

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

Henrique Chinelatto Flipsen
Marcus Vinicius Doval Zucato

DIAGNÓSTICO E CENÁRIOS DE READEQUAÇÃO DE PROPRIEDADE
RURAL FRENTE À LEGISLAÇÃO DE PROTEÇÃO DA VEGETAÇÃO
NATIVA

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental, da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro(a) Ambiental.

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Victor Ranieri

VERSÃO CORRIGIDA

São Carlos
2025

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues
Fontes da EESC/USP

F626d	<p>Flipsen, Henrique Chinelatto</p> <p>Diagnóstico e cenários de readequação de propriedade rural frente à legislação de proteção da vegetação nativa / Henrique Chinelatto Flipsen, Marcus Vinicius Doval Zucato; orientador Victor Ranieri. -- São Carlos, 2025.</p> <p>38 p.</p> <p>Monografia - Graduação em Engenharia Ambiental -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2025.</p> <p>1. Código florestal. 2. Áreas de preservação permanente. 3. Reserva legal. 4. Readequação ambiental. 5. Sustentabilidade rural. I. Zucato, Marcus Vinicius. II. Ranieri, Victor, orient. III. Título.</p>
-------	--

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): **Henrique Chinelatto Flipsen e Marcus Vinicius Doval Zucato**

Data da Defesa: 12/11/2025

Comissão Julgadora:

Victor Eduardo Lima Ranieri (Orientador(a))

Luis Fernando Brito


Soraya Carvalho

Resultado:

APROVADO

APROVADO

APROVADO



Prof. Dr. Marcelo Zaiat

Coordenador da Disciplina 1800091- Trabalho de Graduação

AGRADECIMENTOS

Henrique

Aos meus pais e minha irmã, pela fundamental base familiar e apoio incondicional.

A todos os amigos que fiz nesses anos, em especial a República Feudo, por tornar esta jornada mais leve.

Marcus

As maiores guerreiras que já passaram por este mundo: minha mãe, Flávia Doval, e minha avó, Lúcia Doval.

Duas mulheres que sempre me ofereceram tudo do bom e do melhor, mesmo que, para isso, precisassem abrir mão dos próprios sonhos e vontades para que eu pudesse viver os meus.

Sei de todas as batalhas que travaram para tornar isso possível, e é justamente nesse amor incondicional que encontro a base de tudo o que conquistei. Nada disso existiria sem vocês.

Amo vocês profundamente, e obrigado, de coração.

Agradeço também a todo o suporte do restante da família, presença essencial em cada etapa desta caminhada.

E, por fim, a todos que o caminho me permitiu conhecer: amigos e amigas que levarei para a vida inteira, e um grande amor, que foi a cereja do bolo e deu ainda mais sentido a essa trajetória.

*“Líderes são mestres em encontrar o sentido e
aprendizado em todo tipo de experiência de vida.”*
(Jucá, 2014, p. 94)

RESUMO

FLIPSEN, Henrique Chinelatto; ZUCATO, Marcus Vinicius Doval. Título: DIAGNÓSTICO E CENÁRIOS DE READEQUAÇÃO DE PROPRIEDADE RURAL FRENTE À LEGISLAÇÃO DE PROTEÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA. 2024. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2025.

O Código Florestal Brasileiro tem sido o principal instrumento legal para garantir a sustentabilidade no meio rural, conciliando as demandas de conservação ambiental com as necessidades da produção agropecuária. Com a alteração legislativa em 2012, a Lei nº 12.651 substituiu a Lei nº 4.771 de 1965, promovendo modificações significativas nas áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reserva Legal (RL), além da implementação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e dos Programas de Regularização Ambiental (PRA). O presente estudo teve como objetivo analisar os impactos ecológicos e legais das mudanças trazidas por essas duas versões do Código Florestal, aplicando uma comparação entre os cenários de adequação ambiental de um imóvel rural no município de Cunha - SP. A análise comparativa entre a legislação vigente e a anterior revelou que o cenário de 1965 favorece maior proteção ecológica, promovendo melhor conectividade ecológica, enquanto a Lei de 2012 oferece maior flexibilidade para regularização ambiental, mas resulta em menor área protegida. O estudo propôs alternativas para a readequação do imóvel, considerando tanto os requisitos legais quanto as necessidades ecológicas da área, com foco na recuperação da vegetação nativa e na conectividade dos fragmentos florestais.

Palavras-chave: Código Florestal, áreas de preservação permanente, reserva legal, readequação ambiental, sustentabilidade rural.

ABSTRACT

FLIPSEN, Henrique Chinelatto; ZUCATO, Marcus Vinicius Doval. Título: DIAGNÓSTICO E CENÁRIOS DE READEQUAÇÃO DE PROPRIEDADE RURAL FRENTE À LEGISLAÇÃO DE PROTEÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA. 2024. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2025.

The Brazilian Forest Code has been the main legal instrument for ensuring sustainability in rural areas, reconciling the demands of environmental conservation with the needs of agricultural production. With the legislative change in 2012, Law No. 12.651 replaced Law No. 4.771 of 1965, introducing significant modifications in the areas of Permanent Preservation Areas (APPs) and Legal Reserve (RL), as well as the implementation of the Rural Environmental Registry (CAR) and Environmental Regularization Programs (PRA). This study aimed to analyze the ecological and legal impacts of the changes brought about by these two versions of the Forest Code, by comparing the environmental adaptation scenarios of a rural property located in the municipality of Cunha - SP. The comparative analysis between the current legislation and the previous one revealed that the 1965 scenario favors greater ecological protection, promoting better ecological connectivity, while the 2012 Law provides greater flexibility for environmental regularization but results in smaller protected areas. The study proposed alternatives for the re-adaptation of the property, considering both legal requirements and the ecological needs of the area, focusing on the recovery of native vegetation and the connectivity of forest fragments.

Keywords: Forest Code, permanent preservation areas, legal reserve, environmental re-adaptation, rural sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Linha do tempo da legislação florestal brasileira (1934–2012).....	12
Figura 2 - Estrutura conceitual da paisagem	18
Figura 3 - Localização da área de estudo no município de Cunha (SP)	22
Figura 4 - Configuração atual do imóvel rural e distribuição dos principais usos do solo	27
Figura 5 - Cenário de readequação conforme a Lei nº 12.651/2012	29
Figura 6 - Cenário de readequação do imóvel conforme a Lei nº 4.771/1965.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Diferenças entre os códigos de 1965 e 2012.....	13
Tabela 2 - Principais materiais e análise de dados.....	23
Tabela 3 - Uso e cobertura do solo.....	28
Tabela 4 - Distribuição das classes de uso do solo conforme a Lei nº 12.651/2012.....	29
Tabela 5 - Distribuição das classes de uso do solo conforme a Lei nº 4.771/1965	31
Tabela 6 - Comparação entre os cenários de adequação ambiental	32

SUMÁRIO

RESUMO	5
SUMÁRIO	9
1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivos	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 Contexto Histórico	12
2.2 Ecologia da Paisagem	15
2.3 Elementos da Paisagem	16
2.4 Fragmentação	18
2.5 Conectividade	19
3. MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1 Área de Estudo	21
3.2 Materiais Utilizados	22
3.3 Procedimentos Metodológicos	24
3.4 Organização e tratamento dos dados	24
3.5 Elaboração dos cenários de adequação ambiental	24
3.6 Análise comparativa dos resultados	25
4. RESULTADOS	26
4.1 Cenário atual	26
4.2 Cenário de Readequação – Lei nº 12.651/2012	28
4.3 Cenário de Readequação – Lei nº 4.771/1965	30
4.4 Comparação dos Cenários de Adequação Ambiental	31
5. CONCLUSÃO	34
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, os imóveis rurais estão associados às dinâmicas econômicas e ambientais, uma vez que a atividade agropecuária, ao exercer pressão sobre os recursos naturais e estar frequentemente associada à expansão das fronteiras produtivas, resulta em impactos significativos nos ecossistemas, especialmente nos remanescentes de vegetação nativa. Segundo Sparovek *et al.* (2012), o Código Florestal Brasileiro, em seu papel histórico, busca conciliar a conservação ambiental e a produção agropecuária, configurando-se como o principal instrumento legal para garantir a sustentabilidade no meio rural.

O Código Florestal Brasileiro foi instituído originalmente pela Lei nº 4.771/1965 (BRASIL, 1965), posteriormente revogada e substituída pela Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012). Nesta reformulação houve mudanças importantes na delimitação das APPs, da RL, além da criação de mecanismos como o CAR e os PRA. Segundo Ribeiro *et al.* (2013), tais modificações buscam equilibrar a conservação ambiental com as demandas produtivas do setor agrícola, promovendo uma regulamentação mais flexível, mantendo, entretanto, diretrizes de proteção aos recursos naturais.

Apesar da atualização normativa em 2012, grande parte dos imóveis rurais brasileiros ainda apresenta pendências quanto à proteção de APPs e à destinação de áreas para RL, devido à falta de informação técnica, custos elevados e entraves burocráticos (Climate Policy Initiative, 2016; Embrapa, 2016). Segundo dados recentes do Serviço Florestal Brasileiro (2023), até julho de 2023 haviam sido analisadas aproximadamente 50% das inscrições no Cadastro Ambiental Rural (CAR), das quais uma parcela reduzida foi validada, evidenciando que a efetiva regularização ambiental ainda avança lentamente em diversas regiões do país.

Tendo em vista os desafios técnicos e legais envolvidos na regularização ambiental, é fundamental realizar estudos comparativos que permitam avaliar, sob a ótica ecológica e territorial, os efeitos práticos da reformulação do Código Florestal na estrutura da paisagem rural. A elaboração de diagnósticos e cenários espaciais possibilita compreender como diferentes marcos normativos influenciam a configuração de APPs e Reservas Legais, subsidiando a discussão sobre o equilíbrio entre produção agropecuária e conservação ambiental.

1.1 Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo comparar a qualidade ambiental da paisagem de um imóvel rural localizado no município de Cunha-SP, considerando sua adequação frente ao antigo Código Florestal (Lei nº 4.771/1965) e à legislação atualmente em vigor (Lei nº 12.651/2012). Assim, analisa-se comparativamente dois cenários de uso e cobertura do solo — um baseado nas exigências da legislação de 1965 e outro conforme a Lei nº 12.651/2012 — avaliando suas repercussões sobre a conservação da vegetação nativa e a conectividade ecológica. A partir dessa análise, busca-se compreender como as mudanças introduzidas pelo novo Código Florestal influenciam a configuração da paisagem.

Para atingir esse propósito, o estudo busca:

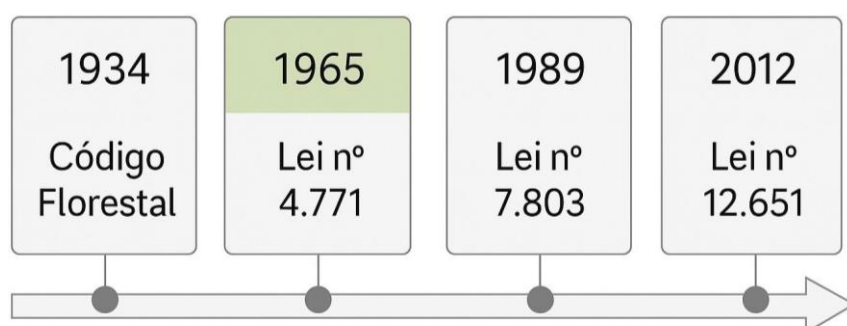
- Descrever as condições atuais do imóvel, contemplando aspectos físicos, uso e cobertura do solo e situação de conformidade legal;
- Identificar o déficit de adequação ambiental frente às exigências do antigo Código Florestal de 1965;
- Avaliar as inconformidades existentes diante da legislação vigente;
- Comparar os cenários resultantes das duas legislações.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Contexto Histórico

A regulação do uso da vegetação nativa no Brasil remonta ao Código Florestal de 1934, instituído pelo Decreto nº 23.793, que já estabelecia regras de exploração florestal, incluindo a necessidade de reservas mínimas em propriedades privadas. No entanto, foi somente com a promulgação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que se consolidou o marco regulatório mais abrangente para a conservação da vegetação no território nacional. Essa legislação, conhecida como antigo Código Florestal, introduziu conceitos fundamentais como as APPs e a RL, que permanecem centrais na política ambiental brasileira até os dias de hoje (Campos, 2016; Scaff, 2017). Os principais marcos legais da legislação florestal brasileira entre 1934 e 2012 estão representados na Figura 1.

Figura 1 - Linha do tempo da legislação florestal brasileira (1934–2012)



Fonte: Elaboração própria, a partir de BRASIL (1965; 1989; 2012)

As APPs foram definidas pelo Código de 1965 e suas alterações como áreas, cobertas ou não por vegetação nativa, dotadas de função ambiental de proteção do solo, da biodiversidade, da paisagem e dos recursos hídricos, localizadas em locais estratégicos como margens de cursos d'água, nascentes, encostas íngremes e topos de morro. Já a RL foi estabelecida como a fração mínima de cada imóvel rural que deve ser mantida com cobertura de vegetação nativa (excluídas as áreas de preservação permanente), variando conforme a região do país: 80% na Amazônia Legal, 35% no Cerrado inserido na Amazônia Legal e 20% nos demais biomas do território nacional (BRASIL, 1965; BRASIL, 1989).

A Lei nº 4.771/1965 passou por sucessivas alterações ao longo das décadas, sendo a mais relevante a introduzida pela Lei nº 7.803/1989, que modificou as regras de proteção das APPs, ampliando a largura mínima das faixas de preservação em cursos d'água e incluindo novas tipologias de áreas sensíveis (Campos, 2016). Apesar do rigor normativo, a falta de

fiscalização efetiva e as dificuldades de implementação resultaram em um grande passivo ambiental em propriedades rurais, marcado pelo desmatamento irregular, ausência de recomposição e uso indevido de áreas protegidas (Scaff, 2017).

A promulgação do novo Código Florestal, em 2012, foi precedida de um intenso embate político e técnico, onde ambientalistas e pesquisadores apontavam a importância da manutenção das APPs e das RLs com base em evidências científicas que demonstravam a relação direta entre cobertura vegetal, estabilidade hídrica e conservação da biodiversidade (Metzger, 2010). De outro lado, representantes do agronegócio e da bancada ruralista defendiam a flexibilização da norma, alegando que o Código de 1965 impunha restrições excessivas à produção agropecuária e desconsiderava as especificidades regionais (Sparovek *et al.*, 2012).

O resultado foi uma reforma marcada por compromissos entre interesses divergentes, que, embora tenha modernizado os instrumentos de gestão ambiental, reduziu algumas exigências de recomposição e criou mecanismos de anistia para desmatamentos anteriores a julho de 2008. A Tabela 1 ilustra as principais diferenças entre o Código de 1965 e o de 2012.

Tabela 1 - Diferenças entre os códigos de 1965 e 2012

Aspecto	Código de 1965 (Lei 4.771/65 + Lei 7.803/1989 + MP 2.166-67/2001)	Código de 2012 (Lei 12.651/2012)
APP – Faixas marginais de cursos d'água	Medida a partir do nível mais alto do rio. 30 m (rios < 10 m) 50 m (10 a 50 m) 100 m (50 a 200 m) 200 m (200 a 600 m) 500 m (> 600 m)	Medida a partir da borda da calha do leito regular. Mesmas larguras mínimas do Código de 1965.
APP em nascentes	Raio mínimo de 50 m, sem distinção de uso consolidado	50 m (sem uso consolidado). 15 m (uso consolidado e nascente perene).
APP em encostas e topos de morro	Proteção rígida em encostas > 45°; topos de morro, chapadas, campos naturais ou artificiais, florestas nativas e vegetações campestres > 1.800 m; borda de tabuleiros e chapadas.	Mantém a proteção, mas admite atividades agrossilvipastoris consolidadas em áreas já ocupadas até 22/07/2008.
Áreas rurais consolidadas	Não havia definição legal clara.	Definição oficial: áreas com uso antrópico até 22/07/2008, incluindo edificações, benfeitorias e atividades agropecuárias.

Aspecto	Código de 1965 (Lei 4.771/65 + Lei 7.803/1989)	Código de 2012 (Lei 12.651/2012)
Reserva Legal (percentuais)	80% Amazônia Legal 35% Cerrado na Amazônia Legal 20% demais regiões	Mantém os mesmos percentuais: 80% da Amazônia Legal, 35% do Cerrado na Amazônia Legal, 20% das demais regiões.
Reserva Legal – Averbação	Obrigatória na matrícula do imóvel.	Obrigatória apenas em casos específicos (como compensação de RL entre imóveis).
Cômputo de APP na RL	Era permitido em algumas situações.	Permitido, desde que não implique conversão de novas áreas; a área esteja conservada ou em processo de recuperação e o proprietário tenha requerido inclusão do imóvel no CAR.
Recomposição de vegetação	Não havia clareza sobre obrigatoriedade, exceto em casos de intervenção em APP.	Obrigatória, para supressão em APP, com opções: regeneração natural; plantio de nativas; plantio conjugado com exóticas (até 50%) em pequenas propriedades.
Pequena propriedade	Tratamento diferenciado restrito a pequena propriedade ou posse rural familiar, com definição de tamanho variável conforme região.	Procedimentos diferenciados para manejo de reserva legal e plano de manejo florestal sustentável a todos os pequenos imóveis rurais.
Incentivos	Deduções no ITR (Imposto Territorial Rural); CRF (Cota de Reserva Florestal).	PSA (Pagamentos por Serviços Ambientais), CRA (Cotas de Reserva Ambiental), dedução do ITR, incentivos fiscais e crédito agrícola diferenciado.

Fonte: elaboração própria, a partir de BRASIL (1965; 2012)

A Lei nº 12.651/2012, denominada Lei de Proteção da Vegetação Nativa, manteve os institutos de APP e RL, mas reformulou seus critérios e instrumentos de regularização. Entre as inovações, destacam-se a criação do Cadastro Ambiental Rural (CAR), do Programa de Regularização Ambiental (PRA) e das Cotas de Reserva Ambiental (CRA), que visam conciliar conservação e produtividade ao permitir diferentes formas de compensação e recomposição (BRASIL, 2012).

No entanto, a efetividade desses instrumentos ainda depende do fortalecimento institucional e da integração entre os entes federativos. Relatórios recentes do Serviço Florestal Brasileiro (2023) indicam que a implementação do Cadastro Ambiental Rural e dos Programas

de Regularização Ambiental segue avançando de forma desigual entre os estados, o que evidencia que, embora o marco legal tenha se consolidado, sua aplicação plena ainda enfrenta desafios operacionais e administrativos.

A transição entre o Código de 1965 e o de 2012 reflete, além das mudanças jurídicas, uma transformação na forma como o Estado e o setor produtivo se inserem na agenda ambiental. O Código de 1965 estabeleceu um modelo de comando e controle voltado essencialmente à conservação da vegetação nativa, impondo restrições mais amplas à ocupação e ao uso do solo (Metzger, 2010). Já a Lei nº 12.651/2012 introduziu instrumentos que buscaram compatibilizar a produção rural com a regularização ambiental, como o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e o Programa de Regularização Ambiental (PRA). No entanto, autores como Metzger (2010) e Sparovek *et al.* (2012) apontam que as alterações resultaram em uma flexibilização significativa das exigências de preservação, especialmente no que se refere à recomposição de APPs e à consolidação de áreas previamente desmatadas, levantando questionamentos sobre potenciais retrocessos na proteção da vegetação nativa.

2.2 Ecologia da Paisagem

A compreensão da paisagem como unidade de estudo é fundamental para o entendimento das dinâmicas ecológicas e da interação entre os ambientes naturais e as atividades humanas. O conceito de paisagem tem origens diversas, variando conforme a escola de pensamento que o adota. De modo geral, pode ser definido como um mosaico heterogêneo formado por ecossistemas interativos, que se repetem de forma semelhante em uma determinada área (Metzger, 2001). Na Ecologia da Paisagem, o foco recai sobre os padrões espaciais e seus efeitos sobre os processos ecológicos, permitindo compreender como a estrutura e a configuração do ambiente influenciam a biodiversidade, o fluxo de espécies e a conservação dos ecossistemas (Lang; Blaschke, 2009).

O conceito de paisagem tem origem histórica na Geografia, ainda no século XIX, associado à observação visual e estética do espaço (Metzger, 2001). Contudo, no século XX, passou a ser incorporado pelas ciências biológicas, sobretudo pela ecologia, que buscava compreender os impactos da fragmentação dos habitats e da ocupação humana sobre os ecossistemas (Metzger, 1999). Assim, consolidou-se uma nova abordagem interdisciplinar, unindo princípios da Geografia, da Ecologia e do Planejamento Territorial, a Ecologia da Paisagem (Wu, 2013).

Segundo Metzger (1999), a Ecologia da Paisagem tem por objetivo investigar a relação entre o padrão espacial e os processos ecológicos, analisando como a composição, a

configuração e a escala de uma paisagem determinam o comportamento de populações, fluxos biológicos e funções ambientais. Essa abordagem reconhece que a estrutura espacial da paisagem influencia diretamente os processos ecológicos, tema aprofundado no próximo item, que trata de seus principais elementos constitutivos.

O modelo “fragmento–corredor–matriz” permite compreender como áreas naturais remanescentes interagem entre si e como as atividades humanas modificam essas relações (Forman e Godron (1986, Apud Metzger, 2001)).

A fragmentação das paisagens vegetais, um dos principais temas da Ecologia da Paisagem, decorre da expansão agrícola, da urbanização e da exploração madeireira, que promovem a substituição da vegetação nativa por usos antrópicos. Esse processo reduz a conectividade entre os fragmentos florestais, isola populações e compromete o fluxo gênico das espécies, alterando a funcionalidade ecológica da paisagem (Metzger, 1999; Ribeiro *et al.*, 2009).

Segundo Lang e Blaschke (2009), a escala determina o nível de detalhe e a abrangência da paisagem estudada, influenciando diretamente as interpretações sobre estrutura e função. Assim, a Ecologia da Paisagem propõe uma abordagem multiescala, na qual processos ecológicos locais são analisados em conexão com padrões regionais, permitindo compreender as interdependências entre fragmentos e suas matrizes (Wu, 2013).

No contexto brasileiro, a Ecologia da Paisagem ganhou relevância sobretudo após a consolidação de políticas públicas voltadas à conservação, como o Código Florestal de 1965, que incorporou a importância das APPs e das Reservas Legais na manutenção da conectividade e na formação de corredores ecológicos. Sob tal ótica, a regularização ambiental de propriedades rurais não deve ser vista apenas como cumprimento legal, mas como um instrumento para restaurar a funcionalidade ecológica das paisagens (Metzger, 2010; BRASIL, 2012).

Diante do exposto, a Ecologia da Paisagem torna-se uma ferramenta para diagnósticos ambientais e planejamento territorial. Deste modo, a análise da estrutura espacial da vegetação e da conectividade entre fragmentos permitirá avaliar a qualidade ambiental do imóvel rural em estudo e compreender os efeitos das diferentes legislações florestais sobre a configuração da paisagem.

2.3 Elementos da Paisagem

No contexto da Ecologia da Paisagem, a estrutura espacial é composta por três elementos fundamentais: manchas ou fragmentos (*patches*), corredores (*corridors*) e matriz

(*matrix*) (FORMAN; GODRON, 1986 apud METZGER, 2001). Essa abordagem, amplamente utilizada, permite identificar a organização espacial dos ecossistemas e compreender os processos ecológicos que ocorrem entre suas partes. Ainda segundo esses autores, a paisagem é um mosaico composto por unidades ambientais que se repetem e interagem continuamente, determinando fluxos de energia, matéria e organismos.

As manchas representam unidades relativamente homogêneas de cobertura do solo, que podem representar tanto fragmentos de vegetação natural quanto áreas antrópicas, como lavouras ou pastagens. Em ambientes fragmentados, como exemplo a Mata Atlântica, os fragmentos florestais desempenham papel essencial na manutenção da biodiversidade, pois funcionam como refúgios para espécies e núcleos de regeneração natural (Metzger, 1999). Nesse sentido, o tamanho, a forma e o isolamento dessas manchas influenciam diretamente na composição das comunidades biológicas e na persistência das populações (Villard *et al.*, 2014).

Já os corredores funcionam como faixas lineares de vegetação que conectam fragmentos, facilitando o deslocamento de espécies e o fluxo gênico entre populações, visto que sua presença reduz os efeitos da fragmentação e aumenta a resiliência ecológica da paisagem (Metzger, 2010). Esses podem ser formados por matas ciliares, faixas de reflorestamento, ou até áreas manejadas com menor intensidade, desde que mantenham continuidade estrutural suficiente para o deslocamento da fauna. A ausência desse elemento acentua o isolamento dos fragmentos, favorecendo processos de erosão genética e declínio populacional (Ribeiro *et al.*, 2009).

Por sua vez, a matriz corresponde ao elemento dominante da paisagem, representando a área que circunda os fragmentos e corredores, podendo ser composta por diferentes tipos de uso do solo, agrícola, urbano, florestal ou pastagem, e exercendo uma grande influência sobre a dinâmica ecológica dos demais componentes. McGarigal (2015) destaca que o grau de permeabilidade da matriz é determinante para o fluxo de organismos e processos ecológicos, de modo que uma matriz mais natural tende a favorecer a conectividade, enquanto uma matriz altamente antropizada estabelece barreiras ecológicas e intensifica os efeitos de borda.

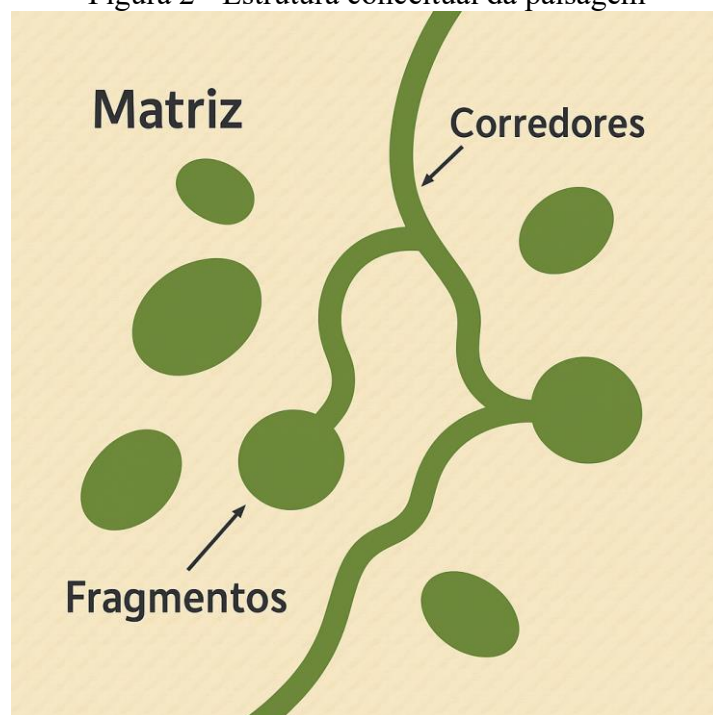
As transições entre ambientes são conhecidas como bordas, essas também influenciam a dinâmica ecológica, alterando condições microclimáticas e a composição de espécies. Esse fenômeno, chamado de efeito de borda, será abordado em maior detalhe no tópico sobre fragmentação.

A análise quantitativa da estrutura da paisagem utiliza métricas espaciais que descrevem sua configuração e composição. O *software* FRAGSTATS permite calcular índices

de tamanho, densidade de bordas e conectividade, fundamentais para subsidiar estratégias de conservação (McGarigal, 2015).

Sob tal contexto, compreender os elementos estruturais da paisagem e suas interrelações é necessário para diagnosticar os efeitos da fragmentação e propor medidas de recuperação ambiental. No contexto deste estudo, a identificação e análise desses componentes permitirão comparar os cenários de adequação do imóvel rural frente às legislações de 1965 e 2012, observando de que maneira as exigências legais influenciam a estrutura e a funcionalidade ecológica do território. A Figura 2 apresenta de forma esquemática a estrutura espacial da paisagem, segundo o modelo proposto por Forman e Godron (1986, apud METZGER, 2001), evidenciando como a matriz, os fragmentos e os corredores se relacionam e interagem para manter a funcionalidade ecológica do sistema.

Figura 2 - Estrutura conceitual da paisagem



Fonte: elaboração própria, com base em Forman e Godron (1986), interpretado conforme Metzger (2001).

2.4 Fragmentação

A fragmentação da paisagem é um processo decorrente da substituição de ecossistemas naturais por usos antrópicos, resultando na subdivisão do habitat em porções menores e isoladas (Fahrig, 2003). Esse fenômeno altera a estrutura espacial das paisagens, reduzindo a área de vegetação nativa e comprometendo a continuidade ecológica entre os fragmentos (Metzger, 1999). Em biomas fortemente antropizados, como a Mata Atlântica, a fragmentação

é o principal fator responsável pela perda de biodiversidade e pela simplificação dos processos ecológicos (Ribeiro *et al.*, 2009).

Entre os efeitos da fragmentação estão a redução do tamanho dos fragmentos, o aumento do isolamento e o efeito de borda. Essas áreas tornam-se mais suscetíveis à incidência de ventos, maior temperatura e entrada de espécies oportunistas, o que reduz a área interna ecologicamente estável e altera a dinâmica ecológica (Laurance *et al.*, 2002; Metzger, 1999).

Segundo a Teoria da Biogeografia de Ilhas (MacArthur; Wilson, 1967), fragmentos menores tendem a abrigar menor riqueza de espécies, em razão da limitação de recursos e do aumento da vulnerabilidade a distúrbios, assim como distância entre as ilhas (fragmentos) e o continente (área fonte de espécies) agravam essa tendência. As bordas, por sua vez, são zonas de transição em que o microclima, a luminosidade e a umidade diferem das condições do interior do fragmento, favorecendo espécies generalistas e reduzindo a área efetivamente estável (Laurance *et al.*, 2002; Metzger, 1999).

A intensidade dos impactos varia conforme a quantidade e a configuração do habitat remanescente. Segundo Villard e Metzger (2014), quando a cobertura florestal se mantém em níveis intermediários, entre 30% e 50% da paisagem, pequenas alterações na disposição dos fragmentos podem ampliar ou reduzir a conectividade ecológica. Nesse sentido, fica evidente que a fragmentação não deve ser avaliada apenas pela perda de área, mas também pela forma e pela distribuição espacial dos remanescentes (Fahrig, 2003).

Portanto, compreender a fragmentação é fundamental para diagnosticar o estado da paisagem e planejar medidas de restauração. A análise de métricas como área dos fragmentos, densidade de bordas e grau de isolamento fornece subsídios para definir prioridades de recomposição e identificar áreas para restabelecer a conectividade.

2.5 Conectividade

A conectividade ecológica representa o grau em que a estrutura da paisagem permite movimento de organismos, fluxo gênico e continuidade dos processos ecológicos entre fragmentos (Forman; Godron, 1986; Metzger, 2001). Sendo assim, em paisagens altamente fragmentadas a conectividade atua como fator determinante para a manutenção da biodiversidade e da estabilidade ecológica, influenciando a persistência de espécies e o funcionamento dos ecossistemas (Villard; Metzger, 2014).

Distingue-se da conectividade estrutural, associada à configuração física e à disposição dos fragmentos, e conectividade funcional, que depende da capacidade das espécies de se deslocarem pela matriz (Taylor *et al.*, 1993). Dessa forma, duas paisagens com o mesmo

arranjo espacial podem apresentar graus distintos de conectividade, conforme a permeabilidade do entorno e as características biológicas das espécies. Em geral, quanto maior a proporção de habitat nativo e mais heterogênea a matriz, maior é o potencial de conexão funcional (Metzger, 2010).

A matriz exerce papel decisivo nesse processo, sendo assim ambientes agrícolas menos intensivos, áreas em regeneração ou sistemas agroflorestais tendem a ser mais permeáveis à fauna e à dispersão de sementes do que matrizes urbanas ou pastagens degradadas (McGarigal, 2015). Algumas estratégias que aumentam a permeabilidade, são as faixas de vegetação ciliar, os reflorestamentos lineares e os mosaicos de uso sustentável, deste modo esses contribuem diretamente para restabelecer fluxos biológicos (Fahrig, 2003).

Sob tal ótica, os corredores ecológicos são elementos-chave na promoção da conectividade. Segundo Forman e Godron (1986), esses funcionam como rotas de deslocamento e intercâmbio genético entre fragmentos, reduzindo os efeitos do isolamento. Em contextos rurais, as matas ciliares assumem papel essencial como corredores ripários, conectando remanescentes florestais e favorecendo tanto a biodiversidade quanto a estabilidade hídrica das microbacias (Metzger, 2010; BRASIL, 2012).

O Código Florestal de 2012 manteve o conceito de conectividade ecológica ao reconhecer as APPs e as Reservas Legais como instrumentos essenciais para a manutenção da integridade das paisagens. No entanto, diferentemente da legislação de 1965, que impunha maior rigor na proteção e recuperação dessas áreas, a nova lei flexibilizou parte das exigências, permitindo a consolidação de usos em APPs e a compensação de RLs fora da propriedade, desde que, equivalentes em extensão à RL a ser compensada, localizadas no mesmo bioma da RL e, se fora do Estado, localizada em áreas identificadas como prioritárias pela União ou Estados. Assim, embora o marco legal vigente preserve a relevância conceitual da conectividade, sua efetividade ecológica é frequentemente questionada por abrir brechas que reduzem a restauração e a proteção contínua da vegetação nativa (Metzger, 2010; BRASIL, 2012).

Diante disso, a conectividade ecológica se consolida como indicador fundamental para o diagnóstico e o planejamento ambiental de imóveis rurais. Avaliar a extensão e a distribuição dos fragmentos, bem como a permeabilidade da matriz, permite identificar áreas prioritárias para restauração e propor cenários de readequação ambiental que conciliem conservação da biodiversidade e uso sustentável do território.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta seção descreve os procedimentos adotados para o desenvolvimento da pesquisa, abrangendo a caracterização da área de estudo, os materiais utilizados e as etapas metodológicas de análise espacial. As atividades envolveram a delimitação do imóvel rural, a interpretação de imagens de satélite e a construção de cenários de adequação ambiental conforme as legislações florestais de 1965 e 2012, possibilitando a comparação entre os diferentes marcos legais e seus efeitos sobre a configuração da paisagem.

3.1 Área de Estudo

O presente estudo foi desenvolvido no município de Cunha, localizado no leste do estado de São Paulo, na microrregião de Guaratinguetá, a aproximadamente 230 km da capital paulista. O município possui área territorial de 1.408,1 km² e situa-se entre as coordenadas 23°04' e 23°22' S e 44°45' e 45°13' W, limitando-se com os municípios de Lagoinha, Guaratinguetá, São Luiz do Paraitinga e Paraty (RJ) (IBGE, 2023).

Cunha está inserida no domínio morfoclimático da Serra do Mar, apresentando relevo fortemente ondulado e montanhoso, com altitudes variando entre 750 e 1.500 metros (CEPAGRI, 2022). O clima predominante é o tropical úmido de altitude (Cwb), segundo a classificação de Köppen-Geiger, caracterizado por verões amenos e chuvosos e invernos frios e secos, com temperatura média anual em torno de 17 °C e precipitação média de 1.800 mm/ano.

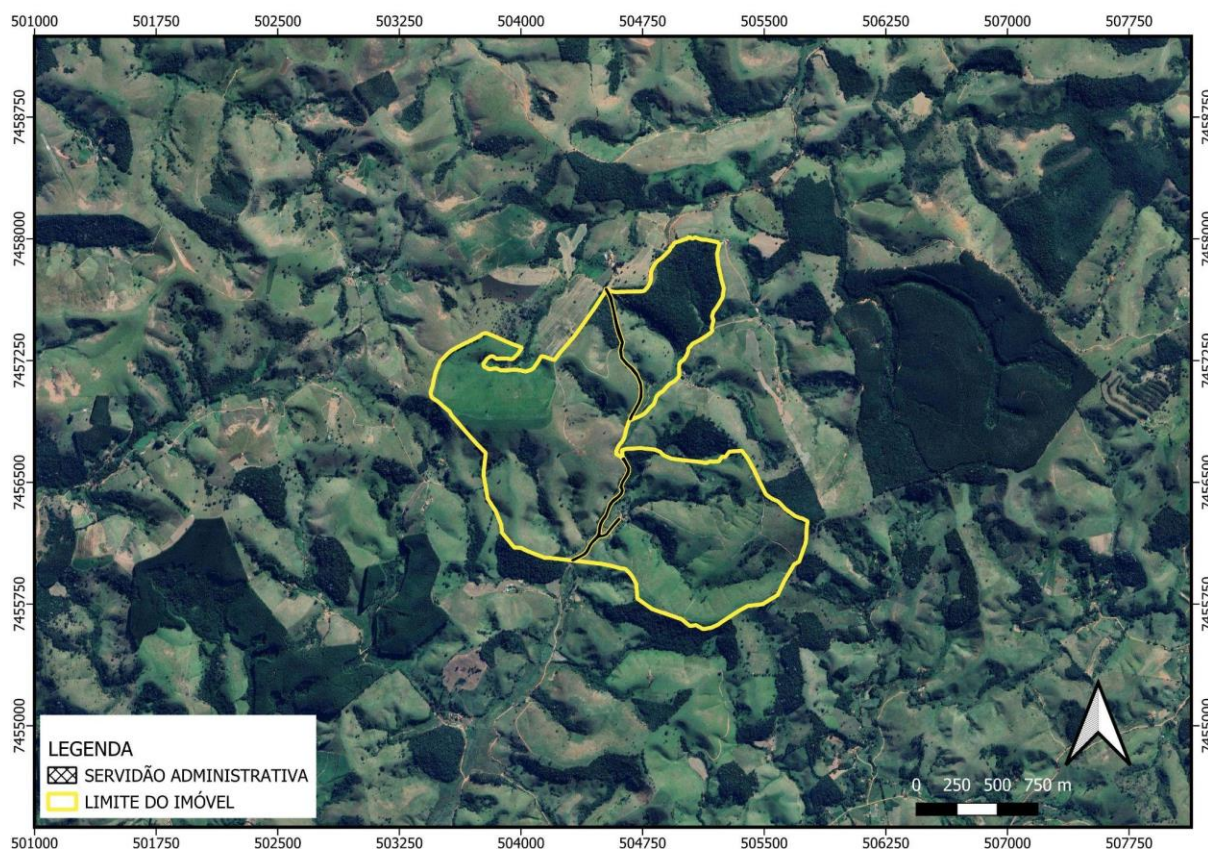
O município encontra-se integralmente inserido no bioma Mata Atlântica, considerado um dos mais biodiversos e ameaçados do planeta. De acordo com o Atlas dos Remanescentes Florestais da SOS Mata Atlântica (2023), Cunha mantém aproximadamente 63,4% de sua cobertura original preservada, destacando-se como um dos municípios com maior índice de remanescentes florestais do estado de São Paulo. Parte significativa de seu território está sob proteção legal, incluindo o Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Cunha-Indaiá, que integra um importante corredor ecológico entre São Paulo e Rio de Janeiro, e a Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra do Mar.

A propriedade objeto deste estudo localiza-se na zona rural de Cunha, em área representativa das condições ambientais do município, apresentando remanescentes florestais conectados a fragmentos secundários e porções destinadas a uso agropecuário e à silvicultura. O imóvel possui delimitação georreferenciada e inscrição no Cadastro Ambiental Rural (CAR),

o que possibilitou a obtenção de informações espaciais precisas para análise no Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR).

Para fins de contextualização espacial, elaborou-se um mapa base de localização da área de estudo, contendo os limites municipais e o polígono do imóvel analisado, conforme a figura 3.

Figura 3 - Localização da área de estudo no município de Cunha (SP)



Fonte: elaboração própria, com base em SICAR

3.2 Materiais Utilizados

Para a elaboração das análises espaciais e construção dos cenários de adequação ambiental, foram empregados ferramentas de geoprocessamento, bases de dados oficiais e *softwares* de apoio analítico, que possibilitaram o processamento, a validação e a sistematização das informações ambientais do imóvel rural em estudo. O Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR) foi utilizado para obtenção dos arquivos vetoriais correspondentes ao limite georreferenciado da propriedade, que serviram como base para a elaboração das análises espaciais.

A identificação das APPs, remanescentes de vegetação nativa e áreas de uso consolidado foi realizada a partir da interpretação visual de imagens de satélite de alta resolução disponibilizadas pelo *Google Earth Pro* (2024) e processadas no *software* QGIS 3.42.1. A delimitação das feições ambientais seguiu critérios legais estabelecidos pelos Códigos Florestais de 1965 e 2012, utilizando ferramentas de geoprocessamento para mensurar áreas e sobreposições.

Essa metodologia permitiu combinar dados oficiais (SICAR) e fontes abertas (*Google Earth*), garantindo maior precisão espacial e representatividade das condições reais da paisagem rural analisada. Entre as ferramentas utilizadas destacam-se:

- *Buffer* (zona de amortecimento): para delimitação automática das faixas de APP ao longo de corpos d'água e nascentes;
- *Clip* (corte): para recorte das áreas de interesse com base no limite do imóvel;
- *Intersection* (interseção): para cruzamento de camadas e cálculo de sobreposições entre APPs, RLs e demais usos do solo;
- *Field Calculator* (calculadora de campo): para obtenção de áreas e percentuais diretamente a partir das tabelas de atributos;
- *Dissolve e Merge*: para união de polígonos de mesma classe temática;
- *Attribute Table* (tabela de atributos): para organização e exportação dos dados em formato tabular, posteriormente tratados em planilhas do Excel.

O *Microsoft Excel 365* foi empregado nas etapas de tabulação e sistematização dos resultados, com a elaboração de tabelas comparativas entre os cenários legislativos e a visualização dos cálculos de área e percentuais obtidos em sistema de informações geográficas (SIG). Essa etapa foi fundamental para a análise quantitativa e a organização dos resultados que subsidiaram as discussões apresentadas na Seção 5. A Tabela 2 apresenta uma síntese dos principais materiais e suas respectivas finalidades no desenvolvimento da pesquisa.

Tabela 2 - Principais materiais e análise de dados

Ferramenta	Finalidade	Origem
SICAR	Delimitação do perímetro do imóvel e obtenção de shapefile georreferenciado da propriedade	Sistema de Cadastro Ambiental Rural (2024)
QGIS	Processamento, delimitação de APPs e RLs, cálculos de área e elaboração de mapas temáticos	QGIS <i>Development Team</i> (2024)

<i>Google Earth Pro</i>	Interpretação visual de APPs, áreas consolidadas e remanescentes de vegetação nativa	<i>Google LLC (2024)</i>
<i>Microsoft Excel</i>	Tabulação de dados, elaboração de tabelas e comparação de cenários	<i>Microsoft Corporation (2024)</i>

Fonte: elaboração própria (2025)

3.3 Procedimentos Metodológicos

O desenvolvimento deste estudo foi estruturado em três etapas principais: a organização e tratamento dos dados espaciais obtidos no SICAR, elaboração dos cenários de adequação ambiental com base nos Códigos Florestais de 1965 e 2012 e análise comparativa dos resultados. Essa sequência metodológica buscou garantir coerência entre os dados, uniformidade na aplicação dos critérios legais e confiabilidade nas análises espaciais.

3.4 Organização e tratamento dos dados

Os arquivos vetoriais extraídos do SICAR foram utilizados para a definição do limite do imóvel, servindo como base para o georreferenciamento das análises. A partir das imagens do *Google Earth Pro*, procedeu-se à identificação e vetorização das APPs, áreas consolidadas e remanescentes de vegetação nativa, posteriormente validados e ajustados no ambiente SIG (QGIS 3.42.1). Todos os dados foram padronizados no sistema SIRGAS 2000 / UTM Zona 23S, garantindo compatibilidade cartográfica e consistência espacial.

3.5 Elaboração dos cenários de adequação ambiental

Com a base consolidada, as análises foram realizadas no QGIS 3.42.1, onde se aplicaram os critérios legais referentes às APPs e às RLs previstos em cada Código Florestal. Foram desenvolvidos dois cenários espaciais: um referente à Lei nº 4.771/1965 e outro à Lei nº 12.651/2012, permitindo identificar diferenças na extensão e distribuição das áreas protegidas. O processamento envolveu as operações espaciais de delimitação das APPs, sobreposição de camadas e cálculo de áreas, resultando na geração dos mapas temáticos que fundamentaram a etapa seguinte de análise comparativa.

3.6 Análise comparativa dos resultados

A partir dos resultados obtidos no QGIS, as áreas delimitadas para cada categoria de uso e proteção foram tabuladas e comparadas, permitindo avaliar quantitativamente as diferenças entre os Códigos Florestais de 1965 e 2012.

Em seguida, as informações espaciais foram exportadas para o Microsoft Excel 365, ambiente no qual foram organizadas e comparadas, permitindo a identificação das diferenças quantitativas entre os Códigos Florestais de 1965 e 2012. Essa etapa viabilizou a elaboração de tabelas e gráficos que sintetizam as variações de área e proporção entre os cenários, destacando as alterações nas faixas de APP, na proporção de RL e na relação entre vegetação nativa e áreas consolidadas.

Os resultados dessa comparação estão apresentados na Seção 5, por meio de uma tabela comparativa que ilustra visualmente as diferenças encontradas entre as legislações e suas implicações para a adequação ambiental da propriedade.

4. RESULTADOS

A presente seção apresenta os resultados obtidos a partir das análises espaciais e comparativas realizadas no *software* QGIS, considerando o imóvel rural em estudo e as exigências legais dos Códigos Florestais de 1965 e 2012.

A partir dos dados vetoriais extraídos do SICAR e processados no ambiente SIG, foram elaborados três cenários principais: o cenário atual, que representa a situação real da propriedade; o cenário de readequação conforme a Lei nº 12.651/2012, refletindo as exigências da legislação vigente; e o cenário de readequação conforme a Lei nº 4.771/1965, que permite comparar a configuração territorial sob a antiga norma florestal.

Esses resultados permitem compreender as diferenças estruturais e legais entre os marcos normativos, avaliando seus impactos sobre a paisagem, o uso do solo e a cobertura vegetal da área estudada.

4.1 Cenário atual

O cenário atual, representado na figura 4, apresenta a configuração real do imóvel rural conforme os dados obtidos no Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR) e a análise espacial realizada no *software* QGIS. A área apresenta uma paisagem tipicamente rural, composta por mosaicos de uso do solo que combinam pastagens, fragmentos de vegetação nativa e áreas de silvicultura, intercalados por pequenas construções e corpos d'água.

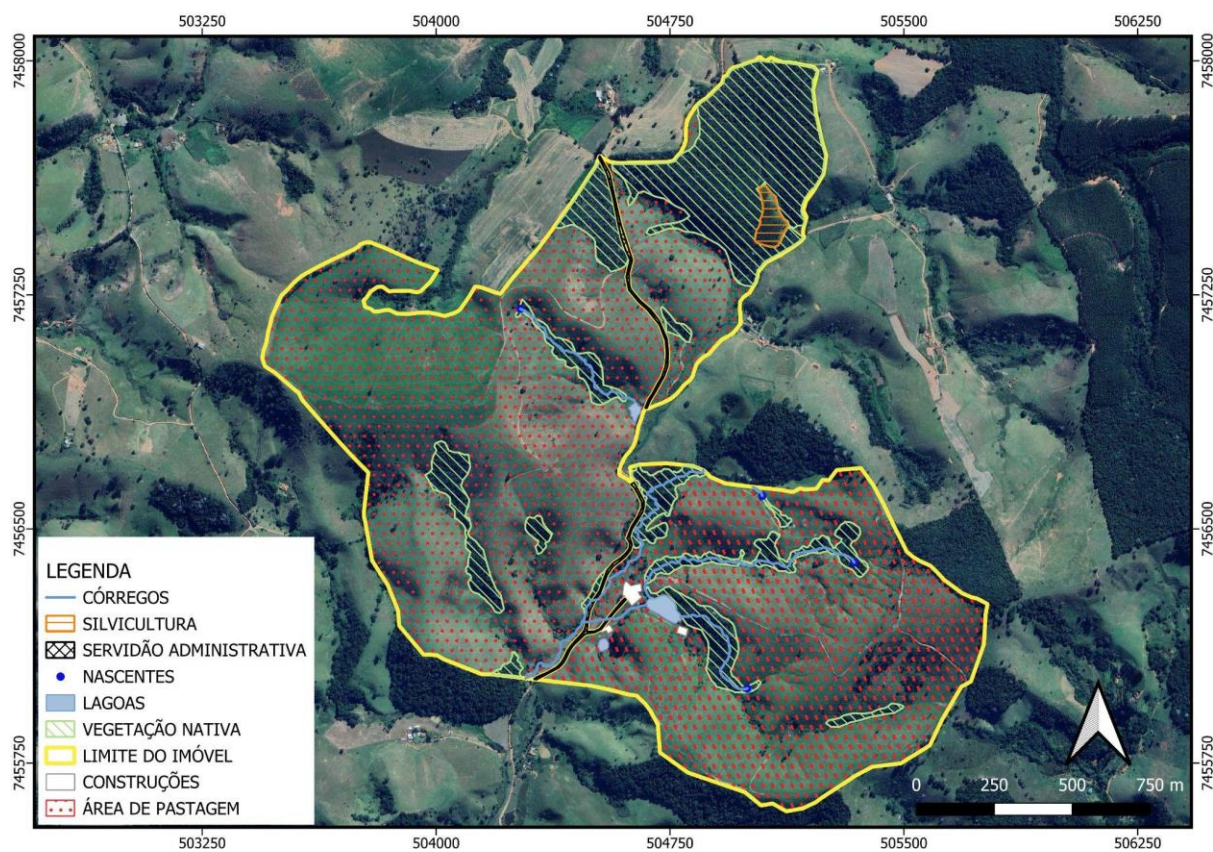
A cobertura vegetal remanescente distribui-se de forma heterogênea, com fragmentos florestais concentrados principalmente nas porções de relevo mais acentuado e nas margens de cursos d'água, o que indica remanescente parcial da vegetação nativa associada às Áreas de Preservação Permanente (APPs). As áreas de pastagem predominam nas partes centrais e sul do imóvel, evidenciando o uso agropecuário como principal atividade desenvolvida.

Os córregos e nascentes identificados mantêm relação direta com as zonas de vegetação natural, desempenhando papel fundamental na conectividade ecológica e na manutenção dos fluxos hídricos locais. Apesar disso, observa-se a interrupção de continuidade entre alguns fragmentos florestais, o que pode limitar o fluxo gênico e favorecer processos de degradação, como o avanço de espécies exóticas e a erosão das áreas abertas.

De modo geral, o cenário atual reflete uma paisagem antropizada, na qual coexistem atividades produtivas e remanescentes florestais relevantes. Essa configuração serve de base para a comparação entre os cenários de readequação apresentados a seguir, permitindo avaliar

como as exigências legais de 1965 e 2012 influenciam a proteção e o manejo ambiental do imóvel.

Figura 4 - Configuração atual do imóvel rural e distribuição dos principais usos do solo



Fonte: elaboração própria (2025), com base em SICAR e QGIS

A análise espacial realizada no QGIS permitiu quantificar as principais classes de uso e cobertura do solo no imóvel, como demonstrado quantitativamente na Tabela 3. A área total do imóvel é de 264,01 hectares, que correspondem a 6,6 módulos fiscais, o que a define como média propriedade. A área de vegetação nativa corresponde a aproximadamente 45,24 hectares (17,14% da área total do imóvel), distribuída em fragmentos de diferentes tamanhos, enquanto as áreas de pastagem ocupam cerca de 215,18 hectares (81,5%), predominando nas porções centrais da propriedade.

A propriedade ainda apresenta outras formas de ocupação de menor expressão espacial. Foram identificadas três áreas destinadas a construções civis, três pequenas lagoas artificiais, uma estrada que atravessa a área do imóvel e foi classificada como servidão administrativa e um fragmento de silvicultura que, devido ao seu isolamento do restante da propriedade e por estar envolto em uma grande porção de vegetação nativa, foi considerado como uma produção descontinuada. Essas feições menores somadas representam cerca de 3,59 hectares (1,36%).

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) associadas a cursos d'água e nascentes, segundo o que estabelece o Código Florestal, deveriam totalizar 19,6 hectares (7,42%), das quais 9,26 hectares já se encontram atualmente recobertas por vegetação e 10,34 hectares apresentam usos consolidados. Esses resultados caracterizam a situação ambiental do imóvel e servem como referência para a elaboração dos cenários de readequação apresentados a seguir.

Tabela 3 - Uso e cobertura do solo

USO DO SOLO	ÁREA (m²)	ÁREA (ha)	%
Pastagem	2.151.768,60	215,18	81,50%
Vegetação Nativa	452.408,19	45,24	17,14%
Silvicultura	11.764,08	1,18	0,45%
Lagoas	8.193,89	0,82	0,31%
Construção	4.486,38	0,45	0,17%
Servidão Administrativa	11.447,66	1,14	0,43%
ÁREA TOTAL DO IMÓVEL	2.640.068,80	264,01	1

Fonte: elaboração própria (2025)

4.2 Cenário de Radequação – Lei nº 12.651/2012

A aplicação dos critérios definidos pela Lei nº 12.651/2012 resultou em uma configuração ajustada às normas vigentes do Código Florestal. Nesse cenário, as Áreas de Preservação Permanente (APPs) totalizam aproximadamente 14,31 hectares, abrangendo faixas marginais de cursos d'água e nascentes. Do total, cerca de 6,76 hectares já se encontram atualmente recobertos por vegetação nativa, enquanto são propostos 7,55 hectares a serem recompostos, reduzindo a área destinada à pastagem a 207,63 hectares (78,64% da propriedade).

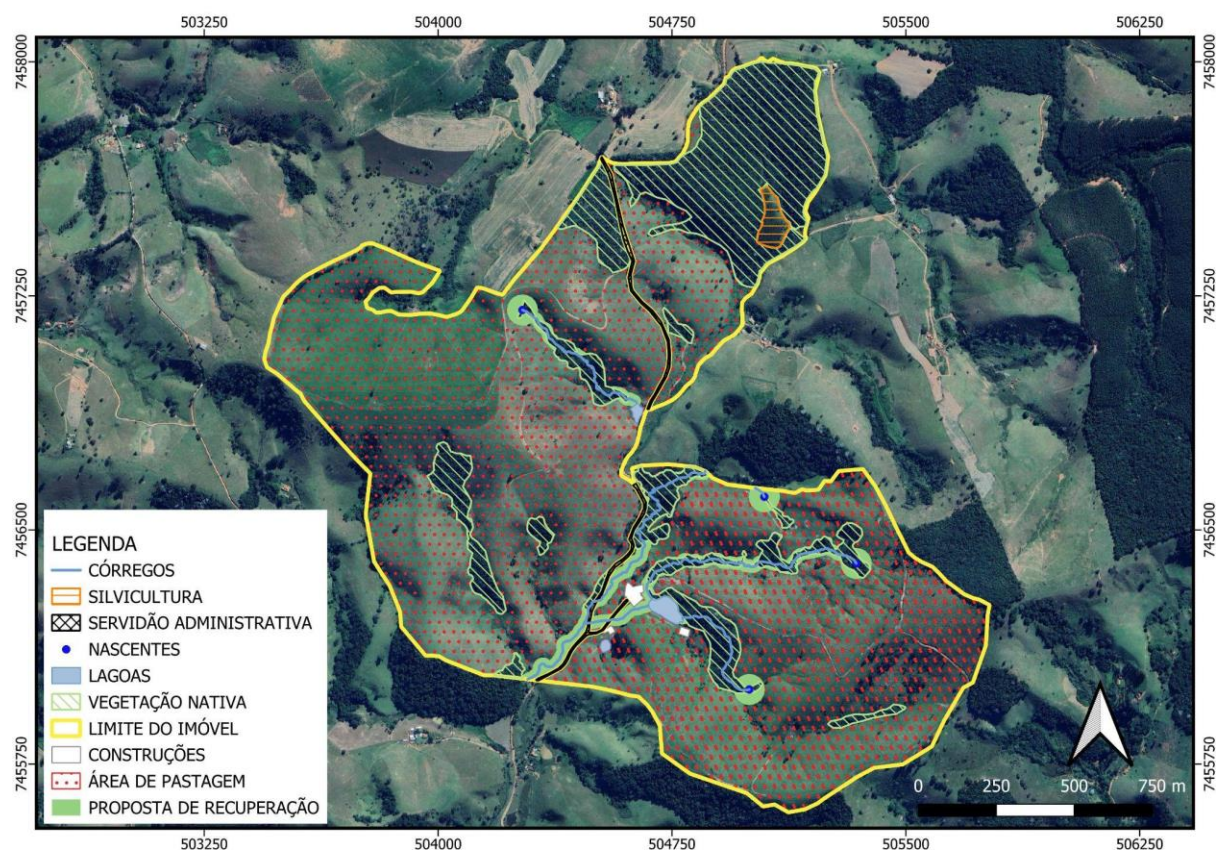
A Reserva Legal (RL) foi delimitada de acordo com o percentual mínimo exigido para o bioma Mata Atlântica (20% da propriedade), correspondendo a 52,8 hectares da área do imóvel, dos quais 45,24 hectares já possuem cobertura vegetal compatível com a legislação.

Desta forma, Reserva Legal do imóvel passa a ser composta por 38,48 hectares de vegetação nativa fora de Áreas de Preservação Permanente e por 14,31 hectares de APP, destes quais 7,55 são propostos para recomposição e 6,76 já se encontram em faixas de vegetação nativa. Levando em consideração que a propriedade atende aos requisitos mínimos para a

possibilidade do cômputo da APP no cálculo da RL (área conservada ou em processo de recuperação, conversão de novas áreas) a adição dos 7,55 hectares de APPs representaria um total de cerca de 52,8 hectares de Reserva Legal ao imóvel, alcançando 20% de sua totalidade. A Figura 5 ilustra a configuração espacial do imóvel considerando a adequação ambiental conforme o Código Florestal atual.

Esse cenário permite a adequação do imóvel rural aos parâmetros da legislação florestal vigente, indicando as áreas que necessitam de recuperação ambiental e aquelas que já atendem às exigências legais. Essa nova distribuição do uso do solo é ratificada pela tabela 4.

Figura 5 - Cenário de readequação conforme a Lei nº 12.651/2012



Fonte: elaboração própria (2025), com base em SICAR e QGIS.

Tabela 4 - Distribuição das classes de uso do solo conforme a Lei nº 12.651/2012

USO DO SOLO	ÁREA (ha)	%
Pastagem	207,63	78,64%
Reserva Legal (com APP)	52,79	20,00%
Silvicultura	1,18	0,45%
Lagoas	0,82	0,31%

Construção	0,45	0,17%
Servidão Administrativa	1,14	0,43%
ÁREA TOTAL DO IMÓVEL	264,01	1

Fonte: elaboração própria (2025)

4.3 Cenário de Readequação – Lei nº 4.771/1965

Sob os critérios estabelecidos pela Lei nº 4.771/1965, observa-se uma ampliação significativa das áreas destinadas à proteção permanente e à reserva legal. As Áreas de Preservação Permanente (APPs) totalizam aproximadamente 19,6 hectares, representando faixas contínuas de vegetação associadas aos recursos hídricos ao longo dos cursos d'água e no entorno das nascentes.

Conforme as normas estabelecidas pelo antigo código florestal (Lei nº 4.771/1965), as Áreas de Preservação Permanente não podem ser computadas na área total da Reserva Legal presente no imóvel, obrigando o proprietário a destinar 20% da área a este fim, o que representa cerca de 52,8 hectares para o objeto deste estudo.

Em relação ao uso atual do solo, a implementação desse cenário demandaria a recomposição de áreas atualmente utilizadas para pastagem ou silvicultura, a fim de atender às exigências de proteção previstas na antiga lei.

Propõe-se então, mudanças no uso da parte norte do imóvel. A área destinada a cultivo de silvicultura, considerada inativa, passa a habitar apenas vegetação nativa, bem como outras porções na região utilizadas como pastagem. Esta alteração representa uma expansão na área coberta por vegetação nativa de um fragmento que já era considerado o de maior parcela para preservação ambiental de todo o imóvel. A Figura 6 apresenta a configuração espacial correspondente à adequação ambiental segundo o Código Florestal de 1965.

A Reserva Legal (RL) foi delimitada conforme o percentual de 20,47% da área total do imóvel, o que corresponde a cerca de 54,05 hectares, dos quais 36 hectares já se encontram recobertos por vegetação nativa. Esse cenário representa uma condição ambiental que prioriza a conservação dos recursos naturais e a continuidade dos remanescentes florestais, o que contribui para a manutenção da conectividade ecológica entre fragmentos e para a proteção das zonas rurais do imóvel. A Tabela 5 expressa a distribuição de classes de uso e ocupação do solo proposta para este cenário.

Figura 6 - Cenário de readequação do imóvel conforme a Lei nº 4.771/1965

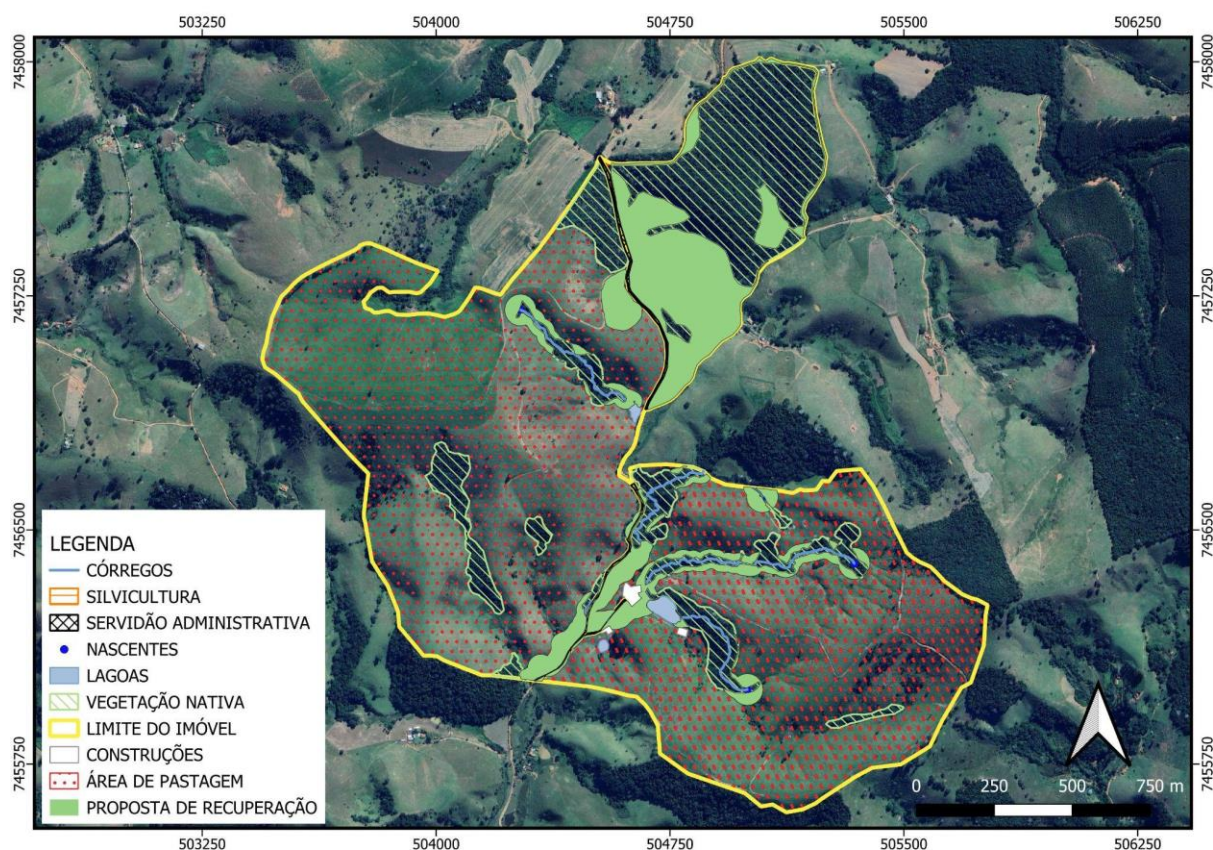


Tabela 5 - Distribuição das classes de uso do solo conforme a Lei nº 4.771/1965

USO DO SOLO	ÁREA (ha)	%
Pastagem	187,94	71,19%
Reserva Legal	54,05	20,47%
APP	19,60	7,42%
Lagoas	0,82	0,31%
Construção	0,45	0,17%
Servidão Administrativa	1,14	0,43%
ÁREA TOTAL DO IMÓVEL	264,01	1

Fonte: elaboração própria (2025)

4.4 Comparação dos Cenários de Adequação Ambiental

A partir dos resultados obtidos para os três cenários: situação atual, readequação segundo a Lei nº 12.651/2012 e readequação segundo a Lei nº 4.771/1965, elaborou-se uma análise comparativa apresentada na Tabela 6.

O objetivo é evidenciar as diferenças quanto à destinação das áreas, ao atendimento das exigências legais e às implicações ecológicas observadas em cada configuração. Essa comparação permite avaliar de forma integrada o efeito das alterações legislativas sobre a cobertura vegetal, a conectividade ecológica e o equilíbrio entre uso produtivo e conservação ambiental no imóvel estudado.

É importante adicionar que, por meio de visualização espacial e sobreposição de cartas de declive, não foram identificadas Áreas de Preservação Permanente com declividade superior a 45° na propriedade objeto do estudo, isentando então a necessidade de integração dos requisitos específicos a esta condição no desenvolvimento dos cenários de adequação.

Tabela 6 - Comparação entre os cenários de adequação ambiental

Categoria de Uso do Solo	Cenário Atual	Cenário 2012 (Lei nº 12.651/2012)	Cenário 1965 (Lei nº 4.771/1965)
Área Total (ha)	264,01	264,01	264,01
Vegetação Nativa (ha)	45,24 (17,14%)	52,79 (20,00%)	73,65 (27,89%)
Pastagem (ha)	215,18 (81,50%)	207,63 (78,64%)	187,94 (71,19%)
Silvicultura (ha)	1,18 (0,45%)	1,18 (0,45%)	—

Fonte: Elaboração própria (2025), com base em SICAR e resultados obtidos no QGIS

Ao comparar as exigências legais dos Códigos Florestais de 1965 e 2012, observou-se que o cenário baseado na legislação anterior é mais favorável à conservação dos processos ecológicos, demandando maior recomposição florestal e a manutenção independente entre APP e Reserva Legal (RL). Já o cenário atual, regido pela Lei nº 12.651/2012, permite o cômputo das APPs no percentual mínimo de RL, resultando em uma adequação mais desfavorável aos processos ecológicos, por proporcionar piores condições para conectividade ecológica e maior descontinuidade da vegetação nativa. Essa diferença é amplamente discutida por Metzger (2010), que destaca que a redução de áreas efetivamente protegidas tende a aumentar o isolamento dos fragmentos e comprometer os fluxos ecológicos.

Em síntese, o imóvel apresenta potencial para atender integralmente à legislação vigente, mediante a recomposição de aproximadamente 7,55 hectares de APPs, alcançando 20% de cobertura florestal total, índice ligeiramente superior ao mínimo exigido para o bioma Mata Atlântica. Entretanto, o cenário de 1965 demonstra maior capacidade de mitigação de impactos ecológicos, ao ampliar as áreas de preservação e promover uma matriz paisagística

mais equilibrada, conceito essencial para a funcionalidade ecológica das paisagens fragmentadas (Forman & Godron, 1986; Villard *et al.*, 2014).

5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, este trabalho discute as implicações ecológicas e legais observadas nos diferentes cenários de adequação ambiental. São apresentadas reflexões sobre a configuração atual da propriedade, o grau de atendimento às legislações florestais e as possibilidades de manejo e restauração ambiental capazes de promover a sustentabilidade e a conectividade ecológica da paisagem.

A análise dos cenários de adequação ambiental demonstrou que as diferenças entre os Códigos Florestais de 1965 e 2012 impactam diretamente a configuração das áreas de preservação e o equilíbrio ecológico da paisagem. O Código de 1965, ao exigir a separação entre as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e a Reserva Legal (RL), estabelecia um padrão mais rigoroso de proteção ambiental, resultando em maior área efetivamente destinada à conservação. Essa condição, embora mais exigente para o uso produtivo da terra, promovia melhor conectividade ecológica e maior potencial de mitigação de impactos ambientais.

Por outro lado, o Código de 2012 introduziu mecanismos de flexibilização normativa, como o cômputo das APPs no percentual mínimo de RL e a regularização de áreas consolidadas, que atenderam, em grande parte, às demandas do setor produtivo rural, buscando conciliar a viabilidade econômica das propriedades à conformidade legal. Contudo, essas alterações reduziram a extensão real das áreas protegidas e, conseqüentemente, a eficiência ecológica do sistema, especialmente em paisagens fragmentadas, como a do imóvel estudado.

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que o imóvel analisado pode atingir a conformidade legal sob a legislação vigente, porém, o cenário baseado no Código de 1965 se mostra ecologicamente mais favorável, pois assegura maior continuidade da vegetação e proteção dos recursos hídricos, evidenciando um retrocesso ambiental do Novo Código Florestal em relação à preservação da biodiversidade e à integridade ecológica da paisagem.

Em síntese, a comparação entre os marcos legais evidencia o desafio de equilibrar a viabilidade econômica e a conservação ambiental. A consolidação de políticas públicas voltadas à recuperação da vegetação nativa e ao fortalecimento da conectividade entre fragmentos florestais é essencial para que a adequação ambiental vá além do cumprimento normativo e contribua efetivamente para a sustentabilidade ecológica e funcionalidade das paisagens rurais brasileiras.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENNETT, A. F. Linkages in the Landscape: The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation. 2. ed. Gland: IUCN, 2003.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 149, n. 100, p. 1, 28 maio 2012.
- BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 set. 1965.
- BRASIL. Lei nº 7.803, de 18 de julho de 1989. Altera dispositivos da Lei nº 4.771/1965. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 jul. 1989.
- CAMPOS, Gustavo de Menezes Souza. A aplicabilidade do instituto da reserva florestal legal à luz da Lei 12.651/2012. Revista de Direito Ambiental, São Paulo, n. 82, abr./jun. 2016. Disponível em: <https://dspace.almg.gov.br/retrieve/107465/Gustavo%20de%20Menezes%20Souza%20Campos.pdf>. Acesso em: 1 out. 2025.
- CEPAGRI – Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. Clima dos Municípios Paulistas – Cunha. Universidade Estadual de Campinas, 2022. Disponível em: https://www.cpa.unicamp.br/clima_muni
- CLIMATE POLICY INITIATIVE. Caminhos e desafios para a regularização ambiental no Brasil: Parte II – Implementação do Código Florestal. Rio de Janeiro: CPI, 2016. Disponível em: <https://www.climatepolicyinitiative.org/publication/brazils-new-forest-code-how-to-navigate-the-complexity/>. Acesso em: 6 out. 2025.
- EMBRAPA. Cadastro Ambiental Rural: desafios e oportunidades. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17., 2016, João Pessoa. Anais [...]. São José dos Campos: INPE, 2016. p. 2130–2137. Disponível em: <https://www.geopantanal.cnptia.embrapa.br/2016/cd/pdf/p10.pdf>. Acesso em: 6 out. 2025.
- FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics, v. 34, p. 487–515, 2003.
- FORMAN, Richard T. T.; GODRON, Michel. Landscape ecology. New York: John Wiley & Sons, 1986.
- HADDAD, N. M. *et al.* Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. Science Advances, v. 1, n. 2, 2015.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Base cartográfica contínua do Brasil – escala 1:250.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>.
- LANG, S.; BLASCHKE, T. Análise da paisagem com SIG. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- LAURANCE, W. F. *et al.* Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. Conservation Biology, v. 16, p. 605–618, 2002.
- MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. The Theory of Island Biogeography. Princeton: Princeton University Press, 1967.
- McGARIGAL, K. FRAGSTATS Help. Amherst: University of Massachusetts, 2015.
- METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 71, n. 3-I, p. 445–463, 1999.
- METZGER, J. P. O Código Florestal tem base científica? Natureza & Conservação, v. 8, n. 1, p. 92–99, 2010.
- METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? Biota Neotropica, v. 1, n. 1/2, 2001.
- METZGER, J. P.; BRANCALION, P. H. S. A critical look at restoration efforts in the Atlantic Forest. Biological Conservation, v. 252, 2020.
- RIBEIRO, M. C. *et al.* Avaliação dos impactos das alterações no Código Florestal. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 697–706, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509810544>. Acesso em: 23 jul. 2025.

RIBEIRO, M. C. *et al.* The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? *Biological Conservation*, v. 142, p. 1141–1153, 2009.

RODRIGUES, R. R. *et al.* *Restauração Ecológica de Florestas Tropicais: Avanços e Perspectivas*. São Paulo: EdUSP, 2009.

SCAFF, Fernando Campos. Direito Ambiental – Reserva Legal – Análise Histórica da Legislação Brasileira – Exame da Constitucionalidade do Art. 68 da Lei 12.651/2012 e Remédio Jurídico para Questioná-Lo – Ônus da Prova de Demonstrar a Supressão da Vegetação (Parecer). *Revista de Direito Civil Contemporâneo*, v. 8, p. 339–354, 2017.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Boletim do Cadastro Ambiental Rural – Julho de 2023. Brasília: SFB, 2023. Disponível em: <https://www.florestal.gov.br/cadastro-ambiental-rural>. Acesso em: 15 out. 2025.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Relatório Anual do Cadastro Ambiental Rural – 2023. Brasília: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2023. Disponível em: <https://www.florestal.gov.br/documentos/car/relatorios-anuais>. Acesso em: 16 out. 2025.

SOS MATA ATLÂNTICA; INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, período 2021–2022. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2023.

SPAROVEK, G.; BERNDEN, G.; BARRETTO, A. G. O. P.; KLUG, I. L. F. *Código Florestal Brasileiro: desafios para a conservação e a produção sustentável*. São Paulo: Imaflora, 2012.

TAYLOR, P. D.; FAHRIG, L.; HENEIN, K.; MERRIAM, G. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, v. 68, p. 571–573, 1993.

VILLARD, M. A.; METZGER, J. P.; MAZEROLLE, M. J. Beyond the fragmentation debate: a conceptual model for predicting when habitat configuration really matters. *Journal of Applied Ecology*, v. 51, p. 309–318, 2014.

WU, J. Key concepts and research topics in landscape ecology revisited: 30 years after the Allerton Park workshop. *Landscape Ecology*, v. 28, p. 1–11, 2013.