



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS
DA VIDA E DA NATUREZA (ILACVN)**

**CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - ECOLOGIA E
BIODIVERSIDADE**

**GUIA DE BOAS PRÁTICAS NA CRIAÇÃO DE BANCOS DE GERMOPLASMA
VEGETAL NA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL**

OSCARY DEL CARMEN LÓPEZ LÓPEZ

Foz do Iguaçu
2025



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS
DA VIDA E DA NATUREZA (ILACVN)**

**CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - ECOLOGIA E
BIODIVERSIDADE**

**GUIA DE BOAS PRÁTICAS NA CRIAÇÃO DE BANCOS DE GERMOPLASMA
VEGETAL NA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL**

OSCARY DEL CARMEN LÓPEZ LÓPEZ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas – Ecologia e Biodiversidade.

Orientador: Prof. Dr. Cleto Kaveski Peres.

Foz do Iguaçu
2025

OSCARY DEL CARMEN LÓPEZ LÓPEZ

**GUIA DE BOAS PRÁTICAS NA CRIAÇÃO DE BANCOS DE GERMOPLASMA
VEGETAL NA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas – Ecologia e Biodiversidade.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Cleto Kaveski Peres

UNILA

Profa. Dra. Laura Cristina Pires Lima

UNILA

Ma. Elizabeth Martínez Huergo

PROERG - Viveiro Florestal da ITAIPU

Foz do Iguaçu, 05 de dezembro de 2025.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi mamá, por ser un símbolo de resiliencia y fuerza, por mostrarme el amor incondicional, por siempre darme la libertad de tomar mis decisiones y apoyarme en cada una de ellas. Agradezco la crianza con cariño y valores que me dió, que construyeron la persona que soy ahora, es un honor hacerla sentir orgullosa.

Agradezco a mi tía Zenaida por siempre estar ahí consintiéndome y cuidándome, agradezco por cada momento que me hizo sentir segura bajo su protección, y solo me resta recordarle que siempre será mi otra mamá.

Agradezco a mis hermanas Francis y Dariannys, por ayudarme en los momentos más difíciles y apoyarme con la decisión de emigrar, por recordarme siempre lo fuerte que soy e impulsarme a seguir construyendo.

Agradezco a mis amigas y amigos, por los momentos vividos, las historias compartidas, las comidas y culturas intercambiadas, y sobre todo por haber estado en mis momentos más vulnerables.

Agradezco a mi primo Osmar por cuidarme y siempre estar pendiente de mi, por mantener un vínculo sincero de amistad y sangre, y por ser un pilar de apoyo en un país que no es el nuestro.

Agradezco al equipo de ITAIPU, especialmente a Rubik, por el camino recorrido durante mis pasantías en el Vivero Forestal, camino lleno de comidas, cariño, respeto y aprendizaje.

Agradezco al profesor Cleto por la oportunidad de ser orientada por él, por la paciencia y confianza durante el proceso y sobre todo por incentivar me.

Finalmente, agradezco a la UNILA por la oportunidad de acceder a estudios gratuitos y de calidad, por abrirme las puertas y brindarme parte de la vida que tengo hasta ahora. Por permitir la interculturalidad y traer consigo nuevas visiones y experiencias de vida, gracias, siempre gracias!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. JUSTIFICATIVA	14
3. OBJETIVOS	15
4. MATERIAIS E MÉTODOS	15
4.1 Área de estudo	15
4.2 Protocolo de revisão sistemática	16
4.2.1. Estratégia de busca	17
4.2.2. Seleção dos estudos	18
4.2.3. Avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos	18
4.2.4. Extração de dados	18
4.2.5. Síntese dos dados	18
4.2.6. Resultados da revisão sistemática e disseminação	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5.1. Legislação	27
5.2. Análise da área de estudo e da flora nativa	30
5.3. Seleção de matrizes vegetais	36
5.4. Coleta de sementes	42
5.4.1. Métodos de coleta	42
5.5. Beneficiamento das sementes	49
5.6. Armazenamento das sementes	54
5.6.1 Monitoramento da viabilidade das sementes	59
5.7. Gestão e manejo dos bancos de germoplasma	63
6. CONCLUSÕES	67
REFERÊNCIAS	69

RESUMO

A perda acelerada da biodiversidade, decorrente da fragmentação de habitats e da expansão antrópica, compromete processos ecológicos essenciais e ameaça o equilíbrio do ecossistema. Nesse cenário, métodos de conservação como a conservação *ex situ* por meio de bancos de germoplasma, torna-se estratégica para a manutenção da variabilidade genética e para o suporte a ações de pesquisa e regeneração ambiental. No Brasil, país megadiverso e com domínios fitogeográficos amplamente degradados como a Mata Atlântica, esses bancos são reconhecidos por marcos legais, mas ainda enfrentam desafios relacionados à padronização técnica, infraestrutura e acessibilidade ao conhecimento. Este trabalho teve como objetivo elaborar um guia com as melhores práticas para a criação e manutenção de bancos de germoplasma de sementes da Floresta Estacional Semidecidual do Oeste do Paraná. Para isso, foi realizada uma revisão sistemática da literatura associada à estratégia de *Knowledge Translation* (KT), visando sintetizar e traduzir evidências científicas de forma acessível e aplicável, produzindo um guia com linguagem acessível e que possa ser facilmente utilizado por pessoas envolvidas na área. A análise contemplou critérios para a seleção de matrizes vegetais garantindo a variabilidade genética, métodos de coleta, beneficiamento, armazenamento e manejo de sementes, além de diretrizes para a eficiência operacional dos bancos. O guia resultante oferece orientações padronizadas e funcionais adequadas ao contexto regional, contribuindo para o fortalecimento das práticas de conservação da flora nativa, da restauração ecológica e do manejo sustentável de ecossistemas.

Palavras-chave: conservação *ex situ*; *Knowledge Translation*; Mata Atlântica; Paraná; sementes florestais.

RESUMEN

La pérdida acelerada de biodiversidad, causada por la fragmentación de los hábitats y la expansión de las actividades humanas alteran los procesos ecológicos esenciales y pone en riesgo la estabilidad de los ecosistemas. En este contexto, estrategias de conservación como la conservación *ex situ* mediante bancos de germoplasma, se vuelven fundamentales para mantener la variabilidad genética y apoyar acciones como la investigación y la recuperación ambiental. En Brasil, un país megadiverso con dominios fitogeográficos ampliamente degradados como el Bosque Atlántico, aunque estos bancos cuentan con reconocimiento legal, enfrentan problemas relacionados con la estandarización de técnicas, de infraestructura y el acceso al conocimiento especializado. Este trabajo tuvo como objetivo desarrollar una guía de las mejores prácticas para la creación y el manejo de bancos de germoplasma de semillas del Bosque Estacional Semideciduo del oeste de Paraná. Para ello, se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura disponible integrada a la estrategia de *Knowledge Translation* (KT), con el fin de sintetizar y traducir la evidencia científica de manera accesible y aplicable, creando una guía de lenguaje simple que pueda fácilmente ser utilizada por personas del área. El análisis incluyó criterios para la selección de árboles matrices garantizando la variabilidad genética, así como métodos de recolección, procesamiento, almacenamiento y manejo de semillas, además de directrices orientadas para mejorar la eficiencia operativa de los bancos. La guía resultante presenta recomendaciones funcionales y estandarizadas adaptadas al contexto regional, contribuyendo al fortalecimiento de la conservación de la flora nativa, a las iniciativas de restauración ecológica y al manejo sostenible de los ecosistemas.

Palabras clave: Bosque Atlántico; conservación *ex situ*; *Knowledge Translation*; Paraná; semillas forestales.

1. INTRODUÇÃO

A importância e os desafios da conservação da Biodiversidade

A biodiversidade engloba a variedade de vida em todas as suas formas, níveis e combinações. Inclui a diversidade genética, a diversidade de espécies e a diversidade de ecossistemas, sendo essencial para o funcionamento dos processos ecológicos que sustentam a vida na Terra (GROOMBRIDGE & MERRIWEATHER, 2000). A manutenção da biodiversidade é fundamental para garantir a estabilidade e a resiliência dos ecossistemas, que, por sua vez, são responsáveis por fornecer serviços ecossistêmicos cruciais para o bem-estar humano, como a purificação da água, o controle de pragas, a polinização de plantas e a regulação do clima (BALMFORD *et al.*, 2002). Além disso, a diversidade biológica oferece benefícios indiretos, como o apoio à pesquisa científica, à descoberta de novos medicamentos e à manutenção do equilíbrio ambiental, sendo um patrimônio fundamental para as futuras gerações (MYERS, 1988). A preservação da biodiversidade, portanto, não é apenas uma questão ecológica, mas também uma questão econômica, social e ética.

Mesmo sendo tão importante, a biodiversidade tem sido ameaçada pelas atividades humanas ao longo dos últimos séculos (Fonte,ano). Com o crescimento da população após a Revolução Industrial, a necessidade por recursos como água, terra e comida foi suprida, em grande medida, pela exploração descontrolada das reservas naturais (Fonte,ano). Essa exploração causou alterações significativas na estrutura dos ecossistemas, com a conversão de cerca de 24% da superfície do planeta em áreas de cultivo (MEA, 2005). Essas transformações, impulsionadas pela conversão de áreas naturais em cultivos e pelo avanço da urbanização e consumo excessivo de recursos, resultam na perda de habitat para inúmeras espécies (FOLEY *et al.*, 2005).

A perda de biodiversidade tem uma correlação direta com a degradação dos habitats naturais, sendo que 75% da superfície terrestre e 66% dos oceanos já foram alterados pelas atividades humanas (HOOGEVEEN *et al.*, 2020). A extinção de espécies é acelerada principalmente pela destruição de habitats, poluição e mudanças climáticas (CHAPIN *et al.*, 2000). Um estudo da Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES) indicou que aproximadamente 1 milhão de espécies estão em risco de extinção nos

próximos anos, com as taxas de extinção atuais sendo até 100 vezes superiores às naturais (IPBES, 2019). Além disso, projeções apontam que, se a tendência continuar, até 2050, 25% das espécies de vertebrados e plantas podem desaparecer, com os efeitos mais pronunciados nas regiões tropicais (BARNOSKY *et al.*, 2011). A perda de biodiversidade pode comprometer os serviços ecossistêmicos e afetar diretamente a qualidade de vida das populações humanas, especialmente em áreas dependentes de recursos naturais para subsistência (TEBTEBBA, 2004).

O Brasil é considerado um dos países megadiversos do mundo devido à sua grande extensão territorial, variedade de biomas e ecossistemas, além de sua localização privilegiada em regiões tropicais, que favorecem a alta biodiversidade (MITTERMEIER *et al.*, 1997). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil abriga aproximadamente 50.313 espécies de plantas e 125.251 espécies de animais, sendo o país com o maior número de espécies conhecidas de plantas, anfíbios, peixes de água doce e mamíferos (MITTERMEIER *et al.*, 1997). Esses números destacam a posição do país como um dos mais biodiversos do mundo, abrigando cerca de 20% do número total de espécies da Terra (Fonte,ano).

Infelizmente, o Brasil não está isento da fragmentação e deterioração de florestas pelas mesmas razões mencionadas anteriormente, sendo que um dos domínios morfoclimáticos mais afetados ao longo dos anos foi a Mata Atlântica (Fonte,ano). Este domínio se estende por vários estados brasileiros, como Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Santa Catarina e Rio Grande do Sul e é reconhecida por sua biodiversidade excepcional, abrigando uma grande diversidade de espécies endêmicas (MYERS *et al.*, 2000). No entanto, devido ao desmatamento, à expansão urbana e à agricultura, essa rica floresta tem sido severamente fragmentada. Estima-se que cerca de 93% de sua vegetação original tenha sido perdida, o que coloca em risco muitas espécies que dependem deste ecossistema (RIBEIRO *et al.*, 2009).

Essa fragmentação florestal tem impactos profundos sobre os ecossistemas, afetando a biodiversidade e os benefícios que as florestas fornecem, como a regulação do clima, a proteção dos recursos hídricos e o sequestro de carbono (FAHRIG, 2003). Além disso, ela compromete a capacidade de regeneração natural, reduzindo as oportunidades para a recuperação da vegetação e, conseqüentemente,

prejudicando a sustentabilidade dos processos ecológicos essenciais (FERRAZ *et al.*, 2007). Esses processos, vitais para o equilíbrio ambiental, são severamente afetados pela perda de conectividade entre os fragmentos de floresta (JARDIM *et al.*, 2011).

Estratégias de conservação: *In Situ* e *Ex Situ*

Diante dos alarmantes desafios impostos pela fragmentação florestal e perda de habitats, a implementação de estratégias de conservação de espécies torna-se crucial para garantir a sobrevivência da biodiversidade e de seus serviços ecossistêmicos (Fonte,ano). Na prática cotidiana da conservação, os recursos disponíveis são limitados, o que faz com que soluções mais econômicas sejam preferidas. As estratégias de conservação da biodiversidade podem ser divididas em duas grandes abordagens: *in situ* e *ex situ* (PRIMACK, 2004). As abordagens *in situ* visam a preservação da biodiversidade dentro dos seus próprios habitats naturais, como a criação de áreas protegidas, como parques nacionais e reservas biológicas (PRIMACK, 2004). Essas áreas contribuem para a manutenção dos processos ecológicos naturais, como o ciclo da água e a polinização, além de preservar a variabilidade genética das espécies em seus habitats originais (SOARES-FILHO *et al.*, 2010). No entanto, um dos principais desafios dessa abordagem é a crescente fragmentação dos habitats, que dificulta a conexão entre as áreas protegidas e limita a mobilidade das espécies (GARDNER *et al.*, 2009).

Outra estratégia importante é a conservação *ex situ*, que envolve a preservação de espécies fora de seu habitat natural, como em jardins botânicos ou bancos de germoplasma (GUTIERREZ & KOCH, 2015). Essa abordagem é significativamente útil para espécies ameaçadas de extinção, permitindo a preservação de seu material genético e a reprodução em ambientes controlados (HOOD *et al.*, 2011). No entanto, a conservação *ex situ* pode não ser suficiente para garantir a sobrevivência de uma espécie no longo prazo, pois as condições do habitat natural, como a interação com outras espécies e o ambiente físico, são fundamentais para a adaptação e a evolução da biodiversidade (VAN VUUREN *et al.*, 2015).

Nesse contexto de estratégias de conservação, a definição clara de metas e características da biodiversidade local é essencial (INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION, 2019). Para tal, trabalhar com germoplasma vegetal como

estratégia *ex situ* pode ser importante, pois permite a preservação da diversidade genética de forma mais eficiente e com custos reduzidos (FAO, 2023; JOSÉ, 2010). Germoplasma abrange o material hereditário transmitido de geração em geração por meio das células reprodutivas, que determina as características das plantas (IBPGR, 1991). Ele encontra-se em diversas formas, como sementes, pólen, tecidos de plantas e células cultivadas (PAIVA, 1994). A conservação do germoplasma é crucial para assegurar a disponibilidade para as gerações futuras. Ela é feita em bancos e pode ocorrer por diversos métodos, sendo o mais comum o armazenamento de sementes, mas também envolve técnicas mais sofisticadas, como a criopreservação e a conservação *in vitro* (GUTIERREZ & KOCH, 2015).

Métodos de conservação em bancos de germoplasma

A conservação de sementes é uma das formas mais amplamente utilizadas nos bancos de germoplasma (GUTIERREZ & KOCH, 2015). O processo de coleta é cuidadosamente realizado para garantir que as sementes estejam em estágios de maturação ideais. Após a coleta, as sementes são secas para reduzir a umidade e prevenir a proliferação de fungos e bactérias (GUTIERREZ & KOCH, 2015). As sementes secas são então armazenadas em condições de temperaturas baixas controladas, em câmaras frigoríficas ou *freezers*, o que ajuda a retardar o processo de envelhecimento e a manter as sementes viáveis por muitos anos (GUTIERREZ & KOCH, 2015). A viabilidade das sementes é periodicamente testada por meio de testes de germinação, que garantem que as sementes armazenadas ainda são capazes de germinar e gerar novas plantas (FAO, 2010; ALLARD, 1999).

Para espécies que não produzem sementes viáveis ou que têm sementes de difícil armazenamento, a técnica de conservação *in vitro* tem sido fundamental (GUTIERREZ & KOCH, 2015). Essa abordagem envolve o cultivo de tecidos vegetais, como meristemas ou segmentos de caule, em meios de cultura estéreis, sob condições controladas de luz, temperatura e umidade (GUTIERREZ & KOCH, 2015). O objetivo é multiplicar as células vegetais em laboratório para gerar novas plantas. A técnica de criopreservação permite que o material genético seja mantido por longos períodos em condições ideais de crescimento, preservando material vegetal em temperaturas extremamente baixas (usando nitrogênio líquido) (GUTIERREZ & KOCH, 2015). A criopreservação é uma técnica altamente eficaz para a preservação de espécies cujas sementes não podem ser armazenadas

convencionalmente, como algumas plantas tropicais e ornamentais (GONZÁLEZ-BENITO *et al.*, 2017; ENGELMANN, 2011). No entanto, é uma técnica com um custo elevado.

A preservação do DNA é uma técnica adicional emergente para os métodos tradicionais de conservação (SMITH & SMITH, 2014). A extração e armazenamento de DNA permite que o material genético de uma espécie seja preservado de forma eficiente e simples com amostras muito pequenas (SMITH & SMITH, 2014). O DNA pode ser armazenado em condições congeladas e utilizado para pesquisas genéticas, como a análise de diversidade genética e a identificação de características importantes para programas de melhoramento genético (VANHALA *et al.*, 2021; MEYER *et al.*, 2013). Porém, essa técnica demanda infraestrutura especializada, mão de obra qualificada e investimentos consideráveis, o que pode limitar sua aplicação.

Contexto e importância dos bancos de germoplasma

Embora a conservação *ex situ* não seja uma substituição para a conservação *in situ*, ela atua como uma abordagem complementar essencial para garantir a sobrevivência de espécies ameaçadas, resguardando populações vegetais em condições artificiais (PRIMACK, 2004; GUTIÉRREZ & KOCH, 2015). Assim, os bancos de sementes representam um pilar fundamental para a conservação da biodiversidade vegetal *ex situ*, armazenando milhões de sementes de diversas espécies. Eles são repositórios genéticos que atuam como um seguro contra uma ampla gama de ameaças, incluindo catástrofes naturais, mudanças climáticas e fragmentação de habitats (JOSÉ, 2019).

Iniciativas globais para a conservação da biodiversidade através desse método já estão sendo feitas, entre elas destacam-se o Svalbard Global Seed Vault, localizado no Ártico norueguês, o Millennium Seed Bank e o ICARDA. O primeiro atua como um depósito subterrâneo de sementes, funcionando como um seguro contra catástrofes globais (WESTENGEN, JEPPSON & GUARINO, 2013). O Millennium Seed Bank é um projeto de conservação internacional que, por sua vez, busca coletar e conservar sementes de um quarto das plantas com flores do mundo, com foco em espécies ameaçadas ou de distribuição restrita (LIU *et al.*, 2019). Já o ICARDA, além de culturas de importância agrícola, preserva espécies silvestres relacionadas, contribuindo para o desenvolvimento de variedades mais resistentes e

adaptadas às mudanças climáticas, fortalecendo a segurança alimentar global (WESTENGEN *et al.*, 2020).

O cenário brasileiro e os desafios da gestão

Alinhado a essas iniciativas internacionais e reconhecendo a relevância estratégica da conservação, a criação de bancos de germoplasma no Brasil é amparada por um arcabouço legal específico. A legislação brasileira é contemplada no Decreto nº 4.339/2002, que estabelece os princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade (BRASIL, 2002). Este decreto enfatiza a conservação *ex situ*, promovendo a criação e manutenção de bancos de germoplasma como estratégia essencial para preservar a diversidade biológica e representa um marco fundamental na gestão ambiental brasileira, instituindo princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade (BRASIL, 2002). Além disso, o decreto estabelece um conjunto de normas que busca garantir a conservação da rica biodiversidade do país, reconhecida mundialmente como um dos maiores patrimônios naturais do planeta (MEDEIROS, 2006). No entanto, a implementação dessas diretrizes enfrenta desafios, como a falta de recursos financeiros, a necessidade de capacitação de pessoal especializado e a complexidade da gestão desses bancos (MEDEIROS, 2006).

Apesar desses desafios, os bancos de germoplasma desempenham um papel crucial na conservação da biodiversidade e no desenvolvimento sustentável no Brasil. Eles permitem a preservação de espécies ameaçadas, fornecem material genético vital para programas de melhoramento e agricultura sustentável, e contribuem para pesquisas científicas voltadas à adaptação de culturas às mudanças climáticas (GOVERNO DO BRASIL, 2021). Além disso, esses bancos são estratégicos para a segurança alimentar, garantindo a disponibilidade de variedades genéticas resistentes a pragas e doenças, e possibilitando a restauração de ecossistemas degradados por meio da reintrodução de espécies nativas (SANTOS; SILVA; OLIVEIRA, 2021). Dessa forma, os bancos de germoplasma além de assegurar a biodiversidade para as futuras gerações, também impulsionam avanços científicos e tecnológicos que promovem um equilíbrio entre conservação e desenvolvimento (JOSÉ, 2010).

Protocolos e práticas operacionais desta pesquisa

A pergunta da pesquisa foi estabelecida conforme o seguinte: Quais são os protocolos e práticas mais eficazes para a estruturação e o manejo de bancos de germoplasma de sementes na região da Floresta Estacional, alinhados às diretrizes internacionais de conservação *ex situ* e otimizados para manutenção da variabilidade genética, viabilidade operacional e acessibilidade do conhecimento? Nesse sentido, este estudo parte do pressuposto de que o desenvolvimento de um guia de boas práticas para bancos de germoplasma da Floresta Estacional Semidecidual deve:

1. Responder às demandas identificadas com os profissionais envolvidos com bancos de germoplasma regionais;
2. Atender aos requisitos internacionais de padrões mínimos para qualidade e segurança genética na conservação *ex situ*, conforme definido pela FAO (2014);
3. Favorecer otimização de recursos e simplificação de rotinas operacionais, garantindo aplicabilidade em bancos da escala regional;
4. Promover padronização e uso do conhecimento por meio de diretrizes claras, acessíveis e orientadas à prática.

Os critérios de inclusão abrangeram artigos originais, revisões, manuais técnicos, teses e dissertações, publicados em português, inglês ou espanhol, com data de publicação de até 25 anos atrás, com flexibilidade para incluir obras clássicas ou marcos relevantes na área, como publicações da Embrapa. Os estudos selecionados abordaram especificamente a conservação *ex situ* de sementes, incluindo bancos ou coleções de sementes e viveiros florestais, e forneceram detalhes sobre protocolos, metodologias, boas práticas e diretrizes para: escolha e coleta de matrizes vegetais, beneficiamento de sementes, testes de viabilidade, técnicas de armazenamento e manejo de coleções. A seleção priorizou estudos que abordassem a vegetação da Mata Atlântica, mas também incluiu publicações de outras regiões do Brasil com desafios de conservação semelhantes.

Os critérios de exclusão abrangeram artigos que não apresentassem metodologias ou protocolos detalhados, estudos focados exclusivamente em conservação *in situ*, ou em germoplasma *in vitro* ou criopreservação de tecidos/células que não mencionaram sementes. Também foram excluídos materiais

como notícias, resumos de congressos sem texto completo disponível ou publicações com baixa qualidade metodológica.

2. JUSTIFICATIVA

Além do papel essencial dos bancos de germoplasma na conservação e no desenvolvimento sustentável, sua importância se torna ainda mais evidente em ecossistemas ameaçados, como a Mata Atlântica. Este domínio morfoclimático, um dos mais degradados do país, possui apenas uma pequena parcela de sua vegetação original preservada. Nesse cenário, a criação de um banco de germoplasma voltado à conservação de sementes nativas pode desempenhar um papel fundamental na preservação do patrimônio genético da Mata Atlântica, garantindo a manutenção da diversidade vegetal e prevenindo ou mitigando a extinção de espécies nativas. Por isso, é essencial que haja diretrizes claras para a estruturação e o manejo adequado desses bancos, considerando as especificidades ecológicas de cada região.

Para que as estratégias de conservação *ex situ* sejam eficientes, é crucial que sejam implementadas dentro de parâmetros científicos rigorosos, seguindo boas práticas e de forma padronizada. Contudo, há uma notável escassez de guias de livre acesso que proponham essas padronizações de forma completa. Essas lacunas abrangem desde a escolha das matrizes vegetais, o que resulta crucial para manter a variabilidade genética, até o beneficiamento e o armazenamento das sementes, fundamentais para a otimização dos recursos e a preservação eficiente do material vegetal. A ausência de diretrizes acessíveis pode, portanto, comprometer seriamente a eficácia dos bancos de germoplasma, resultando na perda de material genético valioso e dificultando sua aplicação em projetos de restauração ecológica e uso sustentável. Dessa forma, o desenvolvimento de um guia técnico baseado em boas práticas pode suprir essa lacuna, servindo como referência para pesquisadores, órgãos ambientais, empresas de consultoria e manejo, além de outras iniciativas voltadas à conservação da flora nativa.

3. OBJETIVOS

Objetivo geral

Elaborar um guia de boas práticas para a criação e manutenção de bancos de germoplasma de sementes da Mata Atlântica com foco na Floresta Estacional Semidecidual predominante ao Oeste do Paraná utilizando revisão sistemática e a estratégia de *Knowledge Translation* (KT).

Objetivos específicos

- Identificar e sistematizar as melhores práticas para a criação e manutenção de bancos de germoplasma voltados à conservação de sementes, considerando as particularidades ecológicas da região e fornecendo uma visão simplificada das práticas, de modo a torná-las acessíveis e compreensíveis para públicos com distintos graus de familiaridade com o tema.
- Selecionar criteriosamente métodos para a escolha de matrizes vegetais para garantir a variabilidade genética, diferentes técnicas adequadas de coleta, beneficiamento e armazenamento das sementes, além de estratégias para a gestão eficiente dos bancos, garantindo a viabilidade do material genético a longo prazo.
- Integrar diretrizes que possam ser aplicadas por diferentes públicos, facilitando a implementação de ações eficazes para a conservação da flora nativa e contribuindo para a sustentabilidade dos ecossistemas.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

A área de estudo deste trabalho é a Floresta Estacional Semidecidual do Oeste do Paraná, conforme a classificação proposta por Veloso, *et al.*, (1991) fitogeograficamente inserida na Mata Atlântica. O clima da região é classificado como Cfa (subtropical úmido, sem estação seca definida) pela classificação de Köppen, com temperatura média anual de aproximadamente 22°C e precipitação média anual de 1.800 mm (IAPAR/EMATER, 2005). Segundo Veloso, *et al.*, (1991) a Floresta Estacional Semidecidual apresenta duas estações bem distintas: uma

2006). A estratégia KT pode ser entendida como o processo dinâmico e iterativo de síntese, disseminação, troca e aplicação ética do conhecimento, visando tornar a evidência científica utilizável em políticas, práticas e contextos de campo (STRAUS, TETROE & GRAHAM, 2009). O *Knowledge Translation* (KT) envolve métodos que buscam fechar as lacunas entre o conhecimento produzido e sua aplicação prática, atuando como uma ponte entre o que se sabe e o que efetivamente se faz (ACADIA, 2016). Em sua essência, o KT consiste em estabelecer fluxos bilaterais de informações entre as diferentes partes interessadas, garantindo que o conhecimento circule, seja compreendido e se transforme em ações concretas, ao mesmo tempo em que as demandas práticas retroalimentam a produção de novos saberes (ACADIA, 2016). Sendo assim, a estratégia KT não se resume apenas na síntese de evidências, também proporciona a efetiva tradução para todo público com interesse, garantindo a aplicabilidade das melhores práticas identificadas na elaboração de um guia técnico. Dentro desta estratégia KT foram desenvolvidas as seguintes etapas conforme listado e definido a seguir:

4.2.1. Estratégia de busca

Para garantir uma busca abrangente da literatura, foram utilizados termos de pesquisa e palavras-chave específicas em diferentes bases de dados. A seleção das bases e recursos a consultar seguiu o protocolo estabelecido previamente, de modo a minimizar possíveis vieses na pesquisa. Foram incluídas bases científicas internacionais, nacionais e regionais, incluindo SciELO, repositórios de universidades brasileiras e a Infoteca-e (Embrapa); além de recursos de organizações internacionais, como os sites da FAO.

Bancos de Germoplasma	Técnicas e Protocolos	Tipo de Flora
"banco de sementes", "seed bank", "banco de germoplasma", "germplasm bank", "coleção de sementes", "seed collection"	"protocolo", "boas práticas", "best practices", "manejo", "management", "armazenamento de sementes", "seed storage", "beneficiamento", "seed processing", "coleta de sementes", "seed collection", "viabilidade de sementes", "seed viability".	"flora nativa", "native flora", "Mata Atlântica", "Atlantic Forest", "espécies florestais", "forest species", "biodiversidade", "biodiversity", "Brasil", "Brazil".

Tabela 1. Termos de busca. Os termos foram utilizados de forma conjunta, empregando dois ou mais termos por busca realizada para maior alcance e especificidade da pesquisa. Elaborado pela autora.

4.2.2. Seleção dos estudos

O processo de triagem foi realizado em duas fases, com o objetivo de identificar e selecionar os estudos mais relevantes. Na primeira fase, de triagem por título e resumo, os resultados da busca foram avaliados com base em critérios previamente definidos de inclusão e exclusão. Na segunda fase, consistiu na leitura do texto completo, na qual os estudos selecionados na etapa anterior foram analisados integralmente, aplicando-se novamente os critérios de inclusão e exclusão de forma mais rigorosa.

4.2.3. Avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos

Para artigos científicos e teses/dissertações, avaliou-se a clareza do método, a reprodutibilidade e a adequação das técnicas descritas. Para manuais e diretrizes técnicas, considerou-se a clareza das instruções, a abrangência das etapas, a aplicabilidade prática e a presença de referências que fundamentassem as recomendações. Os estudos considerados de maior qualidade metodológica ou com maior rigor nas descrições receberam maior peso na síntese final dos dados.

4.2.4. Extração de dados

Foram coletadas informações detalhadas sobre cada estudo incluído: i) identificação do estudo; ii) os objetivos propostos e os detalhes dos protocolos e técnicas empregadas; iii) os métodos de coleta; iv) tipos de sementes amostradas; v) condições de armazenamento; vi) frequência e metodologia de testes de viabilidade e; vii) estratégias para manutenção da variabilidade genética.

4.2.5. Síntese dos dados

Buscou-se identificar similaridades e divergências entre os diferentes protocolos e metodologias, descrevendo de forma detalhada as técnicas mais frequentes e robustas, bem como apontando áreas em que a informação se mostrou escassa, inconsistente ou demandando maior aprofundamento.

4.2.6. Resultados da revisão sistemática e disseminação

A análise dos resultados da busca bibliográfica, considerando o número de artigos identificados e selecionados, possibilitou a síntese dos dados necessários para a formulação de um guia técnico. Esse material foi estruturado em seções correspondentes a cada etapa do processo, acompanhado de um organograma que

ilustra a organização interna do conteúdo. A elaboração do guia buscou adotar uma linguagem objetiva, mas ao mesmo tempo clara e acessível, de modo a ampliar seu alcance e aplicabilidade. Espera-se que, em etapas posteriores, o guia seja disponibilizado em plataformas de acesso livre, de forma a assegurar a difusão do conhecimento junto a pesquisadores, empresas de consultoria e manejo, ou outras iniciativas voltadas à conservação da flora nativa.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a realização deste guia, foram consultados 35 trabalhos no total (teses, artigos, livros e guias), dos quais 10 foram de fato utilizados como fonte de informação. Desses 10 trabalhos, 5 deles tiveram a maior relevância em relação a qualidade e explicação dos processos, contendo informação mais estruturada e completa. Teve escassez de informação principalmente nos itens 5.2 e 5.7 conforme a organização dos resultados em 7 seções. No item 5.2, sendo o processo de análise da área e o estudo prévio da flora, informações variam, visto que o planejamento e metodologias devem ser definidas pela equipe de acordo com as capacidades e materiais disponíveis, o qual não consta de uma padronização tendo apenas sugestões. E no item 5.7, que refere-se à gestão após a criação do banco de germoplasma, a maioria dos trabalhos foca na produção de mudas e replicação do material, sendo este um tema fora do objetivo do trabalho.

A estrutura do Guia pode ser observada através de um organograma que indica o processo de construção de um banco de Germoplasma:

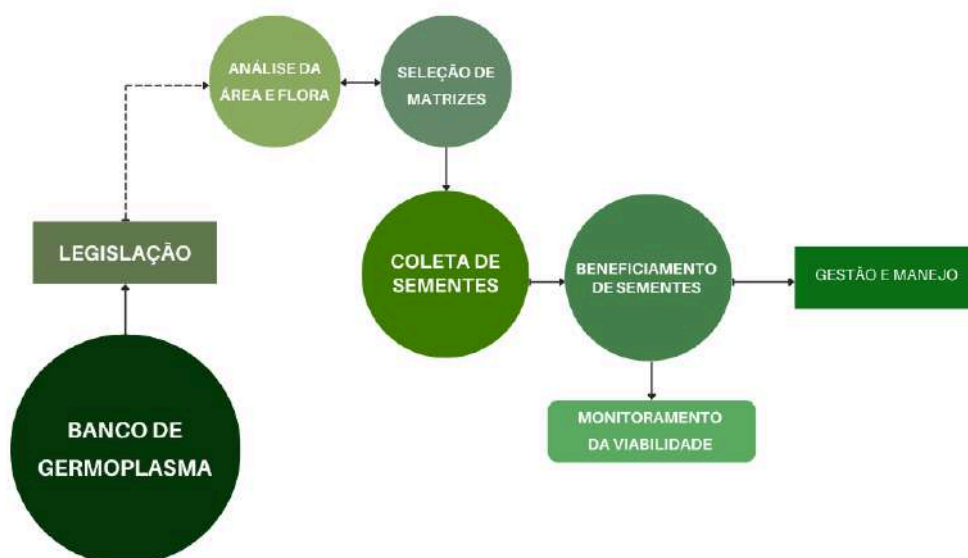


Figura 1. Organograma das etapas e estrutura do Guia. Elaborado pela autora.

Este guia foi elaborado com base nos princípios de *Knowledge Translation* (KT), buscando transformar conhecimentos técnicos e científicos em informações acessíveis e diretamente aplicáveis. O método permite sintetizar e traduzir conceitos complexos mantendo o rigor científico. Assim, o conteúdo foi organizado para facilitar sua aplicação em campo fazendo uma conexão entre a ciência e a prática. As imagens presentes neste guia foram geradas com inteligência artificial para ilustrar os conceitos abordados.

O material foi pensado para apoiar diferentes agentes que atuam na conservação da flora nativa como pesquisadores, órgãos ambientais, empresas de consultoria, viveiros, programas de restauração ecológica, bancos de germoplasma, assim como iniciativas de conservação *in situ* e *ex situ*. A intenção é oferecer uma padronização dos procedimentos chave, sendo importante destacar que o guia apresenta explicações sucintas, reunindo apenas os pontos essenciais para orientar as etapas iniciais do trabalho. Ele não substitui materiais técnicos aprofundados, mas funciona como um caminho introdutório claro para quem precisa compreender rapidamente e iniciar a aplicação prática.

Os resultados e discussão seguem a metodologia KT, com a apresentação do texto técnico analisado na bibliografia especializada em cada tema e com a posterior apresentação de um material “traduzido” que vai fazer parte do guia técnico.

O guia técnico vai iniciar com a capa, a qual está aqui proposta com um formato que busca trazer elementos regionais e design leve e atrativo.

FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL

GUIA DE BOAS PRÁTICAS PARA A CRIAÇÃO DE BANCOS DE GERMOPLASMA

OSCARY LÓPEZ



Germoplasma no contexto da Floresta Estacional Semidecidual

A Floresta Estacional Semidecidual (FES), é uma formação vegetal de grande ocorrência no Brasil, estendendo-se por regiões como o planalto ocidental paulista, norte do Paraná, alcançando até Argentina, Paraguai, Goiás, Minas Gerais e sul da Bahia (SOUZA, SAMMARCO & TEIXEIRA, 2014). Essa floresta é notável por sua característica de sazonalidade, determinada pelas estações do ano: na época fria e seca, de abril a setembro, ocorre a perda parcial das folhas de algumas espécies, com porcentagem entre 20% e 50% de indivíduos desprovidos de folhagem (IBGE, 2012). O sub-bosque se caracteriza pela sua variabilidade, devido à diferença de tonalidades e dimensões de suas espécies, sendo composto por um conjunto único de árvores e arbustos diversos (SOUZA, SAMMARCO & TEIXEIRA, 2014).

Esse tipo de floresta pode apresentar dossel contínuo em grandes extensões e/ou descontínuo em pequenos trechos. As árvores na FES apresentam uma alta diversidade e podem atingir alturas significativas entre 15 a 30 metros, com espécies típicas como o Jequitibá, a Peroba, o Cedro, o Pau Marfim, entre outras (SOUZA, SAMMARCO & TEIXEIRA, 2014).

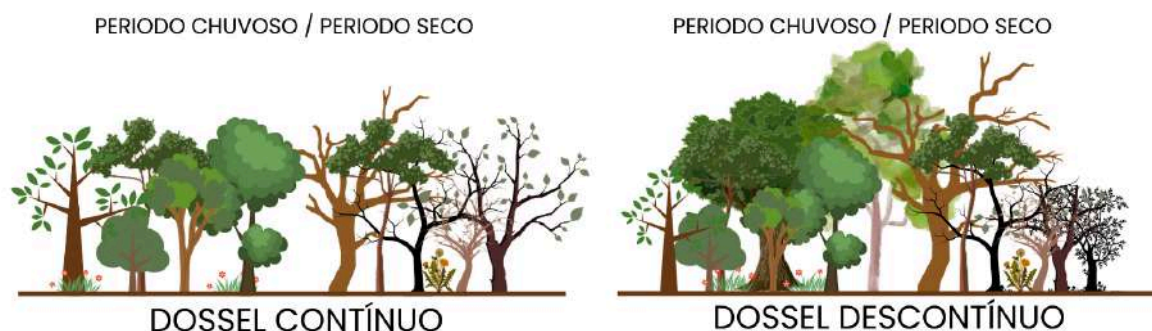


Imagem 2. Tipos de dossel da Floresta Estacional Semidecidual. Imagem gerada com IA.

Conforme Rodrigues, Brancalion e Isernhagen (2009) o estado atual da FES é marcado pela intensa fragmentação, o que representa um desafio crucial para a restauração, devido a o isolamento dos remanescentes o que compromete drasticamente a biodiversidade. Neste contexto, a fragmentação tem uma influência direta e negativa na coleta de sementes de boa qualidade para projetos de reflorestamento, pois ela faz com que as populações fiquem cada vez mais isoladas, comprometendo o fluxo gênico e gerando uma estreita relação de parentesco entre

as matrizes, representando baixos níveis de variabilidade genética na população desses fragmentos (RODRIGUES, BRANCALION e ISERNHAGEN, 2009).

Dada a ameaça de extinção e o risco genético a que as espécies nativas estão expostas nos fragmentos degradados, há uma necessidade de estratégias que resguardem a biodiversidade. A criação e o fortalecimento de bancos de germoplasma é uma estratégia de segurança *ex situ*, que garante a maior diversidade genética possível de sementes ou outro material propagativo (NASS, VALOIS & MELO, 2001). Mesmo que populações nativas sejam perdidas ou empobrecidas na natureza, haverá material genético disponível para garantir a resiliência, a adaptação e o sucesso dos futuros projetos de restauração em larga escala da FES.

GERMOPLASMA NA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL

A Floresta Estacional Semidecidual (FES), é uma formação vegetal de grande ocorrência no Brasil, estendendo-se por regiões como o planalto ocidental paulista, norte do Paraná, alcançando até Argentina, Paraguai, Goiás, Minas Gerais e sul da Bahia. Essa floresta é notável por sua característica de sazonalidade, determinada pelas estações do ano: na época fria e seca, de abril a setembro, ocorre a perda parcial das folhas de algumas espécies, com porcentagem entre 20% e 50% de indivíduos desprovidos de folhagem.

Esse tipo de floresta pode apresentar dossel contínuo em grandes extensões e/ou descontínuo em pequenos trechos. As árvores na FES apresentam uma alta diversidade e podem atingir alturas significativas entre 15 a 30 metros, com espécies típicas como o Jequitibá, a Peroba, o Cedro, o Pau Marfim, entre outras.

PERIODO CHUVOSO / PERIODO SECO



DOSSSEL CONTÍNUO

PERIODO CHUVOSO / PERIODO SECO



DOSSSEL DESCONTÍNUO



GERMOPLASMA NA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL

O estado atual da FES é marcado pela intensa fragmentação, o que representa um desafio crucial para a restauração, devido a o isolamento dos remanescentes o que compromete drasticamente a biodiversidade. Assim, a fragmentação tem uma influência direta e negativa na coleta de sementes de boa qualidade para projetos de reflorestamento, pois ela faz com que as populações fiquem cada vez mais isoladas comprometendo o fluxo gênico e gerando uma estreita relação de parentesco entre as matrizes, representando baixos níveis de variabilidade genética na população desses fragmentos.

Dada a ameaça de extinção e o risco genético a que as espécies nativas estão expostas nos fragmentos degradados, há uma necessidade de estratégias que resguardem a biodiversidade. A criação e o fortalecimento de bancos de germoplasma é uma estratégia de segurança *ex situ*, que garante a maior diversidade genética possível de sementes ou outro material propagativo. Mesmo que populações nativas sejam perdidas ou empobrecidas na natureza, haverá material genético disponível para garantir a resiliência, a adaptação e o sucesso dos futuros projetos de restauração em larga escala da FES.



GERMOPLASMA NA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL

Este guia foi elaborado com base nos princípios de *Knowledge Translation* (KT), buscando transformar conhecimentos técnicos e científicos em informações acessíveis e diretamente aplicáveis. O método permite sintetizar e traduzir conceitos complexos mantendo o rigor científico. Assim, o conteúdo foi organizado para facilitar sua aplicação em campo fazendo uma conexão entre a ciência e a prática.

O material foi pensado para apoiar diferentes agentes que atuam na conservação da flora nativa como pesquisadores, órgãos ambientais, empresas de consultoria, viveiros, programas de restauração ecológica, bancos de germoplasma, assim como iniciativas de conservação *in situ* e *ex situ*. A intenção é oferecer uma padronização dos procedimentos chave, sendo importante destacar que o guia apresenta explicações sucintas, reunindo apenas os pontos essenciais para orientar as etapas iniciais do trabalho. Ele não substitui materiais técnicos aprofundados, mas funciona como um caminho introdutório claro para quem precisa compreender rapidamente e iniciar a aplicação prática.

5.1 LEGISLAÇÃO

Para que uma pessoa física ou jurídica esteja em conformidade legal antes de pensar em coletar sementes e armazená-las, é necessário observar as regras do Sistema Nacional de Sementes e Mudas (SNSM), regulamentado pelo Decreto nº 10.586/2020, o qual exige o registro no RENASEM (Registro Nacional de Sementes e Mudas), necessário para qualquer tipo de ação que envolva manuseio de sementes (BRASIL, 2020; SAMBUICHI, MIELKE e PEREIRA, 2009). Com isso, devem ser respeitadas as disposições da Instrução Normativa MAPA nº 17/2017, que estabelece os critérios técnicos específicos para a coleta, produção e comercialização de sementes e mudas de espécies florestais, assegurando a identidade, procedência e qualidade do material coletado (BRASIL, 2017). Dessa forma, somente após o devido registro no RENASEM e o cumprimento dos requisitos técnicos da IN nº 17/2017 é que a coleta de sementes poderá ser realizada dentro dos critérios legais.

Para realizar a inscrição no Registro Nacional de Sementes e Mudas (RENASEM), a documentação varia conforme se trate de pessoa física ou jurídica. Em geral, tanto pessoas físicas quanto jurídicas precisam apresentar requerimento de inscrição no sistema do MAPA, documentos de identificação (CPF e RG, ou CNPJ e contrato social), comprovar a existência de estrutura física adequada à atividade a ser desenvolvida, como áreas de coleta, viveiros ou unidades de beneficiamento, conforme o caso. No caso de pessoa jurídica, somam-se documentos como estatuto ou contrato social atualizado e certidões negativas de débitos fiscais. O registro no RENASEM possui validade de cinco anos, sendo renovável por períodos iguais e sucessivos, desde que mantidas as condições legais e técnicas exigidas (BRASIL, 2020).

A coleta de sementes também deve estar em conformidade com a legislação ambiental vigente, uma vez que envolve o uso de recursos genéticos da biodiversidade brasileira. Nesse contexto, destaca-se a Lei nº 13.123/2015, conhecida como Lei da Biodiversidade, que estabelece regras para o acesso ao patrimônio genético e ao conhecimento tradicional associado, bem como para a repartição de benefícios derivados de sua utilização (BRASIL, 2015). Essa lei foi regulamentada pelo Decreto nº 8.772/2016, que detalha os procedimentos necessários para cadastro, autorização e regularização das atividades de coleta,

pesquisa e conservação (BRASIL, 2016). Dessa forma, qualquer ação voltada à coleta de material biológico, incluindo sementes para bancos de germoplasma ou pesquisas científicas, deve observar essas normas, garantindo legalidade e sustentabilidade no uso dos recursos naturais.

É fundamental consultar previamente os sistemas oficiais de autorização e cadastro. No Brasil, as principais informações podem ser encontradas no SisGen, que regulamenta o acesso ao patrimônio genético, e no Sisbio/ICMBio, responsável pela emissão de autorizações de coleta para fins científicos em áreas naturais. Quando a coleta ocorre em Unidades de Conservação federais, a solicitação deve ser feita diretamente no Sisbio, enquanto em Unidades de Conservação estaduais ou municipais é necessário verificar as exigências junto ao respectivo órgão ambiental gestor. Já para coletas realizadas em Terras Indígenas, a autorização deve ser obtida junto à Fundação Nacional dos Povos Indígenas (FUNAI). Dessa forma, garante-se que a coleta de sementes seja conduzida de acordo com a lei, assegurando a legalidade e a sustentabilidade do processo (BRASIL 2015; BRASIL, 2016; WALTER & CAVALCANTI, 2005).



QUER PRESERVAR? COMECE PELA LEGISLAÇÃO



1. REGISTRE-SE NO RENASEM

O Registro Nacional de Sementes e Mudanças é uma exigência do governo para controlar todas as ações que envolvem sementes.



2. RESPEITE A BIODIVERSIDADE

As sementes são parte do nosso patrimônio genético. A Lei nº 13.123/2015 garante que a coleta seja feita protegendo a natureza, CONFIRA!



3. FIQUE DE OLHO ONDE VAI COLETAR!

A permissão para a coleta varia. Verifique se o SisGen, Sisbio/ICMBio ou a FUNAI é o órgão correto para a sua área de interesse.

Para a validade da coleta, siga a Instrução Normativa MAPA nº 17/2017.



LEMBRE-SE

No RENASEM além dos documentos de identificação como pessoa física ou jurídica, você deve comprovar que tem a estrutura para fazer o trabalho corretamente.

5.2 ANÁLISE DA ÁREA DE ESTUDO E DA FLORA NATIVA

Segundo Barbosa (2013), do Instituto de Botânica de São Paulo, deve-se realizar uma análise criteriosa da área, considerando sua localização no bioma e região fitoecológica. É fundamental avaliar as condições do relevo, pois estas influenciam a definição das trilhas e a logística de deslocamento, garantindo que a coleta não cause erosão, assoreamento ou impactos ao meio físico.

Além disso, é necessário estudar a composição da flora local por meio de levantamentos regionais e referências bibliográficas, a fim de elaborar uma lista prévia das espécies potenciais e um cronograma de coleta de acordo com a fenologia. Para maximizar a diversidade genética, as trilhas devem abranger gradientes de altitude, variações de umidade do solo, diferentes tipos de solo e orientações das vertentes, bem como áreas de nascentes e margens. Essas ações asseguram representatividade amostral, respeitando os princípios de conservação e segurança da equipe.

O guia do instituto ainda menciona que identificação botânica das matrizes é um procedimento essencial para conseguir rastrear a fonte produtora das sementes que serão coletadas. Além disso, o uso de softwares de navegação para planejar rotas, monitorar a maturação dos frutos e otimizar as saídas a campo, garantem a maior produtividade e controle técnico do processo, que também inclui a conferência do nome científico, preferencialmente por especialista, e, em caso de dúvida, a coleta de exsicatas para confirmação taxonômica (BARBOSA, 2013).

Para mitigar o risco de coleta de sementes de indivíduos incorretamente identificados, elevando assim o rigor científico e a confiabilidade do banco de germoplasma, é indispensável a utilização de literatura especializada em campo. Deste modo, o livro de Viviane Soares Ramos *et al.*, (2024), "Árvores da Floresta Estacional Semidecidual" é recomendado, servindo como uma ferramenta guia para a caracterização morfológica precisa das espécies da nossa região antes de qualquer intervenção de coleta. Também a obra de Lorenzi (2002), "Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil" e o livro de Nogueira e Brancalion (2016), "Sementes e mudas", além de artigos especializados de diversos autores produzidos para táxons em nível de Família ou Gêneros. Nos casos em que a identificação seja mais complexa pela presença na região de espécies similares, ou ainda de potenciais híbridos, torna-se fundamental

a visita à herbários regionais e conversa com especialistas para que todas as questões taxonômicas sejam sanadas antes da identificação. Abaixo apresenta-se uma tabela com os Herbários da região Sul e Sudeste do Brasil.

Estado	Instituição	Cidade
PR	Herbário Evaldo Buttura	Foz do Iguaçu
PR	Museu Botânico Municipal	Curitiba
PR	Herbário do Departamento de Botânica - UFPR	Curitiba
PR	Herbário HUCP	Curitiba
PR	Herbário HCF	Campo Mourão
PR	Herbário UNOP	Cascavel
SP	Herbário SPF- USP	São Paulo
SP	Instituto de Botânica	São Paulo
SP	Herbário Municipal PMSP	São Paulo
SC	Herbário FLOR - UFSC	Florianópolis
SC	Herbário Roberto Miguel Klein	Blumenau
SC	Herbário LUSC	Lages / Laguna
RS	Herbário ICN	Porto Alegre
RS	Herbário PEL	Pelotas
RS	Herbário HAS	Porto Alegre

Tabela 2. Herbários da região Sul e Sudeste do Brasil que costumam colaborar com identificação botânica. Elaborado pela autora.

O sucesso das atividades de coleta de material vegetal depende não apenas da experiência da equipe, mas também do uso de ferramentas que auxiliem na

identificação das espécies e na caracterização do ambiente. Da mesma forma, o conhecimento do relevo é essencial no planejamento das rotas de coleta e registro das coordenadas geográficas, considerando o acesso e as características físicas da área. A tabela a seguir apresenta um resumo das principais ferramentas que podem ser utilizadas em atividades de identificação botânica, estudo da área e georreferenciamento:

Material	Finalidade	Acesso Gratuito	Acesso Pago/Comercial
Mapas Topográficos e Geográficos	Visualizar relevo, hidrografia, estradas e feições naturais para delimitar a área de estudo e planejar rotas de coleta.	IBGE - Folhas Topográficas ibge.gov.br	IBGE Loja Virtual loja.ibge.gov.br
		GeoSGB - CPRM geoportal.sgb.gov.br	
		Topographic Map pt-br.topographic-map.com	Livrarias técnicas e papelerias (Amazon, Freitas Bastos)
Guias Botânicos e Listas da Flora	Identificar corretamente espécies vegetais da Mata Atlântica, por meio de descrições morfológicas, nomes científicos e classificações.	Flora do Brasil – Re flora floradobrasil.jbrj.gov.br	Árvores Brasileiras – Harri Lorenzi Sementes e mudas - Carlos N. e Pedro H.
		SpeciesLink specieslink.net	Árvores da Floresta Estacional
		Listas do MMA e IBAMA gov.br/mma	Semidecidual Viviane Soares Ramos e colaboradores.
GPS / Georreferenciamento	Registrar com precisão os pontos de coleta e localização de espécies, facilitando o mapeamento e o monitoramento futuro.	GPS Essentials (Android)	Garmin eTrex, GPSMAP, Magellan À venda em Decathlon, Amazon, Mercado Livre
		Gaia GPS, Wikiloc, Strava	
		Google Earth earth.google.com	

Tabela 3. Exemplos de fontes e aplicações dos materiais utilizados na análise da flora nativa. Elaborado pela autora.

PASSOS ESSENCIAIS PARA UMA COLETA DE SUCESSO

1. ONDE VOCÊ ESTÁ?

Conhecer a região fitoecológica e como é o relevo da área influenciam diretamente a logística e o traçado das trilhas.



2. O QUE CRESCE LÁ?

Pesquise as espécies nativas da FES. Monte uma lista prévia das que podem ser coletadas e quando elas estarão prontas para isso (fenologia).

3. DIVERSIDADE É TUDO!

Considerar para suas trilhas diferentes altitudes, tipos de solo, áreas úmidas e margens de rios, garante que as amostras sejam as mais representativas possíveis.



PASSOS ESSENCIAIS PARA UMA COLETA DE SUCESSO

4. IDENTIFICAÇÃO É OBRIGATÓRIA:



Saber o nome científico de cada matriz é crucial. Peça ajuda a um especialista e colete uma parte da planta para confirmar.

Ao coletar uma parte da planta para posterior identificação, é importante que tenha flor ou fruto, pois facilita tal identificação.



5. MARQUE E GEORREFERENCIE

Cada matriz deve ter sua localização registrada por GPS. Anotar todas observações possíveis sobre ela pode ser crucial para a coleta futura.

FENOLOGIA

Fases do ciclo de vida de uma planta como floração e frutificação, em relação às condições ambientais.

MATRIZ

Planta-mãe da qual serão coletadas as sementes.

REGIÃO FITOECOLÓGICA

Área definida por um tipo específico de vegetação, que se caracteriza por ter composição florística particular regida por um mesmo clima.

GLOSSÁRIO

PASSOS ESSENCIAIS PARA UMA COLETA DE SUCESSO

Materiais que ajudam na análise da área e vegetação

Material	Finalidade	Acesso gratuito	acesso pago/comercial
Mapas Topográficos e Geográficos	Visualizar relevo, hidrografia, estradas e feições naturais para delimitar planejar rotas de coleta.	IBGE - Folhas Topográficas ibge.gov.br	IBGE Loja Virtual loja.ibge.gov.br
		GeoSGB - CPRM geoportal.sgb.gov.br	Livrarias técnicas e papelerias (Amazon, Freitas Bastos)
		Topographic Map pt-br.topographic-map.com	
Guias Botânicos e Listas da Flora	Identificar espécies da Mata Atlântica, por meio de descrições morfológicas, nomes científicos e classificações.	Flora do Brasil – Reflora floradobrasil.jbrj.gov.br	Árvores Brasileiras Harri Lorenzi
		SpeciesLink specieslink.net	Árvores da Floresta Estacional Semidecidual – Viviane Soares Ramos e colaboradores
		Listas do MMA e IBAMA gov.br/mma	Sementes e mudas Carlos N. e Pedro H.
GPS / Georreferenciamento	Registrar com precisão os pontos de coleta e localização de espécies, facilitando o mapeamento e o monitoramento futuro	GPS Essentials (Android)	Garmin eTrex e Magellan
		Gaia GPS, Wikiloc, Strava	
		Google Earth earth.google.com	



IMPORTANTÍSSIMO

Planejar rotas de acordo à maturação dos frutos de várias matrizes é otimizar as saídas a campo, garantindo maior produtividade e controle técnico do processo.

5.3 SELEÇÃO DE MATRIZES VEGETAIS

Segundo Rao *et al.*, (2006) a coleta de germoplasma deve considerar a importância ou o risco de extinção da espécie, sendo a importância associada à utilidade de suas características e à capacidade de adaptação a ambientes específicos. No momento da escolha das espécies, é essencial verificar sua origem, garantir a identificação botânica precisa e considerar os grupos ecológicos a que pertencem, assim como, é importante que as espécies sejam nativas da região evitando a utilização de nomes populares, dado que pode resultar na seleção de espécies inadequadas ou equivocadas (MORAES *et al.*, 2013).

Rodrigues, Brancalion e Isernhagen (2009) destacam que, para que uma espécie seja adequadamente representada em projetos futuros de restauração florestal e não apresente problemas na frutificação ou no estabelecimento de seus propágulos, os indivíduos introduzidos precisam possuir um conjunto genético representativo da espécie ou da população local. Os autores explicam que caso as sementes utilizadas para gerar esses indivíduos sejam geneticamente muito semelhantes entre si (provenientes de uma mesma matriz ou de matrizes emparentadas), os cruzamentos subsequentes podem originar descendentes com menor vigor e capacidade reduzida de adaptação.

Além disso, em muitas formações florestais da Mata Atlântica, especialmente na Floresta Estacional Semidecidual, a coleta de sementes de múltiplas árvores matrizes só pode ser realizada em diferentes fragmentos florestais, devido ao reduzido tamanho dos remanescentes de vegetação nativa (RODRIGUES, BRANCALION e ISERNHAGEN, 2009). Também, áreas replantadas frequentemente apresentam “populações” com diversidade genética reduzida, o que pode comprometer a capacidade desses indivíduos de responder às pressões da seleção natural (SAMBUICHI, MIELKE e PEREIRA, 2009).

Estes fragmentos tendem a estar localizados próximos a centros urbanos. Nesses tipos de floresta nota-se forte influência antrópica, e o número de árvores de cada espécie geralmente é inferior a 100 indivíduos por fragmento, fragilizando os processos ecológicos, especialmente aqueles relacionados com a movimentação de pólen entre as árvores e de sementes a média e longa distâncias. Por causa desses problemas, Sambuichi, Mielke e Pereira (2009) recomendam ter os seguintes cuidados na coleta de sementes: marcar no mínimo, 12 árvores matrizes por

conjunto de fragmentos florestais, mantendo um espaçamento de pelo menos 50 metros entre elas, de forma que o lote de sementes contenha ao menos 50 árvores no total. Árvores agrupadas devem ser tratadas como uma única matriz de coleta, e a regra geral é não coletar sementes de árvores isoladas (longe de fragmentos florestais ou localizadas em ruas e praças), pois suas sementes tendem a resultar de autopolinização e apresentam baixa diversidade genética, não sendo ideais para produção de mudas de qualidade genética. E se for o caso, para árvores fora de fragmentos florestais, a distância considerada não isolada deve levar em conta a eficiência do polinizador: para polinização por insetos de pequeno voo, no máximo 50 m; por insetos de médio e grande porte, até 100 m; por aves, até 500m; e por mamíferos, até 1000 m.

De acordo com Sambuichi, Mielke e Pereira (2009), fragmentos pequenos e isolados podem levar à perda de diversidade genética e ao aumento da endogamia das espécies. Por isso, florestas maiores, com pelo menos 100 indivíduos de cada espécie escolhida para produção de sementes, são mais adequadas para a marcação de matrizes. Nas populações naturais grandes, com mais de 100 árvores da espécie, para eles, as diretrizes recomendadas incluem: marcar no mínimo 12 árvores matrizes em cada população, mantendo um espaçamento de pelo menos 50 metros entre elas, já que árvores mais distantes tendem a ter menor parentesco e representam melhor a diversidade genética local; e considerar árvores agrupadas como uma única matriz de coleta, pois geralmente consistem de indivíduos aparentados.

Contudo, segundo Rodrigues, Brancalion e Isernhagen (2009), coletar sementes de 12 ou mais matrizes nem sempre é uma tarefa simples, pois fatores como o pequeno número de fragmentos florestais conservados, a sazonalidade da produção de sementes e a dificuldade de localizar espécies raras podem dificultar a obtenção da diversidade genética desejada. Algumas estratégias podem ajudar a superar esses obstáculos, especialmente a marcação das matrizes. O Instituto de Botânica de São Paulo (2013) recomenda que, após a identificação, as matrizes devem ser georreferenciadas e marcadas com etiquetas metálicas numeradas, fixadas no tronco, registrando dados como espécie, altura estimada, circunferência à altura do peito, necessidade de escalada e coordenadas GPS (BARBOSA, 2013). Como muitas espécies ocorrem em baixa densidade, encontrar aproximadamente 12 indivíduos produtores de sementes pode não ser viável sem um trabalho prévio de

localização e marcação, tendo as matrizes devidamente georreferenciadas se faz possível localizá-las ano após ano, o que facilita a coleta de sementes (RODRIGUES, BRANCALION e ISERNHAGEN, 2009).

ESCOLHENDO AS MATRIZES

Conheça bem a espécie

1. ESTABELEÇA PRIORIDADES

Escolha espécies nativas da região, dando preferência às que estão ameaçadas de extinção.

2. MAIS UMA VEZ: IDENTIFICAÇÃO

Garanta que a identificação com nome científico. Não use apenas nomes populares, pois podem causar erros.



Priorize a diversidade genética

1. VIGOR

Coletar de poucas matrizes ou emparentadas gera plantas com menor vigor e menor capacidade de adaptação. Garanta variabilidade.

2. TEM QUANTIDADE MÍNIMA

Marque, no mínimo, 12 árvores matrizes por população ou por conjunto de fragmentos para cada espécie.

3. TOTAL ESPERADO

O lote de sementes final deve vir de, pelo menos, 50 árvores no total.

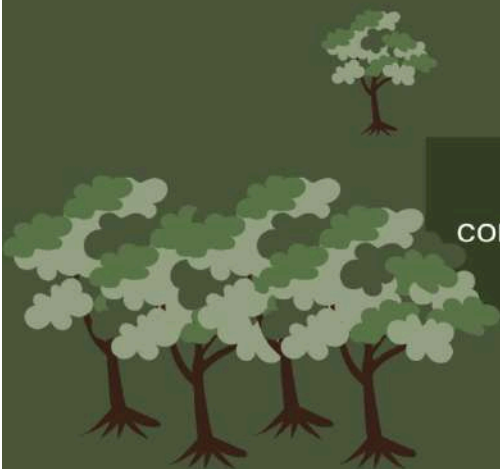
ESCOLHENDO AS MATRIZES

Escolha onde coletar

1. FLORESTAS E ESPAÇAMENTO

Procure florestas com mais de 100 indivíduos da espécie. Mantenha um espaçamento mínimo de 50 metros entre as árvores matrizes marcadas, garantindo menor parentesco.

Considere árvores próximas como uma única matriz de coleta, pois provavelmente são aparentadas.



Não colete sementes de árvores completamente isoladas, pois elas tendem a ter sementes de baixa diversidade.

ESCOLHENDO AS MATRIZES

2.

ATENÇÃO À DISTÂNCIA PARA ÁRVORES FORA DE FRAGMENTOS

Se for inevitável coletar fora do fragmento, a matriz não deve ser considerada isolada se estiver a uma distância do fragmento que o polinizador consiga cobrir:



50 m para insetos de pequeno voo.



100 m para insetos de médio/grande porte.



500 m para aves



1.000 m para mamíferos

USE FRAGMENTOS PEQUENOS COM CUIDADO!

Se a área de coleta for pequena, colete sementes de diferentes fragmentos de floresta.

Marque no mínimo 12 árvores-matrizes em cada grupo de fragmentos.

5.4 COLETA DE SEMENTES

A implantação de um programa de coleta de sementes apresenta desafios consideráveis, principalmente por exigir mão de obra especializada (MORAES *et al.*, 2013). Durante as diversas etapas, que incluem coleta, extração, secagem e beneficiamento, há um risco elevado de que as sementes sofram danos, o que, por sua vez, pode levar à perda de seu potencial germinativo (GALVÃO & MEDEIROS, 2002). Para garantir o sucesso da coleta, é essencial determinar a época ideal, o que é feito por meio da observação de parâmetros como a variação da coloração, tamanho, peso e a queda natural dos frutos, além da presença de aves, mamíferos ou insetos na área. Dessa forma, é fundamental que sejam feitas vistorias periódicas nas áreas de coleta assim que se verificar o início do amadurecimento dos frutos. A época mais propícia para a coleta é aquela em que a maioria dos frutos estiver madura, sendo crucial que o coletor ou a equipe mantenha uma tabela fenológica e um croqui detalhado, contendo o conjunto de áreas mapeadas onde as populações e matrizes selecionadas estejam marcadas (MORAES *et al.*, 2013).

A mudança da cor do fruto é considerada por Galvão e Medeiros (2002) uma forma simples e confiável para avaliar a maturação em muitas espécies, embora seja necessário que o técnico possua prática na avaliação dessa característica. Tipicamente, a cor muda do verde para várias tonalidades de amarelo e marrom; em frutos lenhosos, a alteração da cor pode vir acompanhada do endurecimento do pericarpo. Uma prática complementar interessante consiste em coletar alguns frutos e determinar o estágio de maturação mediante o exame do conteúdo da semente, realizando um corte longitudinal: se o conteúdo (embrião e endosperma) estiver firme, a semente é considerada madura.

5.4.1 Métodos de Coleta

A escolha do método de coleta a ser empregado é diretamente determinada pela altura e forma da árvore, bem como pelas características específicas dos frutos. Para as espécies que possuem sementes aladas dispersas pelo vento, ou para aquelas cujos frutos e sementes caem livremente, ou ainda, são consumidos e carregados por animais, é crucial que a coleta seja realizada com a devida antecedência, ou seja, quando os primeiros frutos estiverem maduros, abertos ou no início de sua queda espontânea, antes que a dispersão ocorra. As formas de coleta mais utilizadas abrangem uma variedade de técnicas (MORAES *et al.*, 2013): a

coleta manual (catação) ou no chão, que pode ser feita diretamente da árvore ou sob a projeção da copa, sem o auxílio de equipamentos; durante o período de queda, pode-se também estender uma lona plástica sob a copa, sendo recomendadas visitas diárias para monitorar a coleta dos frutos caídos. Este método é especialmente indicado quando os frutos e sementes são grandes, pesados e indeiscentes (não se abrem quando estão maduros) e não são dispersos pelo vento (GALVÃO & MEDEIROS, 2002). Outros métodos incluem: i) o uso da tesoura de alta poda (podão), uma ferramenta que consiste em segmentos que formam um cabo extensor (em média, 13 metros) com um cortador de galhos na ponta; ii) a combinação da tesoura de alta poda com uma lona, visando evitar o corte de galhos, prendendo o cortador nos ramos apicais ou de maior calibre e sacudindo a árvore para provocar a queda dos frutos ou sementes maduras na lona estendida no solo; iii) o uso da tesoura de poda simples para árvores de pequeno porte e arbustos, cortando-se os ramos terminais com os frutos maduros e; iv) a derraça, aplicada somente a arbustos ou árvores com ramos pendentes e frutos dispostos ao longo dos ramos, onde os frutos são arrastados e depositados diretamente em cestas sem cortar os ramos terminais.

Para árvores de grande porte, é necessária a coleta na árvore por meio de escalada, utilizando equipamentos como espora, escada ou equipamento para montanhismo. A espora é composta por uma haste de aço com correias de couro para fixação na perna e tornozelo do coletor, contendo uma espora na extremidade inferior que penetra no tronco, sendo que o coletor deve usar sempre o cinto de segurança passado por trás da árvore e mudar o passo cravando as esporas e ajustando a correia no tronco. A espora pode ser empregada na maioria das árvores, exceto palmeiras e árvores de casca fina, que são muito danificadas. O equipamento de montanhismo, por sua vez, é prático e fácil de transportar no interior da floresta nativa, oferecendo grande segurança e sendo o mais adaptado para florestas nativas, apesar de requerer treinamento; o sistema é composto basicamente por uma corda (estática), cadeirinha, "baudrier", fita tubular, ascensor e rapelador. É importante ressaltar que o trabalho de escalar árvores para colher sementes é difícil e perigoso, exigindo bom condicionamento físico e que não deve ser praticado antes de um treinamento adequado e do conhecimento das normas de segurança.

Algumas recomendações de segurança são essenciais para a operação (GALVÃO & MEDEIROS, 2002): i) usar capacete, botas e luvas; ii) nunca transportar

ferramentas durante a escalada; iii) revisar sempre os equipamentos antes de seu uso; iv) evitar escalar a árvore em condições de chuva ou vento forte; v) possuir equipamentos de primeiros socorros; vi) ter cautela com galhos quebradiços; vii) nunca coletar sementes sem a presença de pelo menos um ajudante e; viii) evitar escalar árvores com rachaduras, aparecimento ou outras anormalidades que representem risco. Os frutos coletados devem ser transportados o mais breve possível até o local de beneficiamento para prevenir sua deterioração, sendo necessário que as embalagens sejam identificadas antes do transporte, com anotações sobre o nome da espécie, número de matrizes, data, nome do coletor e local da coleta.

Para auxiliar no planejamento da coleta e maturação dos frutos, ainda que não seja um guia específico da Floresta Estacional Semidecidual, o trabalho de Carolina Schäffer *et al.*, (2024) "*Guia de Coleta de Sementes Nativas da Mata Atlântica*" e o livro "*Árvores da Floresta Estacional Semidecidual*" de Viviane Soares Ramos e colaboradores (2024), podem ser utilizados de forma complementar, permitindo a comparação das espécies que coincidem com a região de interesse e a fenologia de acordo com os grupos formados no Guia.

Uma coleta eficiente e segura exige um planejamento cuidadoso e a execução por uma equipe preparada, com o manuseio correto dos equipamentos, visto que esta operação demanda muita habilidade e treinamento dos coletores. É crucial que o bom senso do coletor prevaleça para não danificar os ramos terminais e para que não se retire totalmente os frutos da árvore, visando a conservação da árvore matriz porta-semente, a garantia de safras saudáveis nos anos subsequentes e para não afetar a regeneração natural, minimizando impactos sobre a fauna dispersora, cuja redução da quantidade de alimento disponível pode levar a uma alteração no comportamento dos animais (MORAES *et al.*, 2013).



COLETA DE SEMENTES

POR QUE COLETAR SEMENTES É UMA ARTE?

Coletar sementes vai muito além de pegar o que caiu no chão, é uma missão que exige olhos atentos e mãos cuidadosas. Se não for feita da maneira certa, as sementes podem perder a força de germinar. Por isso, cada passo precisa de gente treinada e equipada.

Se atente às seguintes recomendações:

1. QUANDO AS SEMENTES ESTÃO PRONTAS?

As mudanças na cor dos frutos, que passam do verde para tons de amarelo ou marrom, o aumento do peso e do tamanho e até a presença de aves e mamíferos são bons indicadores.



É importante manter uma tabela fenológica com registros das espécies e das áreas de coleta.



COLETA DE SEMENTES

2. ESCOLHA UM MÉTODO DE COLETA DE ACORDO COM A ESPÉCIE

Coleta no chão

Ideal para frutos grandes e pesados.

Tesoura de alta poda

Perfeita para quem quer alcançar o alto sem subir.



Tesoura simples e derriça

Para arbustos e árvores pequenas.

Escalada

Quando a árvore é gigante, é hora usar espora ou equipamento de montanhismo.



ATENÇÃO!

Nada de improvisar, treinamento e boa forma são obrigatórios.

COLETA DE SEMENTES

3. SEGURANÇA ACIMA DE TUDO!

O uso de capacete, botas e luvas é indispensável, e ferramentas nunca devem ser transportadas durante a escalada. Evite escalar em dias de chuva ou vento forte.



É essencial trabalhar em dupla, levar kit de primeiros socorros e evitar árvores com rachaduras ou galhos danificados, garantindo mais segurança à equipe.

4. EMBALAGENS E IDENTIFICAÇÃO DAS SEMENTES

Cada embalagem deve ser claramente identificada com o nome da espécie, número da matriz, data e local da coleta e o nome do coletor, garantindo a rastreabilidade do material. Os frutos devem ser levados rapidamente ao local de beneficiamento, evitando exposição ao calor e à umidade.



5.5 BENEFICIAMENTO DAS SEMENTES

Após a coleta, as sementes apresentam uma grande quantidade de impurezas, como fragmentos de folhas, pequenos galhos, partes do fruto aderidas e partículas de solo quando a coleta é realizada diretamente no chão, além de um elevado teor de umidade (SAMBUICHI, MIELKE e PEREIRA, 2009). Dessa forma, para aprimorar as propriedades físicas do lote e garantir que a qualidade das sementes seja preservada durante o armazenamento, torna-se essencial realizar o beneficiamento (SAMBUICHI, MIELKE e PEREIRA, 2009).

Independentemente do método de coleta empregado ou da espécie em questão, o beneficiamento das sementes costuma ser indispensável. No entanto, as etapas envolvidas nesse processo podem variar consideravelmente (SAMBUICHI, MIELKE e PEREIRA, 2009). Conforme Cruz (2012), a ampla diversidade morfológica dos frutos e sementes das espécies florestais nativas dificulta a aplicação de técnicas padronizadas durante o processamento e beneficiamento. As técnicas utilizadas nesses procedimentos são, em grande parte, simples e de caráter “artesanal”, adaptadas às particularidades de cada espécie (CRUZ, 2012).

Na maioria das espécies, é necessário extrair as sementes dos frutos, sendo o método escolhido dependente do tipo de fruto. Em espécies com frutos indeiscentes, a extração pode apresentar dificuldades; por esse motivo, os frutos são frequentemente utilizados diretamente na semeadura ou armazenados inteiros (GALVÃO & MEDEIROS, 2002). No caso dos frutos carnosos, recomenda-se o uso de peneiras para auxiliar na limpeza e facilitar a remoção da polpa em recipientes com água corrente, macerando os frutos sobre a peneira. Durante a lavagem, é fundamental eliminar completamente a polpa, evitando que as sementes desenvolvam fungos ou sejam atacadas por insetos durante o armazenamento (MORAES *et al.*, 2013). Normalmente, as sementes viáveis afundam, enquanto as vazias flutuam junto aos resíduos de polpa. Após essa separação, as sementes devem ser devidamente secas. A retirada da polpa, além de possibilitar a extração das sementes, previne sua decomposição e, conseqüentemente, danos à sua integridade (GALVÃO & MEDEIROS, 2002).

Também, conforme o Instituto de Botânica de São Paulo (2013):

Os frutos carnosos necessariamente passam pela via úmida. Alguns precisam ser mantidos fechados em sacos plásticos, à sombra, para amolecer a polpa. Outros frutos de polpa firme passam por triturador mecânico, regulado para não danificar as sementes. Normalmente, na

despolpa utiliza-se peneira debaixo de água corrente, e se faz esfregaço para retirar a polpa das sementes. Para a secagem das sementes provenientes de frutos carnosos, utilizam-se terreiros suspensos sombreados. Importante é manter uma camada fina de sementes e revolvê-las com frequência.

Para os frutos secos e deiscentes, recomenda-se a exposição ao sol, com o objetivo de favorecer sua abertura natural. Já os frutos indeiscentes exigem o uso de instrumentos adequados, como facas, martelos, canivetes ou tesouras, para a realização da abertura manual (MORAES *et al.*, 2013). Em caso de incerteza quanto ao método mais apropriado, é preferível optar pela secagem à sombra. O processo de desidratação dos frutos promove sua deiscência, possibilitando a liberação das sementes. Quando necessário, pode-se realizar a agitação dos frutos, a fim de desprender sementes remanescentes que ainda estejam aderidas à estrutura do fruto (GALVÃO & MEDEIROS, 2002).

Segundo Galvão e Medeiros (2002):

A secagem dos frutos ou sementes pode ser efetuada por métodos naturais ou artificiais:

A secagem natural caracteriza-se pela utilização do sol como fonte de calor e o vento como ventilação. Os frutos ou sementes são esparramados em terreiros cimentados, lonas ou bandejas, ficando expostas durante o dia. À noite, são recolhidos ou cobertos com encerado, para manter por mais tempo a temperatura e para evitar o orvalho e chuvas que podem ocorrer.

A secagem artificial não depende das condições climáticas, porém necessita de equipamento para controle da temperatura, da umidade relativa e de circulação do ar, o que a torna mais onerosa. A estrutura utilizada para este tipo de secagem é a estufa. O funcionamento da estufa consiste em aquecer o ar, fazendo-o circular pelo ambiente. A temperatura varia de 30-40°C, dependendo da espécie e do grau de umidade inicial da semente.

A secagem constitui uma etapa fundamental no processamento de sementes, sendo empregada tanto para promover a liberação das sementes em frutos secos e deiscentes quanto para reduzir o teor de umidade das sementes a níveis adequados para o armazenamento. Embora muitas espécies tolerem o processo de secagem, algumas apresentam sensibilidade a baixos teores de umidade, o que pode comprometer sua viabilidade (GALVÃO & MEDEIROS, 2002).

Dessa forma, para que o processo de secagem seja eficiente e não cause danos à qualidade fisiológica das sementes, é essencial o conhecimento prévio do tipo de semente com o qual se está trabalhando. De modo geral, as sementes podem ser classificadas em dois grupos principais: ortodoxas e recalcitrantes. As sementes denominadas ortodoxas apresentam alta tolerância à perda de umidade, podendo ser secas até atingirem teores de água entre 9% e 12% (SAMBUICHI,

MIELKE e PEREIRA, 2009). Em contrapartida, as sementes recalcitrantes demonstram baixa tolerância à dessecação e/ou a condições de frio durante o armazenamento; em determinadas espécies, teores de umidade inferiores a 35% podem ocasionar a morte das sementes. Assim, o grau de desidratação ideal varia de acordo com o tipo fisiológico da semente, sendo distinto para sementes ortodoxas e recalcitrantes (SAMBUICHI, MIELKE e PEREIRA, 2009).

BENEFICIAMENTO DE SEMENTES



POR QUE FAZER BENEFICIAMENTO?

Após a coleta, as sementes costumam vir com impurezas, como folhas, galhos, restos de frutos e solo, além de estarem úmidas. É importante fazer o beneficiamento para limpar e preparar as sementes para o armazenamento.

FAÇA O BENEFICIAMENTO CONFORME O FRUTO

Tipo	Processo de beneficiamento
Frutos carnosos	Devem ser lavados com água corrente, usando peneiras. A polpa precisa ser retirada completamente para evitar fungos e insetos.
Frutos secos e deiscentes	Podem ser expostos ao sol para facilitar a abertura natural e liberar as sementes.
Frutos indeiscentes	Precisam ser abertos com ferramentas simples, como faca ou tesoura. Se houver dúvida, prefira secar à sombra para evitar danos.

FRUTOS DEISCENTES

Frutos secos que se abrem espontaneamente durante a maturação para liberar as sementes.

FRUTOS INDEISCENTES

Frutos secos que não se abrem naturalmente quando amadurecem, as sementes ficam presas dentro do fruto, sendo necessário algum método manual ou mecânico para retirá-las.



GLOSSÁRIO

BENEFICIAMENTO DE SEMENTES

A SECAGEM

A secagem constitui uma etapa fundamental no processamento de sementes para reduzir o teor de umidade a níveis adequados para o armazenamento. De modo geral as sementes são classificadas em dois grupos segundo a tolerância à dessecação:

1. ORTODOXAS



As sementes denominadas ortodoxas apresentam alta tolerância à perda de umidade, podendo ser secas até atingirem teores de água entre 5% e 12%.

2. RECALCITRANTES



Sementes recalcitrantes demonstram baixa tolerância à dessecação; em determinadas espécies, teores de umidade inferiores a 35% podem ocasionar a morte das sementes.



O nível ideal de desidratação varia de acordo com o tipo de semente. Por isso, é importante ajustar o processo conforme cada espécie.

5.6 ARMAZENAMENTO DAS SEMENTES

Assim como mencionado anteriormente, a secagem é uma etapa fundamental após a extração e limpeza das sementes, sendo determinante para a manutenção da viabilidade em espécies tolerantes à desidratação (MEDEIROS, 2001). Esse processo requer controle rigoroso da perda de umidade, pois teores inadequados podem comprometer a qualidade fisiológica. Em níveis acima de 45 a 60% de umidade ocorre o início da germinação; entre 18 e 20%, verifica-se o aquecimento das sementes devido ao aumento da respiração; e acima de 12 a 14%, favorece-se o desenvolvimento de fungos (MEDEIROS, 2001 apud ALBRECHT, 1993). Por outro lado, valores inferiores a 8 a 9% reduzem a atividade de insetos e, entre 5 e 7%, permitem o armazenamento seguro em embalagens herméticas (MEDEIROS, 2001 apud ALBRECHT, 1993). Entretanto, abaixo do nível crítico de 5 a 7% de umidade, a continuidade da secagem não aumenta a longevidade e pode até reduzir a viabilidade, especialmente em sementes imaturas. Esse limite varia entre espécies e está relacionado ao teor de lipídios (MEDEIROS, 2001 apud ALBRECHT, 1993).

Dessa forma, as sementes tolerantes à desidratação devem ser colhidas no ponto adequado de maturação, beneficiadas e secas rapidamente até atingir aproximadamente 6% de umidade. Essa prática evita os efeitos negativos associados aos teores excessivos de água, assegurando maior longevidade durante o armazenamento (MEDEIROS, 2001).

Segundo Medeiros (2001), a embalagem também exerce papel essencial na conservação das sementes, pois além de proteger o material contra insetos e animais, permite a separação de lotes, facilita o manuseio e otimiza o espaço de armazenamento. A escolha do tipo de embalagem depende das características fisiológicas da semente, do tempo previsto de armazenamento e das condições ambientais. Quanto à permeabilidade à água, as embalagens podem ser classificadas em três tipos principais. As embalagens permeáveis permitem total troca de umidade com o ambiente e não oferecem proteção contra insetos, sendo exemplificadas por sacos de pano, papel ou plásticos perfurados. São recomendadas apenas para armazenamento de curta duração (MEDEIROS, 2001). As semi-permeáveis restringem parcialmente a passagem de vapor d'água, como os sacos plásticos de 100 a 250 micras. Essas embalagens podem ser associadas ao uso de dessecantes, como sílica gel, para evitar a reabsorção de umidade. Em

alguns casos, sementes recalcitrantes podem ser acondicionadas em sacos plásticos perfurados contendo substratos úmidos, como areia, vermiculita, palha carbonizada ou serragem úmida (MEDEIROS, 2001). As embalagens impermeáveis são totalmente herméticas e impedem a troca de vapor, destacando-se os envelopes laminados de polietileno e alumínio, latas de alumínio e frascos de vidro com vedação de borracha. Latas metálicas comuns não são indicadas, pois podem oxidar em ambientes úmidos (MEDEIROS, 2001).

O Instituto de Botânica de São Paulo (2013) recomenda que todas as embalagens contenham etiquetas internas e externas com informações essenciais, como número do lote, espécie, data de coleta e de entrada no armazenamento, peso e eventuais tratamentos químicos. Essa identificação garante a rastreabilidade e o controle de qualidade do material. Também ressalta que o armazenamento não melhora a qualidade das sementes, mas apenas reduz a taxa de deterioração. Para sementes recalcitrantes, o instituto recomenda conservar em câmaras frias e úmidas, com temperatura entre 5 e 14 °C e umidade relativa de 50 a 70%. Já as sementes ortodoxas devem ser mantidas em ambientes secos e frios, entre 10 e 15 °C e umidade relativa de 40 a 50% (BARBOSA, 2013).

Sambuichi, Mielke e Pereira (2009) trazem outras opções:

Como o armazenamento das sementes em condições de baixa temperatura e umidade relativa do ar envolve custos elevados, o mais comum é o seu armazenamento em condições ambientais sem controle de temperatura e umidade. Mesmo que estas condições não sejam controladas, alguns cuidados devem ser tomados para melhorar a manutenção da qualidade das sementes. O local escolhido para o armazenamento deve ser limpo, livre de insetos e roedores. Deve ainda ser arejado, sem infiltrações e goteiras (local seco) e sem incidência direta de luz solar. Não deve estar em contato com o chão, utilizando-se estrados de madeira ou prateleiras para organização do ambiente.

a) Em câmara seca e fria (10 a 16 °C), onde são estocadas sementes ortodoxas que apresentam tegumentos resistentes e permeabilidade restrita. As sementes devem ser embaladas em sacos plásticos lacrados que serão acondicionados em pequenos tambores de papelão rígido e opaco, para evitar a entrada de luz. Para a câmara seca, pode-se utilizar um desumidificador e um condicionador de ar, para manter a temperatura entre 15 e 21°C e a umidade relativa do ar entre 40 e 60%.

b) Em refrigerador (7 °C), onde são estocadas as sementes ortodoxas com tegumento permeável e de baixa resistência. Também é recomendado o armazenamento de sementes de algumas espécies recalcitrantes nestas condições, observando que o acondicionamento deve ser feito em sacos plásticos não lacrados e por um período máximo de aproximadamente 30 dias.

ARMAZENAMENTO DE SEMENTES

DADOS IMPORTANTES DA SECAGEM PARA O ARMAZENAMENTO DE SEMENTES

Como mencionado na etapa anterior, a secagem é uma etapa essencial após a extração e limpeza das sementes. Ela garante a manutenção da viabilidade, especialmente em espécies que toleram a desidratação.

1 ACIMA DE 12%



Durante o processo, é importante saber que:

Favorece o desenvolvimento de fungos, a semente pode começar a germinar ou ocorre aquecimento e aumento da respiração.

2 ENTRE 5-7%



É a faixa ideal para armazenamento seguro em embalagens herméticas.

LEMBRE-SE

3 ABAIXO DE 5%



Estamos falando de sementes tolerantes a desidratação, ou seja, sementes ortodoxas.

Pode reduzir a viabilidade, principalmente em sementes imaturas.

ARMAZENAMENTO DE SEMENTES

EMBALAGENS

A escolha da embalagem também influencia o sucesso do armazenamento, ela deve proteger e otimizar o espaço. O tipo depende da espécie, do tempo e do método de conservação.

Entre as mais comuns estão:

1 PERMEÁVEIS

permitem entrada de umidade e não protegem contra insetos, como sacos de pano, papel ou plástico perfurado. Indicadas apenas para curtos períodos.

2 SEMI-PERMEÁVEIS

limitam parcialmente a troca de vapor, geralmente, sacos plásticos de 100–250 μm . Podem conter sílica gel para reduzir a absorção de água.



ARMAZENAMENTO DE SEMENTES

3 IMPERMEÁVEIS

Totalmente herméticas como envelopes de alumínio ou frascos com vedação de borracha que evitam troca de vapor.

Cada embalagem deve ter etiqueta interna e externa com informações como espécie, lote, data de coleta e peso.

A armazenagem não melhora a qualidade, apenas reduz a deterioração.

SEMENTES RECALCITRANTES

Conservar em câmaras frias e úmidas, 5–14 °C e 50–70% UR.

SEMENTES ORTODOXAS

Câmaras secas e frias, 10–15 °C e 40–50% UR.

UR = UMIDADE RELATIVA



5.6.1 Monitoramento da viabilidade das sementes

É extremamente importante que as sementes armazenadas em um banco de germoplasma mantenham a capacidade de germinar até a hora de levar para o campo. Por isso, precisam apresentar alta viabilidade no início após coleta e conservá-la ao longo do tempo durante o armazenamento. Sementes com boa viabilidade inicial tendem a sobreviver por mais tempo, pois o declínio é lento no começo e acelera conforme envelhecem (RAO *et al.*, 2006). Identificar o momento em que essa queda se torna significativa permite adotar medidas para regenerar a acessão e evitar que o material se perca por deterioração excessiva.

Conforme Rao *et al.*, (2006) 3 métodos podem ser aplicados para testar viabilidade, eles devem ser escolhidos de acordo com o tamanho das sementes sejam pequenas, médias ou grandes:

1. Método de germinação sobre papel: recomendado para sementes pequenas com menos de 2 mm. As sementes são distribuídas sobre papel absorvente úmido dentro de recipientes fechados, como placas Petri, para manter a umidade. O procedimento envolve higienizar o recipiente, preparar o papel de acordo com seu tamanho, rotular corretamente a amostra e adicionar água destilada na quantidade adequada sem encharcar o papel. As sementes devem ser espalhadas sem contato umas com as outras.

Após o fechamento dos recipientes, estes são colocados em câmaras de germinação na temperatura recomendada para a espécie. A umidade do papel deve ser monitorada constantemente e repostada quando necessário. Após, é feita a contagem das sementes germinadas durante o período indicado de germinação da espécie em questão. Ao final, registra-se o número de sementes germinadas e mortas.

2. Método de germinação entre papel: ideal para sementes médias e grandes de 2 mm a 1 cm. As sementes são colocadas entre duas folhas de papel-toalha úmido, preferencialmente de material não tóxico e próprio para testes. O procedimento consiste em cortar e rotular o papel, umedecê-lo e dispor as sementes em fileiras, mantendo espaçamento adequado. As sementes são cobertas com outra folha de papel úmida, e o conjunto é enrolado suavemente, preso com cliques e colocado verticalmente em uma bandeja com um pouco de água no fundo. Os rolos são mantidos em câmaras de

germinação na temperatura apropriada segundo a espécie, com umidade monitorada durante o processo. A germinação é avaliada desenrolando o papel com cuidado e registrando o número de sementes germinadas.

3. Método de germinação em areia: é indicado para sementes grandes, acima de 1 cm, difíceis de manejar em placas Petri ou entre papel. Utiliza-se areia esterilizada e úmida em bandejas ou vasos com drenagem. Após nivelar o substrato, abrem-se cavidades espaçadas e com profundidade semelhante ao tamanho das sementes. Cada semente é colocada individualmente e coberta com areia.

As bandejas devem ser identificadas e mantidas em condições adequadas de temperatura e luz. A irrigação deve ser suave, preferencialmente por baixo, para não deslocar sementes, mas o substrato deve permanecer úmido, sem excesso de água. Após o período esperado para germinação da espécie selecionada, registra-se o número de sementes que germinaram.

Para os 3 tipos de testes, sementes de espécies que precisam de quebra de dormência devem ser submetidas a tratamentos adicionais.




TESTES DE VIABILIDADE

POR QUE FAZER TESTES DE GERMINAÇÃO?

É extremamente importante que as sementes armazenadas em um banco de germoplasma mantenham a capacidade de germinar até a hora de levar para o campo. Por isso, precisam apresentar alta viabilidade no início após coleta e conservá-la ao longo do tempo durante o armazenamento.

Identificar o momento de queda da germinação se torna significativo porque permite adotar medidas para renovar o estoque ou evitar que o material se perca por deterioração excessiva.



Existem diversos métodos para testar viabilidade, entre esses neste guia são apresentados 3 principais, escolhidos de acordo com o tamanho das sementes em questão.

COMO TESTAR?

TESTES DE VIABILIDADE

SOBRE PAPEL

Para sementes pequenas < 2 mm: as sementes são espalhadas sobre papel úmido dentro de recipientes fechados como placas Petri. Mantém-se a umidade e temperatura controladas. Ao final, conta-se germinadas e mortas.



ENTRE PAPEL

Para sementes médias a grandes de 2 mm a 1 cm: as sementes são colocadas entre folhas úmidas de papel-toalha, enroladas e mantidas verticalmente com água na base. Registra-se o número de sementes germinadas.

NA AREIA

Para sementes grandes > 1 cm: as sementes são inseridas em areia úmida e esterilizada, em cavidades individuais. A areia deve ser mantida úmida e em temperatura adequada. Registra-se o número de sementes germinadas.



5.7 GESTÃO E MANEJO DOS BANCOS DE GERMOPLASMA

Conforme Walter & Cavalcanti (2005) fazer relatórios periódicos das coletas que contenham as metodologias utilizadas, as trilhas feitas, materiais de herbário e os demais dados relevantes são importantes, assim os dados ficam compilados em um documento formal para uma possível utilização no planejamento de outras coletas futuras. Ainda, podem ser feitas compilações em forma de relatórios, os quais poderão ser divulgados posteriormente em veículos de maior difusão (WALTER & CAVALCANTI, 2005).

Além disso, o monitoramento constante da viabilidade e do estoque de sementes do banco de germoplasma é uma etapa elementar. Segundo José (2010), essa avaliação costuma ser realizada a cada dez anos, embora o intervalo possa variar conforme a espécie e as condições iniciais das amostras. Todo o processo é conduzido em conjunto com os curadores, permitindo verificar a integridade do material e identificar a necessidade de multiplicar ou regenerar os armazenados (JOSÉ, 2010).

Medeiros (2001), enfatiza que ainda que um banco de sementes não apresente as melhores condições ambientais de armazenamento, é fundamental que a viabilidade e a identidade genética das sementes sejam preservadas pelo maior período possível. Por isso, são necessários (acima de tudo) cuidados específicos, normalmente envolvendo o uso de baixas temperaturas e baixa umidade relativa do ar, considerados os principais fatores na conservação de sementes (MEDEIROS, 2001).

Da mesma forma, Medeiros (2001), aponta várias atividades a serem feitas após a criação do banco de germoplasma. Ressalta que os bancos ativos de sementes armazenam coleções que estão prontamente disponíveis para serem multiplicadas ou distribuídas conforme a demanda. Esses bancos têm como objetivo garantir a preservação dos recursos genéticos, sendo prioridade nas espécies nativas a conservação de aquelas espécies ameaçadas. Além disso, desempenham um papel essencial no suporte a pesquisas científicas, iniciativas de jardins botânicos e projetos de recuperação ambiental, como restauração de ecossistemas degradados, recomposição de matas ciliares e ações voltadas ao uso sustentável de espécies florestais (MEDEIROS, 2001).

GESTÃO E MANEJO DO BANCO

1. RELATÓRIOS DE COLETAS



Fazer relatórios de coletas que incluam metodologias, trilhas percorridas, materiais de herbário e outras informações relevantes, fazem possível registrar os dados de forma organizada para futuras coletas e divulgação científica.

2. MONITORAMENTO DE VIABILIDADE E ESTOQUE



O monitoramento da viabilidade e da quantidade de sementes é fundamental, sendo realizado de acordo com as espécies armazenadas. Esse processo permite avaliar a integridade do material e a necessidade de multiplicação ou regeneração.

3. REALIZAR PARCERIAS



Os bancos ativos armazenam coleções prontas para uso em multiplicação ou distribuição, com foco na conservação de recursos genéticos, especialmente de espécies nativas ameaçadas. Também é importante apoiar pesquisas, jardins botânicos e projetos ambientais.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

BARBOSA, L. M. Políticas públicas para a restauração ecológica e conservação da biodiversidade. São Paulo, Instituto de Botânica - SMA, p. 147-148, 2013.

GALVÃO, A. P. M; MEDEIROS, M. C. S. A restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural. Colombo : Embrapa Florestas , 2002 .

MEDEIROS, A. Armazenamento de sementes de espécies florestais nativas. Embrapa Florestas, (Embrapa Florestas. Documentos, 66) - 24 p. , 2001.

MORAES, L. F. D.; ASSUMPCÃO, J. M.; PEREIRA, T. S.; LUCHIARI, C. Manual técnico para a restauração de áreas degradadas no Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.

RAO, N. K.; HANSON, J.; DULLOO, M. E.; GHOSH, K.; NOWELL, D.; LARINDE, M. Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma. Manuales para Bancos de Germoplasma, n. 8. Roma: IPGRI, FAO, 2006.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (org.). Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009.

SAMBUICHI, R.H.R., MIELKE, M.S., and PEREIRA, C.E., org. Nossas árvores: conservação, uso e manejo de árvores nativas no sul da Bahia [online]. Ilhéus, BA: Editus, 2009.

WALTER, B.M.T; CAVALCANTI, T. B. Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal. Embrapa. Recursos Genéticos e Biotecnologia - Cap. 5 p 180. 2005.

6. CONCLUSÕES

Os bancos de germoplasma representam uma das estratégias mais acessíveis para garantir a preservação da diversidade genética das espécies vegetais, especialmente em um cenário de crescente perda de habitats e fragmentação ambiental como o da FES. Por isso, a manutenção de coleções ativas com processos aprimorados como a coleta, bons registros, monitoramento e regeneração de materiais asseguram que os recursos genéticos permaneçam disponíveis e em boas condições ao longo do tempo. Cada uma destas etapas contribui para a conservação das espécies e para a segurança de longo prazo desses recursos.

Os bancos também são feitos para apoiar ações de conservação e recuperação ambiental, provendo sementes de qualidade em projetos de restauração ecológica, recomposição de matas ciliares, enriquecimento florestal e programas de preservação de espécies ameaçadas. Além disso, servem como base para pesquisas científicas, melhoramento genético e iniciativas de manejo sustentável, fortalecendo a resiliência dos ecossistemas frente às mudanças climáticas. Assim, os bancos de germoplasma ampliam as possibilidades de uso responsável e estratégico dos recursos naturais e guias práticos e completos sobre o funcionamento dos bancos de germoplasma tornam-se essenciais para padronizar os procedimentos, orientar e qualificar cada etapa do trabalho.

Por esses motivos, este guia pode servir como referência para a formação de novos coletores, e para o desenvolvimento de protocolos adaptados às realidades locais de cada instituição ou projeto. Espera-se que o guia seja disponibilizado em repositórios institucionais, compartilhado com viveiros, herbários, bancos de germoplasma, empresas de consultoria e órgãos ambientais. Assim como, serão disponibilizados formulários digitais para sugestões metodológicas, dificuldades encontradas e propostas de inclusão de novas práticas. Isso e revisões periódicas do conteúdo, assegurando sua atualização e aperfeiçoamento constante com base nas experiências reais dos usuários. Desse modo, o guia se mantém como um instrumento dinâmico, capaz de responder às demandas emergentes da conservação *ex situ* e de fortalecer práticas cada vez mais qualificadas e alinhadas à preservação.



Acesse ao guia!

Senha: guia2026OL

REFERÊNCIAS

ACADIA, S. **Knowledge translation and ethics in public and population health from a knowledge management perspective**, Ethics, Medicine and Public Health, Volume 2, Issue 2. Pages 302-309, ISSN 2352-5525, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jemep.2016.04.012>.

ALLARD, R. W. Principles of Plant Breeding. 2. ed. New York: Wiley, 1999.

BALMFORD, A.; BRUNER, A.; COOPER, P.; COSTANZA, R.; FARBER, S.; GREEN, R. E.; JENKINS, M.; JEFFERISS, P.; JESSAMY, V.; MADDEN, J.; MUNRO, K.; MYERS, N.; NAIDOO, R.; PAAVOLA, J.; RAYMENT, M.; ROSENDO, S.; ROUGHGARDEN, J.; TRUMPER, K.; TURNER, R. K. **Economic reasons for conserving wild nature**. Science, v. 297, n. 5583, p. 950-953, 2002. DOI: 10.1126/science.1073947.

BARBOSA, L. M. **Políticas públicas para a restauração ecológica e conservação da biodiversidade**. São Paulo, Instituto de Botânica - SMA, p. 147-148, 2013.

BARNOSKY, A. D.; MICHALSKI, R. A.; WILSON, P. W.; LAMB, A. S.; BRADLEY, R. S.; PAYNE, J. L.; RAYMOND, W. J.; GIBBS, W. W.; ROGERS, D.; PETERS, A. S.; FALK, S. L.; FORSYTH, D. D.; WINKLER, R. L. **Has the Earth's sixth mass extinction already arrived?** Nature, v. 471, n. 7336, p. 51-57, 2011. DOI: 10.1038/nature09678.

BRASIL. **Decreto nº 4.339, de 22 de agosto de 2002**. Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 23 ago. 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4339.htm. Acesso em: 26 fev. 2025.

BRASIL. **Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015**. Dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 21 maio 2015.

BRASIL. **Decreto nº 8.772, de 11 de maio de 2016**. Regulamenta a Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015, que dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético e ao conhecimento tradicional associado. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 12 maio 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 17, de 26 de abril de 2017**. Estabelece normas para produção, comercialização e utilização de sementes e mudas de espécies florestais. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 27 abr. 2017.

BRASIL. Decreto nº 10.586, de 18 de dezembro de 2020. Regulamenta a Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudas. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 21 dez. 2020.

CHAPIN, F. S.; ZAVALA, E. S.; EVINER, V. T.; NAYLOR, R. L.; HOGG, E. H.; HOLECHEK, J. L.; GIBBONS, J. W.; LUCHI, S. C.; WILLIAMS, C. M.; RICE, C. L. **Consequences of changing biodiversity**. Nature, v. 405, n. 6783, p. 234-242, 2000. DOI: 10.1038/35012241.

CRUZ, R. **Projeto (parte da avaliação da disciplina de Projetos em Ciências Rurais – Curso de Graduação em Ciências Rurais)** – Universidade Federal de Santa Catarina campus Curitibanos, 2012

DONATO, H; DONATO, M. **Stages for undertaking a systematic review**. Acta Medica Portuguesa, [S.l.], v. 32, n. 3, p. 227-235, 29 mar. 2019. Disponível em: <https://www.actamedicaportuguesa.com/revista/index.php/amp/article/view/11923>

ENGELMANN, F. **Genetic resources and biotechnology in the conservation of endangered plants**. Biotechnology in Agriculture and Forestry, v. 68, p. 185-196, 2011.

FAHRIG, L. **Effects of habitat fragmentation on biodiversity**. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, v. 34, p. 487-515, 2003.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations. Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture**. Rome: FAO, 2014. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i3704e/i3704e.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2025.

FAO. **Guía práctica para la aplicación de las normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura: Conservación en bancos de germoplasma de campo**. Comissão de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cc0023es>. Acesso em: 5 mar. 2025.

FAO. **The Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010.

FERRAZ, K. M. P. M. B.; NOGUEIRA, S. L. G.; METZGER, J. P.; COLLI, G. R. **The effects of landscape structure on the persistence of species in fragmented habitats**. Ecology, v. 88, n. 7, p. 1931-1937, 2007. DOI: 10.1890/06-0922.1.

FOLEY, J. A.; DEFRIES, R.; ASNER, G. P.; BARFORD, C.; BONAN, G.; CARPENTER, S. R.; CHAPIN, F. S.; COE, M. T.; DAILY, G. C.; GIBBS, H. K.; HELKOWSKI, J. H.; HOLLOWAY, T.; HOWARD, E. A.; KUCHARIK, C. J.;

MONFREDA, C.; PATZ, J. A.; PRENTICE, I. C.; RAMANKUTTY, N.; SNYDER, P. K. **Global consequences of land use**. *Science*, v. 309, n. 5734, p. 570–574, 2005. DOI: 10.1126/science.1111772.

GALVÃO, A. P. M.; MEDEIROS, M. C. S. **A restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural**. Colombo : Embrapa Florestas , 2002 .
GARDNER, T. A.; BARLOW, J.; CHAZDON, R.; EWERS, R. M.; HARVEY, C. A.; PERES, C. A.; SODHI, N. S. **Prospects for biodiversity conservation in tropical agricultural landscapes**. *Conservation Letters*, v. 2, n. 1, p. 3-11, 2009. DOI: 10.1111/j.1755-263X.2008.00039.x.

GONZÁLEZ-BENITO, M. E.; PÉREZ, C.; MARTÍNEZ, J.; CRUZ, C.; DÍAZ, T. **Cryopreservation of plant genetic resources**. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, v. 53, n. 1, p. 1-16, 2017. DOI: 10.1007/s11627-016-9793-3.

GOVERNO DO BRASIL. **Estratégias de adaptação às mudanças do clima dos sistemas agropecuários brasileiros**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/planoabc-abcmais/publicacoes/estrategias-de-adaptacao-as-mudancas-do-clima-dos-sistemas-agropecuarios-brasileiros.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2025.

GRAHAM ID, LOGAN J, HARRISON MB, STRAUS SE, TETROE J, CASWELL W, ROBINSON N. **“Lost in knowledge translation: time for a map?”** *Journal of Continuing Education in the Health Professions*. 2006;26(1):13–24.

GROOMBRIDGE, B.; MERRIWEATHER, D. **The biodiversity crisis: losing what matters**. *Bioscience*, v. 50, n. 10, p. 859-862, 2000. DOI: 10.1641/0006-3568(2000)050[0859:TBC].

GUTIÉRREZ CARO, B.; KOCH Z., L. **Conservación de germoplasma ex situ: protocolos y estrategias para la mantención de un banco in vitro**. *Ciencia & Investigación Forestal*, v. 21, n. 1, p. 69–82, 2015. DOI: 10.52904/0718-4646.2015.433.

HOOD, C.; SMITH, J.; TURNER, K.; REYNOLDS, P.; DAVIS, L. **Ex situ conservation: a useful tool for safeguarding biodiversity**. *Biodiversity Conservation*, v. 20, n. 4, p. 141-153, 2011. DOI: 10.1007/s10531-010-9976-7.

HOOGEVEEN, Y.; LEWIS, M.; RAMAKRISHNAN, P.; SHARMA, N.; SINGH, K.; TAI, H. Y.; WILLIAMS, L.; ZHANG, R. **Biodiversity and ecosystem services in a changing world**. *Biodiversity and Conservation*, v. 29, p. 1-17, 2020. DOI: 10.1007/s10531-020-02013-1.

IAPAR/EMATER. **Atlas climático do Paraná: chuvas e temperaturas**. Londrina: IAPAR/EMATER, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2012. 271p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contas de ecossistemas: espécies ameaçadas de extinção no Brasil**. 2022. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br>. Acesso em: 5 mar. 2025.

IBPGR. **Elsevier's dictionary of plant genetic resources**. Roma: International Board for Plant Resources, 1991.

INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION (IFC). **Conservação da Biodiversidade e Gestão Sustentável de Recursos**. 2019. Disponível em: <https://www.ifc.org/content/dam/ifc/doc/2010/20190627-ifc-ps-guidance-note-6-pt.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2025.

IPBES. **Global assessment report on biodiversity and ecosystem services**. 2019. Disponível em: <https://ipbes.net/global-assessment>. Acesso em: 5 mar. 2025.

JARDIM, E.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; GASCON, C. **Landscape connectivity and biodiversity: insights from a tropical forest fragmentation study**. *Ecology Letters*, v. 14, n. 7, p. 746-758, 2011. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2011.01632.x.

JOSÉ, S. C. B. R. **Conservação ex situ de recursos genéticos**. 2019. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1113845/1/Conservacaoexsitu.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2025.

JOSÉ, S. C. B. R. **Manual de curadores de germoplasma – Vegetal: Conservação ex situ (Colbase – Sementes)**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/910423/1/doc317.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2025.

LIU, U.; COSSU, T. A.; DAVIES, R. M.; FOREST, F.; DICKIE, J. B. **Capturing, protecting and restoring plant diversity in the UK: RBG Kew's Millennium Seed Bank Partnership**. *Plants, People, Planet*, v. 1, n. 6, p. 515-529, 2019. DOI: 10.1002/ppp3.39.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v. 2 368 p.

MEDEIROS, A. **Armazenamento de sementes de espécies florestais nativas**. Embrapa Florestas, (Embrapa Florestas. Documentos, 66) - 24 p. , 2001.

MEDEIROS, R. **Desafios à gestão sustentável da biodiversidade no Brasil**. Revista Floresta e Ambiente, v. 13, n. 2, p. 1-10, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/loram/a/F9H7Yn5qKJky3ZsPV8rJFkL/?lang=pt>. Acesso em: 26 fev. 2025.

MEYER, R. S.; LEVINS, C.; MCKAY, J. K. **Advances in applying genomics to plant conservation**. Conservation Genetics, v. 14, p. 57-73, 2013.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). **Ecosystems and human well-being: synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.353.aspx.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2025.

MITTERMEIER, R. A.; GIL, P. R.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C. G.; LAMOREUX, J.; FONSECA, G. A. B. **Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities**. Conservation Biology, v. 12, n. 3, p. 516-520, 1997. DOI: 10.1046/j.1523-1739.1998.012003516.x.

MORAES, L. F. D.; ASSUMPÇÃO, J. M.; PEREIRA, T. S.; LUCHIARI, C. **Manual técnico para a restauração de áreas degradadas no Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. Nature, v. 403, p. 853-858, 2000. DOI: 10.1038/35002501. Disponível em: https://sdmmp.com/upload/SDMMP_Repository/0/038n1thz2kcdwfpqs7jy6mrvq4xb59.pdf. Acesso em: 5 mar. 2025.

MYERS, N. **Threatened biotas: "hot spots" in tropical forests**. Environmentalist, v. 8, n. 4, p. 187-200, 1988. DOI: 10.1007/BF02240252.

NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S.de; VALADARES-INGLIS, M.C.,ed. **Recursos genéticos e melhoramento-plantas**. Rondonopolis: Fundacao MT, 2001.

PAIVA, J. R. **Conservação ex situ de recursos genéticos de plantas na região tropical úmida**. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/nm75scXbT6L9n9srZ5NCddt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 5 mar. 2025.

PRIMACK, Richard B. **A ciência da conservação**. Londrina: Planta, 2004.

RAO, N. K.; HANSON, J.; DULLOO, M. E.; GHOSH, K.; NOWELL, D.; LARINDE, M. **Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma**. Manuales para Bancos de Germoplasma, n. 8. Roma: IPGRI, FAO, 2006.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. **The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed?** *Biological Conservation*, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009. DOI: 10.1016/j.biocon.2009.02.021.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (org.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009.

SAMBUICHI, R.H.R., MIELKE, M.S., and PEREIRA, C.E., org. **Nossas árvores: conservação, uso e manejo de árvores nativas no sul da Bahia** [online]. Ilhéus, BA: Editus, 2009.

SANTOS, R. S.; SILVA, J. A.; OLIVEIRA, M. F. **Bancos e coleções de germoplasma da Embrapa: conservação e uso**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1124923/1/doc-371-Final-.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2025.

SMITH, R. D.; SMITH, M. T. (Eds.). *Seed Conservation: Turning Science Into Practice*. Richmond: Kew Publishing, 2014.

SOARES-FILHO, B.; RAJÃO, R.; MACEDO, M.; CARNEIRO, A.; COSTA, W.; COE, M.; RODRIGUES, H.; ALENCAR, A. **The role of protected areas in biodiversity conservation: a global overview**. *Conservation Biology*, v. 24, n. 2, p. 560-572, 2010. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2010.01474.x.

SOUZA, A.; SAMMARCO, Y; TEIXEIRA, T. **Guia de identificação da vegetação natural da Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré – Jahu/SP**, Instituto Pró-Terr., 40p., 201.

STRAUS SE, TETROE J, GRAHAM I. **Defining knowledge translation**. *CMAJ*. 2009 Aug 4;181(3-4):165-8. doi: 10.1503/cmaj.081229. Epub 2009 Jul 20. PMID: 19620273; PMCID: PMC2717660.

TEBTEBBA. **The role of indigenous knowledge in biodiversity conservation**. *Indigenous Knowledge and Development*, v. 1, n. 1, p. 15-25, 2004.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R. & LIMA, J. C. A. 1991. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.

VANHALA, T.; SMITH, J.; ROBINSON, P.; JONES, M. **DNA-based conservation of genetic diversity**. *Genetica*, v. 149, n. 3, p. 319-326, 2021. DOI: 10.1007/s10709-021-00130-7.

VAN VUUREN, B.; ANDERSON, R.; THOMPSON, C.; WILSON, J.; PETERSEN, M. **Challenges in ex situ conservation of biodiversity**. *Global Environmental Change*, v. 34, p. 32-45, 2015. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2015.06.005.

WAMBUGU, P.W.; NYAMONGO, D.O.; KIRWA, E.C. **Role of Seed Banks in Supporting Ecosystem and Biodiversity Conservation and Restoration**. *Diversity* 2023, 15, 896. <https://doi.org/10.3390/d15080896>

WALTER, B.M.T; CAVALCANTI, T. B. **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal**. *Embrapa*. Recursos Genéticos e Biotecnologia - Cap. 5 p 180. 2005.

WESTENGEN, O. T.; JEPPSON, S.; GUARINO, L. **Global Ex-Situ Crop Diversity Conservation and the Svalbard Global Seed Vault: Assessing the Current Status**. *PLOS ONE*, v. 8, n. 5, e64146, 2013. DOI: 10.1371/journal.pone.0064146.

WESTENGEN, O. T.; LUSTY, C.; YAZBEK, M.; AMRI, A.; ASDAL, Å. **Safeguarding a global seed heritage from Syria to Svalbard**. *Nature Plants*, v. 6, p. 1311–1317, 2020. DOI: 10.1038/s41477-020-00791-1.