

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AMBIENTE E TECNOLOGIAS
SUSTENTÁVEIS**

ANDRESSA DE ALMEIDA

**ADEQUAÇÃO A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E QUALIDADE DA VEGETAÇÃO EM
PROPRIEDADES RURAIS EM CERRO LARGO, RS**

CERRO LARGO

2024

ANDRESSA DE ALMEIDA

**ADEQUAÇÃO A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E QUALIDADE DA VEGETAÇÃO EM
PROPRIEDADES RURAIS EM CERRO LARGO, RS**

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis.

Linha: Qualidade Ambiental

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Daniela Oliveira de Lima

CERRO LARGO

2024

ANDRESSA DE ALMEIDA

**ADEQUAÇÃO A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E QUALIDADE DA VEGETAÇÃO EM
PROPRIEDADES RURAIS EM CERRO LARGO, RS**

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis.

Linha: Qualidade Ambiental

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Daniela Oliveira de Lima

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 26/04/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Daniela Oliveira de Lima – UFFS
Orientadora

Prof^a. Dr^a. Josita Soares Monteiro – UFSM
Avaliadora

Prof^a. Dr^a. Tatiane Chassot – UFFS
Avaliadora

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Almeida, Andressa de
ADEQUAÇÃO A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E QUALIDADE DA
VEGETAÇÃO EM PROPRIEDADES RURAIS EM CERRO LARGO, RS /
Andressa de Almeida. -- 2024.
57 f.

Orientadora: Doutora Daniela Oliveira de Lima

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da
Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Ambiente e
Tecnologias Sustentáveis, Cerro Largo, RS, 2024.

1. Área de Preservação Permanente. 2. Cadastro
Ambiental Rural. 3. LiDAR. 4. Mata Atlântica. 5. Reserva
Legal. I. Lima, Daniela Oliveira de, orient. II.
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Aos meus pais, pelo amor incondicional e apoio durante todo este percurso, que permitiu que eu concluísse essa etapa tão importante, e também a todos aqueles que, de uma maneira ou de outra, estiveram ao meu lado ao longo desta jornada.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho. Em primeiro lugar, quero agradecer à minha orientadora, a Prof^a. Dr^a. Daniela Oliveira de Lima, pelas extensas horas de orientação, apoio incansável e valiosas sugestões ao longo de todo este processo. Agradeço, também, aos membros da banca de avaliação: Prof^a. Dr^a. Josita Soares Monteiro e Prof^a. Dr^a. Tatiane Chassot, por terem aceitado fazer parte e colaborar com sugestões para o enriquecimento do presente trabalho. À minha família e amigos, que me deram apoio emocional e incentivo durante toda esta jornada, meu profundo agradecimento por cada conversa e motivação para seguir em frente. Ao Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Cerro Largo por nos auxiliarem para entrar em contato com os proprietários rurais, e, principalmente, agradecimentos ao nosso parceiro Juca Werle, que sempre nos auxiliou em encontrar as propriedades e também atuou ativamente para marcar as visitas nas propriedades. Agradeço a cada proprietário rural de Cerro Largo por ter nos recebido e nos permitido realizar as amostragens em sua propriedade. Aos companheiros de campo, que sem eles não seria possível realizar esse trabalho: Ana Gabriela, Ana Letícia, Eduardo, Elisangela, Fabrício, Geovan, Julia, Marcelo, Pablo, Raphael, Richard, Sara e Vanderez, vocês foram essenciais para que esse trabalho pudesse acontecer, meu muito obrigada a todos! À gestão do Parque Estadual do Turvo por nos permitir realizar as amostragens no local, por nos permitir utilizar o alojamento e pelo acolhimento vindo dos funcionários do parque. À Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), por ser uma instituição de alta qualidade, pela infraestrutura, transporte e recursos fornecidos. Ao Programa de Pós Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis (PPGATS) por todo o apoio e a Fundação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos, que foi imprescindível para o presente trabalho. Por fim, agradeço a todas as pessoas que cruzaram meu caminho e contribuíram, de uma forma ou de outra, com essa etapa.

RESUMO

Nas últimas décadas, a expansão na área agrícola no Brasil é notável, portanto, conciliar a produção e a conservação ambiental constitui um dos maiores desafios enfrentados pelo país. Este estudo buscou caracterizar as propriedades rurais no município de Cerro Largo - RS, quanto a adequação à legislação ambiental atual, bem como analisar a qualidade desta vegetação, utilizando os parâmetros definidos pela RESOLUÇÃO 33/1994 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) quanto aos estágios sucessionais das florestas no estado. As análises sobre a adequação à legislação foram feitas utilizando os dados declarados no Cadastro Ambiental Rural (CAR) e na plataforma de mapeamento da cobertura do solo Mapbiomas. Quanto à análise da qualidade da vegetação, foram amostradas 23 propriedades privadas, bem como 10 áreas dentro do grande bloco de floresta do Parque Estadual do Turvo (PET), que foi utilizado como um controle dos parâmetros de sucessão ecológica de estágio avançado para uma área de floresta estacional decidual do estado do Rio Grande do Sul. Os parâmetros avaliados foram: circunferência à altura do peito (CAP), altura e cobertura do dossel, serrapilheira, incidência de luz e presença de sub-bosque. Por fim, a qualidade da vegetação, também foi avaliada através dos valores referentes à altura da floresta coletados pelo satélite LiDAR, comparando a vegetação de Cerro Largo com a vegetação do PET. Dentre os resultados alcançados nesse estudo destacam-se que mais da metade das propriedades do município não declararam possuir Reserva Legal (RL) nem Áreas de Proteção Permanente (APP). Sendo que apenas 211 propriedades possuem a quantidade de floresta necessária, o que a legislação indica em termos de RL e APP. Como um todo, o município deveria ter pelo menos 2.400 hectares de APP e 3.150 hectares de RL, e apenas 2.460 hectares de vegetação florestal foi detectada na plataforma Mapbiomas, ou seja, no mínimo, faltam 3.090 hectares de floresta para o município. Não foram encontradas diferenças significativas entre os parâmetros da estrutura da vegetação entre as propriedades de Cerro Largo e o PET coletados em campo, contudo os dados do LiDAR indicam que o PET possui uma floresta mais alta e mais homogênea. Por conseguinte, os parâmetros estruturais apresentados pela RESOLUÇÃO 33/1994 se revelaram insuficientes. Demonstrando, que a RESOLUÇÃO 33/1994 apresenta falhas e deve ser atualizada

de modo a poder ser utilizada para a classificação adequada da sucessão vegetal para a floresta estacional decidual do estado do Rio Grande do Sul.

Palavras-chave: Área de Preservação Permanente; Cadastro Ambiental Rural; LiDAR; Mata Atlântica; Reserva Legal.

ABSTRACT

The expansion in the agricultural area in Brazil has been remarkable, therefore, reconciling production and environmental conservation is one of the biggest challenges faced by the country. This study aimed to describe rural properties in the municipality of Cerro Largo - RS, regarding their compliance with the current environmental legislation, as well as analyzing the vegetation quality, using parameters defined by RESOLUTION 33/1994 of the National Council of Environment (CONAMA), regarding to the stages of forest succession in the state. Analyzes on compliance with legislation were carried out using data declared in the Rural Environmental Registry (CAR) and data available at Mapbiomas land cover map platform. Regarding the analysis of vegetation quality, 23 private properties were sampled, as well as 10 areas within a large forest block at Parque Estadual do Turvo (PET), which was used as a control group representing an area at advanced stage regarding ecological succession parameters for an area of seasonal deciduous forest in the state of Rio Grande do Sul. The parameters evaluated were: circumference at breast height (CBH), canopy height and coverage, litter abundance, incidence of light and presence of understory. Finally, vegetation quality was also evaluated using data collected by the LiDAR satellite on the forest height, where we also compared the vegetation within private areas in Cerro Largo with the vegetation of PET. Among the results achieved in this study, it is worth highlighting that more than half of the properties in the municipality did not declare any Legal Reserves (LR) or Permanent Protected Areas (PPA). Additionally, only 211 properties have the necessary amount of forest, which the legislation indicates in terms of LR and PPA. Overall, the municipality should have at least 2 400 hectares of PPA and 3 150 hectares of LR, and only 2 460 hectares of forest vegetation was detected on the Mapbiomas platform, that is, it is missing at least 3 090 hectares of forest in the municipality. We did not find significant differences between vegetation structure parameters between the Cerro Largo properties and the PET collected in the field, however the LiDAR data indicate that the PET has a higher and more homogeneous forest. Therefore, the structural parameters presented by RESOLUTION 33/1994 proved to be insufficient. Demonstrating that RESOLUTION 33/1994 is flawed and must be updated for the appropriate classification of ecological succession considering the seasonal deciduous forest in the state of Rio Grande do Sul.

Key words: Permanent Protected Areas; Rural Environmental Registry; LiDAR; Atlantic Forest; Legal Reserves.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Representação das formações florestais e ecossistemas pertencentes à Mata Atlântica, definidos pela Lei nº 11.428 de 2006.....	21
Figura 2 - Mapa de localização dos 23 locais de amostragem dos parâmetros estruturais relacionados à qualidade da vegetação em propriedades rurais em Cerro Largo, RS.....	30
Figura 3 - Mapa de localização dos 10 locais de amostragem dos parâmetros estruturais relacionados à qualidade da vegetação no Parque Estadual do Turvo (PET), Derrubadas, RS.....	31
Figura 4 - Esquema dos transectos de amostragem (possuindo 200 m ²) e dos cinco pontos de amostragem dispostos dentro do transecto. Essa amostragem foi realizada em 23 propriedades em Cerro Largo, RS e em 10 locais no Parque Estadual do Turvo.....	32
Figura 5 - Procedimento de mensuração da obstrução do sub-bosque. a) Fotografia pré edição. b) Fotografia transformada em bitmap no software ImageJ, os pixels brancos foram considerados como fundo e os pixels pretos foram considerados como vegetação, a partir disso, foi calculado a porcentagem de obstrução do sub-bosque.....	34
Figura 6 - Procedimento de análise da cobertura do dossel. a) Fotografia tirada em campo b) Fotografia binária pós edição no software ImageJ, onde os pixels na coloração branca foram consideradas como plano de fundo e os pixels na coloração preta foram consideradas pelo programa como o dossel, a partir da contagem dos referidos pixels, a cobertura do dossel foi calculada em porcentagem.....	35
Figura 7 - Número médio de árvores por distribuição de tamanho da Circunferência da Altura do Peito (CAP) em 23 propriedades rurais no município de Cerro Largo, RS e em 10 áreas dentro da floresta contínua no Parque Estadual do Turvo, localizado em Derrubadas, RS.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros estabelecidos pela RESOLUÇÃO Nº 33, de 1994, do CONAMA, para definição dos estágios de regeneração florestal.....	26
Tabela 2 - Indicadores de adequação à legislação ambiental analisados a partir da análise de dados obtidos junto ao Cadastro Ambiental Rural e junto a plataforma de mapeamento de vegetação natural Mapbiomas para 1.324 propriedades rurais no município de Cerro Largo - RS.....	36
Tabela 3 - Valores estimados de 15 variáveis relacionadas à estrutura da vegetação coletadas a partir de dados de campo realizados em 23 propriedades rurais no município de Cerro Largo - RS e em 10 áreas no Parque Estadual do Turvo, no município de Derrubadas - RS, obtidos através do teste t. A área amostrada em todos os 33 locais amostrados foi de 200 m ²	38
Tabela 4 - Valores estimados de três variáveis relacionados à estrutura da vegetação coletadas a partir de dados retirados do satélite LIDAR para 132 fragmentos de floresta em propriedades rurais no município de Cerro Largo - RS (tamanho mínimo de um hectare, valor médio de 2,58, desvio padrão de 2,26 e valor máximo de 15,52 ha), e em 90 áreas no Parque Estadual do Turvo, no município de Derrubadas - RS (todas com tamanho de 2,95 hectares).....	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul
APP	Área de Preservação Permanente
CAP	Circunferência Altura do Peito
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
PET	Parque Estadual do Turvo
RL	Reserva Legal
SICAR	Sistema Nacional do Cadastro Ambiental Rural
UC	Unidade de Conservação
VN	Vegetação Nativa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 BIODIVERSIDADE DA MATA ATLÂNTICA E QUALIDADE DA VEGETAÇÃO	18
2.2 LEGISLAÇÕES AMBIENTAIS	19
2.3 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG) E ANÁLISES DO USO E COBERTURA DO SOLO	22
2.4 ESTÁGIOS SUCESSIONAIS E QUALIDADE DA VEGETAÇÃO	24
3 MATERIAIS E MÉTODOS	28
3.1 ÁREA DE ESTUDO	28
3.2 ANÁLISES DE GEOPROCESSAMENTO	28
3.2.2 LiDAR (LIGHT DETECTION AND RANGING – DETECÇÃO DE LUZ E DISTÂNCIA)	30
3.3 PROCEDIMENTOS EM CAMPO	30
3.3.1 Circunferência À Altura Do Peito (Cap)	31
3.3.2 Altura do Dossel	32
3.3.3 Luminosidade	33
3.3.4 Coleta de serrapilheira	34
3.3.5 Obstrução do sub-bosque	34
3.3.6 Obstrução do dossel	35
3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	36
4 RESULTADOS	37
5 DISCUSSÃO	41
6 CONCLUSÃO	46

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país mega diverso possuindo aproximadamente 1,8 milhão de espécies em seu território (Lewinsohn e Prado, 2005). Além de abrigar cerca de 10% das espécies do planeta, a vegetação brasileira é responsável por diversos serviços ecossistêmicos como a regulação do clima, polinização, conservação da água, proteção contra incêndios e regulação de pragas e doenças (Metzger *et al.*, 2019). Atualmente, estima-se que existam cerca de 60.065 espécies de árvores no mundo todo, destas, foram registradas 8.715 (14,5%) no Brasil, onde 4.333 espécies são endêmicas do país. Dados que colocam o Brasil liderando o ranking tanto para número de espécies de árvores assim como em número de espécies de árvores endêmicas em território brasileiro (Beech *et al.*, 2017).

Dos 850 milhões de hectares que o país possui (Sparovek *et al.*, 2019), 275 milhões de hectares (32%) são considerados áreas dedicadas à agricultura (Pinto *et al.*, 2015). A maior parte do território brasileiro (44,2 %) é considerado como áreas privadas, que somam 375 milhões de ha, seguida por áreas públicas (36,1%) que totalizam 306 milhões de ha, ainda 16,6% é considerado como “áreas não registradas” (141 milhões de ha), o restante (3,1%) divide-se entre áreas urbanas e corpos d’água, totalizando 26 milhões de ha (Sparovek *et al.*, 2019). Considerando que grande parte do território nacional está em áreas privadas, conseqüentemente, grande parte das áreas com vegetação nativa, também é de posse privada, torna-se imprescindível ações de monitoramento, avaliação e políticas públicas com foco nessas áreas (Metzger *et al.*, 2019). Portanto, conciliar a produção agrícola e a conservação ambiental constituem um dos maiores desafios enfrentados pelo país (Ferreira *et al.*, 2012).

Sabe-se que o desmatamento reduz a biodiversidade, causando a eliminação de muitas populações e, conseqüentemente, ameaçando a prestação dos serviços ecossistêmicos (Morellato e Haddad, 2000; Campanili e Schaffer, 2010;). Dentre os biomas mais afetados no Brasil, destaca-se a Mata Atlântica, que possui uma grande biodiversidade e é caracterizada por altas taxas de endemismo, chegando a ter 45% das espécies da flora arbórea do bioma sendo endêmicas do mesmo (De Lima *et al.*, 2020). A Mata Atlântica ocupa aproximadamente 130 milhões de hectares no Brasil (SOS Mata Atlântica e INPE, 2019). Atualmente, este bioma se encontra

num estado de grande fragmentação, perda de diversidade além das ameaças constantes de alterações na paisagem por causas antrópicas (Amorim, Sousa e Lourenço, 2019). Estima-se que restam apenas 12,4% da cobertura original da Mata Atlântica no Brasil (SOS Mata Atlântica e INPE, 2019). No Brasil, o bioma abrange a região litorânea e engloba 12 dos 17 estados brasileiros, dentre estes, o presente estudo teve foco no estado do Rio Grande do Sul que tem no setor rural como um dos mais importantes para a sua economia, principalmente a agricultura (Martinelli *et al.*, 2010).

Com objetivo de propor novas regulamentações ambientais visando a proteção da vegetação nativa do Brasil, em 2012 foi instituído o popularmente conhecido “Novo Código Florestal”, por meio da Lei nº 12.651/2012 (Maciel e Maciel, 2022). A nova lei trouxe diversas mudanças que impactaram na forma como os proprietários dos imóveis rurais faziam o manejo das áreas de vegetação nativa (Brancaion *et al.*, 2016). Através da referida lei, institui-se o Cadastro Ambiental Rural (CAR), registro eletrônico obrigatório e autodeclaratório para todos os proprietários de imóveis rurais do país (Luiz e Steinke, 2022). Este constitui-se em uma base de dados que, ao ser utilizada, pode promover o controle, monitoramento e o planejamento ambiental e econômico, além de contribuir com a diminuição do desmatamento em nível nacional (Brasil, 2012).

A classificação em estágios de sucessão ecológica é uma metodologia destaque para avaliar a qualidade da vegetação. A sucessão ecológica refere-se a transição gradual e sequencial de espécies após um evento de perturbação (Egerton, 2015). Esta classificação fornece uma base para abordagem temporal das dinâmicas de comunidades e ecossistemas, compondo uma base de dados informativa sobre a qualidade da vegetação e os serviços ecossistêmicos que provêm dela, e, conseqüentemente, apontando direções para os esforços em conservação biológica (Prach; Walker, 2011).

Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade da vegetação remanescente de propriedades rurais do município de Cerro Largo (RS), através de um comparativo com as áreas de vegetação remanescente pertencentes ao Parque Estadual do Turvo (PET), utilizando o conceito de sucessão ecológica através dos parâmetros definidos pela RESOLUÇÃO nº 33/1994 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Este estabelece três estágios de sucessão

para as formações vegetais secundárias do bioma Mata Atlântica no estado do Rio Grande do Sul: inicial, médio e avançado. Concomitantemente, a avaliação acerca da adequação à legislação realizou-se através dos registros do CAR e comparativos com a vegetação nativa registrada através de imagens de satélites.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 BIODIVERSIDADE DA MATA ATLÂNTICA E QUALIDADE DA VEGETAÇÃO

Nas últimas décadas, é possível verificar um processo significativo de expansão na área agrícola no Brasil, com destaque para algumas culturas como soja, milho e cana-de-açúcar (Martinelli e Fisolo, 2009). O setor agrícola tem aumentado tanto em expansão como na produtividade (Pinto *et al.*, 2015). As mudanças no uso e cobertura do solo nos últimos 50 anos, provocadas por uso antrópico, têm alterado os ecossistemas terrestres de forma intensa (Lautenbach *et al.*, 2011), reduzindo consideravelmente a biodiversidade do país (Martinelli e Fisolo, 2009). Em uma análise temporal de 1985 a 2017, Souza Jr. *et al.* (2020) observaram que o Brasil reduziu, ao todo, 11% das formações florestais nativas em seu território, somando cerca de 65,9 Mha de floresta desmatada. Enquanto, no mesmo intervalo da análise, o percentual de áreas dedicadas à agricultura aumentou em 172,5% (Souza Jr. *et al.*, 2020).

Dentre os biomas afetados, destaca-se a Mata Atlântica, que, por abrigar a maior parte da população brasileira, também sofreu com os processos de urbanização (Martinelli *et al.*, 2010) e é considerada um *hotspot* de biodiversidade (Myers *et al.*, 2000; Ribeiro *et al.*, 2011). A maioria dos remanescentes florestais do bioma se encontram na forma de pequenos fragmentos isolados que estão sujeitos a intensa perturbação, são pouco estudados e têm pouca proteção (Metzger *et al.*, 2009). Apesar de se encontrar fragmentada, estima-se que existam na Mata Atlântica aproximadamente 20.000 espécies vegetais, cerca de 33% a 36% das espécies do país (Campanili e Schaffer, 2010). No que se refere à fauna, os levantamentos realizados apontam que o bioma abriga 849 espécies de aves, 370 espécies de anfíbios, 200 espécies de répteis, 270 de mamíferos e por volta de 350 espécies de peixes, sendo várias dessas espécies endêmicas e/ou ameaçadas de extinção (Campanili e Schaffer, 2010).

No Rio Grande do Sul, um dos estados abrangidos pela Mata Atlântica, a diminuição acentuada da vegetação nativa decorre, dentre outros fatores, do setor rural, principalmente a agricultura, que é um dos pilares mais importantes para a economia do estado (Andréa Severo *et al.*, 2019). Atualmente, um número reduzido de áreas com vegetação nativa estão protegidas pela legislação. Dentre essas

áreas, destaca-se o Parque Estadual do Turvo (PET), uma Unidade de Conservação (UC) de proteção integral com aproximadamente 17.500 hectares de floresta. Esta UC constitui-se na maior e mais bem preservada área florestal do estado (Breunig, Galvão e Formaggio, 2011). O PET possui uma grande riqueza biológica de espécies vegetais (Leite, 2002) que fazem parte de uma vegetação do tipo Floresta Estacional Decidual, o mesmo tipo vegetacional presente no município de Cerro Largo.

2.2 LEGISLAÇÕES AMBIENTAIS

As legislações de caráter ambiental ocupam um papel essencial e atuam como instrumentos legais na conservação e manutenção das formações nativas do país (Issii *et al*, 2018). Em 2012, foi publicada a Lei Federal nº 12.651, conhecida popularmente como “Novo Código Florestal”. Esta possui o objetivo de proteção da biodiversidade, recursos hídricos, solo, florestas e demais formações vegetais nativas do Brasil, bem como, garantir o desenvolvimento e a implementação de estímulos econômicos destinados a impulsionar a conservação e a restauração da vegetação nativa, e também fomentar a adoção de práticas produtivas sustentáveis. No artigo 3º, a Lei traz definições essenciais na regulação ambiental ao determinar os conceitos de Área de Preservação Ambiental (APP), Reserva Legal (RL), área rural consolidada e pequena propriedade ou posse rural familiar:

II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

III - Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa;

IV - área rural consolidada: área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio;

V - pequena propriedade ou posse rural familiar: aquela explorada mediante o trabalho pessoal do

agricultor familiar e empreendedor familiar rural, incluindo os assentamentos e projetos de reforma agrária, e que atenda ao disposto no art. 3o da Lei no 11.326, de 24 de julho de 2006 (Brasil, 2012).

A Lei nº 12.651/2012 revogou o código florestal vigente até então (Lei Federal nº 4.771 de 1965) e trouxe numerosas alterações acerca da proteção da vegetação nativa brasileira (Gavioli, 2017). As alterações propostas no Novo Código Florestal se enquadram em três categorias: disposições gerais, disposições transitórias e sistemas de controle e de incentivo. Nas disposições gerais, destacam-se as mudanças em relação aos percentuais mínimos de Reserva Legal (RL) que todas as propriedades devem cumprir e também definiu as metragens mínimas específicas que devem ser enquadradas como Área de Preservação Permanente (APP). Já a segunda categoria trata sobre uma certa flexibilização de alguns mecanismos gerais acerca da preservação florestal, com o objetivo de facilitar a regularização ambiental das propriedades rurais, simplificando os processos e tornando mais acessível a conformidade dentro das normativas ambientais. A última categoria refere-se ao estabelecimento de novos sistemas de monitoramento, assim como, estímulos, iniciativas e estratégias governamentais para efetivar os dispositivos legais de proteção e recuperação de áreas florestais (Brancalion *et al.*, 2016).

No artigo 12 da referida Lei, acerca das áreas de Reserva Legal, a porcentagem mínima que cada propriedade rural deve preservar é definida de acordo com o bioma que se encontra, sendo de 80% do imóvel para propriedades com florestas localizadas na Amazônia Legal, 35% para os imóveis nas áreas de Cerrado dentro da Amazônia Legal e no mínimo 20% para as demais áreas do país. Em relação às Áreas de Preservação Permanente, a distância mínima ocupada pela vegetação nativa obrigatória tem relação direta com a largura do corpo d'água e a sua categoria. Para cursos d'água com menos de 10 metros de largura são exigidos 30 metros de APP, já se o curso d'água apresentar de 10 até 50 metros de largura o tamanho da APP também aumenta para 50 metros, aumentando até chegar no máximo de 500 metros de APP para cursos d'água com largura superior a 600 metros (Brasil, 2012).

Dentre as novidades que a lei trouxe, destacam-se as disposições acerca do Programa de Regularização Ambiental (PRA) que buscou flexibilizar e facilitar a conformidade ambiental para as propriedades rurais que não estavam em

conformidade com a regulamentação anterior, em vigor desde 1965. Além disso, o Novo Código Florestal, com o propósito de relacionar as informações ambientais das propriedades rurais do Brasil, institui as obrigatoriedades do registro dos imóveis rurais no Cadastro Ambiental Rural (CAR). Para Freitas *et al.* (2017), o CAR constitui-se uma importante ferramenta no cumprimento do Código Florestal. Em decorrência da regulamentação do CAR, houve uma redução significativa nas taxas de desmatamento, de 10.904 km² para 7.905 km² em 2020. Esses dados demonstram a importância do compromisso dos órgãos governamentais com a gestão ambiental, resultando em grande potencial na diminuição do desmatamento no país (Luiz e Steinke, 2022). O monitoramento das propriedades rurais através do CAR possibilita uma maior averiguação do cumprimento das legislações, contudo, como o cadastro das informações no site do CAR é de responsabilidade do proprietário, é necessário garantir que as informações prestadas são precisas e coincidem com a realidade (Savian *et al.*, 2014).

Em nível de bioma, cada um possui uma legislação específica, sendo que, na Mata Atlântica criou-se a popularmente conhecida “Lei da Mata Atlântica” (Lei nº 11.428 de 2006) que dispõe acerca da proteção da vegetação primária, vegetação secundária em estágio avançado, médio e inicial de regeneração, além de definir as diferentes formações florestais e ecossistemas contemplados pela Mata Atlântica: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, Estepe, Savana, Savana-Estépica, Formações Pioneiras, Refúgio Vegetacional e Áreas de Tensão Ecológica. De acordo com essas definições, em 2008, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) organizou e publicou um mapa com as delimitações territoriais das formações vegetais descritas pela lei, conforme a Figura 1.

Com o intuito de preservar os resquícios de floresta no bioma Mata Atlântica do desmatamento, o Governo brasileiro emitiu o Decreto nº 750 em 10/02/1993, que determina em seu artigo 1º a proibição do corte, exploração e remoção de vegetação primária ou em estágios avançados e médios de regeneração na Mata Atlântica. Além disso, a RESOLUÇÃO 33/1994 do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) definiu os critérios fundamentais para avaliação dos estágios de sucessão secundária nas formações vegetais pertencentes à Mata Atlântica dentro do estado do Rio Grande do Sul (Santos *et al.*, 2015), porém a mesma não estabelece distinção entre critérios para as diferentes formações florestais presentes no estado,

área através das diversas resoluções utilizadas nos satélites (Lechner, Foody e Boyd, 2020). Os primeiros registros da utilização do sensoriamento remoto datam da década de 60 (Lettenmaier *et al.*, 2015). Os avanços contínuos na resolução das imagens de satélite, aumentos nas dimensões e áreas de alcance, representam uma nova era do sensoriamento remoto (Zhang *et al.*, 2022). Ter informações sobre a alteração dos ecossistemas naturais e a conversão de áreas nativas de forma atualizada permite avaliar o manejo florestal de forma eficiente, praticamente em tempo real (FAO, 2020), sendo o mapeamento da cobertura e mudanças no uso do solo imprescindível para monitorar a vegetação (Alonso, Picos e Armesto, 2023).

O uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG) constitui um meio eficiente no monitoramento em grandes escalas espaciais (Karthikeyan, Chawla e Mishra, 2020), contribuindo assim, desde a concepção e demarcação de área de vegetação para utilização até a supervisão das atividades já em curso (Santos *et al.*, 2015). O SIG tem diversas utilizações, como mapear a distribuição dos fragmentos florestais, analisar mudanças no uso e ocupação do solo (Karthikeyan, Chawla e Mishra, 2020) e também auxiliar no planejamento urbano (Zhang *et al.*, 2022). Diversas organizações e entidades, regionais, nacionais e internacionais têm reunido esforços para gerar mapas de cobertura da terra para compreender as necessidades de cada localidade, reunindo informações importantes no processo de tomada de decisão (Buchhorn *et al.*, 2020; Malinowski *et al.* 2021, MLRLC, 2019; Serviglobal, 2022; UKCEH, 2021). Com o avanço e popularização nas geotecnologias, essas ferramentas podem ser acessadas facilmente através de plataformas *online*, *sites*, aplicativos e *softwares* livres (Francisco *et al.*, 2023).

No Brasil, por exemplo, temos a iniciativa do sensoriamento remoto realizado pelo Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil - MapBiomas (Rosa, Shimbo e Azevedo, 2019). Criado em 2015, o MapBiomas é um sistema de monitoramento de acesso livre e gratuito, que promove anualmente mapas de cobertura e uso da terra do Brasil (Costa *et al.*, 2018). Os dados disponíveis na plataforma englobam dados para todo o território brasileiro, com acesso a informações a partir de 1985, com atualização anual nos dados (Rosa, Shimbo e Azevedo, 2019).

A utilização de ferramentas de geoprocessamento têm se revelado útil, tendo em vista o crescente número de trabalhos que fazem uso dessa técnica nos últimos dez anos (Da Silva Costa, Guedes, de Medeiros Rocha, 2014; Dos Santos *et al.*,

2014; De Medeiros *et al.*, 2016; da Silva *et al.*, 2019; Dos Santos Verçosa *et al.*, 2021). Isso se deve principalmente devido ao fato de representar uma metodologia de amplo acesso e que apresenta respostas rápidas e precisas, colaborando assim no planejamento e monitoramento ambiental (Oliveira *et al.*, 2017).

2.4 ESTÁGIOS SUCESSIONAIS E QUALIDADE DA VEGETAÇÃO

A dinâmica de regeneração florestal é um processo complexo, influenciado por diversos fatores que interferem na manutenção do ecossistema natural (Chazdon *et al.*, 2016). A diversidade encontrada nos fragmentos e entre os fragmentos surge por meio da interação entre diferentes espécies vegetais, que se desenvolvem em resposta a uma variedade de condições ambientais (Díaz, Armesto e Willson, 2006). Fatores como diversidade de espécies presentes, intensidade da luz solar que penetra no dossel, quantidade de serrapilheira, obstrução do sub-bosque, capacidade de germinação e temperatura desempenham papéis significativos na regeneração da floresta (Ali *et al.*, 2016). Esses elementos influenciam de forma distinta o ecossistema florestal e entender as interações entre eles é crucial para compreender a qualidade da vegetação (Narvaes, Brena e Longhini, 2005). Quando uma floresta é fragmentada, há mudanças significativas na luminosidade, temperatura, umidade e velocidade do vento (Ali *et al.*, 2016). Dentre as variáveis que influenciam na estrutura e qualidade da vegetação, o presente trabalho considerou: luminosidade, distribuição de altura da floresta, circunferência das árvores, obstrução do dossel e do sub-bosque e quantidade de serrapilheira.

A luz desempenha um papel fundamental como principal fonte de energia para todos os sistemas vegetais, impulsionando a produtividade das plantas e fornecendo a energia para a fotossíntese. A dinâmica de luminosidade dentro da floresta é extremamente complexa e as características de vida das espécies arbóreas estão frequentemente ligadas à disponibilidade de luz (Gjindali, *et al.*, 2021). A incidência de luz observada dentro dos fragmentos tem relação com a estrutura da cobertura do dossel, onde um dossel mais fechado vai apresentar uma menor incidência luminosa nos estratos inferiores da floresta, assim como, um dossel aberto, observado em clareiras, irá permitir uma maior incidência de luz sobre as plantas menores (Gandolfi, Joly e Rodrigues, 2007). De acordo com Binkley *et al.* (2013), a quantidade de luz incidente também é influenciada pela disposição vertical

dos troncos e das folhas, bem como por suas propriedades ópticas. As atividades humanas, como a extração seletiva de madeira, o desmatamento total, a fragmentação e os incêndios, causam impactos na estrutura das florestas, o que, por sua vez, pode influenciar o ambiente luminoso e, conseqüentemente, a competitividade entre diferentes espécies vegetais (Fauset *et al.*, 2017).

As variáveis altura e circunferência das árvores na dinâmica de sucessão ecológica são reflexos importantes da história de uma comunidade vegetal, servindo como indicadores de equilíbrio ou desequilíbrio na dinâmica e composição da floresta, além de evidenciar a adaptação às mudanças no ecossistema (Binkley *et al.*, 2013; Stark *et al.*, 2012). A distribuição diamétrica é uma ferramenta essencial para a compreensão da sucessão florestal, permitindo uma avaliação prévia da dinâmica da floresta e possibilitando previsões futuras sobre o desenvolvimento da comunidade vegetal (Neto *et al.*, 2016).

O dossel da floresta tropical refere-se ao ambiente florestal situado acima dos 25 metros de altura, frequentemente representado pela copa das árvores (Basset *et al.*, 2003). A altura da copa superior varia, e a presença de grandes árvores emergentes é incomum, tipicamente, a altura do dossel varia de 35 a 45 metros. (Behan-Pelletier e Winchester, 2003). O dossel atua como uma fonte de substrato para os processos de decomposição que ocorrem após a formação da serrapilheira no chão da floresta (Dickinson, 1974).

O sub-bosque engloba a vegetação arbustiva e subarbustiva dos ambientes florestais, formando um microhabitat de vital importância para o estabelecimento e desenvolvimento das espécies que irão compor os outros estratos da floresta. É um habitat crucial para a diversidade e a sobrevivência dessas espécies dentro do ecossistema (Oliveira e Amaral, 2005). Por fim, a serrapilheira consiste em uma camada orgânica sobre o solo composta por fragmentos resultantes da decomposição de material vegetal senescente. Essa camada desempenha um papel fundamental na produtividade das florestas tropicais, pois facilita a transferência de nutrientes da vegetação de volta para o solo (Karki *et al.*, 2021). Além disso, a serrapilheira protege o solo contra a erosão, fornece matéria orgânica e nutrientes para os organismos do solo e para as plantas, promovendo a manutenção ou melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, e, conseqüentemente, estimulando a produção vegetal (De Andrade, Tavares e Coutinho, 2003). De acordo com Smith e Bradford (2003), os principais fatores que

influenciam a decomposição da serrapilheira incluem o clima, a qualidade da serrapilheira e a natureza e abundância de organismos decompositores.

Considerando que nas comunidades florestais os processos de maturação da floresta ocorrem de forma dinâmica através da sucessão ecológica, analisar os estágios de sucessionais compõe uma base de dados informativa sobre a qualidade da vegetação e os serviços ecossistêmicos que provêm dela, compondo, conseqüentemente, direções para os esforços em conservação biológica (Silva *et al.*, 2017). A sucessão ecológica refere-se a transição gradual e sequencial de espécies após um evento de perturbação, fornecendo assim uma base para abordagem temporal das dinâmicas de comunidades e ecossistemas. A sucessão ecológica segue uma direção bastante definida e previsível, exceto quando sofre interferência de forças externas. Prach e Walker (2011) apontam que os estudos de sucessão ecológica contribuem na melhora da compreensão de fenômenos ecológicos além de serem importantes para analisar a perda da biodiversidade, restauração ecológica e a influência de espécies invasoras nos fragmentos florestais.

Em relação a classificação da sucessão ecológica, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) publicou em 1994 a RESOLUÇÃO de N° 33 (Tabela 1) que estabelece três estágios de sucessão para as formações vegetais do bioma Mata Atlântica no estado do Rio Grande do Sul: inicial, médio e avançado.

Tabela 1 - Parâmetros estabelecidos pela RESOLUÇÃO N° 33, de 1994, do CONAMA, para definição dos estágios de regeneração florestal.

Estágios de Regeneração			
Parâmetros	Inicial	Médio	Avançado
Fisionomia	Porte arbustivo e herbáceo	Porte arbustivo e herbáceo	Arbórea
Altura (m)	Até 3 metros	Até 8 metros	> 8 metros
DAP (cm)	≤ 8 cm	Até 15 cm	> 15 cm
Epífitas	Baixa diversidade	Maior número de indivíduos em relação ao estágio inicial	Presentes com grande número de espécies e abundância
Trepadeiras	Quando presentes, geralmente são herbáceas	Quando presentes, geralmente são lenhosas	Lenhosas
Serrapilheira	Camada fina	Espessura variável	Serrapilheira abundante
Diversidade Biológica	Variável, com poucas espécies arbóreas	Diversidade biológica significativa	Grande diversidade biológica
Sub-bosque	Ausência de sub-bosque	Sub-bosque presente	Menos expressivo do que no estágio médio
Composição Florística	<i>Andropogon bicornis</i> ; <i>Pteridium aquilinum</i> ; <i>Rapanea ferruginea</i> ; Baccharias spp.	<i>Rapanea ferruginea</i> ; <i>Baccharis dracunculifolia</i> , <i>B. articulata</i> e <i>B. discolor</i> ; <i>Inga marginata</i> ; <i>Bauhinia candicans</i> ; <i>Trema micrantha</i> ; <i>Mimosa scabrella</i> ; <i>Solanum auriculatum</i>	<i>Cecropia adenopus</i> ; <i>Hieronyma alchorneoides</i> ; <i>Nectandra leucothyrsus</i> ; <i>Schinus terebinthifolius</i> ; <i>Cupania vernalis</i> ; <i>Ocotea puberula</i> ; <i>Piptocarpha angustifolia</i> ; <i>Parapiptadenia rigida</i> ; <i>Patagonula americana</i> ; <i>Matayba ealeagnoides</i> ; <i>Enterolobium contortisiliquum</i>

Fonte: CONAMA, adaptado pela autora, 2024.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende os fragmentos florestais das propriedades rurais pertencentes ao município de Cerro Largo, RS (Figura 2) e o Parque Estadual do Turvo - PET (Figura 3), localizado no município de Derrubadas (RS). Foram escolhidas essas duas áreas com o objetivo de verificar se a estrutura da vegetação existente nas propriedades rurais de Cerro Largo são próximas à estrutura da vegetação existente em uma área protegida com vegetação semelhante (Floresta Estacional Decidual).

O município de Cerro Largo (28°08'56"S, 54°44'16"O) possui 176,643 km² de extensão territorial, localizado na região noroeste do Rio Grande do Sul e pertence ao bioma Mata Atlântica, com vegetação caracterizada como Floresta Estacional Decidual (IBGE, 2021). A precipitação anual é de aproximadamente 1.900 mm e a temperatura média de 20.5°C, de acordo com as classificações de Köppen e Geiger, clima tipo Cfa, clima subtropical úmido (CLIMATE.DATA.ORG).

O Parque Estadual do Turvo (PET) é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, criado em 1947, localiza-se no noroeste do Rio Grande do Sul, no município de Derrubadas, RS, (27°00' a 27°20'S e 53°40' a 54°10'O) (Vasconcelos *et al.* 1992). O PET possui uma área de 17.491 ha e se destaca entre as formações florestais do estado por ser o último fragmento significativo da composição original, ou pouco alterada da Floresta Estacional Decidual (SEMA, 2010). O clima local corresponde ao tipo Cfa de Köppen, caracterizado por uma precipitação pluviométrica anual de 1.665 mm, com chuvas distribuídas ao longo de todo o ano, a temperatura média anual é de 19,1 °C. Assim como em Cerro Largo, a vegetação predominante do parque é a Floresta Estacional Decidual (SEMA, 2005).

3.2 ANÁLISES DE GEOPROCESSAMENTO

Para avaliação da adequação à legislação ambiental foram utilizados dados das propriedades obtidos junto ao Cadastro Ambiental Rural através do Sistema

Nacional de Cadastro Ambiental Rural¹ (SICAR) e dados da plataforma de mapeamento de vegetação nativa do Brasil, o MapBiomas².

Os dados obtidos do CAR foram: número de propriedades rurais cadastradas; tamanho das propriedades (ha); número de módulos fiscais; área declarada de Reserva Legal (RL); área declarada de Área de Preservação Permanente (APP) e área de Vegetação Nativa (VN). Junto à plataforma Mapbiomas, obteve-se a identificação das áreas de floresta reais existentes nas propriedades rurais do município de Cerro Largo. Com o cruzamento dos mapas obtidos pelo CAR e pelo Mapbiomas foi possível identificar as áreas de “floresta fantasma”, que são declaradas no CAR mas não existem, bem como áreas de florestas reais que não estão declaradas no CAR, as “florestas escondidas”.

Foi utilizado dados de hidrografia, obtidos através da base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande Do Sul – escala 1:50.000, disponível no site da Universidade Federal do Rio Grande do Sul³ (UFRGS) , para calcular a área estimada de APP necessária para cada propriedade. Posteriormente, foi criado um *buffer* de 50 m circular para as nascentes e, para os rios, dependendo da largura dos mesmos, um *buffer* de pelo menos 30 m para cada lado da margem. Esses dados indicam as áreas onde deveriam existir APP e, com o cruzamento desses dados com os dados do Mapbiomas e do CAR, foi possível identificar as áreas de APP que deveriam existir mas já foram desmatadas.

Levando em consideração o tamanho das propriedades e a indicação da legislação de que deveriam ter 20% de sua área protegida na forma de RL (Lei nº 12651/2012), também foi indicado para cada propriedade o tamanho da RL que deveria existir, e cruzando com os dados do Mapbiomas, foi identificada a área de RL que já foram desmatadas. As análises de Geoprocessamento foram realizadas através do software QGis (Versão 3.36.1).

¹ <https://www.car.gov.br/publico/estados/downloads>

² <https://brasil.mapbiomas.org/downloads/>

³ <https://www.ufrgs.br/labgeo/index.php/downloads/dados-geoespaciais/base-cartografica-vetorial-conti-nua-do-rio-grande-do-sul-escala-150-000/>

3.2.2 LiDAR (LIGHT DETECTION AND RANGING – DETECÇÃO DE LUZ E DISTÂNCIA)

Foram utilizados dados do LiDAR⁴ (Light Detection and Ranging – Detecção de Luz e Distância), para estimar a altura média, máxima e desvio padrão dos fragmentos florestais em Cerro Largo e também do Parque Estadual do Turvo. Para as propriedades rurais, foram selecionadas áreas de floresta declaradas como APP ou RL, que também tenham sido identificadas pela ferramenta MapBiomias, ou seja, florestas reais e declaradas, que tivessem pelo menos 1 ha. Ao todo, foram analisados 132 fragmentos de floresta em propriedades rurais no município de Cerro Largo - RS (tamanho mínimo de um hectare, valor médio de 2,58, desvio padrão de 2,26 e valor máximo de 15,52 ha). Para o PET, foram selecionadas aleatoriamente 90 áreas com extensão fixa de 2,95 hectares.

3.3 PROCEDIMENTOS EM CAMPO

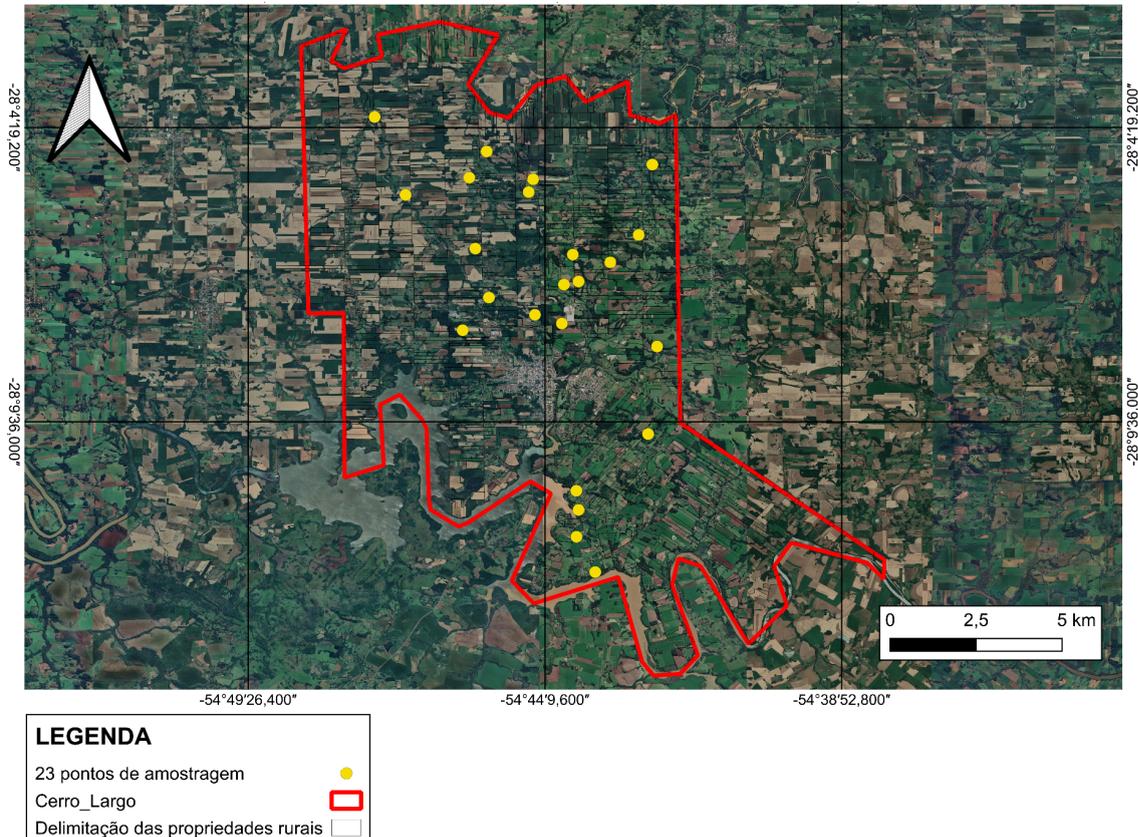
Do total de 1.324 propriedades rurais do município de Cerro Largo - RS, foram selecionadas 23 propriedades (Figura 2) por meio de imagens de satélite e informações do CAR com o critério de haver no mínimo um hectare de vegetação nativa contínua dentro da propriedade. Após a seleção das propriedades, os(as) proprietários(as) dos imóveis foram contatados para agendar as visitas nos locais para a caracterização da vegetação.

Para fins comparativos, foram selecionadas 10 áreas dentro da floresta contínua do PET, em Derrubadas - RS (Figura 3), sendo este considerado um local controle, onde o esperado é encontrar uma vegetação em estágio avançado de regeneração.

Para o trabalho de campo, foi traçado um transecto de 40 m x 5 m (Figura 4) com distância mínima da borda da vegetação de 10 m, cobrindo uma área de 200 m². Adicionalmente, dentro do transecto, foram estabelecidos cinco pontos de amostragem. Sendo que as variáveis foram adaptadas a partir dos indicadores dos estágios sucessionais das formações florestais presentes no bioma Mata Atlântica no estado do Rio Grande do Sul segundo a Resolução nº 33 do CONAMA de dezembro de 1994.

⁴ <https://glad.umd.edu/dataset/gedi/>

Figura 2 - Mapa de localização dos 23 locais de amostragem dos parâmetros estruturais relacionados à qualidade da vegetação em propriedades rurais em Cerro Largo, RS.

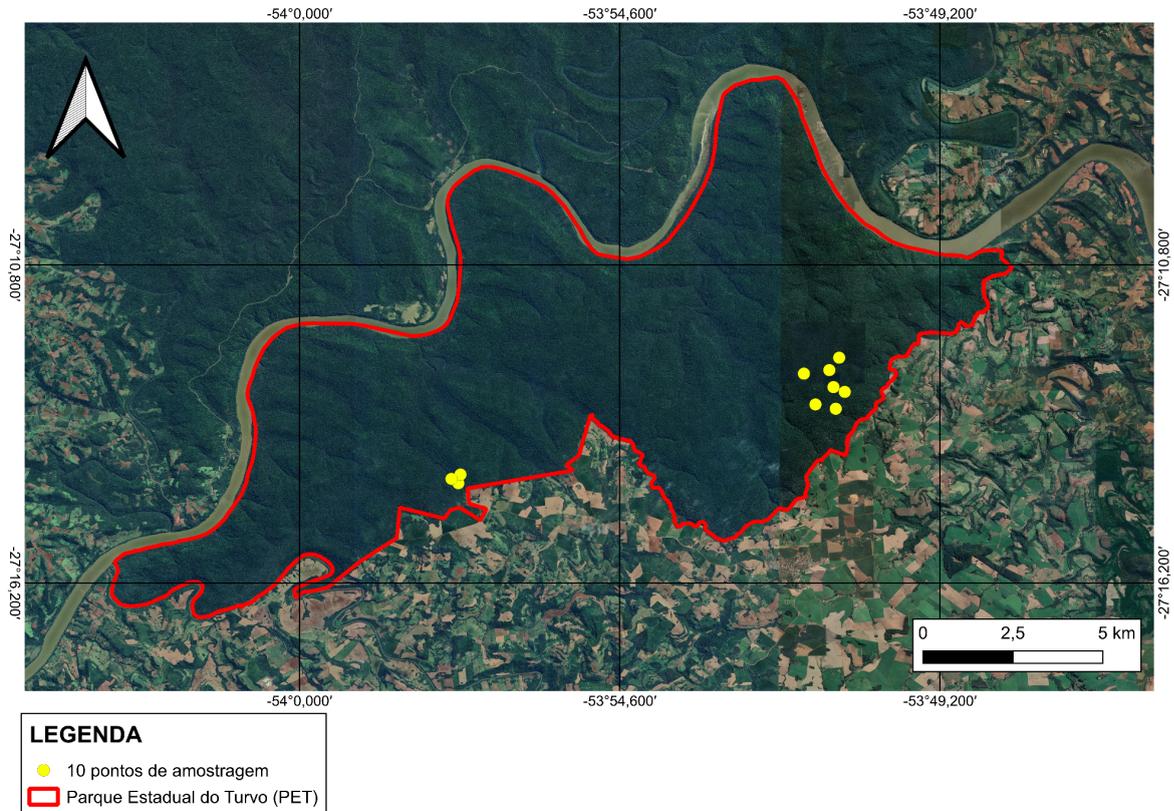


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

3.3.1 Circunferência À Altura Do Peito (Cap)

Considerando toda a área de amostragem do transecto (200 m^2), com auxílio de uma fita métrica, foram medidos a circunferência à altura do peito (CAP) de todas as árvores que tinham no mínimo 10 cm de CAP (correspondendo aproximadamente 3,18 cm do Diâmetro à Altura do Peito - DAP). Foram considerados dentro da área amostral os indivíduos que apresentavam mais de 50% da área base do caule dentro dos limites do transecto; as árvores mortas e cipós não foram contabilizados.

Figura 3 - Mapa de localização dos 10 locais de amostragem dos parâmetros estruturais relacionados à qualidade da vegetação no Parque Estadual do Turvo (PET), Derrubadas, RS.

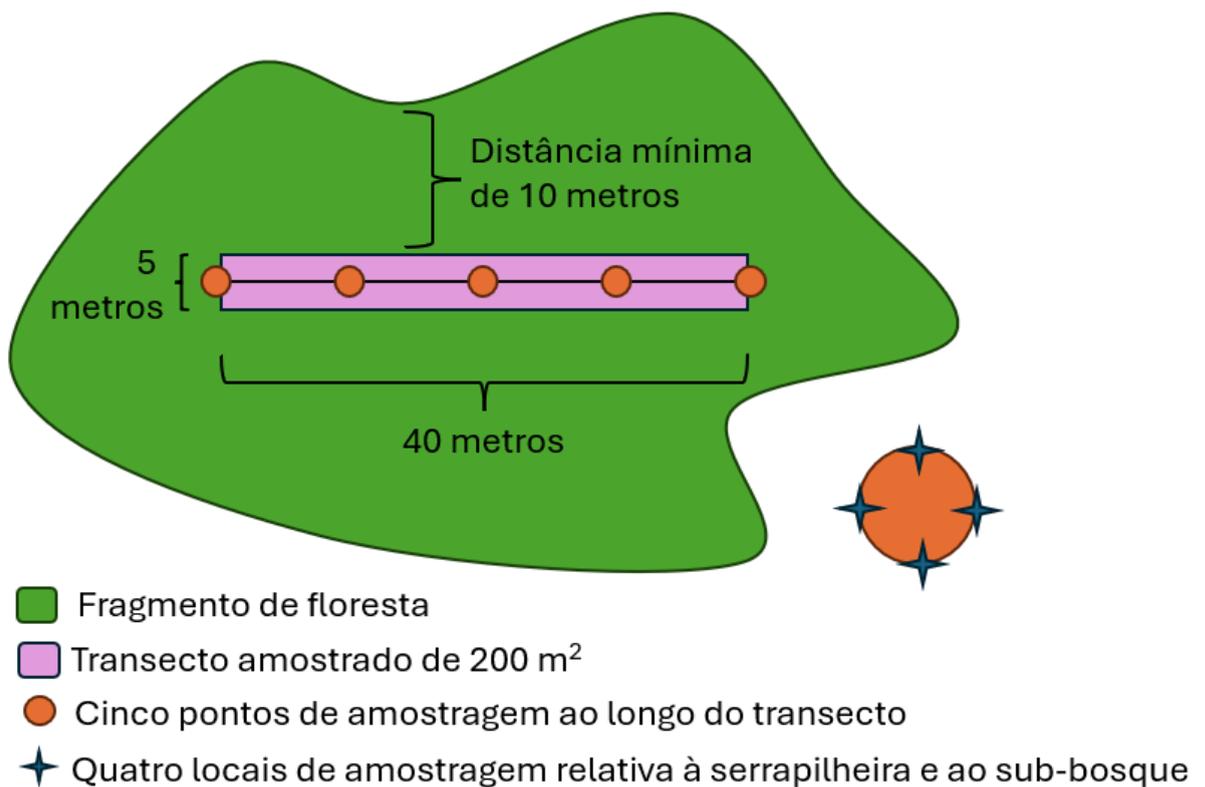


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

3.3.2 Altura do Dossel

A altura do dossel foi verificada em cada um dos cinco pontos de amostragem do transecto, sendo que posteriormente foi feita a média desses valores para cada propriedade / local de amostragem no PET. A altura do dossel foi estimada visualmente e sempre pelo mesmo coletor, classificada em três categorias de altura: (1) até 3 metros, (2) até 8 metros e (3) maior que 8 metros. Essas categorias seguem o que é indicado como vegetação em estágio inicial, intermediário e avançado de sucessão vegetal para o estado do Rio Grande do Sul pela RESOLUÇÃO 33 do CONAMA de 1994

Figura 4 - Esquema dos transectos de amostragem (possuindo 200 m²) e dos cinco pontos de amostragem dispostos dentro do transecto. Essa amostragem foi realizada em 23 propriedades em Cerro Largo, RS e em 10 locais no Parque Estadual do Turvo.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

3.3.3 Luminosidade

A luminosidade (LUX) foi verificada em cada um dos cinco pontos de amostragem do transecto, sendo que posteriormente foi feita a média desses valores para cada propriedade / local de amostragem no PET. Esta medição foi realizada com auxílio de um luxímetro digital (modelo Data Logger Minipa) na configuração automática, posicionando o aparelho sempre a 80 cm acima da altura do solo.

3.3.4 Coleta de serrapilheira

Realizou-se a coleta de serrapilheira do solo com auxílio de um gabarito de madeira com dimensões de 20 cm x 20 cm de área interna. Após a amostragem, no laboratório, a serrapilheira coletada foi inserida na estufa para a secagem (60°C, 72 h), após cada dia de coleta para posteriormente pesagem da matéria seca.

Esta coleta foi realizada em quatro locais em cada um dos cinco pontos de amostragem em cada transecto, totalizando 20 pontos de amostragem por transecto (ver Figura 2), sendo que posteriormente foi calculada a média desses valores para cada propriedade / local de amostragem no PET.

3.3.5 Obstrução do sub-bosque

A vegetação de sub-bosque foi avaliada através da medição da porcentagem de obstrução do sub-bosque caracterizada a partir de fotografias. Estas fotografias foram obtidas com a utilização de um tripé posicionado a 80 cm de altura do solo, com a câmera fotográfica verticalmente posicionada e a utilização de um quadrado de 50 cm x 50 cm de dimensão interna dividido em 100 quadrados (Freitas *et al.* 2002). Adicionalmente a metodologia proposta em Freitas *et al.* (2002), foi utilizado também um pano de TNT (Marsdena *et al.*, 2002), da cor branca com medidas de 2 m de altura por 4 m de comprimento. As fotos foram tiradas posicionando o pano verticalmente, perpendicular ao solo e paralelo à câmera fotográfica, na distância de 2 m da câmera fotográfica, com o quadrado a 60 cm desta, captando a vegetação em desenvolvimento entre o pano e o tripé. Em cada ponto foram tiradas quatro fotos, em formato de X (ver Figura 4). As fotos foram processadas no *software* ImageJ, onde o pano atuou como “fundo” para as imagens e a vegetação foi calculada em porcentagem (Figura 5). Em cada transecto foram tiradas 20 fotos do sub-bosque, quatro por ponto em cinco pontos, sendo que para caracterizar cada local (propriedades privadas e áreas do PET) foi realizada a média entre esses 20 valores.

Figura 5 - Procedimento de mensuração da obstrução do sub-bosque. a) Fotografia pré edição. b) Fotografia transformada em bitmap no *software* ImageJ, os pixels brancos foram considerados como fundo e os pixels pretos foram considerados como vegetação, a partir disso, foi calculado a porcentagem de obstrução do sub-bosque.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

3.3.6 Obstrução do dossel

Para caracterizar o grau de obstrução do dossel, fotografias foram tiradas com auxílio de uma câmera fotográfica anexada a um tripé ajustado a 80 cm do nível do solo. As fotos foram realizadas com a câmera horizontalmente posicionada com a lente para cima. Em cada local de amostragem foram tiradas cinco fotos, uma em cada ponto dentro do transecto. Posteriormente, as fotos foram analisadas com auxílio do *software* ImageJ onde foram transformadas em 8bits e analisadas a porcentagem de obstrução, calculando os pixels de vegetação como obstrução e os pixels do céu como “fundo”, resultando na porcentagem de obstrução (Figura 6). Posteriormente, foi calculada a média da obstrução do dossel de cada área de amostragem.

Figura 6 - Procedimento de análise da cobertura do dossel. a) Fotografia tirada em campo b) Fotografia binária pós edição no *software* ImageJ, onde os pixels na coloração branca foram consideradas como plano de fundo e os pixels na coloração preta foram consideradas pelo programa como o dossel, a partir da contagem dos referidos pixels, a cobertura do dossel foi calculada em porcentagem.



Fonte: Elaborado pelo autora (2024).

3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As análises estatísticas foram realizadas por meio do programa RStudio (versão 3.3.0). Utilizou-se o teste *t* para cada uma das variáveis de estrutura de vegetação coletadas em campo e para os dados do LIDAR, comparando esses valores entre as propriedades privadas de Cerro Largo - RS e as áreas amostradas no PET. Foram considerados significativos os tests com $p \leq 0,05$.

4 RESULTADOS

Ao todo, foram analisadas 1.324 propriedades rurais quanto à adequação à legislação ambiental vigente (Tabela 2). Em sua expressiva maioria, os imóveis são considerados como pequena propriedade, sendo que 1109 propriedades não chegaram a atingir um módulo inteiro de extensão. Apenas uma propriedade apresenta mais de 4 módulos fiscais, possuindo 497,50 hectares, classificada como média propriedade e pertence a empresa concessionária responsável pela Usina Hidrelétrica São João, instalada no Rio Ijuí, ou seja, compreende a área de APP que a referida empresa é obrigada a manter.

Tabela 2 - Indicadores de adequação à legislação ambiental analisados a partir da análise de dados obtidos junto ao Cadastro Ambiental Rural e junto a plataforma de mapeamento de vegetação natural Mapbiomas para 1.324 propriedades rurais no município de Cerro Largo - RS.

Variável	Média	Desvio padrão	Mediana	Máximo	Mínimo	Somatório
Módulos fiscais	0,59	0,81	0,47	24,88	0,00	-
T. das propriedades (ha)	11,91	16,14	9,52	497,50	0,04	15767,01
Tamanho RL-CAR	0,48	1,52	0,00	17,22	0,00	640,44
Tamanho APP-CAR	0,68	9,71	0,00	352,49	0,00	904,17
Tamanho VN-CAR	1,90	2,54	1,07	25,05	0,00	2515,29
Sobreposição APP e RL	0,04	0,24	0,00	4,57	0,00	56,89
Tamanho VN - Mapbiomas	1,86	6,04	0,81	200,85	0,00	2467,49
Variável derivada 1	0,61	6,10	0,04	219,86	0,00	805,23
Variável derivada 2	1,35	2,86	0,45	66,79	0,00	1785,00
Variável derivada 3	0,81	1,71	0,10	22,89	0,00	1074,20
Variável derivada 4	0,54	1,98	0,14	63,84	0,00	710,81
Variável derivada 5	1,81	12,07	0,83	434,43	0,00	2402,23
Variável derivada 6	2,38	3,23	1,90	99,50	0,01	3153,40

Variável derivada 1 - Vegetação declarada como RL ou APP, mas que não foi detectada pelo Mapbiomas;

Variável derivada 2 - Vegetação detectada pelo Mapbiomas, mas que não foi declarada como RL ou APP;

Variável derivada 3 - Vegetação detectada pelo Mapbiomas, não declarada como RL ou APP, mas declarada como VN;

Variável derivada 4 - Vegetação detectada pelo Mapbiomas, mas que não foi declarada como RL, APP ou VN;

Variável derivada 5 - Área estimada de APP que deveria existir considerando as nascentes e rios;

Variável derivada 6 - Área estimada de RL conforme o tamanho das propriedades.

Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Mais da metade das propriedades do município não declararam possuir RL nem APP, sendo que em média, cada propriedade possui 0,48 ha de RL e 0,68 ha

de RL declaradas. Contudo, em média, cada propriedade possui 1,90 ha de área declarada como vegetação nativa, mas que não foi declarada nem como RL ou APP. Houve pouca sobreposição entre área declarada como RL e APP, menos de 60 ha para todo o município. No Mapbiomas foi detectada uma vegetação florestal total para o município de 2.467 ha de florestas, sendo que em média cada propriedade possui 1,86 ha de floresta real.

A partir da análise e cruzamento dos mapas, foi descoberto que pelo menos 805 hectares de área declarada como RL ou APP, não existem (variável derivada 1), ou seja, são “florestas fantasmas”. Também existem 1.785 hectares de floresta reais que não foram declaradas como RL ou APP (variável derivada 2), as “florestas escondidas”, sendo que destes, 1.074 hectares foram declarados como Vegetação Nativa no CAR, mas não como RL ou APP (variável derivada 3), sobrando 710 hectares de floresta reais que não foram declaradas de nenhuma maneira (variável derivada 4). Considerando as nascentes, rios e riachos do município, foi detectada a necessidade de pelo menos 2.402 hectares de APP (variável derivada 5). Por fim, considerando o tamanho das propriedades, indica a necessidade de pelo menos 3.153 hectares de RL (variável derivada 6). Analisando a área de vegetação florestal detectada pelo Mapbiomas, apenas 211 propriedades possuem área de floresta suficiente para atender o que a legislação indica em termos de RL e APP.

Os dados de estrutura da vegetação coletados a campo (Tabela 3), que são relacionados com as variáveis indicadoras do grau de sucessão ecológica de acordo com a RESOLUÇÃO do CONAMA 33/1994, indicaram uma grande similaridade da estrutura da vegetação dos fragmentos de Cerro Largo com a vegetação no PET. As estimativas realizadas demonstraram diferenças significativas apenas entre os locais na quantidade de serrapilheira ($p=0,05$) e em duas categorias de distribuição do CAP: 36 cm a 46 cm ($p=0,01$); 46 cm a 56 cm ($p=0,02$).

Apesar de não apresentar diferenças significativas, é possível observar algumas tendências nos dados: a altura do dossel nas propriedades rurais é ligeiramente menor do que no PET; a porcentagem de obstrução do dossel ligeiramente maior no PET (84,95%) em comparação às propriedades rurais (83,43); a estimativa de quantitativo de árvores encontradas nas propriedades rurais é maior (65,26) que no PET (53,5); porém as árvores encontradas tendem a apresentar uma circunferência menor nas propriedades rurais (média 30,8) do que no PET (média 33,95); e o PET tende a ter mais árvores com tamanho da circunferência maior que

76 cm do que nas propriedades privadas. Em relação a distribuição do CAP, ambos os locais apresentaram a forma de “J invertido”, com a maior parte das árvores possuindo valores baixos de CAP, ou seja, são árvores jovens (Figura 7).

Tabela 3 - Valores estimados de 15 variáveis relacionadas à estrutura da vegetação coletadas a partir de dados de campo realizados em 23 propriedades rurais no município de Cerro Largo - RS e em 10 áreas no Parque Estadual do Turvo, no município de Derrubadas - RS, obtidos através do teste t. A área amostrada em todos os 33 locais amostrados foi de 200 m².

Variável	Estimativa CL	Estimativa Turvo	t	g.l.	p
Altura do dossel	2,78	2,96	-1,52	31	0,14
Luminosidade (lux)	547,91	639,56	-0,99	31	0,33
Serrapilheira (g)	349,04	198,88	4,68	31	0,05
Sub-bosque (%)	22,64	21,67	0,29	31	0,77
Dossel (%)	83,43	84,95	-1,23	31	0,23
Nº Árvores	65,26	53,50	1,63	31	0,11
Tamanho médio CAP (cm)	30,8	33,95	-1,57	31	0,13
CAP até 16 cm	22,65	18,1	1,51	31	0,14
CAP 16 cm a 26 cm	16,48	17,3	-0,25	31	0,80
CAP 26 cm a 36 cm	8,61	6,5	1,23	31	0,23
CAP 36 cm a 46 cm	6,56	2,7	2,9	31	0,01
CAP 46 cm a 56 cm	2,69	1,2	2,45	31	0,02
CAP 56 cm a 66 cm	2,04	1,3	1,16	31	0,26
CAP 66 cm a 76 cm	1,65	1,4	0,48	31	0,63
CAP maior que 76 cm	4,56	5	-0,46	31	0,65

CL - Cerro Largo; CAP - Circunferência à altura do peito.

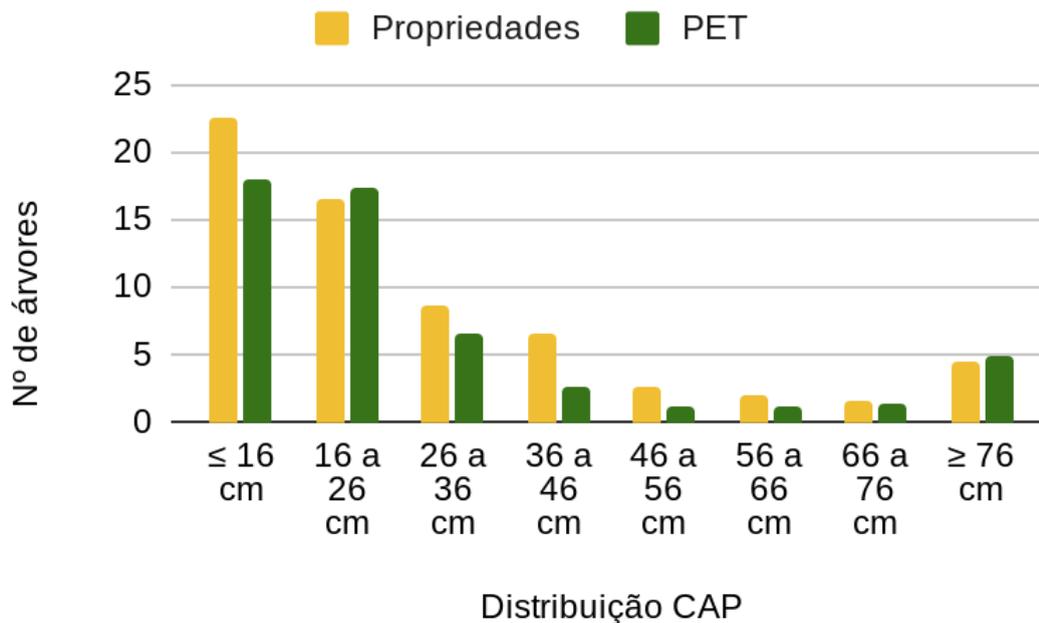
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

De acordo com Blanc *et al* (2000), o gráfico da distribuição em formato de “J invertido” representa o equilíbrio dinâmico da floresta em auto-regeneração, onde a maioria dos indivíduos está agrupada nas classes menores, diminuindo gradualmente em direção às classes maiores. Esse padrão é característico de florestas maduras e assegura a continuidade do processo dinâmico da floresta ao longo do tempo.

Os dados obtidos através do LiDAR (Tabela 4) demonstram que a floresta do Parque Estadual do Turvo é mais alta, com altura máxima de 20,6 m e média de 17,5 m. Além disso, a floresta presente no PET é mais homogênea, pois a maior parte dela está próxima da altura máxima, com desvio padrão de 1,4 m. Já em Cerro Largo, a altura máxima, 16,8 m, é mais baixa do que no Turvo e encontramos maior

variação da altura entre os fragmentos analisados, a média de altura é de 12,7 m e o desvio padrão foi de 2,6 m.

Figura 7 - Número médio de árvores por distribuição de tamanho da Circunferência da Altura do Peito (CAP) em 23 propriedades rurais no município de Cerro Largo, RS e em 10 áreas dentro da floresta contínua no Parque Estadual do Turvo, localizado em Derrubadas, RS.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Tabela 4 - Valores estimados de três variáveis relacionados à estrutura da vegetação coletadas a partir de dados retirados do satélite LIDAR para 132 fragmentos de floresta em propriedades rurais no município de Cerro Largo - RS (tamanho mínimo de um hectare, valor médio de 2,58, desvio padrão de 2,26 e valor máximo de 15,52 ha), e em 90 áreas no Parque Estadual do Turvo, no município de Derrubadas - RS (todas com tamanho de 2,95 hectares).

Variável	Estimativa CL	Estimativa Turvo	t	g.l	p
Altura máxima da floresta (m)	16,8	20,6	-10,129	220	p < 0,001
Altura média da floresta (m)	12,7	17,5	-17,84	220	p < 0,001
Desvio padrão da altura da floresta (m)	2,6	1,4	13,07	220	p < 0,001

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

5 DISCUSSÃO

O cruzamento dos dados do Mapbiomas e os dados cadastrados pelos proprietários dos imóveis rurais no CAR, se mostrou como uma metodologia eficiente para averiguar a adequação quantos aos percentuais e metragens que cada propriedade rural deve manter de vegetação nativa, assim como para verificar se a vegetação auto declarada no cadastro realmente condiz com a vegetação real. Pelo menos 800 hectares foram declarados como APP ou RL, mas não foram detectados como vegetação nativa pelos dados do Mapbiomas, o que podemos chamar de uma “floresta fantasma”. Por outro lado, foi detectada a presença de quase 1.800 hectares de floresta que não foram declarados como APP nem como RL, ou seja, uma “floresta escondida”. Destes, grande parte - 1.074 hectares - foi declarado como vegetação nativa, enquadramento que deveria ser utilizado apenas em caso de excedente de vegetação nativa, ou seja, vegetação nativa mantida na propriedade que possui sua área de RL e APP regularizada (Brasil, 2012). O restante da “floresta escondida” não foi declarada em nenhuma categoria no CAR. Mas o resultado mais alarmante é que, considerando as áreas de RL e APP que deveriam existir nas propriedades rurais - aproximadamente 5.550 hectares - e as florestas reais que foram detectadas pelo Mapbiomas - aproximadamente 2.470 hectares - falta, em Cerro Largo, pelo menos 3.000 hectares de floresta.

Quanto aos parâmetros estruturais da vegetação aferidos em campo: intensidade da luminosidade, ocorrência de árvores de diferentes tamanhos, peso seco de serrapilheira, obstrução do dossel e do sub-bosque, estes apresentaram alta similaridade entre as áreas de vegetação nativa nas propriedades rurais de Cerro Largo e nas áreas do PET. Este resultado indica que as áreas de vegetação nativa em Cerro Largo, apesar de serem insuficientes em termos de quantidade, são comparáveis com uma floresta madura em termos de qualidade. Este resultado se alinha com uma ampla variedade de evidências que indicam que pequenas áreas de floresta (Riva e Fahrig 2022), inclusive árvores isoladas na paisagem (Prevedello *et al.*, 2018), são importantes e possuem valor para a biodiversidade. Esta perspectiva teórica, chamada de hipótese da quantidade de habitat (Fahrig, 2013), vem ganhando força e adeptos (Melo *et al.*, 2017; Watling *et al.*, 2020; Rios *et al.*, 2021), e indica que a quantidade de habitat é o que importa numa paisagem, independente do grau de fragmentação que esta paisagem está submetida. Contudo, este é um

tópico ainda em discussão, sendo que evidências também existem de que a configuração e isolamento dos fragmentos afeta a biodiversidade (Torrenta e Villard, 2017; Haddad *et al.*, 2017; Fletcher *et al.*, 2018; Püttker *et al.*, 2020).

Contudo, existe a necessidade de apontar outra possível explicação para a similaridade entre a qualidade da vegetação analisada entre as propriedades privadas de Cerro Largo e o PET. É possível que, os parâmetros sugeridos pela RESOLUÇÃO 33/1994 do CONAMA para a identificação dos estágios de sucessão ecológica para o bioma da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul, não sejam suficientes para caracterizar a qualidade da vegetação, visto que a própria resolução carece no sentido de sugerir métricas quantitativas que podem ser medidas assim como metodologias adequadas para realizar o levantamento. Indo de encontro a esta perspectiva, os dados relacionados à altura da floresta, obtidos através do satélite LiDAR, indicaram diferenças significativas entre as duas áreas comparadas, indicando que a floresta presente no PET tem árvores maiores e possui uma maior homogeneidade na distribuição das alturas. Enquanto nas propriedades rurais de Cerro Largo, a floresta apresenta alturas máximas e médias menores, assim como um desvio padrão maior, indicando que a altura das árvores tem uma distribuição mais heterogênea. Estes indicadores sugerem que a vegetação das propriedades rurais de Cerro Largo não são estruturalmente comparáveis com a vegetação presente no PET, apesar dos dados de qualidade da vegetação coletados em campo terem sugerido que seriam.

Outros autores realizaram trabalhos analisando a aplicação das resoluções do CONAMA para diferentes biomas (Baptista, 2008; Costa *et al.*, 2011; Siminski, Fantini e Reis, 2013; Santos *et al.*, 2015; Gios, 2017; Andreacci e Marenzi, 2017; Pastório, Gasper e Vibrans, 2020). Em relação a eficácia da resolução, Baptista (2008) concluiu que a avaliação dos estágios sucessionais pelos parâmetros do CONAMA apresentou algumas fragilidades como: os números insuficientes de espécies para caracterizar cada estágio e categorias muito vagas representadas apenas como “presença ou ausência”, como exemplo a presença ou ausência de sub-bosque, trepadeiras e epífitas. Já Costa *et al.* (2011), analisaram a classificação do CONAMA para Mata Atlântica em Minas Gerais utilizando trabalho a campo e também através do sensoriamento remoto. No referido trabalho, não foi encontrada relação entre os dados dendrométricos e os dados remotos, não sendo parâmetros aceitáveis para classificação em estágios de sucessão (Costa *et al.*, 2011). Siminski,

Fantini e Reis (2013) realizaram estudos sobre a vegetação da Mata Atlântica em Santa Catarina, utilizando a RESOLUÇÃO nº 04/1994 do CONAMA, e indicaram que o tamanho dos indivíduos não é uma boa referência para a caracterização dos estágios sucessionais. Além disso, avaliaram que a grande variação dos dados dificulta a classificação de uma área em um estágio apenas, não permitindo a segurança na classificação.

Corroborando com os estudos citados, Santos *et al.*, (2015) realizaram um estudo utilizando o LiDAR para determinação dos estágios de sucessão juntamente com a RESOLUÇÃO 10/1993 do CONAMA, que define a classificação dos estágios para o bioma da Mata Atlântica para o estado de São Paulo. Nesse estudo, utilizou-se apenas a altura das árvores do dossel como parâmetro, e, ao comparar com estudos de campo, a relação se mostrou satisfatória. Gios (2017), analisando a mesma resolução, observou que parâmetros estruturais e florísticos presentes na legislação, sendo que os resultados aferidos pelo autor também corroboram no sentido de apontar a ineficácia da legislação para a classificação objetiva nos estágios de sucessão, assim como as fragilidades que a mesma apresenta. Dentre os pontos apontados pelo autor, se destacam a subjetividades dos parâmetros que acabam gerando imprecisão nas classificações, indicando assim a necessidade de revisão, atualização e complementação dos indicadores de estágios sucessionais nas resoluções do CONAMA (Gios, 2017). Acerca das espécies indicadoras, a resolução não faz diferenciação entre as formações vegetais dentro de cada bioma, o que pode ocasionar falhas na amostragem (Gios, 2017). Pastório, Gasper e Vibrans (2020) argumentaram que, pela quantidade de parâmetros qualitativos e quantitativos, estes podem se confundir entre si e gerar conflitos no momento das análises e classificações. Adicionalmente, Andreacci e Marenzi (2017) destacaram que ao analisar variáveis diferentes em uma mesma floresta, estas indicam estágios de sucessionais também diferentes, resultando assim, em uma incoerência nos parâmetros tanto nos aspectos estruturais como nas espécies indicadoras que acabam por não representar todas as formações vegetais dentro de um mesmo bioma, mesmo que as resoluções sejam separadas por estado.

Apesar do presente estudo não ter identificado as espécies florestais presentes, analisando a literatura disponível através de levantamentos florísticos feitos por Souza *et al.* (2020) e Matos (2023) em Cerro Largo e por Babinot *et al.*, (2016) no PET, podemos observar importantes divergências quanto às espécies

ocorrentes entre as duas regiões. Souza *et al.* (2019) identificaram como as espécies mais recorrentes em Cerro Largo: *Sorocea bonplandii*, *Actinostemon concolor*, *Inga marginata*, *Cabralea canjerana*, *Balfourodendron riedelianum*, *Nectandra megapotamica*, *Trichilia clausenii*, *Guarea macrophylla*, *Chrysophyllum gonocarpum* e *Holocalyx balansae*. Já no estudo realizado por Matos (2023), as espécies mais recorrentes foram: *Eugenia uniflora*, *Helietta apiculata*, *Diatenopteryx sorbifolia*, *Cordia americana*, *Pilocarpus pennatifolius* e *Lonchocarpus campestris*. Já as espécies *Syagrus romanzoffiana*, *Sebastiania commersoniana*, *Nectandra megapotamica*, *Lonchocarpus muehlbergianus*, *Eugenia subterminalis*, *Inga marginata*, *Chrysophyllum gonocarpum* e *Maclura tinctoria* são as espécies mais comuns no PET (Babinot *et al.*, 2016). As espécies comuns no PET também aparecem nos fragmentos de Cerro Largo, porém com ocorrência relativamente menor. Souza *et al.* (2019) encontraram apenas 5 indivíduos de *Syagrus romanzoffiana*, 34 indivíduos da espécie *Nectandra megapotamica*, 27 de *Chrysophyllum gonocarpum*. sendo que, entre as espécies mais comuns, apenas *Inga marginata* e *Nectandra megapotamica* aparecem tanto no PET quanto em Cerro Largo, no levantamento feito por Souza *et al.* (2019). Também é importante ressaltar que há uma alta dissimilaridade entre as áreas amostradas em Cerro Largo, indicando uma alta diversidade beta entre esses locais, que pode ser reflexo dos diferentes históricos que estas áreas podem ter experienciado.

Comparando os levantamentos florísticos existentes em Cerro Largo e no PET com as espécies indicadoras dos estágios sucessionais sugeridas pela RESOLUÇÃO 33/1994 do CONAMA, também temos poucas concordâncias entre as listas. Em relação às 11 espécies que seriam indicadoras de estágio avançado de regeneração segundo a resolução (*Cecropia adenopus*; *Hieronyma alchorneoides*; *Nectandra leucothyrsus*; *Schinus terebinthifolius*; *Cupania vernalis*; *Ocotea puberula*; *Piptocarpha angustifolia*; *Parapiptadenia rigida*; *Patagonula americana*; *Matayba ealeagnoides*; *Enterolobium contortisiliquum*), apenas quatro foram encontradas em Cerro Largo e no PET: *Matayba ealeagnoides*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Ocotea puberula* e *Parapiptadenia rigida*, enquanto *Cupania vernalis* foi encontrada apenas no PET. Já considerando as nove espécies indicadoras do estágio médio de sucessão ecológica (*Rapanea ferrugínea*; *Baccharis dracunculifolia*, *B. articulata* e *B. discolor*; *Inga marginata*; *Bauhinia candicans*; *Trema micrantha*; *Mimosa scabrella*; *Solanum auriculatum*), apenas *Inga marginata* e *Trema micrantha* foi encontrada nas

duas áreas. Isso pode demonstrar, portanto, que a RESOLUÇÃO 33/1994 apresenta falhas e deve ser atualizada de modo a poder ser utilizada para a classificação adequada da sucessão vegetal nos diferentes tipos vegetacionais do estado.

6 CONCLUSÃO

Este estudo apresenta uma análise sobre a vegetação florestal em Cerro Largo, sob duas perspectivas diferentes e complementares, uma perspectiva legal, sobre quantidade de floresta e uma perspectiva mais biológica, sobre a qualidade dos remanescentes. Considerando a perspectiva legal, chegou-se a um resultado alarmante pois, no cenário atual, faltam pelo menos 3.000 hectares de floresta, além de haver inúmeras divergências quanto aos dados declarados e as florestas detectadas por satélite, o que chamamos de “florestas fantasmas” e “florestas escondidas”.

Sobre a qualidade dos remanescentes, os dados coletados em campo, provenientes dos indicadores da RESOLUÇÃO 33/1994 do CONAMA, indicaram uma grande similaridade entre a vegetação encontrada nas propriedades rurais e no PET. Contudo, com os dados do LiDAR, foi detectada uma diferença na altura da floresta nos dois locais, sendo que no PET a vegetação é mais alta e mais homogênea. Então, por mais que os dados da qualidade da vegetação coletados em campo não sejam divergentes, a diferença na altura da vegetação nos mostra que a floresta do PET possui, sim, uma vegetação em estágio sucessional mais avançado.

REFERÊNCIAS

- ALI, A., YAN, E. R., CHEN, H. Y., CHANG, S. X., ZHAO, Y. T., YANG, X. D., & XU, M. S. (2016). Stand structural diversity rather than species diversity enhances aboveground carbon storage in secondary subtropical forests in Eastern China. *Biogeosciences*, 13(16), 4627-4635.
- ALONSO, L., PICOS, J., & ARMESTO, J. (2023). Automatic forest change detection through a bi-annual time series of satellite imagery: Toward production of an integrated land cover map. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 118, 103289.
- ALVARES, A. C. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift, Stuttgart*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013
- AMORIM, A. T., DE SOUSA, J. A. P.; LOURENÇO, R. W. (2019). Indicator of the Succession Stages of Forest Fragments of the Atlantic Forest Biome. *Revista Brasileira de Cartografia*, 756-780.
- ANDREACCI, F., & MARENZI, R. C. (2017). Avaliação da aplicação da Resolução CONAMA 04/94 na definição dos estágios sucessionais de fragmentos florestais da Floresta Ombrófila Densa de Santa Catarina. *Biotemas*, 30(4), 117-128.
- ANDRÉA SEVERO, E., FERRO DE GUIMARÃES, J. C., & MORAIS, L. (2019). A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NA PERSPECTIVA DAS GERAÇÕES DO SUL DO BRASIL. *Revista eletrônica de estratégia & negócios*, 12(2).
- ATLÂNTICA, S. M. (2019). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2018. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, Período 2016–2017. SOS Mata Atlântica and INPE, São Paulo.
- BALBINOT, R., LAMBRECHT, F. R., BREUNIG, F. M., TRAUTENMULLER, J. W., GALVÃO, L. S., DENARDI, L., & VENDRUSCOLO, R. (2016). Análise fitossociológica de um fragmento de Floresta Estacional Decidual: Parque Estadual do Turvo, RS. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 36(86), 103-113.
- BAPTISTA, M. N. (2008). Avaliação da eficácia da Resolução CONAMA 06/94 utilizada na classificação dos estágios sucessionais dos fragmentos de floresta secundária existentes na faixa de servidão da diretriz do Arco Metropolitano Rodoviário do Rio de Janeiro.
- BASSET, Yves (Ed.). *Arthropods of tropical forests: spatio-temporal dynamics and resource use in the canopy*. Cambridge University Press, 2003.
- BEECH, E., RIVERS, M., OLDFIELD, S., SMITH, P. P. (2017). GlobalTreeSearch: The first complete global database of tree species and country distributions. *Journal of sustainable forestry*, 36(5), 454-489.

BEHAN-PELLETIER, VALERIE & WINCHESTER, NEVILLE. (2003). ARTHROPODS OF TROPICAL FORESTS Spatio-temporal Dynamics and Resource Use in the Canopy.

BIANCHIN, Jonas Eduardo; BELLÉ, Pierre André. Fitossociologia e estrutura de um fragmento de Floresta Estacional Decidual Aluvial em Santa Maria - RS. Agroambiente On-line, Boa Vista, v. 7, n. 3, p.322-330, 2013.

BINKLEY, D., CAMPOE, O. C., GSPALTL, M., & FORRESTER, D. I. (2013). Light absorption and use efficiency in forests: Why patterns differ for trees and stands. *Forest ecology and management*, 288, 5-13.

BRANCALION P. H. S.; GARCIA, L. C.; LOYOLA, R.; RODRIGUES, R. R.; PILLAR, V. D.; LEWINSOHN, T. M. A critical analysis of the Native Vegetation Protection Law of Brazil (2012): updates and ongoing initiatives. *Natureza & Conservação*, 14, 1-15, 2016. doi: 10.1016/j.ncon.2016.03.004

BRASIL. Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012. Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental, de que trata a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, e dá outras providências. DECRETO No 7.830, DE 17 DE OUTUBRO DE 2012, Brasília, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7830.html. Acesso em: 08 set. 2022.

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. 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.. Brasília, Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm. Acesso em: 03 out. 2023.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965,ve 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. LEI No 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012., Brasília, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/Lei/L12651.html. Acesso em: 08 set. 2022.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 33, de 7 de dezembro de 1994. Define estágios sucessionais das formações vegetais que ocorrem na região da Mata Atlântica do Estado do Rio Grande do Sul, visando viabilizar critérios, normas e procedimentos para o manejo, utilização racional e conservação da vegetação natural. Diário Oficial da União 248, Seção 1, pg. 21352-21353, de 30 de dezembro de 1994.

BREUNIG, F. M., GALVÃO, L. S., & FORMAGGIO, A. R. (2011). Caracterização espectral e temporal da vegetação nativa do Parque Estadual do Turvo e da Terra Indígena do Guarita-RS, com produtos MODIS. *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 15, 1765-1772.

BUCHHORN, M., SMETS, B., BERTELS, L., LESIV, M., TSENDBAZAR, N.-E., MASILIUNAS, D., ... FRITZ, S. (2020). Copernicus Global Land Service: Land Cover 100m. Collection 3: Epoch 2019: Globe. Retrieved from <https://zenodo.org/record/3939050#.YK-jpahKiF4>

CAMPANILI M, SCHAFFER, W.B. Mata Atlântica: manual de adequação ambiental – Brasília: MMA/SBF, 2010. 96 p. ; il. color. : 29cm. (Série Biodiversidade, 35).

CARIGNANO TORRES P, MORSELLO C, PARRY L, PARDINI R (2016) Who Cares about Forests and Why? Individual Values Attributed to Forests in a Post-Frontier Region in Amazonia. PLoS ONE 11 (12): e0167691. doi:10.1371/journal.pone.0167691.

CHAZDON, R. L. (2016). Renascimento de florestas. Regeneração na era do desmatamento. São Paulo: Oficina de Textos.

CLIMATE.DATA.ORG. Disponível em: <https://pt.climate-data.org>. Acesso em: 08 set 2022.

COSTA, D. P., DOS SANTOS, J. J., CHAVES, J. M., & DE VASCONCELOS, R. N. (2018). Novas tecnologias e sensoriamento remoto: aplicação de uma oficina didática para a disseminação das potencialidades dos produtos e ferramentas do mapbiomas. Sustainability, Agri, Food and Environmental Research, 6(3), 323086.

COSTA, M.A, RAJÃO, R, STABILE, M.C.C, AZEVEDO, A.A, CORREA, J. 2018 Epidemiologically inspired approaches to land-use policy evaluation: The influence of the Rural Environmental Registry (CAR) on deforestation in the Brazilian Amazon. Elem Sci Anth, 6: 1. DOI: <https://doi.org/10.1525/elementa.260>.

COSTA, T. A., DE OLIVEIRA GASPARGASPAR, R., SOARES, V. P., DE SOUZA, A. L., DE SOUZA MARIA, A. C., & AMARO, M. A. (2011). Avaliação de estágios sucessionais em um fragmento de mata natural de acordo com a resolução n. 392 do CONAMA e sua correlação com imagem Ikonos CCD. Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), Curitiba-PR, 2091-2096.

DA SILVA COSTA, D. F., GUEDES, J. C. F., & DE MEDEIROS ROCHA, R. (2014). Estratégia de zoneamento ambiental aplicada à gestão das margens de reservatórios. Geosul, 29(58), 145-160.

DA SILVA, J. L. B., DE ALBUQUERQUE MOURA, G. B., DE FRANÇA, Ê. F., LOPES, P. M. O., DA SILVA, T. T. F., LINS, F. A. C., ... & ORTIZ, P. F. S. (2019). Spatial-temporal dynamics of the Caatinga vegetation cover by remote sensing in municipality of the Brazilian semi-arid. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 14(4), 1-10.

DE ANDRADE, Aluísio Granato; TAVARES, SR de L.; COUTINHO, HL da C. Contribuição da serrapilheira para recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. 2003.

DE LIMA, R. A. F., SOUZA, V. C., DE SIQUEIRA, M. F., & TER STEEGE, H. (2020). Defining endemism levels for biodiversity conservation: tree species in the Atlantic Forest hotspot. *Biological Conservation*, 252, 108825.

DE MEDEIROS, L. C., GUEDES, J. C. F., DE OLIVEIRA, A. M., & DA SILVA COSTA, D. F. (2016). Uso de SIG na análise dos recursos hídricos no município de Caicó (RN). *Geoambiente On-line*, (27).

DIAZ, I. A., ARMESTO, J. J., & WILLSON, M. F. (2006). Mating success of the endemic Des Murs' Wiretail (*Sylviorthorhynchus desmursii*, Furnariidae) in fragmented Chilean rainforests. *Austral Ecology*, 31(1), 13-21.

DICKINSON, C. H. Decomposition of litter in soil. *Biological of plant litter decomposition*, v. 2, p. 633-654, 1974.

DOS SANTOS, A. R., CHIMALLI, T., PELUZIO, J. B. E., DA SILVA, A. G., DOS SANTOS, G. M. A. D. A., LORENZON, A. S., ... SOARES RIBEIRO, C. A. A. (2016). *Influence of relief on permanent preservation areas. Science of The Total Environment*, 541, 1296-1302. doi:10.1016/j.scitotenv.2015.10.026.

DOS SANTOS, J. R., GALVÃO, L. S., OLIVEIRA, L. E., & DE ARAGÃO, C. (2014). Remote sensing of amazonian forests: Monitoring structure, phenology and responses to environmental changes. *Rev. Bras. Cartogr*, 3, 1413-1436.

DOS SANTOS, P. P., DA COSTA DE MENEZES, S. J. M., DE JESUS JÚNIOR, W. C., DE ALMEIDA TELLES, L. A., DE SOUZA, M. H., DA SILVA, S. F., & DOS SANTOS, A. R. (2021). Geotechnologies applied to analysis of the rural environmental cadastre. *Land Use Policy*, 101, 105127. doi:10.1016/j.landusepol.2020.105127.

DOS SANTOS VERÇOSA, J. P., SANTOS, S. C. C. A., SILVA, S. S. M. L. C., DA SILVA, L. S. C., SOUZA, M. O., & TAVARES, A. C. F. (2021). Uso de sensoriamento remoto e de dados oriundos do projeto mapbiomas para análise do desmatamento no município de rio largo/al. *Estudos Avançados sobre Saúde e Natureza*, 1.

EGERTON, F. N. (2015). History of ecological sciences, part 54: Succession, community, and continuum. *The Bulletin of the Ecological Society of America*, 96, 426-474

FAHRIG, L. (2013). Rethinking patch size and isolation effects: the habitat amount hypothesis. *Journal of biogeography*, 40(9), 1649-1663.

FAO, 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>. Sustainability in action. Rome.

FAUSET, S., GLOOR, M. U., AIDAR, M. P., FREITAS, H. C., FYLLAS, N. M., MARABESI, M. A., ... & JOLY, C. A. (2017). Tropical forest light regimes in a human-modified landscape. *Ecosphere*, 8(11), e02002.

FERREIRA, J., PARDINI, R., METZGER, J. P., FONSECA, C. R., POMPEU, P. S., SPAROVEK, G., & LOUZADA, J. (2012). *Towards environmentally sustainable agriculture in Brazil: challenges and opportunities for applied ecological research. Journal of Applied Ecology*, no–no. doi:10.1111/j.1365-2664.2012.02145.x.

FLETCHER JR, R. J., DIDHAM, R. K., BANKS-LEITE, C., BARLOW, J., EWERS, R. M., ROSINDELL, J., ... & HADDAD, N. M. (2018). Is habitat fragmentation good for biodiversity?. *Biological conservation*, 226, 9-15.

FONSECA, C. R., & VENTICINQUE, E. M. (2018). Biodiversity conservation gaps in Brazil: A role for systematic conservation planning. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 16(2), 61-67. doi.org/10.1016/j.pecon.2018.03.001.

FRANCISCO, P. R. M., SANTOS, D., DE OLIVEIRA, F. P., DO NASCIMENTO RIBEIRO, G., SILVA, V. F., & DA SILVA SILVINO, G. (2023). Atualização do mapa de solos do Estado da Paraíba utilizando geotecnologias. *Revista Geama*, 9(2), 20-28.

FREITAS, F. L. M. DE, SPAROVEK, G., MÖRTBERG, U., SILVEIRA, S., KLUG, I., & BERNDDES, G. (2017). *Offsetting legal deficits of native vegetation among Brazilian landholders: Effects on nature protection and socioeconomic development. Land Use Policy*, 68, 189–199. doi:10.1016/j.landusepol.2017.07.

FREITAS, S. R.; CERQUEIRA, R.; VIEIRA, M. V. A device and standard variables to describe microhabitat structure of small mammals based on plant cover. *Brazilian Journal of Biology*, v. 62, p. 795-800, 2002.

GANDOLFI, S., JOLY, C. A., & RODRIGUES, R. R. (2007). Permeability-impermeability: canopy trees as biodiversity filters. *Scientia Agricola*, 64, 433-438.

GAVIOLI, F. R. (2017). O impacto da lei florestal brasileira na instituição de Reservas Legais no território paulista: um estudo a partir dos dados públicos do Sistema de Cadastro Ambiental Rural. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 42, 160-179.

GIOS, B. R. (2017). Estágios sucessionais de Mata Atlântica frente a legislação vigente: o exemplo de comunidades do interior paulista sob contexto de Áreas de Tensão Ecológica (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

GJINDALI, A., HERRMANN, H. A., SCHWARTZ, J. M., JOHNSON, G. N., & CALZADILLA, P. I. (2021). A holistic approach to study photosynthetic acclimation responses of plants to fluctuating light. *Frontiers in Plant Science*, 12, 668512.

HADDAD, N. M., GONZALEZ, A., BRUDVIG, L. A., BURT, M. A., LEVEY, D. J., & DAMSCHEN, E. I. (2017). Experimental evidence does not support the Habitat Amount Hypothesis. *Ecography*, 40(1), 48-55.

IBGE (Brasil). Cerro Largo. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/cerro-largo/panorama>>. Acesso em: 08 set. 2022.

ISSII, Thais Martins et al. Desafios na espacialização da lei de proteção da vegetação nativa (Lei 12651/12) na Bacia do Alto Paraguai. Anais 7º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Jardim, p. 171-179, out. 2018.

JUNG, S., DYNGLAND, C., RAUSCH, L., & RASMUSSEN, L. V. (2021). *Brazilian Land Registry Impacts on Land Use Conversion. American Journal of Agricultural Economics*. doi:10.1111/ajae.12217.

KARKI, H., BARGALI, K., & BARGALI, S. S. (2021). Spatial and seasonal pattern of fine root biomass and turnover rate in different land use systems in Central Himalaya, India. *Russian Journal of Ecology*, 52, 36-48.

KARTHIKEYAN, L., CHAWLA, I., & MISHRA, A. K. (2020). A review of remote sensing applications in agriculture for food security: Crop growth and yield, irrigation, and crop losses. *Journal of Hydrology*, 586, 124905.

KRAHL DE VARGAS, G.; BRACK, P. A problemática ambiental na gestão do Bioma Mata Atlântica no Rio Grande do Sul. *Bio Diverso*, Porto Alegre, v. 1, n. 1, 2021.

L'ROE, J., RAUSCH, L., MUNGER, J., & GIBBS, H. K. (2016). Mapping properties to monitor forests: Landholder response to a large environmental registration program in the Brazilian Amazon. *Land Use Policy*, 57, 193–203. doi:10.1016/j.landusepol.2016.05.029.

LAPOLA, D., MARTINELLI, L., PERES, C. ET AL. Pervasive transition of the Brazilian land-use system. *Nature Clim Change* 4, 27–35 (2014). <https://doi.org/10.1038/nclimate2056>.

LAUTENBACH, S., KUGEL, C., LAUSCH, A., & SEPPELT, R. (2011). Analysis of historic changes in regional ecosystem service provisioning using land use data. *Ecological indicators*, 11(2), 676-687.

LECHNER, A. M., FOODY, G. M., & BOYD, D. S. (2020). Applications in remote sensing to forest ecology and management. *One Earth*, 2(5), 405-412.

LEITE, P. F., KLEIN, R. M., & IBGE. (1990). Vegetação. *Geografia do Brasil: região sul*, 2, 113-150.

LEITE P. F. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do sul do Brasil. *Ciência e Ambiente* 2002; 24: 51-73.

LETTENMAIER, D. P., ALSDORF, D., DOZIER, J., HUFFMAN, G. J., PAN, M., & WOOD, E. F. (2015). Inroads of remote sensing into hydrologic science during the WRR era. *Water Resources Research*, 51(9), 7309-7342.

LEWINSOHN, TM, & PRADO, PI (2005). How Many Species Are There in Brazil?. *Conservation Biology*, 19 (3), 619-624. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00680.x>.

LUIZ, C.H.P.; STEINKE, V.A. Recent Environmental Legislation in Brazil and the Impact on Cerrado Deforestation Rates. *Sustainability* 2022, 14, 8096. <https://doi.org/10.3390/su14138096>.

MACHADO, S. D. A., AUGUSTYNCZIK, A. L. D., NASCIMENTO, R. G. M., TÉO, S. J., MIGUEL, E. P., FIGURA, M. A., & SILVA, L. C. R. D. (2009). Funções de distribuição diamétrica em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. *Ciência Rural*, 39, 2428-2434.

MACIEL, HARINE MATOS; MACIEL, WLISSES MATOS. Cadastro Ambiental Rural (CAR): Uma descrição do Brasil. *Conjecturas*, v. 22, n. 1, p. 98-112, 2022.

MALINOWSKI, M., GUZDEK, S., PETRYK, A., & TOMASZEK, K. (2021). A GIS and AHP-based approach to determine potential locations of municipal solid waste collection points in rural areas. *Journal of Water and Land Development*, 94-101.

MARSDEN, S. J., FIELDING, A. H., MEAD, C., & HUSSIN, M. Z. (2002). A technique for measuring the density and complexity of understorey vegetation in tropical forests. *Forest Ecology and Management*, 165(1-3), 117-123.

MARTINELLI, LUIZ ANTONIO; FILOSO, SOLANGE. Balance between food production, biodiversity and ecosystem services in Brazil: a challenge and an opportunity. *Biota Neotropica* [online]. 2009, v. 9, n. 4 [Accessed 6 October 2022], pp. 21-25. Available from: <<https://doi.org/10.1590/S1676-06032009000400001>>. Epub 26 Mar 2010. ISSN 1676-0611. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032009000400001>.

MARTINELLI, L. A., NAYLOR, R., VITOUSEK, P. M., & MOUTINHO, P. (2010). Agriculture in Brazil: impacts, costs, and opportunities for a sustainable future. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2(5-6), 431-438. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2010.09.008>.

MARTINELLI, L. A.; LINS, S. RM; DOS SANTOS-SILVA, J; C. Fine litterfall in the Brazilian Atlantic forest. *Biotropica*, v. 49, n. 4, p. 443-451, 2017.

MATOS, A. G. M. de. LEVANTAMENTO FLORÍSTICO DO COMPONENTE ARBÓREO DE UMA NASCENTE DO ARROIO CLARIMUNDO NO MUNICÍPIO DE CERRO LARGO, RIO GRANDE DO SUL. 2023. 36 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura, da Universidade Federal da Fronteira Sul, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2023.

MELO, G. L., SPONCHIADO, J., CÁCERES, N. C., & FAHRIG, L. (2017). Testing the habitat amount hypothesis for South American small mammals. *Biological Conservation*, 209, 304-314.

METZGER, JP, BUSTAMANTE, MM, FERREIRA, J., FERNANDES, GW, LIBRÁN-EMBID, F., PILLAR, VD, ... & OVERBECK, GE (2019). Why Brazil needs its Legal Reserves. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 17 (3), 91-103. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2019.07.002>.

MEYER A. H. *et al.* 1961. Forest management: 2. ed. New York: The Ronald Press Company, 282p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE- MMA. Mata Atlântica: Manual de adequação ambiental / Maura Campanili E Wigold Bertoldo Schaffer(org.). – Brasília: MMA/SBF. 2010.

MLRLC (Multi-Resolution Land Characteristics Consortium), 2019. National Land Cover Database (NLCD) 2019.

MORELLATO, L. P. C., & HADDAD, C. F. (2000). Introduction: The Brazilian Atlantic Forest 1. *Biotropica*, 32(4b), 786-792.

MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., DA FONSECA, G. A., & KENT, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853-858.

NARVAES, Igor da Silva; BRENA, Doádi Antônio; LONGHI, Solon Jonas. Estrutura da regeneração natural em floresta ombrófila mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. *Ciência Florestal*, v. 15, p. 331-342, 2005.

NETO, V. L. S., DE OLIVEIRA, A. L., DE SOUZA FERREIRA, R. Q., DE SOUZA, P. B., & VIOLA, M. R. (2016). Fitossociologia e distribuição diamétrica de uma área de Cerrado sensu stricto, Dueré-TO. *Revista de Ciências Ambientais*, 10(1), 91-106.

ODUM, E. P. Fundamentos da ecologia. 4. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1988. 927p.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. Aspectos florísticos, fitossociológicos e ecológicos de um sub-bosque de terra firme na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, v. 35, n. 1, p. 1-16, 2005.

OLIVEIRA, J. D. A., DE MEDEIROS, B. C., DA SILVA, J. L. B., DE ALBUQUERQUE MOURA, G. B., LINS, F. A. C., NASCIMENTO, C. R., & LOPES, P. M. O. (2017). Space-temporal evaluation of biophysical parameters in the High Ipanema watershed by remote sensing. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*, 7(6), 357-366.

PASTÓRIO, F. F., GASPER, A. L. D., & VIBRANS, A. C. (2020). Successional stages of Santa Catarina atlantic subtropical evergreen rainforest: a classification method proposal. *Cerne*, 26, 162-171.

PINTO, L. F.; GUIDOTTI, V.; CERIGNONI, F.; SPAROVEK, G.; BARRETO, A.. (2015). A FUNCIONALIDADE DA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA (1975 A 2020) The functionality of Brazilian agriculture (1975 to 2020) Enter title. 10.13140/RG.2.1.1961.8327.

PRACH, K., & WALKER, L. R. (2011). Four opportunities for studies of ecological succession. *Trends in Ecology & Evolution*, 26(3), 119-123.

PREVEDELLO, J. A., ALMEIDA-GOMES, M., & LINDENMAYER, D. B. (2018). The importance of scattered trees for biodiversity conservation: A global meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 55(1), 205-214.

PÜTTKER, T., CROUZEILLES, R., ALMEIDA-GOMES, M., SCHMOELLER, M., MAURENZA, D., ALVES-PINTO, H., ... & PREVEDELLO, J. A. (2020). Indirect effects of habitat loss via habitat fragmentation: A cross-taxa analysis of forest-dependent species. *Biological Conservation*, 241, 108368.

RIBEIRO, M. C., MARTENSEN, A. C., METZGER, J. P., TABARELLI, M., SCARANO, F., & FORTIN, M. J. (2011). The Brazilian Atlantic Forest: a shrinking biodiversity hotspot. *Biodiversity hotspots: distribution and protection of conservation priority areas*, 405-434.

RIOS, E., BENCHIMOL, M., DODONOV, P., DE VLEESCHOUWER, K., & CAZETTA, E. (2021). Testing the habitat amount hypothesis and fragmentation effects for medium-and large-sized mammals in a biodiversity hotspot. *Landscape Ecology*, 36, 1311-1323.

RIVA, F., & FAHRIG, L. (2022). Small patches are disproportionately important for biodiversity conservation, despite ecosystem decay.

ROSA, M., SHIMBO, J. Z., & AZEVEDO, T. (2019). MapBiomass-Mapeando as transformações do território brasileiro nas últimas três décadas. VIII Simpósio de Restauração Ecológica, 95-100.

SANTOS, R. H. L., CARIS, E. A. P., REIS, R. B., KURTZ, B. C., CRUZ, C. B. M., DE Sensoriamento Remoto, L. E., ... & Leão, R. P. (2015) Análise da contribuição do sensor LiDAR para determinação dos estágios sucessionais da vegetação—um estudo de caso para o Município de São Sebastião, SP, Brasil. SP, Brasil.

SAVIAN, MOISÉS et al. Cadastro ambiental rural: experiências e potencialidades para a gestão agroambiental. Políticas agroambientales y sostenibilidad: desafíos, oportunidades y lecciones aprendidas. Brasília: IPEA, p. 105-124, 2014.

SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (SEMA -RS). Plano de manejo do Parque Estadual do Turvo -RS. Porto Alegre: Divisão de Unidades de Conservação do Estado do Rio Grande do Sul, 2005, 348 p

SERVIGLOBAL, 2022. Regional Land Cover Monitoring System – Hindu Kush Himalaya.

SIMINSKI, A., FANTINI, A. C., & REIS, M. S. (2013). Classificação da vegetação secundária em estágios de regeneração da Mata Atlântica em Santa Catarina. *Ciência Florestal*, 23, 369-378.

SILVA SOUSA, TAILAN, Bacharel em Biologia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 07 de 2022. Effectiveness of CONAMA Resolution nº05/1994 for the Assessment of Regeneration/Conservation Stages of Forest Fragments in Bahia, Brazil. Advisor: Alessandra Nasser Caiafa.

SILVA, WIANE MELONI ET AL. Estrutura e sucessão ecológica de uma comunidade florestal urbana no sul do Espírito Santo. *Rodriguésia* [online]. 2017, v. 68, n. 2 [Acessado 4 Dezembro 2022], pp. 301-314. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2175-7860201768202>>. ISSN 2175-7860. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201768202>.

SMITH, V. C.; BRADFORD, M. A. Litter quality impacts on grassland litter decomposition are differently dependent on soil fauna across time. *Applied Soil Ecology*, v. 24, n. 2, p. 197-203, 2003.

SOUZA JR, C. M., Z. SHIMBO, J., ROSA, M. R., PARENTE, L. L., A. ALENCAR, A., RUDORFF, B. F., ... & AZEVEDO, T. (2020). Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine. *Remote Sensing*, 12(17), 2735.

SOUZA, S., & RAMOS, R., BREMM, NE., GARCIA, P., GRZYBOWSKI, N., FERRERA, T., CHASSOT, T., PINHEIRO, M. (2020). Estrutura arbórea de um fragmento de Floresta Estacional Decidual na Região Fisiográfica Missões, Rio Grande do Sul, Brasil. 133-145.

SPAROVEK, G., REYDON, B. P., PINTO, L. F. G., FARIA, V., DE FREITAS, F. L. M., AZEVEDO-RAMOS, C., ... & Ribeiro, V. (2019). Who owns Brazilian lands?. *Land use policy*, 87, 104062.

STARK, S. C., LEITOLD, V., WU, J. L., HUNTER, M. O., DE CASTILHO, C. V., COSTA, F. R., ... & SALESKA, S. R. (2012). Amazon forest carbon dynamics predicted by profiles of canopy leaf area and light environment. *Ecology letters*, 15(12), 1406-1414.

STEFANES, M., ROQUE, F. DE O., LOURIVAL, R., MELO, I., RENAUD, P. C., & QUINTERO, J. M. O. (2018). *Property size drives differences in forest code compliance in the Brazilian Cerrado. Land Use Policy*, 75, 43–49. doi:10.1016/j.landusepol.2018.03.022.

TORRENTA, R., & VILLARD, M. A. (2017). A test of the habitat amount hypothesis as an explanation for the species richness of forest bird assemblages. *Journal of Biogeography*, 44(8), 1791-1801.

TRINDADE AMORIM, A.; PAIXÃO DE SOUSA, J. A.; WAGNER LOURENÇO, R. Indicador dos Estágios de Sucessão de Fragmentos Florestais do Bioma Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Cartografia**, [S. l.], v. 71, n. 3, p. 756–780, 2019. DOI: 10.14393/rbcv71n3-48546. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/48546>. Acesso em: 8 out. 2022.

UKCEH (UK Environmental Information Data Centre), 2021. The UKCEH Land Cover Map for 2020.

VASCONCELLOS, J.M. de O.; Dias, L.L.; Silva, C.P.; Sobral, M. (1992) Fitossociologia de uma área de mata subtropical no Parque Estadual do Turvo, RS. Rev. Inst. Flor., São Paulo, v. 4, p. 252-259.

VERDASCA, STELLA; RANIERI, VICTOR EDUARDO LIMA. Benefícios e barreiras da transparência pública nos dados do Cadastro Ambiental Rural. Ambiente & Sociedade, v. 24, 2021.

VIANA, V. M., TABANEZ, A. J. A. & MARTINEZ, J. L. A. 1992. Restauração e manejo de fragmentos florestais. Instituto Florestal de São Paulo, 4(2): 86-94.

WATLING, J. I., ARROYO-RODRÍGUEZ, V., PFEIFER, M., BAETEN, L., BANKS-LEITE, C., CISNEROS, L. M., ... & FAHRIG, L. (2020). Support for the habitat amount hypothesis from a global synthesis of species density studies. Ecology letters, 23(4), 674-681.

ZHANG, B., WU, Y., ZHAO, B., CHANUSSOT, J., HONG, D., YAO, J., & GAO, L. (2022). Progress and challenges in intelligent remote sensing satellite systems. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 15, 1814-1822.