	FES, FO E FOM	Mata Atlântica	Sudeste e Sul	1	Médio/Difícil	Zoo	LC	Junho, Julho, Agosto, Setembro, Outubro	Sem	Recalcitrante	pequena
E53	Nyctaginaceae	<i>Pisonia ambigua</i> Heimerl	FED, FES, FO, FOM	Mata Atlântica	Sudeste e Sul	5	Médio/Difícil	Zoo	LC	Fevereiro, Março, Abril, Agosto, Setembro, Outubro.	Com	Ortodoxa	médio
E54	Polygonaceae	<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	CAA, FC, FES, FO E FOM	Caatinga, Mata Atlântica	Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	1	Médio/Difícil	Zoo	LC	Janeiro, Abril, Maio, Outubro e Novembro	Sem	Ortodoxa	pequena
E55	Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	FED, FES, FO, FOM	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica	Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	1	Médio/Difícil	Zoo	LC	Julho, Agosto, Setembro, Outubro, Novembro, Dezembro, Janeiro.	Sem	Recalcitrante	pequena
E56	Rubiaceae	<i>Ixora venulosa</i> Benth.	CERR E FES	Cerrado, Mata Atlântica	Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	5	Médio/Difícil	Zoo	LC	Fevereiro, Março, Abril, Maio, Junho, Julho, Agosto, Setembro.	Com	Ortodoxa	médio

E57	Rutaceae	<i>Balfouroidron riedelianum</i> (Engl.)	FES E FOM	Cerrado, Mata Atlântica	Centro -Oeste, Sudest e Sul	17	Fácil	Ane	LC	Junho, Julho, Agosto, Setembro, Outubro.	Com	Ortodoxa	pequena
E58		<i>Zanthoxylum riedelianum</i> subsp. riedelianum	CERR. FES E FOM	Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal	Norte, Nordeste, Centro -Oeste, Sudest e Sul	1	Médio/ Difícil	Zoo	LC	Janeiro, Fevereiro, Março, Abril, Maio, Junho.	Sem	Recalcitrante	pequena
E59	Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	FES, FED, FO E FOM	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal	Norte, Nordeste, Centro -Oeste, Sudest e Sul	3	Médio/ Difícil	Zoo	LC	Outubro, Novembro, Dezembro.	Sem	Ortodoxa	médio
E60		<i>Casearia decandra</i> Jacq.	CAA, CERR, FES E FOM	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal	Norte, Nordeste, Centro -Oeste, Sudest e Sul	3	Médio/ Difícil	Zoo	LC	Setembro, Outubro, Novembro.	Sem	Ortodoxa	pequena
E61		<i>Prockia crucis</i> P.Browne ex L.	FO E FOM	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica	Norte, Nordeste, Centro -Oeste, Sudest e Sul	1	Médio/ Difícil	Zoo	LC	Fevereiro, Março, Abril.	Sem	Recalcitrante	pequena

E62	Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	CAA, CERR, FED, FES, FO, FOM	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal	Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	5	Médio/Difícil	Zoo	NI	Outubro, Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro, Março.	Sem	Recalcitrante	pequena
E63		<i>Allophylus guaraniticus</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	FES E FOM	Mata Atlântica e Pampa	Sul	2	Médio/Difícil	Zoo	LC	Junho, Agosto, Setembro, Dezembro, Janeiro.	Com	Recalcitrante	médio
E64		<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	CERR, FES E FOM	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal	Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	2	Médio/Difícil	Zoo	LC	Fevereiro, Março, Abril, Maio, Junho, Julho, Agosto, Setembro.	Sem	Recalcitrante	pequena
E65		<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	FES, FO E FOM	Cerrado, Mata Atlântica, Pampa	Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	29	Fácil	Ane	LC	Setembro, Outubro, Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro, Março, Abril.	Sem	Recalcitrante	médio
E66		<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	FES, FO E FOM	Cerrado, Mata Atlântica e Pampa	Norte, Nordeste, Centro-Oeste,	4	Médio/Difícil	Zoo	LC	Dezembro, Janeiro, Fevereiro.	Sem	Recalcitrante	médio

E67	Sapotaceae	<i>Chrysophyl lum gonocarpu m</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	FES E FOM		Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal	Norte, Norde ste, Centro -Oeste, Sudest e e Sul	15	Médio/ Difícil	Zoo	LC	Agosto, Setembro, Outubro, Novembro.	Sem	Recalcitran te	médio
E68		<i>Chrysophyl lum marginatu m</i> (Hook. & Arn.) Radlk. subsp. Marginatu m	FES		Cerrado e Mata Atlântica	Centro -Oeste, Sudest e e Sul	18	Médio/ Difícil	Zoo	LC	Maio, Junho, Julho, Agosto, Set embro.	Com	Ortodoxa	médio
E69	Styracaceae	<i>Syrax leprosus Hook. & Arn.</i>	FO E FOM		Mata Atlântica, Pampa	Sudest e e Sul	2	Médio/ Difícil	Zoo	LC	Abril, Maio, Junho , Julho, Agos to, Setembr o, Outubro, Novembro, Dezembro.	Sem	Ortodoxa	pequena
E70	Solanaceae	<i>Cestrum intermediu m</i> Sendtn.	FES, FO E FOM		Mata Atlântica	Norte, Norde ste, Centro -Oeste, Sudest e e Sul	2	Médio/ Difícil	Zoo	LC	Fevereiro, Março, Abril, Maio, Junho , Julho, Agos	Sem	Ortodoxa	pequena

E71		<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal	FES, FO E FOM	Mata Atlântica, Pampa	Nordeste e Sul	1	Médio/Difícil	Zoo	LC	Dezembro	Sem	Ortodoxa	pequena
E72	Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	FES, FO E FOM	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa, Pantanal	Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	4	Médio/Difícil	Zoo	LC	Fevereiro, Março, Abril, Maio, Junho, Julho, Agosto, Setembro, Outubro, Novembro, Dezembro.	Sem	Ortodoxa	pequena
E73		<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	CERR, FES, FO E FOM	Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica	Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul	13	Médio/Difícil	Zoo	LC	Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro.	Sem	Ortodoxa	pequena

Figura 5. Gráfico de Shepard

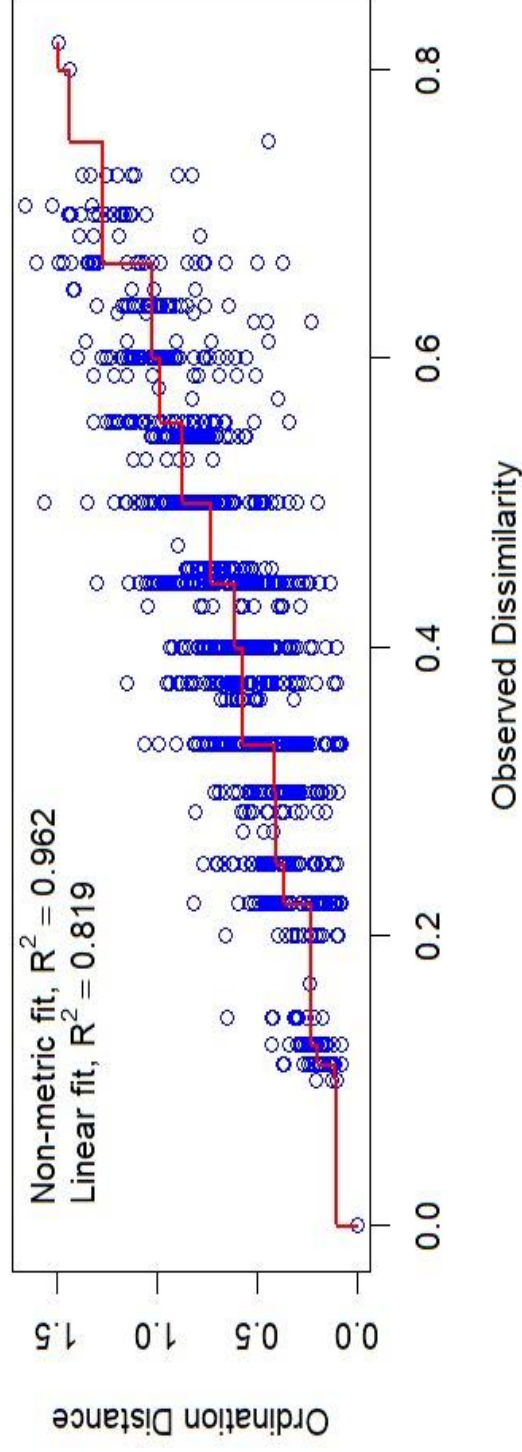


Figura 5: Gráfico de Shepard para a Análise NMDS.

O gráfico avalia a qualidade do ajuste da Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS). Os pontos azuis representam a relação entre as dissimilaridades observadas e as distâncias na ordenação, enquanto a linha vermelha mostra o ajuste do modelo. O ajuste não-métrico ($R^2 = 0.968$) indica que a NMDS preservou bem as relações originais entre as amostras, enquanto o ajuste linear ($R^2 = 0.854$) também sugere uma boa correspondência, embora de menor importância. A proximidade dos pontos à linha vermelha sugere que a NMDS foi eficiente em representar as dissimilaridades originais no espaço de ordenação.