

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE CURITIBANOS
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E FLORESTAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Marcelo da Silva Irmão

**Tamanho de parcela no monitoramento da restauração florestal em dois fragmentos de
Floresta Ombrófila Mista no município de Abelardo Luz - SC**

Curitibanos, SC

2025

Marcelo da Silva Irmão

**Tamanho de parcela no monitoramento da restauração florestal em dois fragmentos de
Floresta Ombrófila Mista no município de Abelardo Luz - SC**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal pelo Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina.
Orientador: Prof^o. Dr^o. Mauricio Sedrez dos Reis.

Curitibanos, SC

2025

Irmão, Marcelo da Silva

Tamanho de parcela no monitoramento da restauração florestal em dois fragmentos de Floresta Ombrófila Mista no município de Abelardo Luz - SC / Marcelo da Silva

Irmão, Marcelo da Silva / Irmão, Marcelo da Silva, 2025.

41 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, Graduação em Engenharia Florestal, Curitibanos, 2025.

Inclui referências.

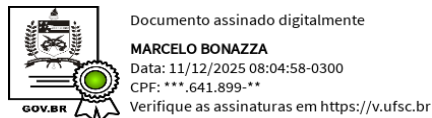
1. Engenharia Florestal. 2. Restauração Florestal. 3. Floresta Nativa. 4. Monitoramento da Restauração. 5. Suficiência Amostral. I. dos Reis, Maurício Sedrez. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Florestal. III. Título.

Marcelo da Silva Irmão

Tamanho de parcela no monitoramento da restauração florestal em dois fragmentos de Floresta Ombrófila Mista no município de Abelardo Luz - SC

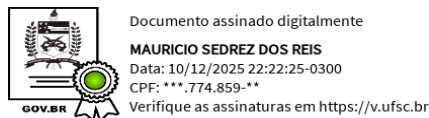
Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Engenharia Florestal” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Florestal

Curitiba, 26 de novembro de 2025.



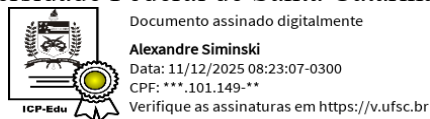
Prof. Dr. Marcelo Bonazza
Coordenador (a) do Curso

Banca Examinadora:



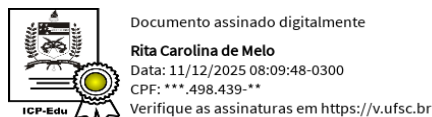
Prof. Dr. Mauricio Sedrez dos Reis
Orientador (a)

Universidade Federal de Santa Catarina



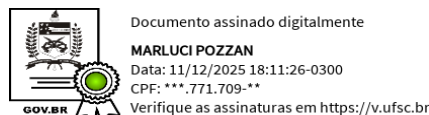
Prof. Dr. Alexandre Siminski
Avaliador (a)

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Dr. Rita Carolina de Melo
Avaliador (a)

Universidade Federal de Santa Catarina



Eng. Flor. Marluci Pozzan
Avaliador (a)

Associação de Preservação do Meio Ambiente e da Vida

Dedico este trabalho aos que apaixonadamente se encantam pela floresta e pela ciência que a
estuda.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Sebastião e Glaucia, pela oportunidade de contemplar em todas as formas de vida o Ser que se apresenta e se oculta, em especial nas árvores e nas florestas. Agradeço aos meus irmãos Rafael, Tamara e Vera, pelas conversas maduras e pelas inúmeras oportunidades de rir e chorar em companhia fraterna.

Agradeço aos meus amigos e amigas, a segunda família com quem pude colorir de paixão esta jornada. Compartilhar o espetáculo da vida com vocês é um privilégio e uma hemorragia de prazer. À Letícia, Renan, Erick e Lamoni, por mais de uma década de amizade e carinho; ao Daniel, pelo brio e pela parceria implacável; ao Natan e William Matheus, pelos *insights* filosóficos; à Sarah Kormann, pelas risadas, pelas conversas difíceis e pelo “jeitinho dela”; ao Everton, pelas conversas profundas na madrugada, pelos risos e lágrimas, pelos abraços; ao Vinicius Bernardo, pela amizade de infância desenvolvida em dois anos; à Viviane e Barbara Sofia, por sua empatia inigualável; à Isabelle, Juliana Calfas e Juliana Dias, pelos papinhos de almoço e pelas risadas frouxas; ao Samuel, por seu bom coração; ao Luiz Milione e Samira, por tomarem de assalto o meu último semestre e subitamente torná-lo fantástico. Por fim, com a piedade de uma folha que cai no outono, agradeço àqueles e àquelas que, por qualquer motivo, já não fazem mais parte da minha vida, mas que tiveram enorme importância em dado momento. Entre eles e elas, destaco aqui o Victor Rangel.

Agradeço aos mestres-gigantes nos ombros dos quais pude me apoiar: professor Jonas Otávio Bilda, pelos inúmeros convites à reflexão, pelas horas de escuta, pela sensibilidade e amizade; professora Karine Louise dos Santos, pela iniciação à vida acadêmica; professora Adriana Terumi Itako, por me permitir descobrir o prazer da extensão universitária; professor Vinicius Costa Cysneiros, por sua indispensável ajuda na identificação das coletas botânicas; e, naturalmente, ao professor Maurício Sedrez dos Reis, por acreditar em mim como orientado, por confiar no meu trabalho ao ponto de me permitir desenvolvê-lo com liberdade e pelas horas de diálogo humano no Café Cenário.

Agradeço ao grupo NESBIO, pelos encontros e pelos lanchinhos. Agradeço à APREMAVI, pela oportunidade de crescimento profissional e pelos bons momentos, especialmente ao lado da Carolina Schäffer e da Edilaine Dick. Por fim, agradeço aos atores e atrizes invisíveis que permitiram a realização deste trabalho: técnicos, tias da limpeza, tias do restaurante universitário e motoristas.

“O começo da cultura e do esforço para emergir da imediatez da vida substancial deve consistir sempre em adquirir conhecimentos de princípios e pontos de vista universais”.

Georg Hegel, no prefácio à Fenomenologia do Espírito.

RESUMO

No cenário da restauração florestal, a Mata Atlântica assume protagonismo global não apenas por ser um *hotspot* de biodiversidade, mas por sua função estratégica na segurança hídrica e climática das regiões mais populosas do Brasil. Devido ao seu alto grau de fragmentação e histórico de degradação, o bioma tornou-se o berço de iniciativas de governança pioneiras, sendo a principal delas o Pacto pela Restauração da Mata Atlântica. Criado em 2009, este movimento multissetorial atua como a espinha dorsal da restauração no país, articulando ONGs, governos, empresas e centros de pesquisa em torno da meta de restaurar 15 milhões de hectares até 2050. O Pacto estabelece padrões técnicos e científicos que profissionalizaram o setor. Neste contexto, o monitoramento da restauração emerge como ferramenta indispensável de validação. Entre as convenções e padrões estabelecidos pelo Pacto, está o do tamanho de parcela de 100 m² para o monitoramento da restauração florestal. O presente estudo almejou investigar a suficiência amostral de diferentes tamanhos de parcelas estabelecidas em duas áreas de um projeto de restauração na Floresta Ombrófila Mista de Abelardo Luz – SC. Para avaliar a relação entre a variância e o tamanho da área amostrada, utilizou-se o Método das Parcelas Adjacentes. A partir de unidades básicas de 10m², foram simulados diferentes tamanhos de parcela (10, 20, 30,..., 100 m²) através do agrupamento espacial de sub-parcelas contíguas, seguindo o arranjo físico de campo. As variáveis mensuradas foram a abundância e a riqueza de espécies nas áreas de restauração Maria Silverston e Volta Grande. A observação gráfica do Coeficiente de Variação e do Erro Amostral Relativo permitiu identificar pontos de assíntota na distribuição dos estimadores, em formato de J-invertido para as variáveis nas duas áreas. O Índice de Heterogeneidade de Smith (*b*) forneceu a explicação ecológica para as diferenças estatísticas entre as áreas. O método de simulação de Monte Carlo permitiu evitar o viés da ordem de amostragem dos diferentes tamanhos de parcela, fornecendo uma métrica para calcular o ganho marginal de precisão. Com isso, concluiu-se que a metodologia empregada foi sensível às diferentes áreas onde as variáveis foram mensuradas, fornecendo base para a conclusão sobre tamanho mínimo de parcela. Parcelas de 60 m² apresentam suficiência amostral, permitindo uma redução potencial de 24% na área total amostrada em Maria Silverston, e 27,14% em Volta Grande.

Palavras-chave: Mata Atlântica. Floresta de Araucária. Regeneração. Suficiência Amostral.

ABSTRACT

In the context of forest restoration, the Atlantic Forest takes on global prominence not only as a biodiversity hotspot, but also for its strategic role in the water and climate security of Brazil's most populated regions. Due to its high degree of fragmentation and history of degradation, the biome has become the cradle of pioneering governance initiatives, the main one being the Pact for the Restoration of the Atlantic Forest. Created in 2009, this multi-sectoral movement acts as the backbone of restoration in the country, bringing together NGOs, governments, companies, and research centers around the goal of restoring 15 million hectares by 2050. The Pact establishes technical and scientific standards that have professionalized the sector. In this context, monitoring restoration emerges as an indispensable validation tool. Among the conventions and standards established by the Pact is the 100 m² plot size for monitoring forest restoration. This study aimed to investigate the sampling sufficiency of different plot sizes established in two areas of a restoration project in the Mixed Ombrophilous Forest of Abelardo Luz – SC. To evaluate the relationship between variance and the size of the sampled area, the Adjacent Plots Method was used. Starting from basic units of 10 m², different plot sizes (10, 20, 30,..., 100 m²) were simulated through the spatial grouping of contiguous subplots, following the physical field arrangement. The measured variables were the abundance and richness of species in the Maria Silverston and Volta Grande restoration areas. The graphical observation of the Coefficient of Variation and the Relative Sampling Error allowed the identification of asymptote points in the distribution of the estimators, in an inverted-J shape for the variables in both areas. Smith's Heterogeneity Index (b) provided the ecological explanation for the statistical differences between the areas. The Monte Carlo simulation method allowed us to avoid sampling order bias from different plot sizes, providing a metric to calculate the marginal gain in precision. Therefore, it was concluded that the methodology employed was sensitive to the different areas where the variables were measured, providing a basis for the conclusion regarding the minimum plot size. Plots of 60 m² show sufficient sampling capacity, allowing a potential reduction of 24% in the total area sampled in Maria Silverston, and 27.14% in Volta Grande. **Keywords:** Atlantic Forest. Araucaria Forest. Regeneration. Sufficient Sampling.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. A - Visualização fisionômica da sucessão florestal. B – Modelo determinístico de Clements. C – Paradigma moderno de sucessão estocástica.....	20
Figura 2. Formato de parcela proposto no Pacto.	21
Figura 3. A relação espécie-área para um habitat contíguo, conforme modelo de Arrhenius	22
Figura 4. Localização da área de restauração no assentamento Maria Silverston, em Abelardo Luz – SC	25
Figura 5. Localização da área de restauração no assentamento Volta Grande, em Abelardo Luz – SC	25
Figura 6. Parcela de 100 m ² fracionada em 10 parcelas de 10 m ² cada, a partir do Pacto (2013) e conforme a proposta de Levin (1992).....	26
Figura 7. Possíveis formatos das subparcelas conforme a área e o número <i>n</i> de combinações possíveis.....	27
Figura 8. Distribuição do Coeficiente de Variação para as variáveis Abundância e Riqueza nos tamanhos de parcela de 10 a 100 m ² nas duas áreas amostradas em Abelardo Luz – SC.	31
Figura 9. Distribuição do Erro Amostral Relativo para as variáveis Abundância e Riqueza nos tamanhos de parcela de 10 a 100 m ² nas duas áreas amostradas em Abelardo Luz – SC	32
Figura 10. Área de samambaia no interior da reserva Volta Grande, com os pontos das parcelas amostradas.	33
Figura 11. Regressão linear da heterogeneidade espacial para as variáveis Riqueza e Abundância nas duas áreas amostradas em Abelardo Luz – SC	34
Figura 12. Curva de acumulação de espécies nas duas áreas amostradas em Abelardo Luz – SC	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Quantidade de parcela conforme o protocolo de monitoramento do Pacto, 2013. * limitado a um número máximo de 50 parcelas, independentemente da área do projeto.	21
Tabela 2. Combinações de subparcelas usadas para cada área de 10 a 100 m ²	27
Tabela 3. Índices de Heterogeneidade Ambiental para as variáveis Riqueza e Abundância nas duas áreas amostradas em Abelardo Luz – SC, conforme Smith, 1938.	35
Tabela 4. Incremento marginal da riqueza de espécies para a área Maria Silverston, Abelardo Luz – SC	37
Tabela 5. Número exigido de parcelas de 60 m ² considerando como erro admissível o EAR encontrado com parcelas de 100 m ²	37
Tabela 6. Número exigido de parcelas de 60 e 100 m ² considerando 20% como erro admissível máximo para a área Volta Grande	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APREMAVI Associação de Preservação do Meio Ambiente e da Vida

CV Coeficiente de Variação

EAR Erro Amostral Relativo

FOM Floresta Ombrófila Mista

ODS Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

PACTO Pacto pela Restauração da Mata Atlântica

SAR *Species-Area Relationship*

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
2.	OBJETIVOS	17
2.1	Objetivo Geral.....	17
2.2	Objetivos Específicos.....	17
3.	REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1	A FLORESTA OMBRÓFILA MISTA E A DEMANDA POR RESTAURAÇÃO	18
3.2	O MONITORAMENTO DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL	19
3.3	PADRÃO E ESCALA: O PROBLEMA CENTRAL DA ECOLOGIA.....	22
4.	METODOLOGIA	24
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO	24
4.2	COLETA DE DADOS.....	26
4.3	ANÁLISE DE DADOS	28
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1	ESTIMADORES CV E EAR.....	31
5.2	HETEROGENEIDADE DE SMITH	34
5.3	CURVA DE ACUMULAÇÃO DE ESPÉCIES	35
5.4	Quantidade de parcelas	37
6.	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS	41

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica está entre as maiores formações florestais do mundo, tendo atingido uma extensão original de 1,3 milhão km² e cuja riqueza de espécies e nível de ameaça a configuram como um *hotspot* da biodiversidade global (Myers *et al.*, 2000; Cardoso, 2016). A exploração do território atlântico é marca registrada de todos os ciclos econômicos do Brasil, desde sua formação no século XVI até a segunda metade do século XX, expondo diversas espécies à ameaça de extinção, sobretudo vegetais, como Pau-brasil (*Paubrasilia echinata* (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis, Fabaceae), Imbuia (*Ocotea porosa* (Nees & Martius) Barroso, Lauraceae), Araucaria (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, Araucariaceae), Jussara (*Euterpe edulis* Martius, Arecaceae) entre outras (Cardoso, 2016).

Em Santa Catarina, uma das formações florestais mais exploradas tem sido a Floresta Ombrófila Mista (FOM), pela presença do pinheiro-brasileiro (Carvalho, 2010). A FOM é uma ecorregião do Bioma Mata Atlântica que se distribui por todo o Planalto Sul-brasileiro e em algumas zonas de altitude da região Sudeste, tendo atingido originalmente 200.000 km² (Fritzsos, Mantovani e Wrege, 2021). No entanto, o monitoramento via satélite tem revelado que a exploração madeireira desenfreada durante o século XX reduziu a FOM a apenas 4,34% da sua distribuição original (Zorek *et al.*, 2021).

Com isso, em 2017, o Brasil estabeleceu o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa, que visa recuperar formações florestais e não florestais nativas, além de “impulsionar a regularização ambiental das propriedades rurais brasileiras (...) em área total de, no mínimo, doze milhões de hectares, até 31 de dezembro de 2030” (Brasil, 2017 e 2024). Apesar da lei recente, a necessidade de restauração dos ecossistemas florestais brasileiros tem motivado diversas organizações da sociedade civil há décadas, de modo que a restauração em si é mais antiga que sua definição científica moderna (Brançalion, Gandolfi & Rodrigues, 2015). Essa necessidade diz respeito aos serviços ecossistêmicos dos quais a humanidade depende enquanto organismo biológico.

Entre as partes fundamentais de um projeto de restauração florestal, está o monitoramento, que visa acompanhar a trajetória ecológica que a floresta está percorrendo para definir o sucesso do projeto ou a necessidade de manejos corretivos baseados no fenômeno da sucessão florestal (Gandolfi, 2007; PACTO, 2013; Nahssen *et al.*, 2022). Neste sentido, em 2009, uma articulação entre instituições públicas, organizações não governamentais, empresas, proprietários rurais, comunidade científica, governos deu origem ao Pacto Pela Restauração da Mata Atlântica, com atuação subnacional focada

exclusivamente no bioma (Chazdon *et al.*, 2022). O pacto, naquilo que convencionou chamar de “caixa de ferramentas do Pacto”, estabeleceu um protocolo de monitoramento para programas e projetos de restauração florestal na Mata Atlântica, onde apresenta uma estrutura hierárquica de princípios, critérios e indicadores para nortear o monitoramento (PACTO, 2013; PACTO 2024). Entre eles, destaca-se o princípio ecológico, que estabelece a estrutura e a composição de espécies como indicadores-chave para o monitoramento. Ao focar nesses atributos, o princípio permite aferir se a trajetória sucessional está ocorrendo conforme o esperado, fornecendo os dados quantitativos necessários para a avaliação da riqueza e abundância da área (PACTO, 2013).

Assim, este trabalho pretende avaliar e comparar a eficiência da amostragem de diferentes tamanhos de parcela, entre 10 e 100 m², para concluir se a amostragem pode ser suficiente com parcelas menores do que 100 m².

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a suficiência amostral de diferentes tamanhos de parcela para determinar se é possível reduzir o esforço de campo no monitoramento da restauração florestal sem perda significativa de precisão nos indicadores de riqueza e abundância.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Acompanhar a aplicação do protocolo de monitoramento do Pacto em área de restauração no município de Abelardo Luz – SC;
- Analisar diferentes tamanhos de parcela com diferentes estimadores estatísticos de variáveis ecológicas;
- Inferir se é possível reduzir o tamanho de parcela mantendo semelhante representatividade com as variáveis mensuradas.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A FLORESTA OMBRÓFILA MISTA E A DEMANDA POR RESTAURAÇÃO

A Floresta Ombrófila Mista (FOM) é uma ecorregião inserida no bioma Mata Atlântica cuja principal característica fitossociológica é a marcante presença do Pinheiro-Brasileiro, *Araucaria angustifolia* (Bertol.), associado a diversas espécies arbóreas angiospérmicas distribuídas, sobretudo, entre as famílias Myrtaceae e Lauraceae, entre outras (Wosiacki *et al.*, 2010; Zanella *et al.*, 2022). A FOM está presente no Sul e Sudeste do Brasil, associada a altas altitudes e clima *Cfb* (Souza *et al.*, 2021). A elevada altitude leva ao fenômeno das chuvas orográficas, o que influencia negativamente na formação de biomassa vegetal e, com isso, a rusticidade da Araucária é favorecida em detrimento de espécies latifoliadas tropicais e equatoriais (Souza *et al.*, 2021), levando a FOM a atingir originalmente uma extensão total de 200.000 km² (Souza *et al.*, 2005; Nodari, Carvalho & Zarth, 2018; Fiegenbaum, 2021), com considerável endemismo vegetal (Cunha, Cruz & Fonseca, 2019).

Contudo, a partir do século XX, o potencial madeireiro da FOM foi explorado em larga escala e de forma desenfreada, tornando espécies como Araucária e Imbuia alvos de exportação para suprir demandas de fora de seu ecossistema (Carvalho, 2010). Após o esaurimento da floresta, espécies exóticas foram inseridas no ecossistema e a exploração madeireira de espécies ameaçadas no bioma Mata Atlântica foi legalmente suspensa (Brasil, 2001). Em função dessa exploração predatória, todavia, a FOM ocupa atualmente apenas 4,34% de seu território original (Zorek *et al.*, 2021). Em Santa Catarina, dados de Vibrans e colaboradores (2012) apontam que a FOM está restrita a fragmentos de até 50 ha, que juntos representam 82% do total dos fragmentos. As alterações em larga escala no uso do solo são a principal causa de fragmentação da FOM, transformando a paisagem originalmente florestal em mosaicos de agricultura, silvicultura e pastagem (Carvalho, 2010; Ribeiro, 2022). Com isso, cerca de 5,3% do total de espécies arbóreas da FOM está ameaçado de extinção (Zanella *et al.*, 2022).

Em vista deste cenário, a Mata Atlântica é considerada um dos mais importantes *hotspot* da biodiversidade global e tida como altamente ameaçada pela ação antrópica (Cunha, Cruz & Fonseca, 2019). A preocupação global com este e outros biomas, levou à elaboração da Agenda 2030 da ONU em 2015 e reafirmada em 2022, onde, em um de seus objetivos para o desenvolvimento sustentável – ODS – consta a conservação, restauração e promoção da sustentabilidade no uso de recursos naturais. No entanto, Meireles, Benedicto & Silva (2021)

apontaram que, para atingir este ODS até 2030, não bastará apenas preservar a Mata Atlântica em como ela está atualmente, mas sim restaurá-la. Neste sentido, a Mata Atlântica é o único bioma brasileiro que possui uma lei própria, onde é discutido, entre outras coisas, a restauração do bioma e a formação de um fundo para financiamento da restauração (Brasil, 2006). Adicionalmente, o Brasil identificou uma demanda de 12 milhões de hectares de vegetação nativa a ser restaurado para adequação ambiental de propriedades rurais pelo país, incluindo a Mata Atlântica, até o ano de 2030 (Brasil, 2017).

3.2 O MONITORAMENTO DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL

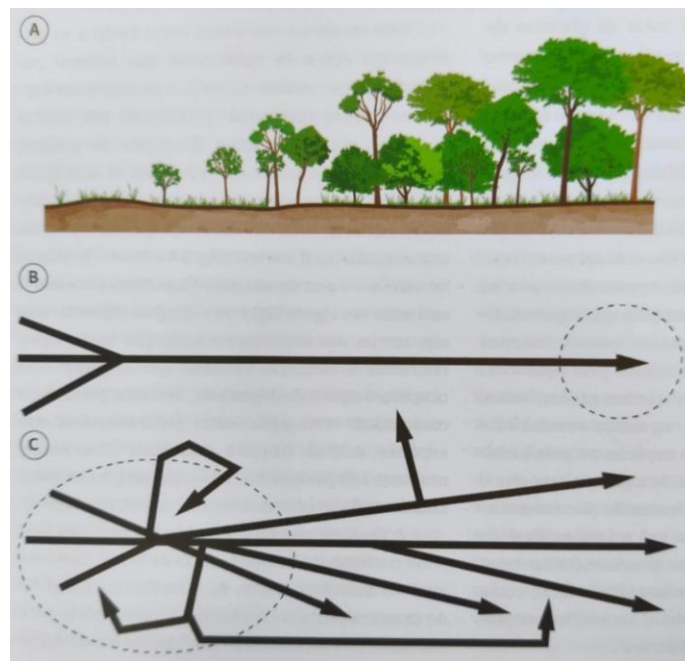
A restauração consiste no restabelecimento da funcionalidade de um ecossistema por meio de ação humana deliberada para promover ou facilitar a sucessão ecológica, levando o ecossistema a percorrer uma trajetória sucessiva até atingir a capacidade de autoperpetuação (Brancalion, Gandolfi & Rodrigues, 2015). Habitualmente é composta pelas etapas de planejamento, implantação, monitoramento e avaliação (Pacto, 2013).

A restauração florestal tem como pilar central o fenômeno da sucessão ecológica, que consiste na substituição de espécies em uma área ao longo do tempo (Brancalion, Gandolfi & Rodrigues, 2015). Ao longo da sucessão, a composição e riqueza de espécies em uma área é profundamente alterada e sua complexidade estrutural tende a aumentar progressivamente (Martins, 2015).

Os estudos fundamentais de Clements (1916) lançaram as bases para os estudos posteriores em sucessão ecológica (Figura 1). Para ele, a sucessão era entendida como um processo linear, previsível e unidirecional, onde a comunidade vegetal caminharia inevitavelmente rumo a um estágio final estável — o chamado clímax — ignorando quase que totalmente as variações locais ou o acaso (Figura 1B). Nesse modelo, o monitoramento seria quase dispensável, pois o resultado seria tido como certo apenas pela passagem do tempo. Essa visão, no entanto, foi superada por modelos mais complexos elaborados a partir dos anos 70, em que reconhece-se que fatores aleatórios — como a chegada de sementes, competições específicas e distúrbios ambientais — criam múltiplos caminhos possíveis para a floresta. A sucessão deixa de ser um trilho fixo e passa a ser um sistema complexo onde a trajetória pode avançar, fazer curvas, regredir ou até ficar estagnada em estados alternativos. se dando de forma probabilística e estocástica (Figura 1C). Nesse modelo, as intervenções antrópicas são tidas como muito mais relevantes (Martins, 2012). Assim, a evolução da restauração florestal está intimamente ligada às mudanças de paradigma na teoria da sucessão ecológica ao longo

do século XX (Martins, 2015), que convergiram para o estabelecimento de atributos definidores de um ecossistema restaurado, quais sejam, sua integridade estrutural e sua funcionalidade como sistema aberto e conectado à paisagem através de fluxos bióticos e abióticos (Martins, 2012).

Figura 1. A - Visualização fisionômica da sucessão florestal. B – Modelo determinístico de Clements. C – Paradigma moderno de sucessão estocástica.

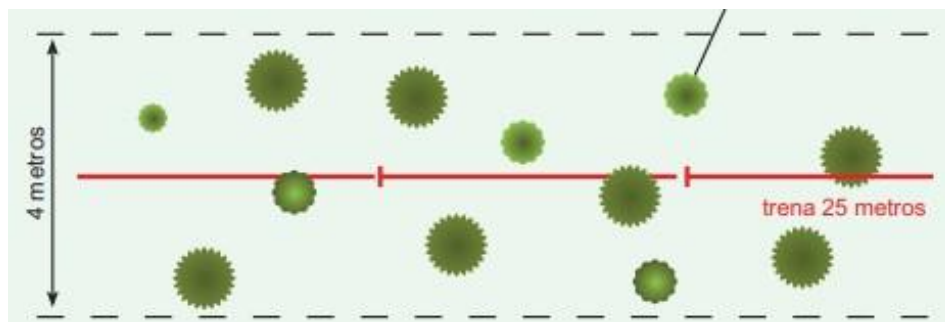


Fonte: Brancalion, Gandolfi & Rodrigues, 2015

A importância da sucessão implica na elaboração de diferentes técnicas de restauração durante a fase de planejamento, sejam as passivas, como os poleiros, que visam aumentar a permeabilidade da paisagem para a dispersão de sementes, sejam as ativas, como plantio de mudas e intervenções silviculturais (Martins, 2015). As diferentes técnicas implicarão em diferentes custos, mas nenhuma poderá dispensar o monitoramento, na medida em que um projeto de restauração precisa comprovar que seu objetivo está sendo atingido ao longo do tempo (Pacto, 2013). O monitoramento é fundamental porque é a ferramenta de acompanhamento da trajetória sucessional esperada da floresta em restauração (Pacto, 2013), especialmente no caso dessa trajetória estar direcionada para o insucesso do projeto, exigindo manejo adaptativo para restabelecer a rota esperada (Brancalion, Gandolfi & Rodrigues, 2015), em ações como controle de formiga (Soares *et al.*, 2025), controle de espécies exóticas invasoras (Antonini & Vidigal, 2016), adensamento e enriquecimento da regeneração natural (Silva *et al.*, 2024), entre outras.

Cada projeto de restauração terá definido seus objetivos e estes servirão de esteio para a aplicação do monitoramento (Brançalion, Gandolfi & Rodrigues, 2015; Martins, 2015). No geral, no entanto, a restauração florestal visa reaproximar o máximo possível a área degradada de sua condição anterior à degradação, o que implica que os critérios utilizados no monitoramento tendem a ser parecidos ou os mesmos que os utilizados em estudos da vegetação nativa, como cobertura de copa, abundância, riqueza e/ou elementos não arbóreos da comunidade florestal (Martins, 2012). O Pacto (2013) convencionou utilizar, dentro do princípio ecológico, os critérios de cobertura de copa, composição de espécies arbustivas e arbóreas, aspectos edáficos e os fatores de degradação. De acordo com o Pacto (2013), a mensuração desses critérios deve ser realizada a partir de parcelas de 100 m² no formato retangular de 25x4 m (Figura 2), em que a orientação sugerida para as parcelas é o norte magnético. Ainda ficou sugerida a possibilidade de utilizar parcelas circulares de 100m² com raio de 5,64 m.

Figura 2. Formato de parcela proposto no Pacto.



Fonte: Pacto, 2013.

A quantidade de parcela é definida conforme a Tabela 1 a seguir, variando a partir do tamanho de cada área a ser restaurada.

Tabela 1. Quantidade de parcela conforme o protocolo de monitoramento do Pacto, 2013. * limitado a um número máximo de 50 parcelas, independentemente da área do projeto.

Área do projeto (ha) = A	Nº de parcelas amostrais
$A \leq 0,5$	Desprezar para fins de monitoramento
$0,5 < A \leq 1$	5
$A > 1$	5 + 1 por hectare adicional*

Fonte: Pacto, 2013.

3.3 PADRÃO E ESCALA: O PROBLEMA CENTRAL DA ECOLOGIA

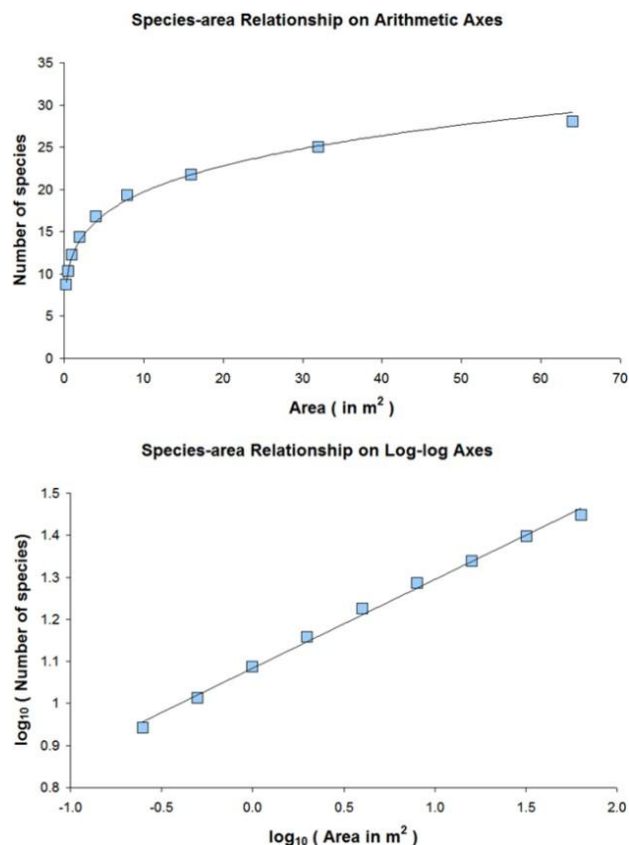
Desde o século XIX a relação entre o número de espécies e o tamanho de área é uma preocupação científica (Watson, 1859). Diversos estudos se seguiram na segunda metade do século, mas apenas reforçavam a constatação relativamente óbvia de que quanto maior a área, maior o número de espécies. Isso se deu até o trabalho fundamental de Arrhenius (1921), que estabeleceu um modelo matemático onde a distribuição de espécies segue uma lei de potência:

$$S = cA^z \quad (1)$$

Onde 'S' é o número de espécies, 'A' é a área, 'c' é o número de espécies esperado em uma unidade de área (quando A=1) e 'z' é a taxa com que novas espécies são encontradas à medida que se aumenta a área, sendo 'c' e 'z' constantes.

Este modelo se tornou a base da biogeografia e dos estudos de escala, onde a curva espécie-área (Figura 3) apresenta rápido crescimento com pequeno aumento de área, mas vai pouco a pouco se achatando até a estabilização.

Figura 3. A relação espécie-área para um habitat contíguo, conforme modelo de Arrhenius.



Fonte: Huntley, 2023.

Mueller-Dombois & Ellenberg (1974) discutiram longamente em torno do conceito de área mínima para amostragem, partindo da ideia de escala biológica e visando encontrar o

ponto de achatamento da curva espécie-área com base em Arrhenius. Seu trabalho resultou, entre outras coisas, na proposição de tamanhos mínimos com base puramente empírica para determinados tipos de comunidade, variando de 50 a 500 m² para florestas e seu sub-bosque. A “base empírica” para a proposição desses tamanhos expressa o problema da arbitrariedade das escalas escolhidas, que mais tarde viria a ser profundamente analisado e denunciado por Levin (1992). Antes, porém, Wiens (1989) definiu os componentes fundamentais da escala, a saber, o grão ou unidade básica – o tamanho mínimo de parcela possível – e a extensão ou área total do estudo, argumentando que os padrões observados em estudos ecológicos eram altamente dependentes do grão em que se mede.

Ao longo do século XX, portanto, a ciência ecológica avançou dramaticamente até a conclusão de que os padrões ecológicos observados a campo não são universais, mas altamente dependentes da escala da observação. Levin (1992) postulou que não há uma escala natural ou absoluta para se estudar fenômenos ou sistemas ecológicos. O que habitualmente se convencionou chamar “padrão” – a distribuição agregada de uma espécie, por exemplo – não é muito mais do que a expressão de processos escalonados no espaço e no tempo. A implicação mais direta disso é a arbitrariedade e incompletude de qualquer escala de mensuração, podendo os resultados serem radicalmente diferentes em quaisquer outras escalas que possam ser escolhidas (Levin, 1992).

Tendo isso em vista, os estudos que se seguiram buscaram estabelecer o tamanho ótimo de parcela com base em outros elementos que não apenas ecológicos, mas que levassem em consideração limitações humanas. Krebs (1999) apresenta fórmulas para estimar o tamanho ótimo levando em consideração o custo em tempo para as medidas, discutindo o *trade-off* existente entre: a) parcelas menores, que dão mais réplicas e, com isso, diminuem o erro padrão da média, mas levam mais tempo de locomoção entre elas; e b) parcelas maiores, que terão menos variabilidade interna, mas permitirão poucas réplicas. Gotelli & Ellison (2004) concluem que o desenho amostral precisa equilibrar o que é estatisticamente robusto com o que é logisticamente viável.

A proposta de Levin (1992) para contornar o problema ecológico da escala é realizar análises em múltiplas escalas, isto é, utilizar diferentes tamanhos de grãos ou unidades básicas, fracionando a área máxima de parcela em subunidades que podem ser recombinadas para formar tamanhos intermediários entre o tamanho máximo e o mínimo. As diferentes agregações permitem descrever como os estimadores se comportam em função do tamanho da parcela.

4. METODOLOGIA

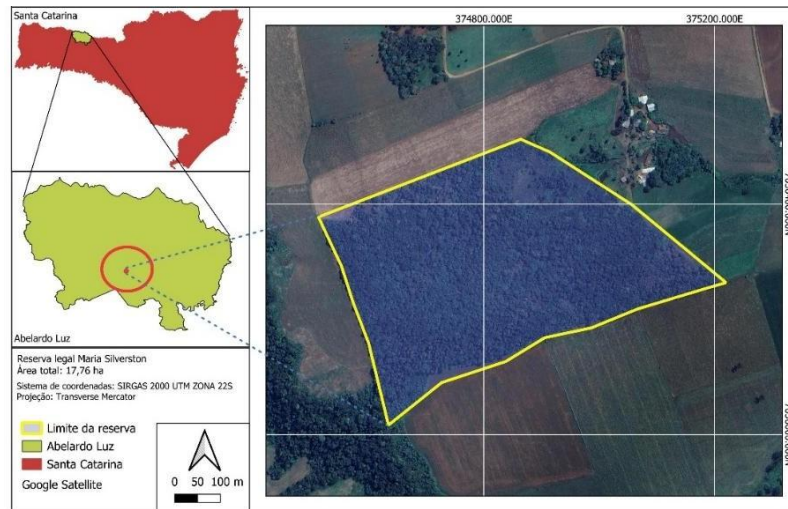
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

Os dados foram coletados em unidades de implantação do Projeto +Floresta da APREMAVI, que tem por objetivo a restauração de 261 hectares de Floresta Ombrófila Mista ao todo. Entre as áreas que compõem esse total, foram selecionadas duas para as coletas. As áreas são reservas legais de dois assentamentos localizados no município de Aberlado Luz – SC, sendo uma reserva de 17,76 hectares no assentamento Maria Silverston (Figura 4) e uma de 2,49 hectares no assentamento Volta Grande (Figura 5).

Maria Silverston é um assentamento rural criado pelo INCRA em 2002. Possui Latossolo Bruno Alumínio, com relevo ondulado (Vuelma, 2018). Durante a década de 80 pertencia à Fazenda Campão Grande, onde se tentou a produção de Pinus, porém era considerado local improdutivo, o que motivou diversas ocupações por trabalhadores rurais sem-terra (Rocha, 2013). Os conflitos de terra duraram até 2001, quando, no Diário Oficial da União, lia-se a Fazenda Campão Grande, com seus 89 hectares de reflorestamento, declarada como de interesse social para fins de reforma agrária (Brasil, 2001).

Volta Grande, por outro lado, é um assentamento rural mais antigo, estabelecido pelo INCRA em 1989 (INCRA, 2025). A presença humana levou à antropização local da área, tendo sua área destinada para lavoura, o que levou sua cobertura florestal nativa ser reduzida de mais de 50% no ano de criação, para aproximadamente 40% em 2017 (Ferreira, 2019). O solo da área é Latossolo Bruno em transição com Cambissolo Húmico, em função de maior proximidade com o rio Chapecó, além de unidade do relevo classificada como domínio de morros e serras baixas (Manfredini *et al.*, 2016).

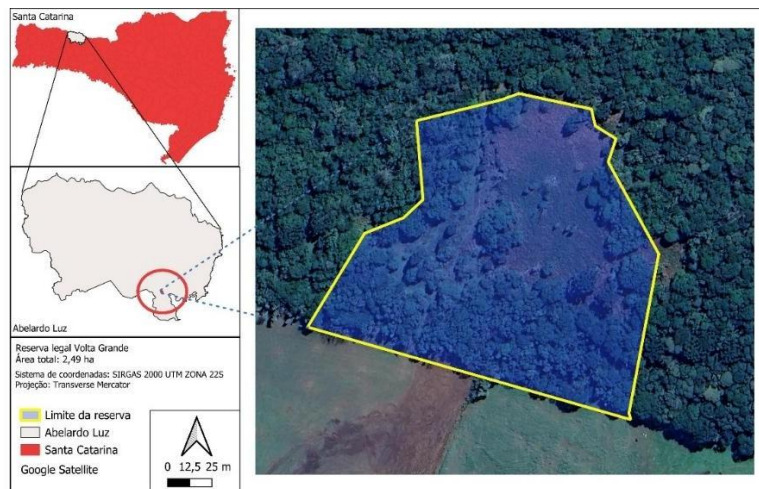
Figura 4. Localização da área de restauração no assentamento Maria Silverston, em Abelardo Luz – SC.



Fonte: O autor, 2025.

O município de Abelardo Luz é classificado com clima *Cfb*, temperado úmido sem estação seca definida, com verão ameno e ocorrência de geadas, além de precipitação média anual que varia entre 1.760 a 2.280 mm (Goulart, 2006; Beck *et al.*, 2018). A altitude é em média de 760 m acima do nível do mar e a vegetação é predominantemente de Floresta Ombrófila Mista, com aglomerações naturais de araucária espalhadas pelo município (Goulart, 2006). Ambas as áreas de restauração, conforme diagnóstico prévio do projeto de restauração, possuem alguma presença de vegetação regenerante, próxima a remanescentes de vegetação nativa, solos pouco compactados, com possível presença de espécies invasoras.

Figura 5. Localização da área de restauração no assentamento Volta Grande, em Abelardo Luz – SC.



Fonte: O autor, 2025.

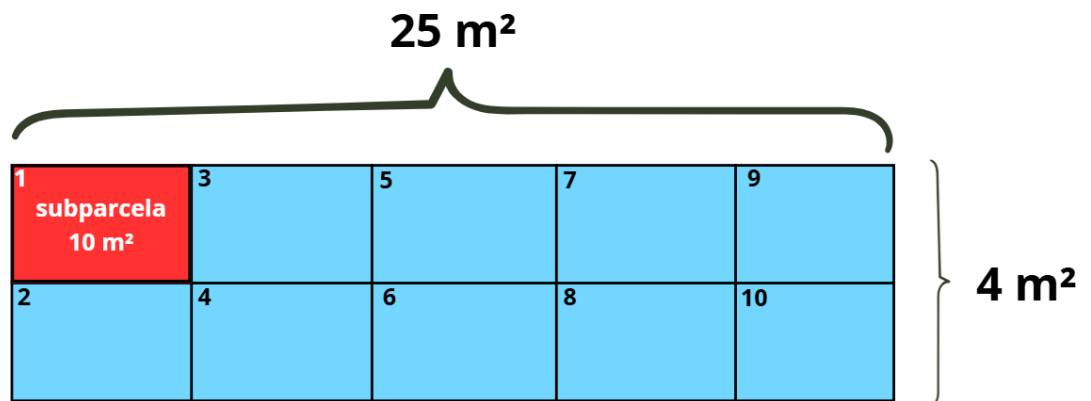
4.2 COLETA DE DADOS

A coleta de dados se deu por meio de planilha com parcelas fracionadas em subparcelas (Figura 6). As variáveis utilizadas foram a abundância, ou número de indivíduos, e a riqueza, ou número de espécies. Ambas as variáveis foram aplicadas para mensurar indivíduos regenerantes, isto é, um indivíduo arbóreo ou arbustivo proveniente da regeneração natural, que não foi plantado ou semeado, com altura mínima de 50 cm e/ou circunferência menor que 15 cm (Pacto, 2023). As coletas se deram na fase inicial (t_0) do monitoramento, isto é, antes da execução do projeto de restauração.

A quantidade de parcelas e sua distribuição sistemática foi definida com base no protocolo de monitoramento do Pacto, considerando o tamanho das áreas. Foram 20 parcelas para a reserva Volta Grande e 30 para a reserva Maria Silverston (Pacto, 2013).

As subparcelas foram definidas fracionando a parcela prevista pelo Pacto, de 100 m², em 10 subparcelas de 10 m² cada, permitindo sua recombinação durante a análise dos dados para formar tamanhos intermediários de 20, 30, 40, 50, 60, 70 e 80 m² (Figura 7). Além disso, as subparcelas foram numeradas de 1 a 10, ficando as ímpares sempre do lado direito e as pares sempre do lado esquerdo durante a coleta à campo (Figura 6).

Figura 6. Parcela de 100 m² fracionada em 10 parcelas de 10 m² cada, a partir do Pacto (2013) e conforme a proposta de Levin (1992).

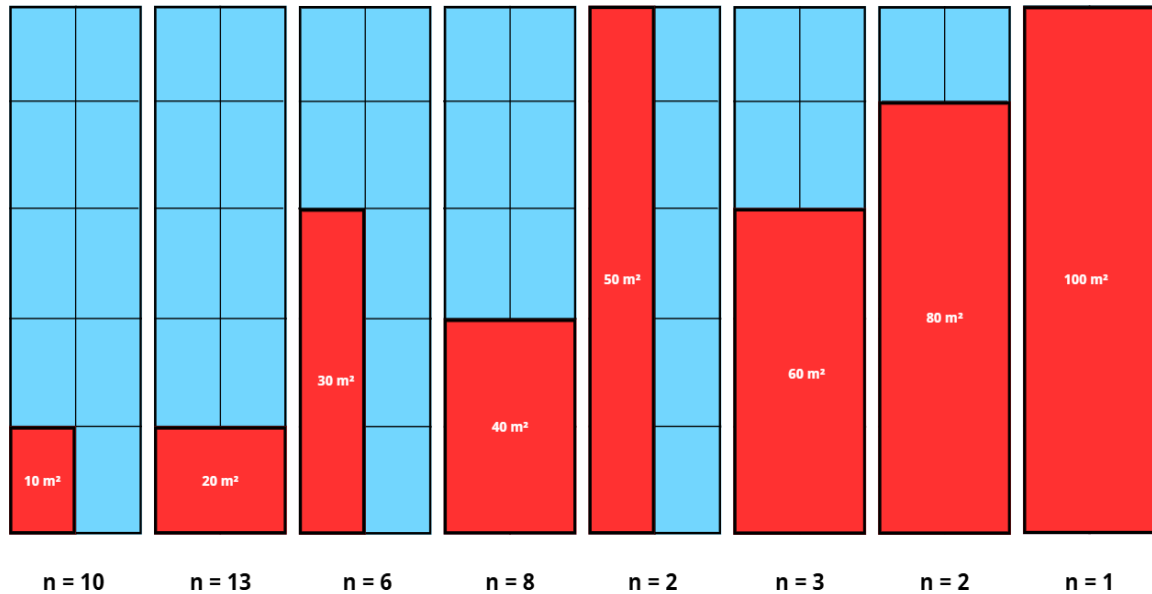


Fonte: O autor, 2025.

As combinações de subparcelas para formar tamanhos intermediários obedeceu a duas restrições: 1) as subunidades sempre precisam ser vizinhas, mantendo o padrão contínuo de uma unidade amostral; e 2), o formato ficou restrito ao retângulo, não permitindo combinações com formato em 'L' ou quaisquer outros (Figura 8). Essas restrições implicam

em um número definido de possibilidades de subparcelas por tamanho, de 10 a 100 m², conforme Tabela 2 a seguir.

Figura 7. Possíveis formatos das subparcelas conforme a área e o número n de combinações possíveis.



Fonte: O autor, 2025.

Tabela 2. Combinações de subparcelas usadas para cada área de 10 a 100 m².

Tamanho (m ²)	Nº de Combinações	Detalhamento
10	10	10 subparcelas individuais.
20	13	subs (1,2), (3,4), (5,6), (7,8), (9,10), (1,3), (3,5), (5,7), (7,9), (2,4), (4,6), (6,8) e (8,10)
30	6	subs (1,3,5), (3,5,7), (5,7,9), (2,4,6), (4,6,8) e (6,8,10)
40	8	subs (1,2,3,4), (3,4,5,6), (5,6,7,8), (7,8,9,10), (1,3,5,7), (3,5,7,9), (2,4,6,8) e (4,6,8,10)
50	2	1 conjunto ímpar subs (1-3-5-7-9) + 1 conjunto par subs (2-4-6-8-10)
60	3	3 blocos sequenciais de 6 (1-6, 3-8, 5-10)
80	2	2 blocos sequenciais de 8 (1-8, 3-10)
100	1	A parcela inteira (1-10)

Fonte: O autor, 2025.

4.3 ANÁLISE DE DADOS

As variáveis foram selecionadas por sua ampla gama de aplicações e importância ecológica. A riqueza é um indicador básico de biodiversidade que serve como monitor das dinâmicas do ambiente ao longo do tempo, podendo indicar possível degradação ou sucesso no esforço de restauração, bem como padrões ecológicos espaciais, fornecendo subsídios para o planejamento da conservação de áreas (Ricklefs, 2010; Odum, 2012). A abundância permite calcular índices de diversidade, expõe funções e interações ecológicas, além de permitir detectar espécies raras (Ricklefs, 2010; Odum, 2012). Ainda nesse sentido, ambas são variáveis quantitativas discretas, isto é, resultam de uma contagem e assumem apenas valores inteiros e finitos. Isso proporciona simplicidade, clareza e adequação a modelos estatísticos específicos que tratam fenômenos baseados em contagens (Péllico Neto & Brena, 1997; Triola, 2017).

O primeiro estimador utilizado para a análise da eficiência do processo amostral foi o Coeficiente de Variação (CV), que indica o grau de dispersão ou variabilidade dos dados em relação à média. Quanto menor o Coeficiente de Variação, mais homogêneos são os dados, ou seja, mais próximos eles estão da média. Quanto maior, mais dispersos e heterogêneos eles são. CV é dado por:

$$CV (\%) = \frac{\text{Desvio padrão } (s)}{\text{Média Amostral } (\bar{x})} \times 100 \quad (2)$$

O segundo estimador foi o Erro Amostral Relativo ou valor-d, que é uma medida de desvio potencial em relação à média, considerando a estimativa do Intervalo de Confiança, expressando a precisão desejada. É dado por:

$$EAR (\%) = \frac{\left(\frac{S * t}{\sqrt{n}} \right)}{\bar{x}} \times 100 \quad (3)$$

Onde S é o desvio padrão da amostra, t é o valor crítico da distribuição t de *Student*, n é o número total de parcelas, \bar{x} é a média aritmética da variável de interesse.

O comportamento esperado é que, ao aumentar o tamanho da parcela, o valor de ambos os estimadores deve diminuir, formando um gráfico do tipo j-invertido ou curva exponencial negativa (Carvalho, Silva & Torres, 2025). O ponto de estabilização, a assíntota da curva, indica o ponto a partir do qual o ganho em precisão é marginal e as parcelas menores já seriam representativas, evidenciando onde o aumento da área não compensa o custo logístico e financeiro em termos de ganho de precisão e minimização da dispersão.

Além disso, a heterogeneidade espacial dos dados foi analisada com base na Lei da Heterogeneidade de Smith (1938), ou mais precisamente a Lei da Variância de Smith, para relacionar a variância das parcelas ao seu tamanho, permitindo melhor compreensão das dinâmicas de diversas nas duas reservas amostradas. A fórmula é dada por:

$$V_x = \frac{V_1}{x^b} \quad (4)$$

Ou na forma logarítmica:

$$\text{Log } V_x = \log V_1 - b \cdot \log x \quad (5)$$

Onde:

- V_x é a variância de parcelas compostas por x unidades básicas combinadas, reduzida à base de uma unidade;
- V_1 é a variância das parcelas de tamanho de uma unidade básica ($x=1$, isto é, uma unidade básica ou grão, portanto 10 m^2);
- x é o tamanho da parcela, expresso em número de unidades básicas ou grãos (1 para 10 m^2 , 2 para 20 m^2 etc.);
- b é o Índice de Heterogeneidade de Smith ou o coeficiente de regressão.

A Lei de Smith é uma lei de potência similar àquela proposta por Arrhenius (1921), porém, em vez de relacionar o número de espécies e o tamanho da área, relaciona a variância com o tamanho. A transformação logarítmica permite visualizar a relação variância-área na forma de equação linear, onde o índice b é a inclinação ou coeficiente angular da reta de regressão, quantificando a heterogeneidade ou a variação ambiental na área experimental e que pode ser visualizada pelo grau de inclinação da reta de regressão. O índice b se situa no intervalo $0 < b < 1$, onde:

- b próximo de 1: Indica uma alta heterogeneidade na área. Isso significa que há baixa correlação entre as parcelas adjacentes (a variação é muito irregular, "em manchas"). Neste caso, para obter a mesma precisão, é necessário usar parcelas maiores e menos repetições;
- b próximo de 0: Indica uma baixa heterogeneidade na área. Isso sugere uma alta correlação entre parcelas vizinhas (a variação é mais gradual). Neste caso, parcelas menores podem ser usadas com mais repetições.

Por fim, para avaliar a suficiência do esforço amostral e estimar a Riqueza e Abundância esperadas, utilizou-se o Método de Simulação de Monte Carlo (MC) para

construir a Curva de Acumulação de Espécies. A reamostragem, porém, foi restrita e contígua devido ao layout físico das subparcelas (Figura 6 e 7), de modo que o MC foi aplicado apenas sobre um conjunto de combinações previamente validadas, onde para cada tamanho de parcela, a simulação foi repetida 999 vezes com reposição, totalizando 29.970 amostras simuladas para a área Maria Silverston e 19.980 para a área Volta Grande. Este procedimento garante que o cálculo da Riqueza Média não sofra viés da ordem de amostragem, como a sorte de cair essa ou aquela combinação, o que poderia interferir na estabilidade do resultado a cada novo sorteio (Manly, 1997; Schilling & Batista, 2008), garantido que o Desvio-Padrão reflita de forma robusta a variância natural e a heterogeneidade espacial da área (Gotelli & Ellison, 2011). A amostragem é considerada suficiente quando o incremento marginal na Riqueza se estabiliza, atingindo um patamar aceitável convencionado em 10% (Cain, 1938; Cain, 1943), permitindo a conclusão sobre a adequação do esforço amostral.

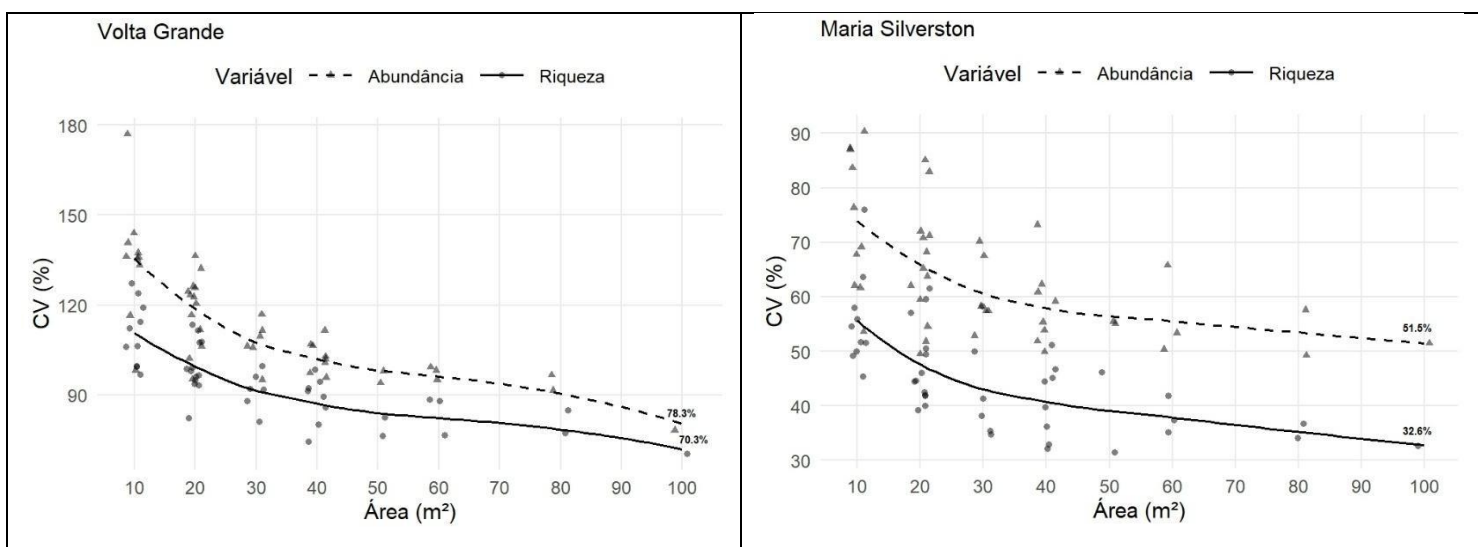
Todas as análises foram feitas utilizando linguagem R versão 4.5.0 (2025-04-11 ucrt) e interface RStudio versão 2025.09.1+401.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ESTIMADORES CV E EAR

Como esperado, houve uma tendência de queda no CV (Figura 8) e no EAR (d) (Figura 9) conforme se aumentou o tamanho de parcela, em ambas as áreas e para as duas variáveis. Na Figura 9 a seguir, é possível observar as curvas de CV conforme o aumento do tamanho da área da parcela. Cada ponto no gráfico é uma possibilidade de combinação de subparcelas para formar os tamanhos de 10 a 100 m², com o tamanho máximo tendo apenas um ponto, pois se trata da parcela inteira com todas as subparcelas juntas. A curva traçada é uma tendência a partir do CV calculado para todas as possibilidades em cada um dos tamanhos possíveis. A figura ilustra como a variabilidade das métricas de Riqueza e Abundância exibem uma tendência decrescente conforme a área aumenta, apresentando uma curva do tipo exponencial negativa ou J-invertido. Portanto, quanto maior a área amostrada, mais estáveis ou menos variáveis se tornam as estimativas, pois a diversidade real do sistema é melhor contemplada, até o valor máximo de área de parcela de 100 m². O comportamento assintótico da curva exponencial negativa, porém, permite inferir que certa estabilidade de estimativa é atingida antes de se usar o tamanho máximo de parcela. Isso ocorre entre os valores de 40 a 60 m², onde a curva passa a se estabilizar e o aumento na área da parcela não representa aumento igual na precisão.

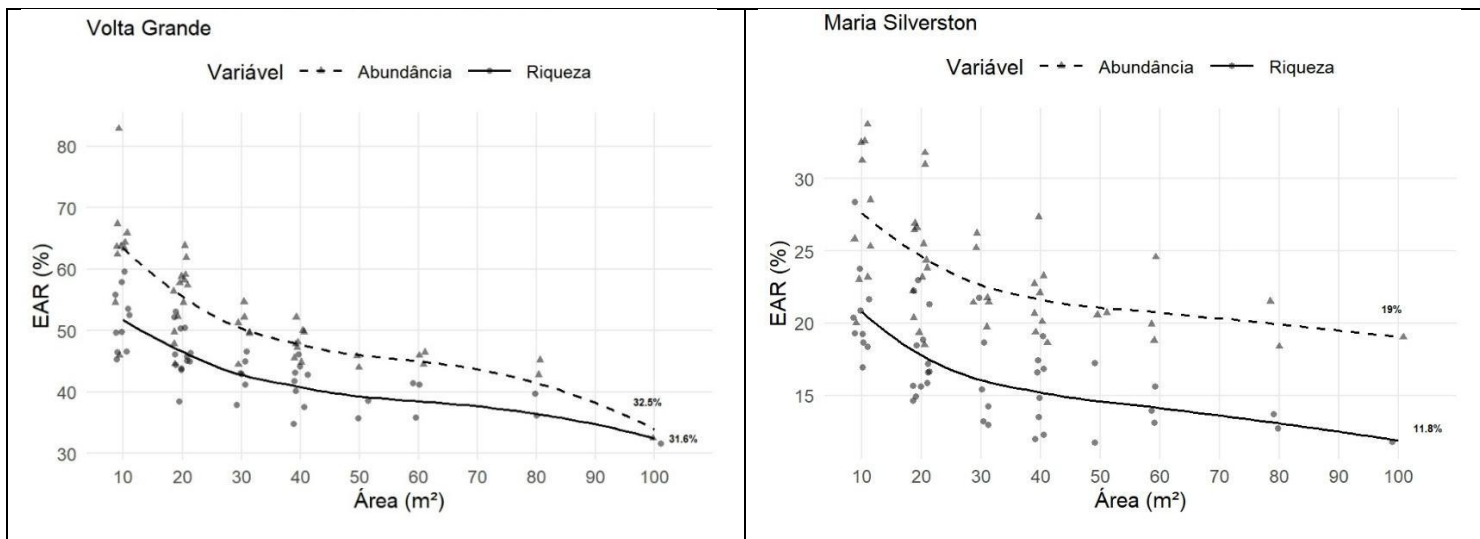
Figura 8. Distribuição do Coeficiente de Variação para as variáveis Abundância e Riqueza nos tamanhos de parcela de 10 a 100 m² nas duas áreas amostradas em Abelardo Luz – SC.



Fonte: O autor, 2025.

Na Figura 9 a seguir, é possível observar as curvas de EAR conforme o aumento do tamanho da área da parcela. Novamente, cada ponto no gráfico é uma possibilidade de combinação de subparcelas para formar os tamanhos de 10 a 100 m². A curva traçada é um tendência a partir do EAR calculado para todas as possibilidades em cada um dos tamanhos possíveis.

Figura 9. Distribuição do Erro Amostral Relativo para as variáveis Abundância e Riqueza nos tamanhos de parcela de 10 a 100 m² nas duas áreas amostradas em Abelardo Luz – SC.



Fonte: O autor, 2025.

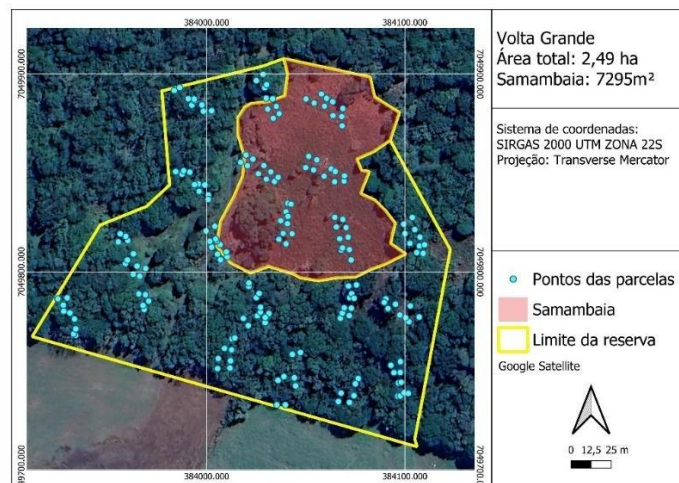
Assim como no caso do CV, o EAR cai conforme aumenta o tamanho da parcela, formando o J-invertido. Em áreas pequenas, como em 10 e 20m² o EAR é mais alto e os pontos são muito dispersos. Isso significa que as estimativas de riqueza e abundância são pouco precisas e altamente variáveis com esses tamanhos de área. Conforme aumenta o tamanho da parcela, o EAR se torna mais baixo e os pontos são menos dispersos. Novamente se observa a estabilização da curva a partir de 40m². Para o variável Riqueza na área Maria Silverston, por exemplo, aumentar o tamanho da parcela de 10 para 40 m², reduz o erro de aproximadamente 21% para aproximadamente 15%, uma queda de 6 pontos percentuais, enquanto ao aumentar de 40 para 100 m², a redução do erro é de apenas 3,2 pontos percentuais. Assim, aumentar o tamanho da parcela de 10m² para 40m² traz um ganho de precisão considerável. No entanto, aumentar de 40m² para 100m² traz um ganho adicional relativamente pequeno. Isso fortalece a interpretação do tamanho de parcela de 40 m² como ponto inicial de estabilização da curva exponencial negativa.

Destaca-se a diferença de comportamento dos estimadores entre as variáveis. A riqueza apresenta um CV e EAR mais baixos e tende a estabilizar mais rapidamente do que a

Abundância, porque para aumentar a riqueza, é necessário encontrar uma espécie nova, o que se torna cada vez mais difícil após as espécies comuns terem sido amostradas, o que causa o achatamento na curva Espécie-Área. A abundância, por outro lado, é a métrica mais sensível ao padrão de agregação dos indivíduos na paisagem, o que pode levar a maiores flutuações conforme se aumenta o tamanho da área e uma nova ilha de indivíduos agrupados é identificada sem interferir na riqueza, no caso de ser espécie já amostrada antes. Isso ficará ainda mais evidente com o Índice de Heterogeneidade.

Observando as diferenças entre as áreas, é notório que o CV e o EAR na área Maria Silverston estão consideravelmente menores do que na área Volta Grande. O CV na área Volta Grande para a variável Riqueza, por exemplo, vai de aproximadamente 110% no tamanho 10 m² para 70,3% no tamanho 100 m², enquanto na área Maria Silverston vai de 55 para 32,6%. O EAR para a mesma variável vai de aproximadamente 55% para 31,6% na área Volta Grande e de 20% para 11,8% na área Maria Silverston. Essas diferenças se devem ao padrão heterogêneo da paisagem, que é consideravelmente mais acentuado na área Volta Grande devido ao histórico de uso do solo. Conforme Figura 10 a seguir, é possível notar uma mancha de samambaia no interior da área, indicando uso do solo destinado à agricultura no passado. Isso leva todas as estimativas a flutuarem, na medida em que as parcelas podem amostrar certo número de indivíduos e espécies regenerantes na parte florestal e zero ou próximo disso na parte de samambaia.

Figura 10. Área de samambaia no interior da reserva Volta Grande, com os pontos das parcelas amostradas.



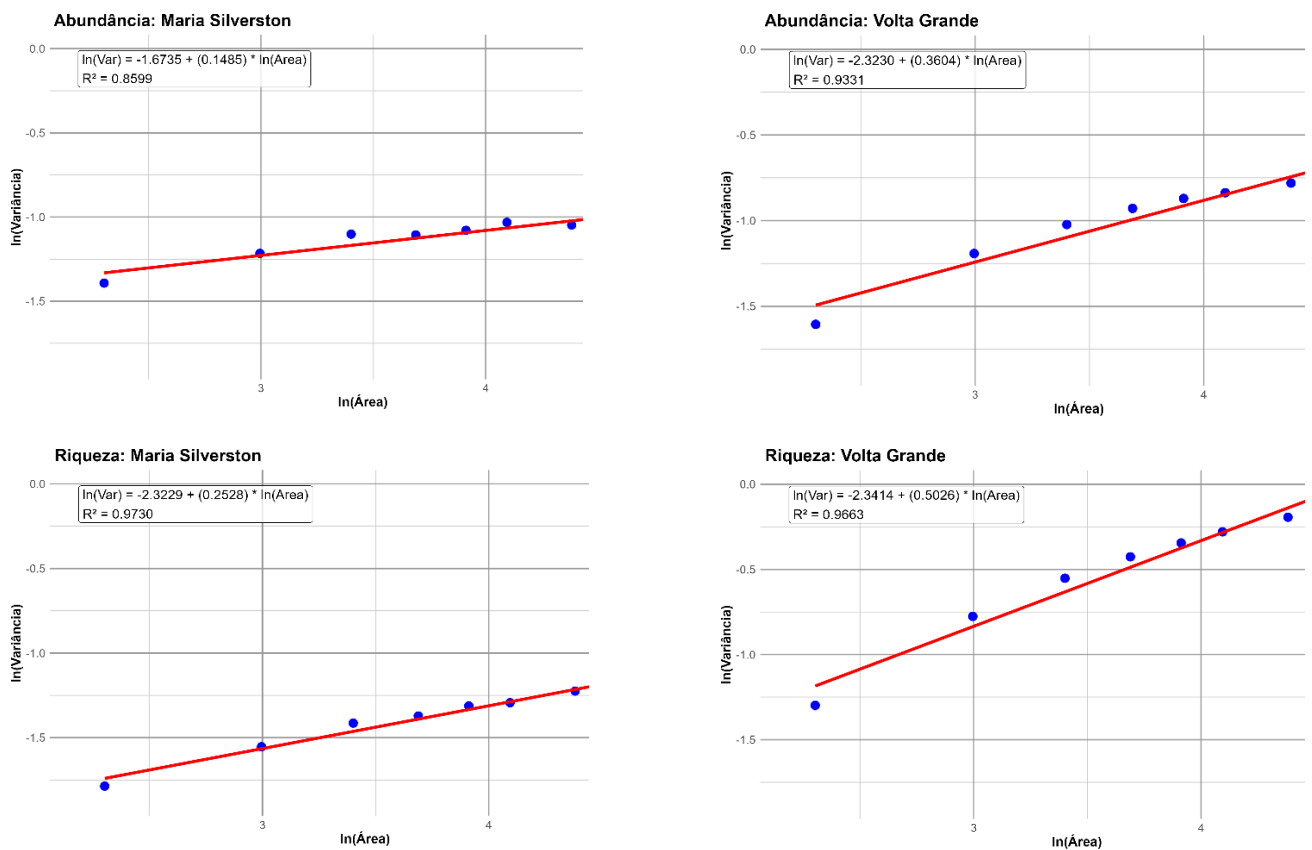
Fonte: O autor, 2025.

Fica evidente, pela observação da área, a necessidade de implantação estratificada das parcelas para análise mais sensível às características próprias da área.

5.2 HETEROGENEIDADE DE SMITH

Esta análise permite capturar a observação a campo da área de samambaia no índice *b*. A Figura 11 a seguir evidencia a diferença entre as áreas de restauração. A mancha de samambaia na área Volta Grande introduz uma variância estrutural que faz a distribuição geral parecer menos agrupada do que a floresta homogênea da reserva Maria Silverston.

Figura 11. Regressão linear da heterogeneidade espacial para as variáveis Riqueza e Abundância nas duas áreas amostradas em Abelardo Luz – SC.



Fonte: O autor, 2025.

Uma vez que a inclinação da reta é dada pelo índice *b*, é possível observar que os índices são maiores para as duas variáveis na área Volta Grande, conforme Tabela 3 a seguir. A área Maria Silverston apresenta índices considerados muito baixos – de 0,1485 para a variável Abundância e de 0,2528 para a variável Riqueza – pois nesta área ocorre apenas o agrupamento natural dos indivíduos e das espécies em função de processos ecológicos naturais. Na área Volta Grande, por outro lado, a variância não vem apenas do agrupamento natural, mas também da estrutura da vegetação com duas paisagens completamente diferentes:

a floresta, com riqueza e abundância da regeneração altas; e a mancha de samambaia, com riqueza e abundância praticamente zero.

Tabela 3. Índices de Heterogeneidade Ambiental para as variáveis Riqueza e Abundância nas duas áreas amostradas em Abelardo Luz – SC, conforme Smith, 1938.

Área	Variável	Índice b	Descrição	Interpretação
Maria Silverston	Abundância	0,1485	Agrupamento Extremo	Área homogênea
	Riqueza	0,2528	Agrupamento Forte	
Volta Grande	Abundância	0,3604	Agrupamento Forte	Área heterogênea
	Riqueza	0,5026	Agrupamento Moderado	

Fonte: O autor, 2025.

Para testar se os índices de heterogeneidade diferiram estatisticamente entre as áreas, realizou-se uma análise de covariância (ANCOVA) através de modelos lineares com termo de interação ($\ln(\text{Variância}) \sim \ln(\text{Área}) \times \text{local}$).

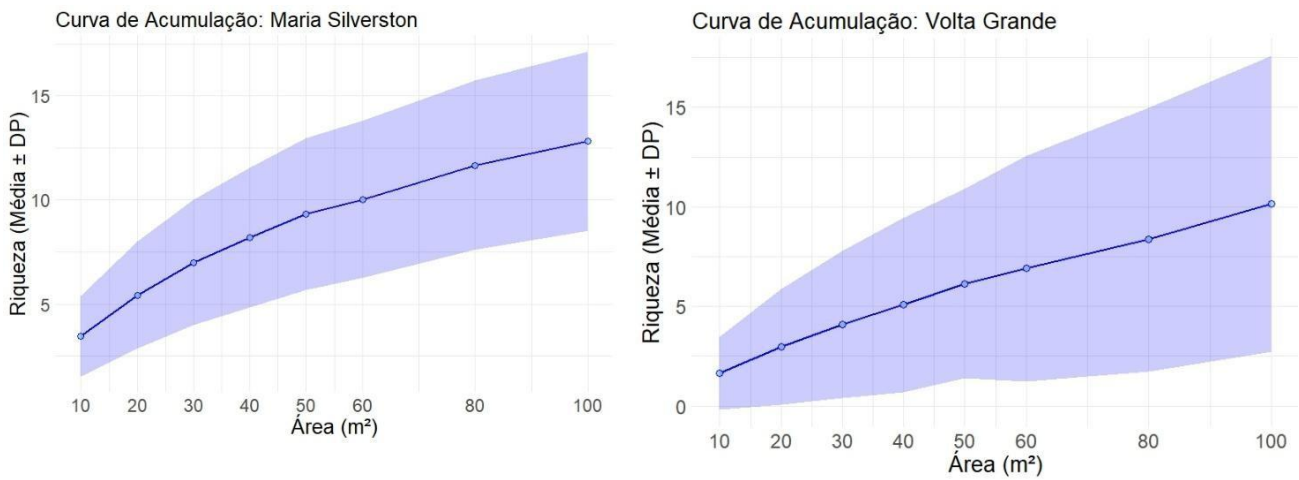
Os resultados confirmaram que as inclinações das retas de regressão diferem significativamente entre as duas áreas para ambas as variáveis. Para a abundância, a área Volta Grande apresentou um índice significativamente maior do que Maria Silverston (Interação: $t = 4,57$; $p < 0,001$). O mesmo se deu para a riqueza de espécies (Interação: $t = 5,95$; $p < 0,0001$). Esses testes estatísticos corroboram a hipótese de que a presença da mancha de samambaia em Volta Grande alterou a estrutura espacial da comunidade, resultando em um padrão de distribuição menos agrupado, isto é, com maior variância entre parcelas em escalas maiores, do que o observado na área Maria Silverston.

5.3 CURVA DE ACUMULAÇÃO DE ESPÉCIES

Schilling & Batista (2008) discutiram as controvérsias e fragilidades do uso de curvas de relação espécie-área para determinar suficiência amostral. Apesar disso, vários trabalhos foram realizados na FOM com a intenção de estabelecer curvas espécie-área (Rondon Neto *et al.*, 2002a; Rondon Neto *et al.*, 2002b; Narvaes, Brena & Longhi, 2005; Sonogo, Backes & Souza, 2007; Araujo *et al.*, 2010; Dalla Corte *et al.*, 2013). Embora os propósitos e critérios para mensuração da riqueza nesses estudos divergem do presente trabalho, eles são destacáveis por um elemento fundamental: todos utilizam unidades amostrais muito maiores, e ainda assim, alguns não chegaram no ponto de achatamento da curva. Esse resultado, no entanto, é esperado em função da alta riqueza de espécies nas florestas tropicais (Mueller-Dombois & Elleberg, 1974). O maior desafio, porém, é a ordem com que as subunidades

são sorteadas para o cálculo da riqueza. Por isso, o método de Monte Carlo foi aplicado para reamostragem com reposição num total de 999 vezes por parcela em cada tamanho de área. Isso totalizou 29.970 amostras simuladas para a área Maria Silverston, pois tem 30 parcelas, e 19.980 para a área Volta Grande, pois tem 20 parcelas. Com a média da Riqueza nessas milhares de amostras, foi construída a curva de acumulação de espécies, também chamada curva do coletor ou curva espécie-área (SAR), que é apresentada na Figura 12 a seguir:

Figura 12. Curva de acumulação de espécies nas duas áreas amostradas em Abelardo Luz – SC.



Fonte: O autor, 2025.

Em todos os tamanhos de área, a riqueza de espécies na reserva Maria Silverston é maior do que na reserva Volta Grande. Ao mesmo tempo, a banda de Desvio Padrão representada pela sombra azul é mais estreita na reserva Maria Silverston, indicando que a riqueza é mais homogênea entre as parcelas amostradas. Isso sugere que as parcelas capturaram um conjunto de espécies muito semelhante. Por fim, para a reserva Maria Silverston, a curva de acumulação começa a apresentar achatamento a partir de 40 m², que fica mais evidente a partir de 60 m². A tendência de achatamento evidencia que a amostragem foi capaz de capturar satisfatoriamente a riqueza real da reserva. O mesmo não ocorre na área Volta Grande, onde a acumulação apresenta tendência fortemente crescente, sem sinal de achatamento. Isso implica que uma área heterogênea, como comprovado pelo índice *b* para a reserva Volta Grande, pode exigir tamanhos de parcela maiores do que 100 m².

A Tabela 4 a seguir confirma, com base no critério de Cain (1938), que, embora o tamanho de 40 m² represente o início da assíntota, o tamanho de 60 m² é o mais adequado. Ao alcançar 60 m², fica evidenciado que essa área é o ponto a partir do qual o ganho marginal de Riqueza se torna aceitavelmente pequeno ($7,44\% < 10\%$). Portanto, 60 m² é o tamanho que confirma a suficiência amostral e é o valor que pode ser adotado como área mínima ideal.

Tabela 4. Incremento marginal da riqueza de espécies para a área Maria Silverston, Abelardo Luz – SC.

Tamanho anterior	Tamanho atual	% Aumento em Área (X)	% Aumento em Riqueza (Y)
	10	Referência	Referência
10	20	100.00%	56.71%
20	30	50.00%	28.84%
30	40	33.33%	17.17%
40	50	25.00%	13.75%
50	60	20.00%	7.44%

Fonte: O autor, 2025.

5.4 QUANTIDADE DE PARCELAS

Através da equação do Erro Amostral Relativo, é possível encontrar a quantidade de parcelas n , que é dada por:

$$n = \left(\frac{t * S}{EAR * \bar{x}} \right)^2 \quad (6)$$

Inventários florestais com espécies nativas habitualmente consideram um erro admissível de até 20%. Porém, na área Maria Silverston, em que o erro ficou abaixo de 20%, tomou-se como admissível o erro encontrado na amostragem com as parcelas de 100 m² (12,02% para riqueza e 18,6 % para abundância), uma vez que estão de acordo com o exigido pelo Pacto (2013) e apresentam suficiência amostral. Assim, é possível inferir a quantidade de parcelas de 60 m² suficiente para amostrar abundância e riqueza do componente regenerante sem elevar o erro acima do nível encontrado com o tamanho de 100 m². Os resultados são tais como na Tabela 5 a seguir:

Tabela 5. Número exigido de parcelas de 60 m² considerando como erro admissível o EAR encontrado com parcelas de 100 m².

Local	Variável	Área de parcela (m ²)	EAR (%)	Nº parcelas
Maria Silverston	Riqueza	100	12,02	30
		60	13,51	
	Abundância	100	12,02	38
		60	18,6	30
		60	19,81	34
		60	18,6	

Fonte: O autor, 2025.

A análise evidencia que, ao utilizar parcelas de 60 m², é necessário aumentar o número de parcelas de 30 para 38 na área Maria Silverston. A área amostrada total com 30 parcelas de 100 m² é de 3000 m², enquanto a área amostrada total com 38 parcelas de 60 m² é de 2280 m², representando uma redução potencial de 24% na área total amostrada.

Na área Volta Grande, por outro lado, o erro está acima do máximo admitido pela literatura em todos os tamanhos de parcela, incluindo no tamanho proposto pelo Pacto de 100 m². Para esta área, portanto, foi calculado o número de parcelas de 100 m² com limite de erro de 20% para observar a adequação do Pacto às exigências da ciência da amostragem florestal. Em seguida, foi calculado o número de parcelas de 60 m² com este mesmo limite. Os resultados são tais como seguem na tabela 6 a seguir:

Tabela 6. Número exigido de parcelas de 60 e 100 m² considerando 20% como erro admissível máximo para a área Volta Grande.

Local	Variável	Área de parcela (m ²)	EAR (%)	Nº de parcelas
Volta Grande	Riqueza	100	34,24	20
			20	59
		60	38,52	20
			20	75
	Abundância	100	40,92	20
			20	84
		60	45,12	20
			20	102

Fonte: O autor, 2025.

Na área Volta Grande, portanto, o alto índice de heterogeneidade para ambas as variáveis eleva o Erro Amostral Relativo de tal forma que mesmo o maior tamanho de parcela, de 100 m², não apresentou suficiência amostral em nenhuma das variáveis (EAR > 20%). Aplicando o limite de erro de 20%, conforme a literatura de amostragem com espécies nativas, a heterogeneidade da área é transmitida para o número de parcelas, que praticamente triplica no tamanho 100 m² para a variável riqueza, de 20 para 59, e chega a 75 parcelas no tamanho 60 m². Para a variável abundância, esse número quadruplica no tamanho 100 m² para 84 parcelas, e chega a quintuplicar no tamanho 60 m², de 20 para 102 parcelas. Assim, em ambos os casos de tamanho, o número de parcelas precisa aumentar e este aumento é consideravelmente maior do que na área Maria Silverston. Considerando as maiores exigências em número de parcela, que estão na variável abundância, 84 parcelas de 100 m² e

102 de 60 m², a redução potencial da área total amostrada ao utilizar parcelas de 60 m² é de 27,14%.

A distinção entre as duas áreas de estudo foi crucial. A área Volta Grande, com maior heterogeneidade estrutural devido a um histórico de uso do solo que produziu uma mancha de samambaia, apresentou índices de CV e EAR significativamente mais altos, e um maior Índice de Heterogeneidade de Smith (*b*). Isso implica que áreas altamente heterogêneas podem exigir esforços amostrais maiores do que o proposto até o presente pelo Pacto para capturar a riqueza de espécies de forma satisfatória e/ou uso de estratégias adicionais para implantação do processo de monitoramento, como a estratificação prévia da área. Por outro lado, a área Maria Silverston, mais homogênea, apresentou índices de variabilidade menores. A curva de acumulação de espécie mostrou que o crescimento da Riqueza começa a frear a partir de 40 m² e achatar a partir de 60 m². Aplicando o critério de incremento marginal de Riqueza inferior a 10%, concluiu-se que 60 m² é o tamanho de parcela ideal que garante a suficiência amostral. Aplicando um limite de erro admissível para o tamanho de 60 m², a amostragem exigiu um aumento do número de unidades amostrais de 30 para 38 na área Maria Silverston. Na área Volta Grande, o número de parcelas para ter suficiência amostral seria de 84 para o tamanho 100 m² e 102 para o tamanho 60 m².

6. CONCLUSÃO

A metodologia empregada foi sensível às diferentes áreas onde as variáveis foram mensuradas, fornecendo base para a conclusão sobre tamanho mínimo de parcela. Os resultados, analisados através dos estimadores Coeficiente de Variação (CV) e Erro Amostral Relativo (EAR), demonstraram a esperada tendência de queda ou curva em J-invertido à medida que o tamanho da parcela aumenta.

A metodologia também permitiu quantificar a precisão final de cada amostragem, com 95% de confiança. A área Maria Silverston, mais homogênea, atingiu um Erro Amostral Relativo de 12,02% para a Riqueza e 18,6% para Abundância. Em contraste, a área Volta Grande atingiu um Erro Relativo de 34,24% para a Riqueza e 40,92% para Abundância, o que está acima do limite máximo da literatura e corrobora o aumento do número de parcelas mesmo no tamanho máximo de 100 m².

Em síntese, a metodologia como um todo permitiu avaliar a eficiência da amostragem, forneceu a explicação ecológica para as diferenças estatísticas entre as áreas e permitiu concluir sobre o esforço de campo ideal a partir de um erro admissível, levando a uma redução potencial de 24% na área total amostrada na área Maria Silverston, e de 27,14% na área Volta Grande. Apesar dessa redução, houve necessidade de aumento do número de parcelas nas duas áreas, o que pode acabar não compensando a redução no tamanho, pois maior número de parcela exige maior deslocamento pela área a ser monitorada, o que pode ser custo em tempo a depender da topografia, presença de corpos hídricos, densidade da floresta a ser penetrada ou solos de difícil caminhamento.

REFERÊNCIAS

- ANTONINI, Yasmine; VIDIGAL, Joice Paiva (Org.). **Restauração e conservação de matas ciliares em reservatórios hidroelétricos: importância para a conservação da biodiversidade e processos ecológicos**. Ouro Preto: DEBIO-DEGEO/UFOP, 2016. 164 p.
- ARAUJO, Maristela Machado et al. Análise de agrupamento em remanescente de Floresta Ombrófila Mista. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 1, p. 1-18, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/DpgkHyycmfXMGTFRNT6q6WQ/?lang=pt>. Acesso em: 15 jun. 2025.
- ARRHENIUS, O. Species and area. **Journal of Ecology**, v. 9, n. 1, p. 95-99, 1921. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2255763>. Acesso em: 06 jul. 2025.
- BECK, H. E. et al. Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1- km resolution. **Scientific Data**, v. 5, n. 180214, 2018. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/sdata2018214>. Acesso em: 29 mar. 2022.
- BRACALION, P. H. S.; GANDOLFI, S. & RODRIGUES, R. R. **Restauração Florestal**. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2015.
- BRASIL. **Decreto N° 233 de 7 de dezembro de 2001. Declara de interesse social, parafins de reforma agrária, os imóveis rurais que menciona, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 2001**. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/servlet/INPDFViewer?jornal=1&pagina=7&data=07/12/2001&captchafield=firstAccess>. Acesso em: 10 dez. 2025.
- BRASIL. **Decreto nº 8.972, de 23 de janeiro de 2017. Institui a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2017**.
- BRASIL. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 26 dez. 2006**.
- BRASIL, Câmara dos Deputados, **Projeto de Lei N° 4.631 – Proíbe o corte do Pinheiro-do-Paraná (Araucaria angustifolia)**. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=node01tu2z39pf6ahc1i4l899kzbv123550822.node0?codteor=13187&filename=TramitacaoPL+4631/2001. Acesso em 22 ago 2025.
- BRASIL. **Decreto nº 8.972, de 23 de janeiro de 2017. Institui a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 24 jan. 2017**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d8972.htm. Acesso em: 6 jan. 2025.
- BRASIL. Comissão Nacional para Recuperação da Vegetação Nativa. **Resolução CONAVEG nº 4, de 25 de novembro de 2024. Estabelece o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa - Planaveg 2025-2028**. Disponível em:

<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/servlet/INPDFViewer?jornal=515&pagina=123&data=02/12/2024&captchafield=firstAccess>. Acesso em: 09 dez. 2025.

CAIN, Stanley A. The species-area curve. **American Midland Naturalist**, p. 573-581, 1938. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2420468>. Acesso em 18 fev. 2025.

CAIN, Stanley A. Sample-plot technique applied to alpine vegetation in Wyoming. **American Journal of Botany**, p. 240-247, 1943. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2437245>. Acesso em 20 fev. 2025.

CARDOSO, Josiane T. A Mata Atlântica e sua conservação. **Revista Encontros Teológicos**, v. 31, n. 3, 2016. Disponível em: <https://facasc.emnuvens.com.br/ret/article/download/509/495>. Acesso em: 15 mar. 2024.

CARVALHO, M. M. X. **Uma grande empresa em meio à floresta. A história da devastação da floresta com araucária e a Souther Brazil Lumber and Colonization (1870-1970)**. Tese submetida ao Programa de PósGraduação em História da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor em História. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/93507>. Acesso em 12 nov. 2024.

CARVALHO, F. P.; SILVA, L. C. M. C.; TORRES, C. M. M. E. Análise da estrutura diamétrica de comunidades arbóreas em fragmentos de Mata Atlântica. **VII MENSUFLO- Universidade Federal de Lavras-Lavras/MG-2025**, 2025. Disponível em: <https://mensuflo.ufla.br/index.php/evento/article/view/109>. Acesso em: 06 out. 2025.

CHAZDON, Robin L. et al. Experiências de governança da restauração de ecossistemas e paisagens no Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 36, n. 106, p. 221-237, 2022. Disponível em: DOI:10.1590/s0103-4014.2022.36106.013. Acesso em: 05 mar. 2025.

CLEMENTS, Frederic Edward. **Plant succession: an analysis of the development of vegetation**. Washington: Carnegie Institution of Washington, 1916. 512 p. Disponível em: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ab/Plant_succession%3B_an_analysis_of_the_development_of_vegetation.pdf. Acesso em: 15 abr. 2025.

CUNHA, A. A.; CRUZ, C. B. M. & FONSECA, G. A. B. Mata Atlântica Legal: integrando as visões da biogeografia às políticas públicas para conservação de um hotspot de biodiversidade. **Sustainability in Debate**, v. 10, n.3, p. 337-353, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/sust/article/view/27112>. Acesso em 13 fev 2025.

DALLA CORTE, Ana Paula et al. Desempenho de métodos e processos de amostragem para avaliação de diversidade em Floresta Ombrófila Mista. **Floresta**, v. 43, n. 4, 2013. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/103654367/21711-libre.pdf?1687452933=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDesempenho+De+Metodos+e+Processos+De+Amo.pdf&Expires=1762469040&Signature=GH~IKXoKPixPGcPXCDExs03YLdCzFs6A8bi7Zieeaz9jOOZ1aEgid9HNhACavoG8-Ar0n7LEUyuBeNinj1TjscHpxm8lkeqIGo-pHkr7S1TiYkrQ9WFst2mm22SxbDEseHfD5DMR7o7lBmWiLy5pm0Ews3CqjLISK8QZfyZ7cU9i4eFq5GM5qC~OGACh6n1rN76PAoXbtoTBEEn8UKHhF-oiw3O-hnc7TEbz->

[J~JU4zrJ4LCRfiWomXDgh~Xt9pR8uF7k68t-Yie7GyYdE8ZLCJ~kDOoFA-cEoF5XEXOnD1~JxzdqWtSbq8uAAx-XoBS2uhjyeidvGRVKuZsZZ~n7Dw &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/215048/PPCA0042-D.pdf?sequence=1). Acesso em: 24 jul. 2025.

FERREIRA, Jussara D.'Ambrosio. **Remanescentes Florestais nos Projetos de Assentamento de Reforma Agrária do Estado de Santa Catarina–Uma Análise Temporal**. Tese de mestrado, na linha de estudo em Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Perícias Ambientais, da Universidade Federal de Santa Catarina Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/215048/PPCA0042-D.pdf?sequence=1>. Acesso em: 10 dez. 2025

FIGENBAUM, J. **História antiga do planalto das araucárias, Rio Grande do Sul, Brasil - O Jê Meridional e o diálogo com o ambiente**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento, da Universidade do Vale do Taquari – Univates, como parte da exigência para obtenção do grau de Doutor em Ciências, área de concentração Espaço e Problemas Socioambientais. 2021

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E. e WREGGE, M. S. A distribuição natural das Florestas com Araucária nos estados no Sul e São Paulo: localização, clima e relevo. In.: (Ed.) SOUSA, V. A., FRITZSONS, E., PINTO JUNIOR, J. E., e AGUIAR, A. V. **Araucária: pesquisa e desenvolvimento no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2021.

GANDOLFI, S. Sucessão Florestal e as Florestas Brasileiras: Conceitos e Problemas. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, 2007. Disponível em: <https://www.seb-ecologia.org.br/revistas/indexar/anais/viiiiceb/palestrantes/Sergius.pdf>. Acesso em 28 abr. 2024.

GOTELLI, N. J., & ELLISON, A. M. **A primer of ecological statistics**. Massachusetts: Sinauer Associates. 2004.

GOULART, Manoela Carolina da Silva. **Avaliação e propostas de sustentabilidade produtiva no "Assentamento Roseli Nunes" - Município de Abelardo Luz em Santa Catarina**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Rural) – Departamento de Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006

HUNTLEY, Brian John. **Ecology of Angola: Terrestrial Biomes and Ecoregions**. Porto: Springer Nature, 2023.

INCRA - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO E AGRICULTURA FAMILIAR. **Projetos de Reforma Agrária Conforme Fases de Implementação**, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/reforma-agraria/assentamentosgeral.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2025.

KREBS, C. J. **Ecological methodology**. 2nd ed. San Francisco: Benjamin Cummings, 1999.

LEVIN, Simon A. The problem of pattern and scale in ecology: The Robert H. MacArthur Award lecture. **Ecology**, v. 73, n. 6, p. 1943-1967, dez. 1992. Disponível em: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2307/1941447>. Acesso em: 20 maio. 2025.

MANFREDINI, Leonel et al. **Gênese do relevo entre a Serra da Fartura e rio Chapecó-Planalto das Araucárias: o caso da superfície geomorfológica de Abelardo Luz (SC)**. 2016. Tese apresentada ao Programa de PósGraduação Stricto Sensu em Geografia – nível Mestrado. Área de Concentração Dinâmica, Utilização e Preservação do Meio Ambiente – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Francisco Beltrão, como requisito à obtenção da titulação de mestre em Geografia. Disponível em: <https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/1160/1/Leonel.pdf> . Acesso em: 10 dez. 2025.

MANLY, B. F. J. **Randomization, Bootstrap and Monte Carlo Methods in Biology**. 2nd ed. London: Chapman and Hall. 1997.

MARTINS, Sebastião Venâncio (ed.). **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. 2. ed. rev. e ampl. Viçosa: UFV, 2012. 371 p.

MARTINS, Sebastião Venâncio (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015. 376 p.

MEIRELES, Gabriel Barreto; DE BENEDICTO, Samuel Carvalho; DA SILVA, Luiz Henrique Vieira. Impactos antrópicos na mata atlântica brasileira: a restauração ecológica e o ODS 15 como contrapontos ao estado atual do bioma. **Humanidades & Inovação**, v. 9, n. 25, p. 230-247, 2022. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/6503>. Acesso em 15 mar. 2025.

MUELLER-DOMBOIS, Dieter; ELLENBERG, Heinz. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley and Sons, 1974. 547 p.

MYERS, N. et al., Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853, 2000. Disponível em: [Biodiversity hotspots for conservation priorities | Nature](https://www.nature.com/articles/403853a). Acesso em: 23 mar. 2025.

NAHSSEN, M. H. C. et al. Estrutura, composição florística e integridade biótica de fragmento de Mata Atlântica em sucessão secundária. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, e55611629363, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/29363/25501>. Acesso em 10 maio 2024.

NARVAES, I. S.; BRENA, D. A.; LONGHI, S. J. Estrutura da regeneração natural em floresta ombrófila mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 4, p. 331-342, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/fhjqDwdBs8Sjfngfv94m6ws/?lang=pt>. Acesso em: 22 abr. 2025.

NODARI, E. S.; CARVALHO, M. M. X. & ZARTH, P. A. (Orgs.) **Fronteiras Fluídas – Floresta com Araucárias na América Meridional**. São Leopoldo: Oikos, 2018.

ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia**. 6ª Ed., Lisboa: Fund. Calouste Gulbenkian, 2004.

PACTO PELA RESTAURAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA (PACTO). **Protocolo de Monitoramento para Programas e Projetos de Restauração Florestal**. 2013. Disponível em: <https://pactomataatlantica.org.br/wp-content/uploads/2021/05/protocolo-de-monitoramento-pt.pdf>. Acesso em 14 mar. 2025.

PACTO PELA RESTAURAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA; ALIANÇA PELA RESTAURAÇÃO NA AMAZÔNIA. **Protocolo de monitoramento da restauração da Mata Atlântica e da Amazônia via sensoriamento remoto**: Pacto pela Restauração da Mata Atlântica, 2024. Disponível em: <http://pactomataatlantica.org.br/wp-content/uploads/2024/11/protocolo-sr-pacto-2024.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2025.

PÉLLICO NETTO, Sylvio; BRENA, Doádi Antonio. **Inventário florestal**. Curitiba: Edição dos Autores, 1997. 316 p.

ROCHA, Douglas Satirio. O MST no Oeste de Santa Catarina e sua atuação através da imprensa escrita local (1985–1989). **Revista Santa Catarina em História**, v. 7, n. 2, p. 45-67, 2013. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/sceh/article/view/672>. Acesso em 10 dez. 2025.

RIBEIRO, Saimom Poczapski Noro. **Transformações de uso, cobertura e fragmentação da paisagem na Floresta Ombrófila Mista**. 2022. 79 p. Tese de Mestrado em Ciências, Ecossistemas Agrícolas e Naturais, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos, Curitibanos, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/242585>. Acesso em: 06 fev. 2025.

RICKLEFS, Robert E. **A economia da natureza**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

RONDON NETO, RM et al. Caracterização florística e estrutural de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Curitiba, PR-Brasil. **Floresta**, v. 32, n. 1, p. 3-16, 2002a. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/download/2366/1978>. Acesso em 20 mar. 2025.

RONDON, Rubens Marques et al. Análise florística e estrutural de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, situado em Criúva, RS-Brasil. **Ciência Florestal**, v. 12, n. 1, p. 29-37, 2002b. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/mbtsn3F4LCfcMfzGC3mgzMv/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 05 mai. 2025.

SCHILLING, Ana Cristina; BATISTA, João Luis Ferreira. Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. **Brazilian Journal of Botany**, v. 31, p. 179-187, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbb/a/NvZQYtTyWRcCXpb5VccJrQp/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 12 jan. 2025.

SILVA, M. A. P. da et al. Diagnóstico e estratégias para a conservação ou restauração de nascentes em ambientes com ações antrópicas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 34, n. 3,

e71553, p. 1-24, 2024. DOI: 10.5902/1980509871553. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509871553>. Acesso em: 22 ago 2025.

SMITH, H.F. An empirical law describing heterogeneity in the yields of agricultural crops. **Journal Agricultural Science**, n.28, p.1-23, 1938. Disponível <https://precision-agriculture.sydney.edu.au/wp-content/uploads/2019/08/ffs.pdf>. Acesso em 14 maio. 2025.

SOARES, Everton et al. Controle alternativo de formigas cortadeiras: Perpectivas para a restauração florestal no Planalto Serrano Catarinense. **Ambientes em movimento**, v. 5, n. 1, p. 132-136, 2025. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/am/article/view/8100>. Acesso em: 12 sep. 2025.

SONEGO, R. C.; BACKES, A.; SOUZA, A. F. Descrição da estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil, utilizando estimadores não-paramétricos de riqueza e rarefação de amostras. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, p. 943-955, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/wG4rKGcd9DwS8pj8ggJFh9x/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 12 jan. 2025.

SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S. & OLIVEIRA, P. E. (Ed.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005.

SOUZA, Jocy A. P. **Elaboração de um índice de vulnerabilidade ambiental dos fragmentos florestais da mata atlântica**. Tese apresentada como requisito para a obtenção do título de Doutora em Ciências Ambientais da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” na Área de Concentração Diagnóstico, Tratamento e Recuperação Ambiental, 2021. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/29a9633a-8c14-4fd3-acef-5c12f4ca6a92>. Acesso em 22 ago. 2025.

TRIOLA, Mario F. **Introdução à Estatística**. 14. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2024. 768 p.

VIBRANS, A. C. et al. (Ed.) **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina – 7 vol.** Blumenau: Editora da FURB, 2012.

VUELMA, Angélica et al. **Análise das causas do arrendamento ou venda de terras nos assentamentos rurais do município de Abelardo Luz–SC**. 2018. Tese apresentada ao Programa de PósGraduação Stricto Sensu em Geografia – Nível Mestrado, linha de pesquisa “Desenvolvimento Econômico e Dinâmicas Territoriais”. - da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Francisco Beltrão Disponível em: <https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/4210/5/Disserta%c3%a7%c3%a3o%20Angelica%20Vuelma%202018.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2025.

WATSON, Hewett Cottrell. **Cybele Britannica; or British plants, and their geographical relations**. London: Longman & Company, 1859.

WIENS, John A. Spatial scaling in ecology. **Functional Ecology**, v. 3, n. 4, p. 385-397, 1989. Disponível em: https://courses.washington.edu/esrm441/pdfs/Wiens_1989.pdf. Acesso em: 06 jan. 2025.

WOSIACKI, G. et al. Functional fruits in the Araucaria Forest/Brazil. **Fruit Processing**, vol. 3, p. 118-124, 2010. Disponível em: https://www.fruit-processing.com/wpcontent/uploads/2017/07/FP_3-2010_p118-124.pdf. Acesso em: 10 out 2025.

ZANELLA, A. et al., Tree species of the Araucaria Mixed Forest: which, how many and how threatened are they? **Acta Botanica Brasilica**, 36. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/mxtcPThHByqWSYKhJKY6smG/?lang=en#>. Acesso em: 08 abr 2025.

ZOREK, Bruna Eliz et al. **Ações urgentes são necessárias para conservar a ecorregião criticamente ameaçada da floresta com Araucária**. 2021. Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/bitstream/handle/1884/74599/R%20-%20D%20-%20BRUNA%20ELIZ%20ZOREK.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 06 nov. 2025.