

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

REJANE MARQUES MENDES

**Avaliação da Regularidade Ambiental das Reservas Legais dos Imóveis Rurais no
Cerrado Brasileiro**

Brasília

2020

REJANE MARQUES MENDES

**Avaliação da Regularidade Ambiental das Reservas Legais dos Imóveis Rurais no
Cerrado Brasileiro**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Departamento de Engenharia Florestal da Faculdade de Tecnologia, da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Eder Pereira Miguel

Brasília

2020

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

MMR381a Mendes, Rejane Marques
a Avaliação da Regularidade Ambiental das Reservas Legais
 dos Imóveis Rurais no Cerrado Brasileiro / Rejane Marques
 Mendes; orientador Éder Pereira Miguel. -- Brasília, 2020.
 118 p.

 Dissertação (Mestrado - Mestrado em Ciências Florestais)
 - Universidade de Brasília, 2020.

 1. Código Florestal Brasileiro. 2. Reserva Legal. 3.
 Cadastro Ambiental Rural. 4. Regularização Ambiental de
 Imóveis Rurais. 5. Cerrado Brasileiro. I. Miguel, Éder
 Pereira , orient. II. Título.

MENDES, Rejane Marques. Avaliação da Regularidade Ambiental das Reservas Legais dos Imóveis Rurais no Cerrado Brasileiro. Dissertação (Mestrado) apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. Antônio Felipe Couto Junior

Prof. Dr. Eraldo A. T. Matricardi

Prof. Dr. Eder Pereira Miguel

Orientador

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, por ter me conduzido até este momento e permitido, mais uma vez, aprender e conhecer mais sobre a vida.

Aos meus pais, pelos exemplos de vida, ambos batalhadores, cada um a seu modo.

Ao meu companheiro, pelo apoio incondicional.

Ao Serviço Florestal Brasileiro, por ter a oportunidade de trabalhar com uma das agendas mais estimulantes e promissoras que já tive contato.

Aos meus colegas e amigos, referências profissionais e de vida, Carlos Pires, Christoph Trusen, Denilson Passos, Gabriela Berbigier, Jaine Cubas e Tatiana Calçada, por todo o apoio que cada um de vocês dispensou a mim ao longo dessa jornada.

Aos Professores Antônio Felipe Couto Junior, Eraldo A. T. Matricardi e Leonardo Job Biali, por fazerem parte da Banca Examinadora do trabalho, e imprimirem qualidade ao resultado final.

Ao Professor Dr. Eder Pereira Miguel, orientador deste trabalho, pelo apoio, aprendizado e compreensão dispensados a mim ao longo de dois anos de trabalho.

À Universidade de Brasília, em especial ao Departamento de Engenharia Florestal, pela oportunidade de aprender e me desenvolver como profissional, e por, mais uma vez, fazerem parte da minha formação.

Quem elegeu a busca, não pode recusar a travessia (...)

(João Guimarães Rosa)

Reze e trabalhe, fazendo de conta que esta vida é um dia de capina com sol quente, que às vezes custa muito a passar, mas sempre passa. E você ainda pode ter muito pedaço bom de alegria... Cada um tem a sua hora e a sua vez: você há de ter a sua.

(João Guimarães Rosa)

RESUMO

MENDES, Rejane Marques. **Avaliação da Regularidade Ambiental das Reservas Legais dos Imóveis Rurais no Cerrado Brasileiro**. 2020. 110 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Florestal da Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

Este estudo objetiva analisar a regularidade ambiental das áreas de Reserva Legal de imóveis rurais localizados no bioma Cerrado brasileiro, sob os aspectos do cumprimento do percentual mínimo exigido pela legislação e de sua influência na proteção de fragmentos remanescentes de vegetação nativa sob o ponto de vista da análise de paisagem. O primeiro Capítulo apresenta uma revisão bibliográfica acerca da Reserva Legal como estratégia de conservação da natureza em imóveis rurais privados, com informações do seu histórico de criação e da consolidação desse instrumento jurídico no território nacional, assim como do arcabouço legal vigente que tutela seu regime de proteção. O segundo Capítulo apresenta um diagnóstico do cumprimento da legislação ambiental no que se refere à área mínima a ser destinada à Reserva Legal em imóveis rurais localizados no Cerrado brasileiro, utilizando as áreas delimitadas de Reserva Legal no Cadastro Ambiental Rural (CAR). O terceiro Capítulo apresenta um estudo de caso para verificar a influência das áreas de Reserva Legal na manutenção da vegetação nativa na área do Distrito Federal, localizado no Bioma Cerrado, a partir das informações das áreas de formações naturais mapeadas por meio do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (MapBiomas) e das áreas delimitadas de Reserva Legal no CAR, utilizando parâmetros estruturais da paisagem. No conjunto de imóveis rurais analisados do Cerrado brasileiro, 76,74% dos imóveis apresentaram informações acerca de suas Reservas Legais e, destes, 42,0% não cumpriram a prescrição legal no que se refere à área mínima, sendo responsáveis por um déficit de Reserva Legal de 6.619.354,40 ha no bioma, ao passo que 58,0% estão em acordo com a legislação florestal, apresentando, ainda, 4.057.021,71 ha de excedente à área mínima de Reserva Legal exigida pelo diploma legal. No entanto, um balanço entre o déficit e o superávit de Reserva Legal resulta em um déficit líquido de 2.562.332,44 ha, indicando que apenas o mecanismo de compensação de Reserva Legal não seria suficiente para solucionar todo o déficit identificado, de forma que outros mecanismos de regularização ambiental da Reserva Legal deverão ser adotados para regularizar esse déficit. Se considerarmos aqueles imóveis rurais que não delimitaram nenhuma informação acerca da Reserva Legal, o passivo de Reserva Legal aumentaria para

6.472.564,26 ha para o bioma Cerrado. Os resultados do estudo de caso feito para o Distrito Federal, com vistas a verificar a influência das áreas de Reserva Legal na manutenção da vegetação nativa, denotam o papel das áreas de Reserva Legal na proteção de fragmentos remanescentes de vegetação nativa, no incremento das áreas desses fragmentos e na melhoria da conectividade estrutural entre eles. Por se tratar de instrumento jurídico obrigatório para todos os imóveis rurais do País e estar inserida, em geral, no contexto de paisagens alteradas pelo homem para atividades agrícolas, o instituto da Reserva Legal tem um papel de destaque como instrumento normativo para a conservação de vegetação nativa em áreas privadas, conectando outras áreas protegidas na paisagem, como Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação da Natureza, apresentando, ainda, potencial econômico em função de serviços ecossistêmicos e de produtos florestais madeireiros e não madeireiros.

Palavras-chave: Código Florestal. Áreas protegidas. CAR. Conservação da biodiversidade.

ABSTRACT

MENDES, Rejane Marques. **Legal Reserve Compliance Assessment in the Brazilian Cerrado Landholdings**. 2020. 110 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Florestal da Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

This study aims to analyze the Legal Reserve compliance with environmental law on landholdings in the Brazilian Cerrado biome, by observing aspects of compliance with the minimum percentage established by the legislation and its effects on the protection of remaining fragments of native vegetation based on landscape indicators. The first Chapter presents a bibliographic review about the Legal Reserve as a strategy for nature conservation in landholding, with information on its history of creation and consolidation of this legal instrument in the national territory, as well as the current legal framework that protects its protection regime. The second Chapter presents a diagnosis of compliance with environmental legislation with regard to the minimum area to be allocated to the Legal Reserve in landholdings located in the Brazilian Cerrado, using the delimited areas of Legal Reserve in the Rural Environmental Registry (CAR). The third Chapter presents a case study to verify the influence of Legal Reserve areas on the maintenance of native vegetation in the Federal District area, located in the Cerrado Biome, based on information on the areas of natural formations mapped through the Annual Mapping Project of Soil Cover and Use of Brazil (MapBiomias) and the delimited areas of Legal Reserve in CAR, using structural landscape parameters. In the set of rural properties analyzed in the Brazilian Cerrado, 76.74% of the properties presented information about their Legal Reserves and, of these, 42.0% did not comply with the legal prescription with regard to the minimum area, being responsible for a deficit of Legal Reserve of 6,619,354.40 ha in the biome, while 58.0% are in accordance with forest legislation, also presenting, 4,057,021.71 ha of surplus to the minimum area of Legal Reserve required by the legal diploma. However, a balance between the deficit and the Legal Reserve surplus results in a net deficit of 2,562,332.44 ha, demonstrating that the Legal Reserve compensation mechanisms by itself is insufficient to solve the entire identified deficit, so that other mechanisms for the Legal Reserve compliance should be adopted to regularize this deficit. If we consider those rural properties that did not delimit any information about the Legal Reserve, the legal reserve liability would increase to 6,472,564.26 ha for the Cerrado biome. The results of the case study carried out for the

Federal District, in order to verify the influence of the Legal Reserve areas on the maintenance of native vegetation, denote the role of Legal Reserve areas in protecting remaining fragments of native vegetation, increasing the areas of these fragments and improving structural connectivity between them. Because it is a mandatory legal instrument for all rural properties in the country, and it is inserted, in general, in the context of landscapes altered by man for agricultural activities, the Legal Reserve areas has a prominent role as a tool for the conservation of native vegetation in private areas, connecting other protected areas in the landscape, such as Permanent Preservation Areas and Nature Conservation Units, and it also presents economic potential due to ecosystem services and wood and non-wood forest products.

Keywords: Forest Code. Protected areas. Rural Environmental Registry. Biodiversity conservation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1. Localização da Amazônia Legal Brasileira.....	33
Figura 1.2 Modelo mancha, corredor e matriz.	40
Figura 2.1 Localização do Bioma Cerrado, na região central do Brasil.....	58
Figura 2.2 Área dos imóveis rurais nas Unidades Federativas que compõem o bioma Cerrado, analisados no presente estudo.....	64
Figura 2.3 Área de passivo (Déficit/ha e Não delimitado/ha) e excedente de Reserva Legal por hectare, para os pequenos, médios e grandes imóveis rurais analisados no presente estudo. ...	72
Figura 2.4 Percentuais dos imóveis rurais analisados no presente estudo que delimitaram a área de Reserva Legal no CAR, por unidade federativa.....	73
Figura 2.5 Distribuição do número (a) e área (b) dos imóveis rurais que não apresentaram nenhuma informação acerca da delimitação da Reserva Legal, por classes de área em módulos fiscais.	74
Figura 2.6 Percentuais de déficit de Reserva Legal nos imóveis rurais que delimitaram área de Reserva Legal, mas não alcançaram a área mínima exigida pelo Art. 12 da Lei nº 12.651/2012 (linha de base).....	77
Figura 2.7 Distribuição do déficit de Reserva Legal em número (a) e área (b) dos imóveis rurais que delimitaram área de Reserva Legal, mas não alcançaram o percentual mínimo exigido pelo Art. 12 da Lei nº 12.651/2012, por classes de tamanho de imóvel rural.	78
Figura 2.8 Área média de déficit de Reserva Legal por hectare, por unidade federativa, para as pequenas, médias e grandes propriedades ou posses rurais.....	79
Figura 2.9 Percentual do excedente de Reserva Legal em relação ao mínimo exigido no Art. 12 da Lei nº 12.651/2012 nos imóveis rurais analisados, por unidade federativa.....	83
Figura 2.10 Distribuição do número de imóveis (a) que cumpriram o percentual mínimo de Reserva Legal, bem como a área da Reserva Legal correspondente (b), entre as pequenas, médias e grandes propriedades e posses rurais.....	84
Figura 2.11 Área média de excedente de Reserva Legal por hectare, por unidade federativa, para as pequenas, médias e grandes propriedades ou posses rurais.	87
Figura 3.1 Localização do Distrito Federal no Bioma Cerrado, Brasil.	98
Figura 3.2 Área de vegetação nativa utilizada no presente trabalho, identificada a partir dos dados mapeados por meio do MapBiomas.	103
Figura 3.3 Áreas de Reserva Legal delimitadas no Cadastro Ambiental Rural no Distrito Federal.	104
Figura 3.4 Distribuição das manchas de vegetação nativa em classes de distância para Cenário 1, calculada usando a distância euclidiana para o vizinho mais próximo do mesmo cenário.107	

Figura 3.5 Distribuição das manchas de vegetação nativa em classes de distância para Cenário 2, calculada por meio da distância euclidiana para o vizinho mais próximo do mesmo cenário.

..... 108

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 Bases de dados utilizadas no estudo, com as informações de fonte, escala e data.	59
Tabela 2.2 Distribuição dos imóveis rurais analisados no presente estudo nas Unidades Federativas que compõem o bioma Cerrado, indicando os valores totais, médios, máximos e mínimos das áreas dos imóveis rurais.	65
Tabela 2.3 Distribuição dos imóveis rurais da área de estudo por classes de área em módulos fiscais.	66
Tabela 2.4 Estrutura fundiária dos imóveis rurais da área de estudo por unidade da federação, por classes de área dos imóveis rurais em módulo fiscal.	67
Tabela 2.5 Informações de número e área dos imóveis rurais do presente estudo situados dentro da Amazônia Legal brasileira e área mínima de Reserva Legal correspondente, de acordo com o Art. 12 da Lei nº 12.651/2012, por unidade da federação	69
Tabela 2.6 Balanço da área de Reserva Legal delimitada no CAR em função da área mínima de Reserva Legal prevista no Art. 12 da Lei nº 12.651/2012, por unidade da federação.....	71
Tabela 2.7 Número de imóveis rurais que não delimitaram Reserva Legal no CAR, área calculada para fins de cumprimento do percentual mínimo previsto no Art. 12 da Lei nº 12.651/2012, bem como a área média da Reserva Legal mínima, agrupados por classes de área em módulos fiscais, por unidade federativa.....	76
Tabela 2.8 Dados dos imóveis rurais que apresentaram déficit de Reserva Legal declarada no CAR em relação ao Art. 12 da Lei nº 12.651/2012, por classes de área em módulos fiscais, por unidade federativa.	80
Tabela 2.9 Informações das áreas delimitadas de Reserva Legal para os imóveis rurais que cumpriram a área mínima exigida pelo Art. 12 da Lei nº 12.651/2012, discriminando as informações associadas ao excedente de Reserva Legal, agrupando os imóveis rurais por classes de área em módulos fiscais, por unidade federativa.....	85
Tabela 3.1 Bases de dados utilizadas no estudo, com as informações de fonte, escala e data.	99
Tabela 3.2 Resultados da análise da alteração da estrutura da paisagem, para os dois Cenários, a partir das seguintes métricas de paisagem: número de manchas e área.....	105
Tabela 3.3 Agrupamento das manchas de vegetação nativa do Distrito Federal por classes de área em hectare.	106
Tabela 3.4 Agrupamento das manchas em classes de distância para os dois Cenários estudados, considerando o percentual de área dos fragmentos enquadrados em cada classe, calculada por meio da distância euclidiana para o vizinho mais próximo do mesmo Cenário.	106

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	Área de Preservação Permanente
AUR	Área de Uso Restrito
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CRA	Cota de Reserva Ambiental
Fig.	Figura
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IRU	Imóvel Rural
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MAPBIOMAS	Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil
MMA	Ministério do Meio Ambiente
ONG	Organização não governamental
PRA	Programa de Regularização Ambiental
RL	Reserva Legal
RVN	Remanescentes de Vegetação Nativa
SFB	Serviço Florestal Brasileiro
SICAR	Sistema de Cadastro Ambiental Rural
SIG	Sistema de Informações Geográficas
Tab.	Tabela
UF	Unidade Federativa
UnB	Universidade de Brasília

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
Objetivo geral	20
Objetivos específicos	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
1. ASPECTOS CONCEITUAIS, LEGAIS E INSTITUCIONAIS	25
1.1. Introdução: estratégias para conservação dos ambientes naturais	25
1.2. A Reserva Legal: aspectos conceituais e legais	27
1.2.1. Histórico da área de Reserva Legal	27
1.2.2. A Reserva Legal na Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012.....	31
1.3. A estrutura da paisagem e a alocação da Reserva Legal no interior do imóvel rural	37
1.4. Regularização ambiental da Reserva Legal	41
1.5. Conclusão	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
2. REGULARIDADE AMBIENTAL DAS ÁREAS DE RESERVA LEGAL DO CERRADO BRASILEIRO	55
2.1. Introdução.....	55
2.2. Materiais e Métodos	57
2.2.1. Área de Estudo	57
2.2.2. Materiais e Dados utilizados	59
2.2.3. Análise	60
2.3. Resultados e Discussão	63
2.4. Conclusão	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
3. ÁREAS DE RESERVA LEGAL DO DISTRITO FEDERAL E A FRAGMENTAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA	96
3.1. Introdução.....	96
3.2. Materiais e Métodos	97
3.2.1. Área de Estudo	97
3.2.2. Materiais e Dados utilizados	99
3.2.3. Análise	100
3.3. Resultados e Discussão	102
3.4. Conclusão	109
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
CONSIDERAÇÕES FINAIS	116

INTRODUÇÃO

A história de ocupação do território brasileiro e de desenvolvimento do País apresenta uma narrativa marcada por cenários de exploração predatória de seus recursos naturais (RIBEIRO *et al.*, 2005). Essa narrativa favoreceu o desmatamento de grande parte da cobertura vegetal nativa do País (ANDRADE; SANQUETTA; UGAYA, 2005), inclusive em áreas de especial proteção ambiental previstas no ordenamento jurídico brasileiro (HIRAKURI, 2003; SPAROVEK *et al.*, 2010; PESSI *et al.*, 2018).

Além de implicações prejudiciais à conservação da biodiversidade e de habitats, a retirada da vegetação nativa e, conseqüentemente, a fragmentação florestal (HADDAD *et al.*, 2015; RIBEIRO *et al.*, 2005; SCHWAIDA *et al.*, 2018), comprometem uma série de funções ecológicas dos ecossistemas, incluindo regulação climática, controle de enchentes, conservação do solo e da água, armazenamento e reciclagem de nutrientes, recreação, manutenção e sequestro de carbono e equilíbrio da cadeia alimentar (KAPOS, 1989; SAUNDERS; HOBBS; MARGULES, 1991; OLIVEIRA, 2006). Apesar de frequentemente não valoradas de forma apropriada, as alterações nessas funções ecológicas intensificam a ocorrência de eventos como queimadas, enchentes e perda de habitats, possuindo uma expressiva dimensão econômica (VIANA; PINHEIRO, 1998; LEEMANS, R.; GROOT, 2003; MAGALHÃES *et al.*, 2019).

O bioma Cerrado, que ocupa cerca de 23,3% do território brasileiro (IBGE, 2019) e concentra um terço da biodiversidade nacional, além de 5% da fauna e da flora mundiais (DIAS, 2008), vem apresentando alterações em sua cobertura de vegetação nativa, devido, principalmente, às políticas de ocupação para a região central do País, com incentivos ao desenvolvimento da pecuária e da agricultura extensiva (MIRANDA; BUSTAMANTE; MIRANDA, 2003; SILVA *et al.*, 2006; OLIVEIRA; FERREIRA; ARAÚJO, 2012; BAYMA *et al.*, 2015). Essas alterações, combinadas com a alta incidência de espécies endêmicas na área, contribuíram para que o bioma fosse elencado como um dos 25 *hotspots* de conservação da biodiversidade do planeta (MYERS *et al.*, 2000).

Desde o período imperial, o Brasil produz marcos legais para regular o uso dos recursos florestais (SCHENKEL; MEDEIROS, 2016), os quais passaram por longo processo de amadurecimento (SPAROVEK *et al.*, 2010; SCHENKEL; MEDEIROS, 2016). O estabelecimento de áreas protegidas, tanto em áreas de domínio público, quanto em áreas de domínio privado, é uma das maneiras de disciplinar as atividades humanas que ameaçam a

conservação da biodiversidade e os serviços ambientais promovidos pelos sistemas florestais (VITALLI; ZAKIA; DURIGAN, 2009), uma vez que estabelecem limites para atividades econômicas e níveis de proteção que delimitam o uso e ocupação do solo específicos (OLIVEIRA, 2006; FEISTAUER *et al.*, 2017; SOUZA *et al.*, 2019).

Medeiros, Irving e Garay (2007) salientam que, em certa medida, a iniciativa brasileira de institucionalização da criação e gestão de áreas protegidas se inseriu no movimento internacional de criação de Parques Nacionais, segundo a ideologia preservacionista de proteção do “*wilderness*” que, iniciada nos Estados Unidos da América, no final do século XIX, já havia influenciado outros países da América Latina como a Argentina (1903) e o Chile (1927). No entanto, de acordo com aqueles autores, uma das características do modelo de proteção desenvolvido no Brasil, marcado pela diversidade de tipos de áreas protegidas, refere-se à visão de compartilhamento da responsabilidade pela proteção dos recursos naturais entre o Poder Público e a sociedade.

No Brasil, 54% dos remanescentes de vegetação nativa estão inseridos em áreas particulares (SPAROVEK *et al.*, 2015), tornando estratégicos os mecanismos jurídicos de conservação da biodiversidade e dos recursos hídricos em áreas sob domínio privado (RANIERI, 2004; SPAROVEK *et al.*, 2011), sobretudo aqueles prescritos pela Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Essa Lei estabelece restrições de uso da terra com vistas a garantir que as atividades econômicas respeitem as funções ecológicas das florestas na regulação climática, conservação da biodiversidade e proteção hídrica (PACHECO *et al.*, 2017).

As duas principais áreas a serem protegidas no interior de um imóvel rural são as Áreas de Preservação Permanente (APP), de interesse prioritário para preservação dos recursos hídricos e suas áreas de recarga (SPAROVEK *et al.*, 2011; BRASIL, 2012); e as áreas de Reserva Legal (RL), associadas, precipuamente, às funções de conservação da biodiversidade (TAMBOSI *et al.*, 2015), nas quais é permitido o uso econômico mediante manejo sustentável (BRASIL, 2012; SANTOS; BERTOLLA, 2019), mas sem remoção completa da cobertura vegetal natural (SPAROVEK *et al.*, 2011).

De forma geral, a definição das APP independe do tamanho do imóvel rural e é igual em todo o País (SPAROVEK *et al.*, 2011), estando associadas a feições naturais, como cursos d’água, nascentes e encostas de morros (BRASIL, 2012). Já a localização das áreas de Reserva Legal em um imóvel rural está associada à proposta do detentor, que deverá ser aprovada pelo Poder Público (BRASIL, 2012) e seu tamanho é variável e definido como um percentual das glebas rurais, podendo ser de, no máximo, 80% nas florestas situadas na

Amazônia Legal¹, até 20% nas áreas fora da Amazônia Legal (SPAROVEK *et al.*, 2011), havendo, para além desse intervalo, dispositivos da legislação florestal que criam exceções a esses percentuais.

Em estudo comparativo da legislação florestal brasileira sobre Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal com a legislação do Canadá, EUA, Austrália, Argentina, China, Finlândia, Suécia, França, África do Sul e Paraguai, Valverde (2010) identificou singularidade da legislação brasileira no que se refere ao grau de rigidez quanto à proteção de APP, e que, com exceção do Paraguai, nenhum daqueles países exige áreas de Reserva Legal nas propriedades rurais. Já os mecanismos de caráter voluntário para instituição de áreas protegidas em terras privadas, que visam a persuadir os proprietários ao invés de obrigá-los a preservar, são bastante comuns nos EUA e em países europeus, como Inglaterra, Áustria, Suécia e Finlândia (MARQUES; RANIERI, 2012).

As legislações adotadas pelo Brasil e pelo Paraguai têm normativas similares que buscam definir os direitos de propriedade relativos a áreas florestais dos seus respectivos territórios, mas, em ambos os países persiste o desmatamento e a consequente diminuição das áreas cobertas por florestas, por vários motivos, e entre eles o principal é o desrespeito à lei. (GONZALES; BACHA, 2006).

Ribeiro *et al.* (2005) defendem que a dificuldade de cumprimento da legislação florestal reside, em grande parte, na complexidade da identificação e delimitação dessas áreas de proteção, que demandam a utilização de mapas detalhados e profissionais com experiência no manuseio dessas informações, aportando, também, dificuldade ao monitoramento dessas áreas por parte do Poder Público, sob os aspectos técnico e econômico (SOUZA *et al.*, 2019),

Diante desse cenário, as análises apoiadas por geoprocessamento constituem uma realidade no auxílio à gestão das informações ambientais, uma vez que propiciam a análise de um vasto volume de dados e diminuição de sua subjetividade, tornando-as replicáveis. É por essa razão que o presente trabalho se baseia na utilização de análises geoespaciais para a verificação da regularidade ambiental das RL no Cerrado brasileiro, e para o desenvolvimento de uma avaliação do grau de conectividade das RL com as áreas de vegetação nativa,

¹ Ressalta-se que o conceito de Amazônia Legal se difere do conceito do bioma Amazônia. Foi definida, em 1953, para propósitos de planejamento regional, conforme Leis nº 1.806, de 06 de janeiro de 1953, e nº 5.173, de 27 de outubro de 1966; Lei Complementar nº 31, de 11 de outubro de 1977; Constituição Federal, de 05 de outubro de 1988 (Art. 13 e 14 das Disposições Constitucionais Transitórias); e Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. A Amazônia Legal será discutida no Capítulo 1 deste trabalho.

identificando assim, o papel das RL na conservação dos remanescentes de vegetação nativa e na manutenção de corredores ecológicos.

Essas análises são possíveis a partir da utilização dos dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR), que reúne, desde 2014, um mosaico de informações ambientais declaradas pelos detentores de imóveis rurais (BRASIL, 2012), representando um avanço na forma de analisar o cumprimento da legislação, outrora associada precipuamente a meios analógicos (LAUDARES; SILVA; BORGES, 2014). Apesar da natureza declaratória, o uso das informações disponíveis no CAR apresenta grande potencial para estudos associados ao planejamento ambiental e à conservação da biodiversidade, permitindo elevar o patamar daquelas análises ao nível de propriedade (SCHWAIDA *et al.*, 2018).

Este trabalho tem o objetivo de avaliar o cumprimento da legislação ambiental referente às áreas de Reserva Legal de imóveis rurais localizados no Cerrado brasileiro, sob os aspectos do cumprimento do percentual mínimo exigido pela legislação e de sua influência na proteção de fragmentos remanescentes de vegetação nativa e, complementarmente, avaliar o efeito do incremento das áreas desses fragmentos de vegetação nativa na melhoria da conectividade estrutural na paisagem. Está dividido em três Capítulos, além desta Introdução e das Considerações finais.

O *Capítulo 1 - Aspectos Conceituais, Legais e Institucionais* apresenta revisão bibliográfica acerca da Reserva Legal como estratégia de conservação da natureza em imóveis rurais privados, com informações do seu histórico de criação e da consolidação desse instrumento jurídico no território nacional, assim como do arcabouço legal vigente que tutela seu regime de proteção, aportando informações referenciais que subsidiam os estudos de caso que são apresentados nos Capítulos 2 e 3.

O *Capítulo 2 – Regularidade Ambiental das Áreas de Reserva Legal do Cerrado Brasileiro* apresenta o diagnóstico do cumprimento da legislação ambiental no que se refere à área mínima a ser destinada à Reserva Legal em imóveis rurais localizados no Cerrado brasileiro, utilizando as áreas delimitadas de Reserva Legal no Cadastro Ambiental Rural.

O *Capítulo 3 – Áreas de Reserva Legal do Distrito Federal e a Fragmentação da Vegetação Nativa* apresenta estudo de caso para verificar a influência das áreas de Reserva Legal na manutenção da vegetação nativa na área do Distrito Federal, localizado no Bioma Cerrado, a partir das informações das áreas de formações naturais mapeadas por meio do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (MapBiomas) e das áreas delimitadas de Reserva Legal no Cadastro Ambiental Rural (CAR), utilizando parâmetros estruturais da paisagem.

As Considerações Finais do trabalho integram todo o conteúdo desta pesquisa, considerando os resultados e discussões apresentadas em todos os Capítulos desta Dissertação.

Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho foi analisar o cumprimento da legislação ambiental referente as áreas de Reserva Legal de imóveis rurais localizados no Cerrado brasileiro, sob os aspectos do cumprimento do percentual mínimo exigido pela legislação e de sua influência na proteção de fragmentos remanescentes de vegetação nativa e, complementarmente, avaliar o efeito do incremento das áreas desses fragmentos de vegetação nativa na melhoria da conectividade estrutural na paisagem.

Objetivos específicos

Os objetivos específicos do presente estudo são:

- Apresentar os aspectos conceituais, legais e institucionais relacionados às áreas de Reserva Legal no bioma Cerrado;
- Diagnosticar a situação da regularidade ambiental das áreas de Reserva Legal de imóveis rurais localizados no Cerrado brasileiro, a partir de análise do cumprimento do percentual mínimo exigido pela legislação; e
- Verificar a influência das áreas de Reserva Legal na manutenção da vegetação nativa na área do Distrito Federal, localizado no Bioma Cerrado, utilizando indicadores estruturais da paisagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J.; SANQUETTA, C. R.; UGAYA, C. Identificação de Áreas Prioritárias para Recuperação da Mata Ciliar na UHE Salto Caxias. **Espaço Energia**, v. 3, p. 6–20, 2005.

Disponível em: <<http://www.espacoenergia.com.br/edicoes/3/003-01.pdf>>.

BAYMA, A. P. et al. SÉRIES TEMPORAIS DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO (NDVI E EVI) DO SENSOR MODIS PARA DETECÇÃO DE DESMATAMENTOS NO BIOMA CERRADO. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 21, n. 4, p. 797–813, dez. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-21702015000400797&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 23 nov. 2019.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>.

FEISTAUER, D. et al. USO DE INDICADORES BASEADOS NA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA PARA ANÁLISE DE PROPRIEDADES RURAIS FAMILIARES DA AMAZÔNIA. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 1, p. 249, 31 mar. 2017.

Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/26463>>. Acesso em:

30 nov. 2019.

GONZALES, Moises Villalba; BACHA, Carlos Jose Caetano. Um estudo comparativo entre as políticas florestais do Brasil e Paraguai. 2006.

HADDAD, N. M. et al. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems.

Science Advances, v. 1, n. 2, p. 1–10, 2015.

HIRAKURI, S. R. **Can law save the forest?: lessons from Finland and Brazil**. 2003.

KAPOS, V. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon.

Journal of Tropical Ecology, v. 5, n. 2, p. 173–185, 1989.

LAUDARES, S. S. de A.; SILVA, K. G. da; BORGES, L. A. C. Cadastro Ambiental Rural: uma análise da nova ferramenta para regularização ambiental no Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 31, p. 111–122, 2014.

LEEMANS, R.; GROOT, R. S. de. **Millennium Ecosystem Assessment: Ecosystems and human well-being: a framework for assessment**. Washington/Covelo/London: Island Press

(Millenium assessment contribution), 2003.

MAGALHÃES, R. J. F. et al. O valor do serviço de proteção de mananciais. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 24, n. 5, p. 1049–1060, out. 2019. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522019000501049&tlng=pt>. Acesso em: 30 nov. 2019.

MARQUES, E. M.; RANIERI, V. E. L. Determinantes da decisão de manter áreas protegidas em terras privadas: o caso das reservas legais do Estado de São Paulo. **Ambiente & sociedade**, v. 15, n. 1, p. 131–145, 2012.

MEDEIROS, R.; IRVING, M.; GARAY, I. A Proteção da Natureza no Brasil: evolução e conflitos de um modelo em construção. RDE. Revista de Desenvolvimento Econômico, nº V, ano VI, no. 9, 2004, p. 83-93.

MIRANDA, H. S.; BUSTAMANTE, M. M. C.; MIRANDA, A. C. The Fire Factor. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). **The Cerrados of Brazil - Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**. New York: Columbia University Press, 2003.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853–858, 2000.

OLIVEIRA, E. G.; FERREIRA, M. E.; ARAÚJO, F. M. de. Diagnóstico do uso da terra na região Centro-Oeste de Minas Gerais, Brasil: a renovação da paisagem pela cana-de-açúcar e seus impactos socioambientais. **Sociedade & Natureza**, v. 24, n. 3, p. 545–555, dez. 2012.

Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-45132012000300013&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 30 out. 2018.

OLIVEIRA, F. S. **Diagnóstico dos fragmentos florestais e das Áreas de Preservação Permanente no entorno do Parque Nacional do Caparaó, no estado de Minas Gerais**. 2006.

PACHECO, R. et al. REGULARIZATION OF LEGAL RESERVE DEBTS: PERCEPTIONS OF RURAL PRODUCERS IN THE STATE OF PARÁ AND MATO GROSSO IN BRAZIL.

Ambiente & Sociedade, v. 20, n. 2, p. 181–200, jun. 2017b. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2017000200181&lng=en&tlng=en>. Acesso em: 2 mar. 2020.

PESSI, D. D. et al. Qualidade da Cobertura Vegetal em Áreas de Preservação Permanente de Nascentes. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, v. 41, p. 270–280, 2018.

Disponível em: <http://www.anuario.igeo.ufrj.br/2018_03/2018_3_270_280.pdf>.

- RANIERI, V. E. L. **Reservas legais: critérios para localização e aspectos de gestão**. 2004. 2004. Disponível em: <[http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-16102009-170059/publico/tese_Victor_Ranieri_2004.pdf%5Cn\(In:%5Cn31.01.10\)>](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-16102009-170059/publico/tese_Victor_Ranieri_2004.pdf%5Cn(In:%5Cn31.01.10)>).
- RIBEIRO, C. A. A. S. et al. O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente. **Revista Árvore**, v. 29, n. 2, p. 203–212, abr. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622005000200004&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 3 nov. 2018.
- SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, v. 5, n. 1, p. 18–32, 1991. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s10592-016-0811-z%5Cnhttp://aob.oxfordjournals.org/lookup/doi/10.1093/aob/mcv145>>.
- SCHENKEL, A. de C.; MEDEIROS, J. de D. Regularização de passivos decorrentes das infrações ao regime de área de preservação permanente na lei de proteção da vegetação nativa. **Biotemas**, v. 29, n. 1, p. 155–167, 2016. Disponível em: <<http://proxying.lib.ncsu.edu/index.php?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=lah&AN=20163081513&site=ehost-live&scope=site%5Cnhttps://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/2175-7925.2016v29n1p155/31237%5Cnemail:j.d.medeir>>.
- SCHWAIDA, S. F. et al. CHALLENGES AND STRATEGIES ON IMPLEMENTING AN ECOLOGICAL CORRIDOR BETWEEN PROTECTED AREAS IN CERRADO BIOME. **Revista Árvore**, v. 41, n. 6, 14 jun. 2018b. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622017000600211&lng=en&tlng=en>. Acesso em: 8 dez. 2019.
- SILVA, J. F. et al. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. **Journal of Biogeography**, v. 33, n. 3, p. 536–548, 2006.
- SOUZA, J. M. F. et al. Avaliação dos conflitos no uso da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Lamarão, Distrito Federal. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 2, p. 950, 30 jun. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/4784>>. Acesso em: 24 nov. 2019.
- SPAROVEK, G. et al. Brazilian agriculture and environmental legislation: Status and future challenges. **Environmental Science and Technology**, v. 44, n. 16, p. 6046–6053, 2010.

SPAROVEK, G. et al. A revisão do Código Florestal brasileiro. **Novos Estudos - CEBRAP**, n. 89, p. 111–135, mar. 2011. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-33002011000100007&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 1 dez. 2019.

SPAROVEK, G. et al. Effects of governance on availability of land for agriculture and conservation in Brazil. **Environmental science & technology**, v. 49, n. 17, p. 10285–10293, 2015.

VALVERDE, Sebastião Renato. Estudo comparativo da legislação florestal sobre Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal. Fórum de meio ambiente do setor elétrico. Vicoça, MG, 2010.

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. tabela 1, p. 25–42, 1998.

VITALLI, P. D. L.; ZAKIA, M. J. B.; DURIGAN, G. Considerações sobre a legislação correlata à zona-tampão de unidades de conservação no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 12, n. 1, p. 67–82, 2009. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2009000100006&lng=pt&tlng=pt>.

1. ASPECTOS CONCEITUAIS, LEGAIS E INSTITUCIONAIS

1.1. Introdução: estratégias para conservação dos ambientes naturais

O desenvolvimento econômico e a expansão das fronteiras agrícolas produziram alterações significativas na superfície e no uso do solo rural em países em desenvolvimento como o Brasil (TUCCI; CLARKE, 1997). Dentre os impactos ambientais ocasionados pelas alterações do uso da terra, destaca-se o desaparecimento de grande parte da cobertura vegetal original do País, inclusive em áreas de especial proteção ambiental previstas em nosso ordenamento jurídico (ANDRADE; SANQUETTA; UGAYA, 2005).

As florestas nativas podem desempenhar funções ambientais de regulação da disponibilidade de recursos hídricos e de controle da erosão e aporte de sedimentos (LIMA *et al.*, 2013 apud TAMBOSI *et al.*, 2015), possuindo papel crucial na regulação de ciclos biológicos e biogeoquímicos nas bacias hidrográficas (TUNDISI; TUNDISI, 2010). Relevante destacar que o papel das florestas no desempenho dessas funções depende da posição que elas ocupam no relevo, em particular se elas se encontram no topo de morro, nas encostas ou ao longo dos cursos e reservatórios d'água (FALKENMARK *et al.*, 1999). Apesar de frequentemente não valoradas de forma apropriada, as alterações nessas funções ecológicas possuem expressiva dimensão econômica (VIANA; PINHEIRO, 1998; LEEMANS, R.; GROOT, 2003; MAGALHÃES *et al.*, 2019), com a intensificação de ocorrência de eventos como queimadas, enchentes e perda de habitats.

Diversos estudos mostraram que a expansão da área antropizada no Brasil acumulou historicamente um passivo ambiental com relação às regras vigentes, proporcionalmente à intensidade de exploração agropecuária. Ou seja, regiões que historicamente tiveram mais pressão produtiva têm uma menor adequação ambiental (SPAROVEK *et al.*, 2010, 2011, 2012).

Uma das maneiras de disciplinar as atividades humanas que ameaçam a conservação da biodiversidade e os serviços ambientais promovidos pelos sistemas florestais é o estabelecimento de áreas protegidas (VITALLI; ZAKIA; DURIGAN, 2009), uma vez que estabelecem limites para atividades econômicas e níveis de proteção que delimitam o uso e ocupação do solo específicos (FEISTAUER *et al.*, 2017; OLIVEIRA, 2006; SOUZA *et al.*, 2019).

Desde a época do Brasil colonial, foram estabelecidas regras jurídicas que restringiam a utilização de recursos naturais, prevendo sanções em caso de descumprimento (SPAROVEK *et al.*, 2011). No entanto, segundo aquele autor, o objetivo, na época, era

garantir o monopólio da Coroa portuguesa na exploração da madeira extraída, tendo em vista a concepção da relação ser humano/meio ambiente ser baseada na ideia da inesgotabilidade dos recursos naturais.

Essa lógica mudou. Desde o período imperial, o Brasil produz marcos legais para regular o uso dos recursos florestais (SCHENKEL; MEDEIROS, 2016), de forma que as áreas protegidas começaram a ser territorialmente demarcadas no Brasil na década de 1930. Após longo processo de amadurecimento, o sistema jurídico brasileiro apresenta distintas tipologias e categorias de proteção (SPAROVEK *et al.*, 2010; SCHENKEL; MEDEIROS, 2016), tanto em áreas de domínio público, quanto em áreas de domínio privado, reconhecendo a função dessas áreas na proteção dos solos, água e biodiversidade (RANIERI, 2004).

No que se refere a categorias de proteção de domínio público, menos de 8% de todo o bioma Cerrado da região Centro-Oeste está formalmente protegido, indicando a relevância da conservação e recuperação desse ecossistema em áreas de domínio privado (RAMBALDI; OLIVEIRA, 2005; SPAROVEK *et al.*, 2010; STRASSBURG *et al.*, 2017).

Em áreas rurais privadas, a Lei Federal nº 12.651/2012 é o instrumento mais importante para regulação do uso do solo e da proteção da vegetação nativa (SOARES-FILHO *et al.*, 2014; TAVARES *et al.*, 2019). Essa Lei, conhecida como Código Florestal Brasileiro, estabelece obrigações e restrições legais aos imóveis rurais com vistas a garantir o respeito ao papel da vegetação nativa na promoção de funções ecológicas (PACHECO *et al.*, 2017).

Dentre as espécies de espaços a serem protegidos no interior de imóveis rurais, destacam-se as Áreas de Preservação Permanente (APP), de interesse prioritário para preservação dos recursos hídricos e suas áreas de recarga (SPAROVEK *et al.*, 2011); e as Reservas Legais (RL), associadas precipuamente às funções de conservação da biodiversidade (TAMBOSI *et al.*, 2015), nas quais admite-se o uso econômico mediante manejo sustentável, desde que se assegure a manutenção dos atributos ecológicos da área (BRASIL, 2012; SANTOS; BERTOLLA, 2019).

No entanto, apenas a existência do arcabouço jurídico não garante sua efetividade (MEDEIROS, 2006), de forma que a histórica falta de mecanismos de controle e monitoramento da vegetação nativa tem contribuído para a exploração predatória da vegetação nativa no Brasil (HIRAKURI, 2003). Segundo SOUZA *et al.* (2019), o grande desafio do monitoramento dessas áreas está sob o aspecto técnico e econômico, pois os critérios de delimitação dessas áreas exigem informações detalhadas da unidade espacial em análise.

Com o advento do Cadastro Ambiental Rural (CAR), os mapeamentos das APP e das RL têm sido viabilizados a partir do mosaico das informações ambientais declaradas pelos detentores de imóveis rurais, conforme preceitua a Lei Federal nº 12.651/2012. Essas informações são armazenadas no Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), compondo base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento, subsidiando avaliações ambientais da paisagem e a elaboração de políticas públicas no Brasil (SAVIAN *et al.*, 2014).

Este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica com vistas a caracterizar o instituto Reserva Legal no contexto das estratégias de conservação da natureza em imóveis rurais privados, apresentando a forma como esse instrumento vem sendo aplicado no Brasil e o arcabouço legal que estabelece seu regime jurídico, assim como o arranjo institucional governamental que tutela o estabelecimento dessas áreas e a manutenção da vegetação nativa em seu interior.

1.2. A Reserva Legal: aspectos conceituais e legais

1.2.1. Histórico da área de Reserva Legal

A obrigação de proteger a vegetação natural em propriedades privadas existe na legislação brasileira desde o Código Florestal de 1934 (METZGER *et al.*, 2019). Por meio do Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934, foi definido um único limite para a área que poderia ser explorada, a qual não poderia ultrapassar mais de três quartos da vegetação existente. De acordo com Bacha (2005), a preocupação, à época, era promover um reserva de madeira dentro da propriedade, tendo em vista que a floresta nativa podia ser transformada em outra floresta plantada (heterogênea ou homogênea), e dispensava a manutenção dessa área para pequenas propriedades isoladas situadas próximo à área de florestas (BACHA, 2005).

Posteriormente, a Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que revogou aquele Decreto e passou a ser o novo Código Florestal brasileiro, impôs restrições ao uso das propriedades rurais particulares com vistas a proteger atributos naturais por meio de dois instrumentos principais: o estabelecimento das chamadas Áreas de Preservação Permanente (artigos 2º e 3º) e a determinação da obrigatoriedade de se respeitar limites mínimos de área de cada propriedade com cobertura arbórea localizada (artigo 16 e 44), com percentuais de manutenção da cobertura arbórea que variavam de 20 a 50%, de acordo com as regiões estabelecidas na Lei (RANIERI, 2004). Ademais, a Lei nº 4.771/1965 determinou que, para as regiões Leste Meridional, Sul e Centro-Oeste, nas “áreas ainda incultas, sujeitas a formas de

desbravamento, as derrubadas de florestas primitivas, nos trabalhos de instalação de novas propriedades agrícolas, só serão toleradas até o máximo de 30% da área da propriedade”.

Em seu trabalho sobre a evolução da proteção da Reserva Legal no Brasil, Gonçalves (2018) discorre sobre os avanços no reconhecimento da importância do meio ambiente com a publicação da Lei nº 4.771/1965. De acordo com aquele autor, essa Lei foi um importante marco jurídico-ambiental, pois trouxe interessantes justificativas à sua edição, com a tentativa de encontrar uma solução adequada ao problema florestal brasileiro, prescrevendo medidas capazes de evitar a devastação das reservas florestais.

Em 1989, a Lei nº 4.771/1965 sofreu alterações a partir da edição da Lei nº 7.803. A denominação “Reserva Legal” foi legalmente instituída, juntamente com a prescrição de proteção de, no mínimo, 20% da área do imóvel rural, em qualquer região, destacando a aplicação desse tratamento às áreas de Cerrado, para todos os efeitos legais.

De acordo com Gonçalves (2018), após o marco legal de 1989, as Medidas Provisórias (MP) tiveram um papel importante no que diz respeito à proteção dessas áreas. Somente no período de 25 de julho de 1996 a 24 de agosto de 2001 foram editadas 67 medidas provisórias alterando a dimensão e dispoendo sobre a reposição da Reserva Legal, demonstrando alternância de avanços entre produtivistas e conservacionistas (BACHA, 2005).

Com a MP 1.511², de 25 de julho de 1996, e subsequentes, sob a presidência de Fernando Henrique Cardoso (período de maior modificações no Código Florestal de 1965), alterou-se, mais uma vez, os limite de delimitação da área da Reserva Legal. Foi determinado o percentual mínimo de 50% das propriedades, inclusive no norte da Região Centro-Oeste e na Região Norte, e 80% nas áreas de cobertura arbórea que se constituem de fitofisionomias florestais.

Outras modificações foram ocorridas a partir da edição da MP 1.605-17³, de 20 de novembro de 1997, e suas reedições. Foram acrescentados três parágrafos ao art. 44 do Código Florestal, favorecendo a agropecuária familiar e determinando a realização do Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE).

² BRASIL. Medida Provisória 1.511/1996. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/MPV/Antigas/1511.htm>. Acesso em: 26 janeiro 2020.

³ BRASIL. Medida Provisória 1.605/1996. Tal MP foi reeditada mantendo esses percentuais (MPs 1605-18, de 11/12/1997; 1605-19, de 8/1/ 1998; 1605-20, de 5/2/1998; 1605-21, de 5/3/1998; 1605-22, de 2/4/1998; 1605-23, de 29/4/1998; 1605, de 28/5/1998; 1605-25, de 26/6/1998; 1605-27, de 27/7/1998; 1605-27, de 25/8/1998; 1605-29, de 24/9/ 1998; 1605-29, de 22/10/1998; e 1605-30 de 19/11/1998). que possível.

Posteriormente, a MP 1.736-31⁴, de 14 de dezembro de 1998, inovou no sentido de possibilitar o cômputo para alcançar o percentual de Reserva Legal nas áreas relativas às florestas e demais formas de vegetação natural consideradas de preservação permanente. Destaca-se que foram incluídas exceções, sendo norma geral aplicada a todas as propriedades (GONÇALVES, 2018).

A MP 1.956-50⁵, de 27 de abril de 2000, reeditada até a MP 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, instituiu novos limites para a Reserva Legal, abrangendo todos os imóveis rurais do Brasil, sendo de, no mínimo, 80% do imóvel situado na Amazônia Legal e coberto com florestas; 35% da propriedade rural situada em área de cerrado dentro da Amazônia Legal; e 20% para propriedades situadas fora da Amazônia Legal, independentemente da vegetação. Também acresceu ao art. 1º, §2º, o inc. III na Lei 4.771/1965, surgindo, então, o conceito de Reserva Legal, conforme segue:

“[...]”

III – Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, excetuada a de preservação permanente, necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação e reabilitação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de fauna e flora nativas” (MP 1.956-50,10/2000)

Um dos objetivos da área de Reserva Legal, que permanece até os dias atuais, é a reabilitação dos processos ecológicos essenciais, cuja definição é apresentada no trabalho de Guapyassú e Hardt (1998) como “aqueles responsáveis pela manutenção da dinâmica dos ecossistemas, incluindo-se aí os mecanismos de auto regulação e homeostase”, tendo, suas alterações, o potencial de promover processos de degradação ambiental, muitas vezes irreversíveis, ou provocam efeitos de difícil reversibilidade, com raios de ação bastante significativos, impactando a sustentabilidade da produção agropecuária (VIANA; PINHEIRO, 1998; LEEMANS, R.; GROOT, 2003; MAGALHÃES *et al.*, 2019). A reabilitação dos processos ecológicos é uma forma de manter a dinâmica dos ecossistemas presentes no meio ambiente, inerentes a qualquer tipo de propriedade rural que desenvolva algum tipo de atividade exploratória (GONÇALVES, 2018).

Aquela Medida Provisória, e suas reedições, apresentaram, ainda, outras disposições acerca da Reserva Legal, dentre as quais, destacam-se: a) a permissão de uso da Reserva

⁴ BRASIL. Medida Provisória 1.736-31/1998. Acesso em: 26 janeiro 2020. MP reeditada: 1736-32 de 13/1/1999; 1736-33, de 11/2/1999; 1736-34, de 11/3/1999, 1736-35, de 8/4/1999, 1736-36, de 6/5/1999; 1736-37, de 2/6/1999; 1736-37 de 2/6/1999; 1885-38, de 29/6/1999, 1885-39, de 28/07/99, 1885-40, de 26/08/1999; 1885-41, de 24/9/1999, 1885-42 de 22/10/1999; 1885-43, de 23/11/1999, 1956-44, de 9/12/1999; 1956-45, de 6/1/2000; 1956-46, de 3/2/2000, 1956-47, de 2/3/2000, 1956-49, de 30/3/2000). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/MPV/Antigas/1736-31.htm>

⁵ BRASIL. Medida Provisória 1.956-50/2000. Reeditada até a MP 2.166-67, de 24 de agosto de 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/antigas/1956-50.htm>. Acesso em: 26 janeiro 2020.

Legal, sob a forma de regime de manejo florestal sustentável; b) a necessidade de aprovação da localização da Reserva Legal, dentro do imóvel rural, pelo órgão ambiental estadual competente, o qual atentará para questões como o plano de bacia hidrográfica, o zoneamento ecológico-econômico e a proximidade com outra Reserva Legal, APP, unidade de conservação ou outra área legalmente protegida; c) a permissão de somar áreas de APP e de Reservas Legais para atingir os novos limites estabelecidos para a reserva legal na Amazônia Legal, excetuando-se a soma para a conversão de novas áreas para uso alternativo do solo; d) a permissão para compensação da Reserva Legal com plantios fora da propriedade, bem como a criação de Reserva Legal coletiva; e) a instituição de um sistema de venda de cotas para Reserva Legal coletiva, por meio do qual um proprietário rural que possua área florestal excedente aos limites fixados para Reserva Legal e APP pode optar pela servidão florestal desse excedente, podendo ser negociada sob a forma de cota de reserva florestal; e f) permissão para, em pequenas propriedades, compor a Reserva Legal com plantios comerciais ou ornamentais de espécies arbóreas frutíferas, ornamentais ou industriais.

A partir desses documentos legais, a Reserva Legal assumiu papel nitidamente de conservação, dando ensejo a discussões sobre o cumprimento da legislação florestal, sobretudo no que se refere aos percentuais da área mínima de Reserva Legal (BACHA, 2005), numa progressiva consolidação de institutos de proteção à flora brasileira (GONÇALVES, 2018).

Em 19 de outubro de 1999, foi apresentado, Câmara dos Deputados, o Projeto de Lei nº 1.876 para alterar a Lei nº 4.771/1965, com a justificativa de que aquela Lei não atendia aos anseios do setor agropecuário, sendo necessárias alterações com vistas a possibilitar o progresso da economia do País (MACHADO, 2016). Com efeito, já existiam estudos reconhecendo que grande parte das áreas a serem protegidas pelo Código Florestal de 1965 encontrava-se irregularmente ocupada (SPAROVEK *et al.*, 2011), quadro ainda mais grave nos estados de maior produção agrícola (MARQUES; RANIERI, 2012).

Após diversos anos de intensos debates no Congresso Nacional, aquela proposta resultou, por fim, na promulgação da vigente Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, revogando a Lei nº 4.771/1965 (MACHADO, 2016). O “Novo Código Florestal”, como ficou conhecida a Lei, disciplina i) as normas gerais de proteção da vegetação nativa; ii) os requisitos para exploração e o suprimento de matéria-prima florestal; e iii) o controle de origem de produtos e de incêndios florestais (BRASIL, 2012).

Ressalta-se que essa Lei estabeleceu critérios que resultaram na diminuição da vegetação protegida em relação à lei anterior, como os mecanismos que anistiarão o

descumprimento da lei anterior ocorrido até 22 de julho de 2008 (GUIDOTTI *et al.*, 2017). Para a Reserva Legal, esses mecanismos, definidos no Artigos 13, 15, 67 e 68, resultaram em diminuição do passivo de áreas a serem recuperadas, conforme será apresentado a seguir.

1.2.2. A Reserva Legal na Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012

A Lei Federal nº 12.651/2012 apresenta, em seu art. 3º, o conceito de área de Reserva Legal atualmente vigente, a saber:

“Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

[...]

III - Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12 [da Lei nº 12.651/2012], 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;” (BRASIL, 2012, **grifo nosso**).

Os atributos ambientais previstos pela Lei são, também, evidenciados na literatura científica. Delalibera *et al.* (2008) defendem o papel da Reserva Legal no controle natural de pragas pela manutenção de maior diversidade de habitats, favorecendo a produção agrícola em áreas adjacentes. Moraes (2002) afirma que a Reserva Legal possui função ambiental que extrapola o ecossistema interno da propriedade, prestando melhoria à biodiversidade regional, além de contribuir para a melhoria da disponibilidade hídrica e da retenção de umidade, reduzindo os efeitos provocados por estiagens (VALENTE; GOMES, 2005 apud DELALIBERA *et al.*, 2008).

Gonçalves (2018) advoga que a Reserva Legal é medida que se impõe pela própria natureza da propriedade rural, pois sua instituição visa a resguardar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais, cumprindo a própria função socioambiental e, ainda, sem negar os benefícios individuais para a própria atividade exercida, pois cuida de proteger a água, o solo e o microclima, sem deixar de trazer a possibilidade de sua exploração através de manejo.

Esses atributos ambientais podem ser classificados como serviços ecossistêmicos, devido à interface entre o capital natural e o bem-estar humano (ANDRADE *et al.*, 2012). Apesar de sua importância, o funcionamento dos mercados tradicionais não os considera nas transações econômicas, não havendo incentivos para sua preservação, levando à sua superexploração e, muitas vezes, perda total (ANDRADE, 2010).

No caso das áreas de Reserva Legal, existe a obrigatoriedade legal, para todo imóvel rural, de se manter área mínima com cobertura de vegetação nativa (BRASIL, 2012). No entanto, Fasiaben, Romeiro e Maia (2010), consideram que a combinação de mecanismos

legais de comando-e-controle e de instrumentos econômicos nas políticas ambientais é a melhor forma de se abordar a questão, promovendo, inclusive, incentivos à expansão dessas áreas.

Os percentuais mínimos das áreas dos imóveis rurais que devem ser mantidos com vegetação nativa a título de Reservas Legais variam, de uma forma geral, em função de sua localização no País. Sobre esse aspecto, o critério imposto pela Lei nº 12.651/2012 está associado à Amazônia Legal

(

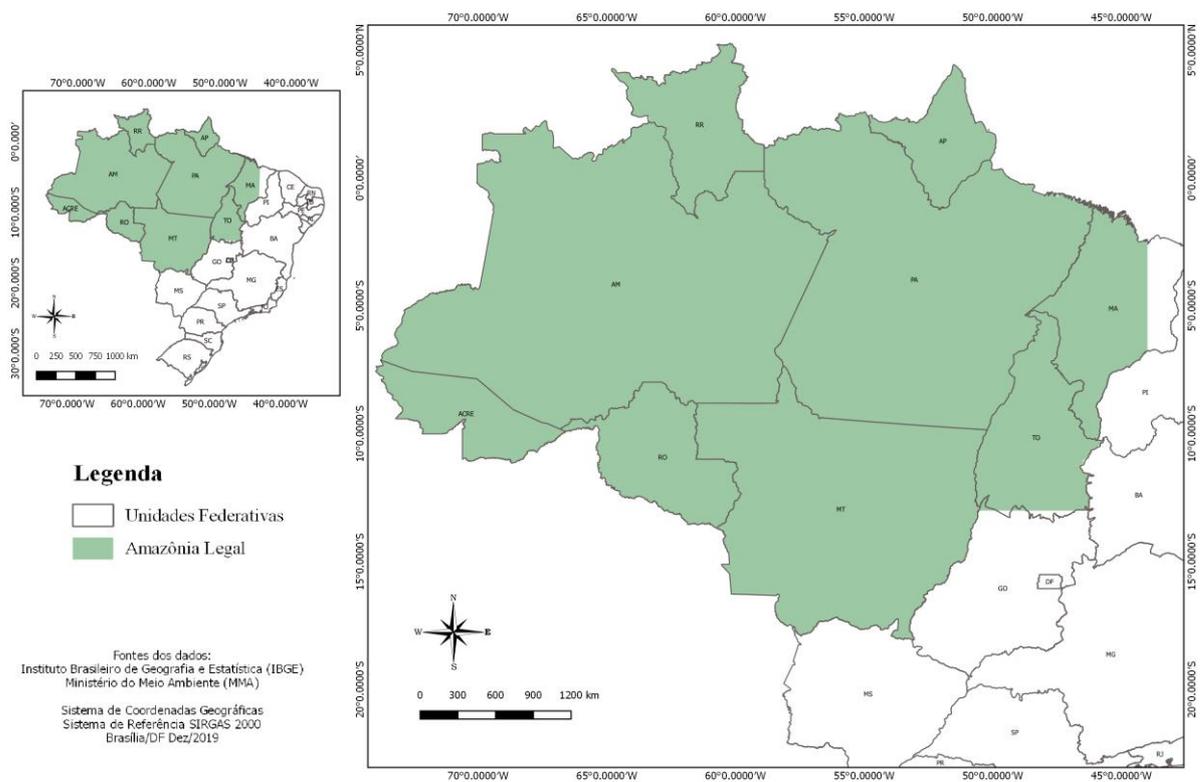


Figura 1.1), cujo conceito e aplicação são apresentados nos art. 3º e 12º, respectivamente:

“Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

I - Amazônia Legal: os Estados do Acre, Pará, Amazonas, Roraima, Rondônia, Amapá e Mato Grosso e as regiões situadas ao norte do paralelo 13° S, dos Estados de Tocantins e Goiás, e ao oeste do meridiano de 44° W, do Estado do Maranhão;

[...]

Art. 12. Todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal, sem prejuízo da aplicação das normas sobre as Áreas de Preservação Permanente, observados os seguintes percentuais mínimos em relação à área do imóvel, excetuados os casos previstos no art. 68 desta Lei:

I - **localizado na Amazônia Legal:**

- a) 80% (oitenta por cento), no imóvel situado em área de florestas;
- b) 35% (trinta e cinco por cento), no imóvel situado em área de cerrado;
- c) 20% (vinte por cento), no imóvel situado em área de campos gerais;

II - **localizado nas demais regiões do País:** 20% (vinte por cento).” (BRASIL, 2012)

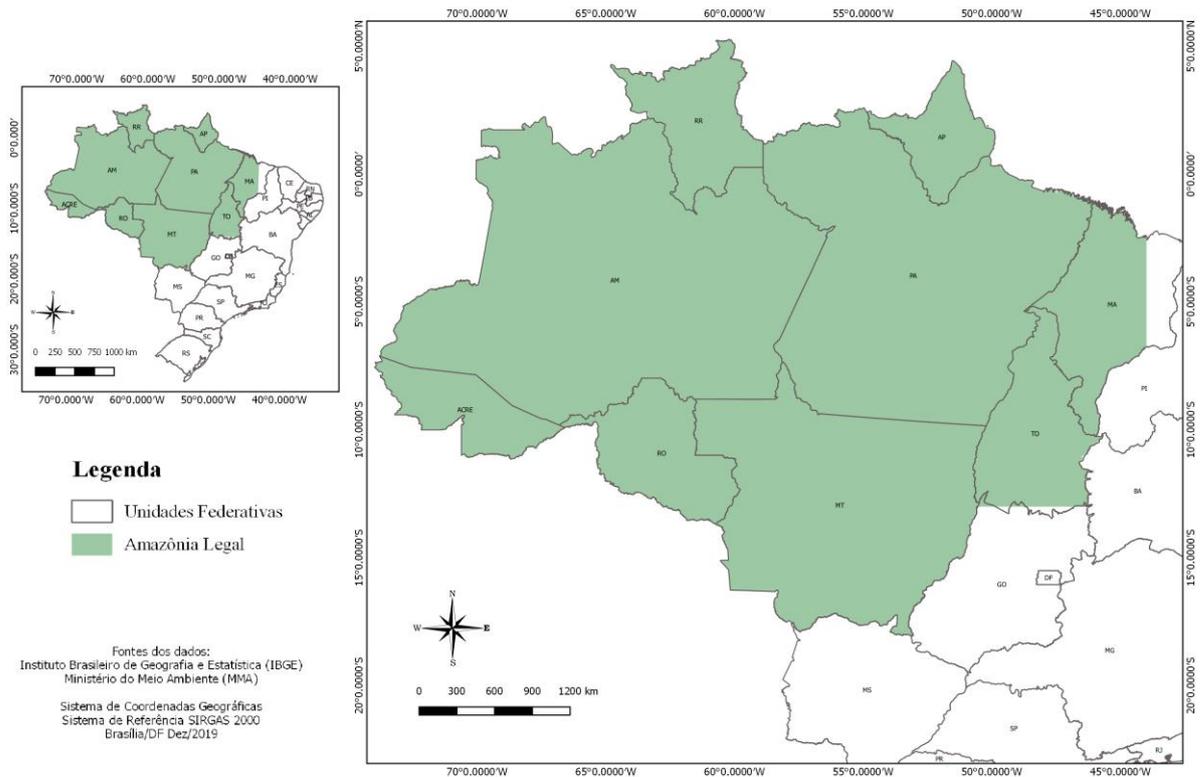


Figura 1.1. Localização da Amazônia Legal Brasileira.

Fonte: Elaboração própria.

Vale informar que a Amazônia Legal cobre cerca de 60% do território brasileiro e foi definida, em 1953, para propósitos de planejamento regional, apresentando características estruturais e econômicas diferentes do restante do Brasil, principalmente por abrigar a maior floresta tropical do mundo. Contudo, apesar da predominância da floresta tropical amazônica, existem também outros biomas, como o Cerrado e o Pantanal, apresentando grande variação de fitofisionomias (CARVALHO; DOMINGUES, 2016).

Conforme apresentado anteriormente, têm-se, em decorrência da regra geral imposta pela norma federal, critérios definidores do percentual mínimo de área a ser protegida como Reserva Legal, que variam, para imóveis rurais localizados na Amazônia Legal, de acordo com as formações fitofisionômicas floresta, cerrado e campo.

Além disso, a norma federal prevê a possibilidade de redução ou ampliação desses percentuais mínimos, conforme disposto nos § 4º e 5º do art. 12 e no art. 13:

“ Art. 12. [...]

§ 4º Nos casos da alínea a do inciso I, o poder público poderá reduzir a Reserva Legal para até 50% (cinquenta por cento), para fins de recomposição, quando o Município tiver mais de 50% (cinquenta por cento) da área ocupada por unidades de conservação da natureza de domínio público e por terras indígenas homologadas.

§ 5º Nos casos da alínea a do inciso I, o poder público estadual, ouvido o Conselho Estadual de Meio Ambiente, poderá reduzir a Reserva Legal para até 50% (cinquenta por cento), quando o Estado tiver Zoneamento Ecológico-Econômico aprovado e mais de 65% (sessenta e cinco por cento) do seu território ocupado por unidades de conservação da natureza de domínio público, devidamente regularizadas, e por terras indígenas homologadas.

[...]

Art. 13. Quando indicado pelo Zoneamento Ecológico-Econômico - ZEE estadual, realizado segundo metodologia unificada, o poder público federal poderá:

I - reduzir, **exclusivamente para fins de regularização**, mediante recomposição, regeneração ou compensação da Reserva Legal de imóveis com área rural consolidada, situados em área de floresta localizada na Amazônia Legal, para até 50% (cinquenta por cento) da propriedade, excluídas as áreas prioritárias para conservação da biodiversidade e dos recursos hídricos e os corredores ecológicos;

II - ampliar as áreas de Reserva Legal em até 50% (cinquenta por cento) dos percentuais previstos nesta Lei, para cumprimento de metas nacionais de proteção à biodiversidade ou de redução de emissão de gases de efeito estufa.” (BRASIL, 2012, **grifo nosso**)

Cabe ressaltar que o art. 13 prevê a redução do percentual mínimo somente nos casos em que não se tenha área suficiente de vegetação nativa para atender ao mínimo exigido pelo art. 12, prevendo mecanismos de regularização da área, mediante recomposição e/ou regeneração da vegetação nativa, ou compensação da Reserva Legal, para os casos de imóveis rurais com área rural consolidada. Por outro lado, prevê a possibilidade de ampliação das áreas de Reserva Legal, para cumprimento de metas nacionais de proteção à biodiversidade ou de redução de emissão de gases de efeito estufa (BRASIL, 2012).

O tamanho do imóvel rural também é um dos parâmetros eleitos pelo legislador para determinar uma exceção à regra geral trazida pelo art. 12, trazida pelo art. 67, cuja implementação exige diversas informações locais e temporais, restringindo-se esta exceção às pequenas propriedades e posses rurais, conforme art. 67:

“Art. 67. Nos imóveis rurais que detinham, em 22 de julho de 2008, área de até 4 (quatro) módulos fiscais e que possuam remanescente de vegetação nativa em percentuais inferiores ao previsto no art. 12, a Reserva Legal será constituída com a área ocupada com a vegetação nativa existente em 22 de julho de 2008, vedadas novas conversões para uso alternativo do solo.” (BRASIL, 2012)

Importante destacar que, ao diminuir as exigências legais para recomposição e conservação ambiental nas pequenas propriedades rurais, gerando conformidade legal a essas áreas, a Lei nº 12.651/2012 aproxima conceitualmente a adequação ambiental da viabilidade econômica dessas áreas (BARRETTO *et al.*, 2013). Machado (2016) argumenta que esse tratamento diferenciado se coaduna com diversas outras políticas governamentais implementadas para incentivar e incrementar a participação da agricultura familiar na produção agrícola nacional, tanto por meio de fomento como por meio da criação de regulamentações e normatizações específicas para o setor, sendo uma forma de estimular sua competitividade e reduzir a sua fragilidade social e econômica.

No entanto, alguns autores criticam a adoção do módulo fiscal como unidade de medida definidora de regimes jurídicos diferentes a imóveis rurais na Lei nº 12.651/2012, tendo em vista sua função estar associada prioritariamente à necessidade da existência de regras para taxações e cálculo de impostos, não a políticas associadas à proteção da vegetação nativa (NASCIMENTO; GOMES; ARAÚJO, 2015).

O módulo fiscal é uma figura jurídica prevista na Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964, para determinar um parâmetro mínimo de extensão das propriedades rurais, o qual indique sua viabilidade como unidade produtiva, dependendo da sua localização (NASCIMENTO; GOMES; ARAÚJO, 2015). O valor do módulo fiscal é fixado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) para cada município, que varia de 5 a 110 hectares no Brasil, levando-se em conta: (a) o tipo de exploração predominante no município (hortifrutigranjeira, cultura permanente, cultura temporária, pecuária ou florestal); (b) a renda obtida no tipo de exploração predominante; (c) outras explorações existentes no município que, embora não predominantes, sejam expressivas em função da renda ou da área utilizada; e (d) o conceito de "propriedade familiar". Conforme esclarecem aqueles autores, “utilizando o conceito de módulo fiscal, uma propriedade de cem hectares aproveitáveis pode ser considerada pequena, média ou grande dependendo do município”.

A Instrução Normativa nº 02, de 06 de maio de 2014, do Ministério do Meio Ambiente, que dispõe sobre os procedimentos para a integração, execução e compatibilização do Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR) e define os procedimentos gerais do Cadastro Ambiental Rural (CAR), apresenta, para os efeitos daquela Instrução, o conceito de imóvel rural, conforme segue:

“Para os efeitos desta Instrução Normativa, entende-se por:

I - imóvel rural: o prédio rústico de área contínua, qualquer que seja sua localização, que se destine ou possa se destinar à exploração agrícola, pecuária, extrativa vegetal, florestal ou agroindustrial, conforme disposto no inciso I do art. 4º da Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, podendo ser caracterizado como:

- a) pequena propriedade ou posse: com área de até 4 (quatro) módulos fiscais, incluindo aquelas descritas nos termos do inciso V do art. 3º da Lei nº 12.651, de 2012;
- b) média propriedade ou posse: com área superior a 4 (quatro) até 15 (quinze) módulos fiscais;
- c) grande propriedade ou posse: com área superior a 15 (quinze) módulos fiscais; (...)” (MMA, 2014)

Além desses dispositivos, a Lei também previu outra exceção aos percentuais mínimos estabelecidos no art. 12, resultando em mais um cenário no qual a aplicação da Lei ocorre de forma casuística, em função da determinação temporal de supressão da vegetação

nativa ocorrida considerando a legislação pretérita associada a essas áreas (SPAROVEK *et al.*, 2011; BRASIL, 2012), conforme art. 68:

“Art. 68. Os proprietários ou possuidores de imóveis rurais que realizaram supressão de vegetação nativa respeitando os percentuais de Reserva Legal previstos pela legislação em vigor à época em que ocorreu a supressão são dispensados de promover a recomposição, compensação ou regeneração para os percentuais exigidos nesta Lei.” (BRASIL, 2012).

Em outras palavras, esse artigo elimina a obrigação de recomposição da vegetação nativa convertida para uso alternativo do solo quando a conversão ocorreu de acordo com o permitido segundo a lei vigente à época, sendo um dos mais controversos dispositivos da Lei nº 12.651/2012 em termos de implementação, cujos efeitos ainda não são conhecidos (TAVARES *et al.*, 2019).

Tendo em vista as diversas prescrições que podem definir o percentual da Reserva Legal, a delimitação dessas áreas deverá ser instituída casuisticamente, proposta pelo detentor do imóvel rural, cuja localização deverá buscar o melhor interesse ambiental (AMADO, 2012), cabendo ao órgão estadual competente, ou instituição por ele habilitada, aprovar sua localização (BRASIL, 2012). Sobre a localização da Reserva Legal, merece destaque a passagem da Lei que determina os critérios para sua alocação no interior do imóvel rural, bem como a definição do órgão responsável pela sua aprovação:

“Art. 14. A localização da área de Reserva Legal no imóvel rural deverá levar em consideração os seguintes estudos e critérios:
 I - o plano de bacia hidrográfica;
 II - o Zoneamento Ecológico-Econômico
 III - a formação de corredores ecológicos com outra Reserva Legal, com Área de Preservação Permanente, com Unidade de Conservação ou com outra área legalmente protegida;
 IV - as áreas de maior importância para a conservação da biodiversidade; e
 V - as áreas de maior fragilidade ambiental.
 § 1º O órgão estadual integrante do Sisnama ou instituição por ele habilitada deverá aprovar a localização da Reserva Legal após a inclusão do imóvel no CAR, conforme o art. 29 desta Lei. [...]” (BRASIL, 2012).

Observa-se que, para que a reserva legal seja capaz de alcançar sua finalidade, houve uma preocupação do legislador em compatibilizar a Reserva Legal com outros instrumentos de políticas públicas, com vistas a identificar o melhor interesse ambiental para alocação da área (SANTOS; BERTOLLA, 2019). A indicação de que a alocação das Reservas Legais deve considerar o plano de bacia hidrográfica indica que, além da questão da conservação dos recursos biológicos, a proteção dos recursos hídricos é um aspecto relevante. A compatibilização com os Zoneamentos Ecológico-Econômicos dos estados aponta para o fato de que a localização das reservas legais deve considerar as especificidades e os interesses locais. A indicação para que a alocação das Reservas Legais observe a proximidade de outras

Reservas Legais e de outras áreas legalmente protegidas demonstra a preocupação com os aspectos apontados pelas pesquisas na área da ecologia da paisagem (RANIERI, 2004).

Na prática, durante a declaração do imóvel rural no Cadastro Ambiental Rural, o proprietário da área deve indicar se o imóvel rural possui Reserva Legal averbada, ou aprovada e não averbada, e, em caso negativo, deverá propor a localização da Reserva Legal, a qual será analisada pelo órgão competente, observando-se aqueles estudos e critérios previstos na Lei (BRASIL, 2012). A análise da Reserva Legal de cada imóvel rural, a fim de determinar o percentual mínimo e o cumprimento da legislação aplicável para cada caso concreto, será um desafio para os órgãos competentes (SPAROVEK *et al.*, 2011), elevando o aspecto institucional a uma das questões mais relevantes que devem ser consideradas nas estratégias de conservação da natureza em terras privadas (DOREMUS, 2003; WESTERN, 1989 apud RANIERI, 2004).

A delimitação da Reserva Legal do imóvel rural no CAR representa um avanço na forma de analisar o cumprimento da legislação, outrora associada precipuamente a meios analógicos, que não foram suficientes para controle e monitoramento ambiental (LAUDARES; SILVA; BORGES, 2014). Sobre esse aspecto, estudos realizados antes da criação do CAR, em 2012, indicam a ausência de dados sistemáticos sobre o número de imóveis rurais e a sua proporção que mantem Reserva Legal (BACHA, 2005; DELALIBERA *et al.*, 2008).

Por essa razão, o CAR é apontado por especialistas como o instrumento capaz de permitir que o poder público gerencie os recursos florestais, ao possibilitar o diagnóstico do cumprimento da legislação florestal e da regularidade ambiental dos imóveis rurais, o fomento à formação de corredores ecológicos e a conciliação entre as atividades produtivas e a conservação ambiental, sendo uma importante ferramenta para a tomada de decisões quanto às políticas públicas de promoção do desenvolvimento sustentável, de forma especialmente ágil e rápida (LAUDARES; SILVA; BORGES, 2014; PIRES, 2013 apud MACHADO, 2016).

1.3. A estrutura da paisagem e a alocação da Reserva Legal no interior do imóvel rural

Conforme preconiza o Código Florestal, a área de Reserva Legal tem como objetivo conservar a biodiversidade e os processos ecológicos, estabelecendo, aquela Lei, a limitação de uso daquela área para possibilitar o alcance de suas finalidades. Tendo em vista o mencionado anteriormente, por meio do art. 14 da Lei nº 12.651/2012, observa-se uma preocupação do legislador em compatibilizar a Reserva Legal com outros instrumentos de políticas públicas:

“Art. 14. A localização da área de Reserva Legal no imóvel rural deverá levar em consideração os seguintes estudos e critérios:

I - o plano de bacia hidrográfica;

II - o Zoneamento Ecológico-Econômico

III - a formação de corredores ecológicos com outra Reserva Legal, com Área de Preservação Permanente, com Unidade de Conservação ou com outra área legalmente protegida;

IV - as áreas de maior importância para a conservação da biodiversidade; e

V - as áreas de maior fragilidade ambiental.

§ 1º O órgão estadual integrante do Sisnama ou instituição por ele habilitada deverá aprovar a localização da Reserva Legal após a inclusão do imóvel no CAR, conforme o art. 29 desta Lei. [...]” (BRASIL, 2012).

Lino e Dias (2004) ressaltam que a observação desses critérios, previamente à tomada de decisão de implantação das Reservas Legais, pode ser crucial não só para a proteção do remanescente de vegetação nativa em si, como também para a conservação dos ecossistemas da paisagem onde se encontra.

Turner e Gardner (1991) definem paisagem como uma área espacialmente heterogênea onde três características fundamentais devem ser consideradas: estrutura, função e alterações. A estrutura diz respeito às relações espaciais entre os diferentes elementos da paisagem (tamanho, quantidade, formas e configurações); a função se refere à interação entre os elementos espaciais (por exemplo, fluxo de energia, fluxo gênico, etc.); e a alteração a transformações de áreas compostas por elementos interativos da paisagem.

Tendo em vista as Reservas Legais serem fragmentos de ecossistemas naturais (ou próximos de um estado natural) inseridos, em geral, no contexto de paisagens alteradas pelo homem para atividades agrícolas, e que o objetivo desse instrumento está relacionado diretamente com a conservação dos ecossistemas naturais (RANIERI, 2004), estudos e conceitos nas áreas de Ecologia da Paisagem e da Biologia da Conservação podem apoiar a tomada de decisão para alocação dessas áreas no interior dos imóveis rurais.

Muitas definições para “fragmento” são encontradas na literatura, como nos trabalhos de Harris e Silva-Lopez (1992), Primack e Rodrigues (2006), Saunders, Hobbs e Margules (1991), e Viana e Pinheiro (1998). Ranieri (2004), em seu trabalho sobre acerca de critérios para localização e aspectos de gestão das áreas de Reserva Legal, adotou o conceito de fragmento como qualquer área de vegetação natural contínua ao redor da qual predominem outros tipos de uso do solo (campos agrícolas, pastagens, estradas, cidades etc.)

Lino e Dias (2004) informam que a estrutura e a dinâmica da fragmentação da paisagem, entendida como a ruptura da continuidade de uma determinada unidade de paisagem que apresenta melhores qualidades para uma ou um conjunto de populações, resultando em mudanças na composição e diversidade das comunidades (METZGER, 1999),

variam em função de fatores como o histórico de perturbação, a forma dos fragmentos, o tipo de vizinhança e o seu grau de isolamento, de forma que a paisagem fragmentada apresenta uma série de características que a diferenciam da paisagem contínua da qual se originou e, dependendo daqueles fatores, pode sofrer maior ou menor alteração (SCHELHAS; GREENBERG, 1996).

Para Ranieri (2004), os índices relativos à estrutura da paisagem que permitem a comparação de diferentes paisagens ao longo do tempo, correlacionando com os processos ecológicos são: a área dos fragmentos, o isolamento dos fragmentos, e a conectividade dos habitats. Os estudos relacionados a esses parâmetros podem ser incorporados em planos de recuperação e de manejo de paisagens degradadas (REX; MALANSON, 1990; LI, 2000), sendo importantes indicadores do controle e da manutenção dos ecossistemas (FORMAN, 2014).

No que se refere ao primeiro parâmetro (área dos fragmentos), quanto maior a extensão dos fragmentos florestais, maior a possibilidade de existência de áreas centrais não influenciadas pela borda, as quais possuem o condão de abrigar espécies dependentes de habitats inalterados. Ainda, a forma geométrica do fragmento pode estar relacionada com a intensidade de perturbação antrópica na paisagem (FORMAN; GODRON, 1986; FORMAN, 1995; PICKETT; KEVIN, 1997), em função do efeito de borda, que é o local onde se iniciam grande parte dos processos ligados à fragmentação florestal, pela alteração na luminosidade, na temperatura, na velocidade de vento, entre outros (LAURANCE, 1991; TABARELLI; MANTOVANI; PERES, 1999).

O segundo parâmetro – grau de isolamento do fragmento – é outro indicador estrutural da perda de diversidade na paisagem, o qual pode dificultar ou impedir o influxo (migração) de animais, pólen e sementes, impossibilitando o fluxo gênico (TABANEZ; VIANA; DIAS, 1992). De acordo com AZEVEDO (2017), a noção básica que se opõe ao isolamento florestal é a de conectividade, que é definida por Metzger (2003) como sendo a capacidade de uma paisagem em facilitar os fluxos biológicos.

Conforme apresentado no trabalho de Luiz (2014), na abordagem estrutural da ecologia da paisagem, é possível representar a paisagem por três elementos: manchas, corredores e matriz, os quais seguem representados esquematicamente na *Figura 1.2*. Esses elementos são facilmente observados em paisagens fragmentadas, onde restaram pequenas manchas de remanescentes florestais em uma paisagem onde hoje predominam atividades agrícolas e pecuárias, como é o caso de grande parte do Bioma Cerrado.

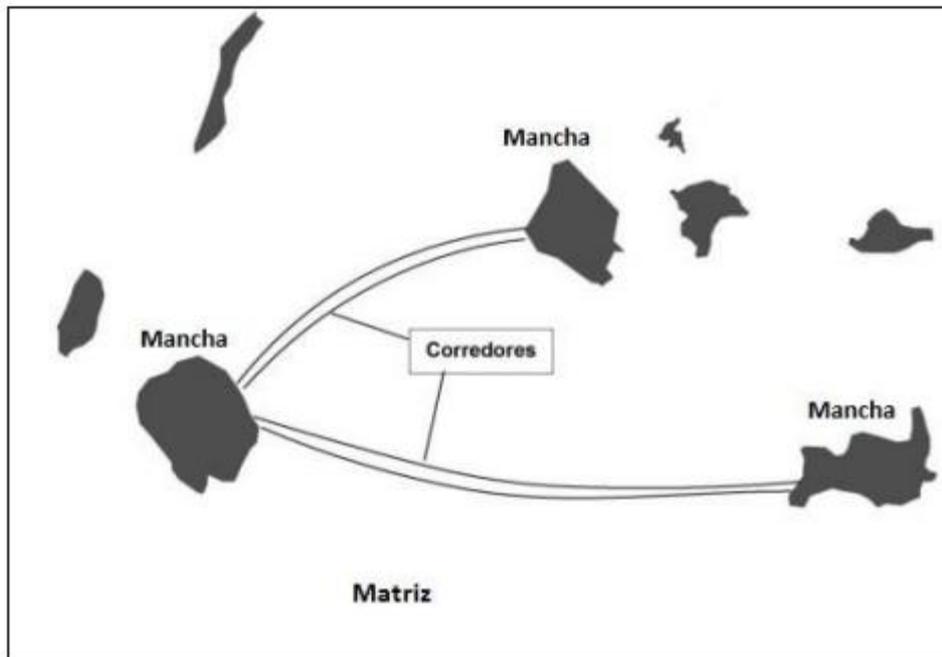


Figura 1.2 Modelo mancha, corredor e matriz.

Fonte: LUIZ (2014), adaptado de Lang e Blaschke (2009).

As manchas são coberturas não-lineares e homogêneas que se distinguem em aparência da vizinhança, podendo variar conforme tamanho, forma, tipo, heterogeneidade e topologia. Estão inseridas na matriz e sua origem pode estar relacionada a aspectos como perturbações provocadas por elementos naturais ou interferências humanas, podendo ser remanescentes de perturbações ou oriundas de regeneração (FORMAN; GODRON, 1986 apud LUIZ, 2014). O tamanho da mancha refere-se à dimensão em área, e influencia os níveis de energia, nutrientes disponíveis e o número, tipo e fluxo de espécies. A forma da mancha guarda relação direta com o efeito de borda uma vez que a relação entre a área interna e a borda influencia diversas características ecológicas. Parte-se do pressuposto que as áreas mais próximas à borda da mancha são mais influenciadas por efeitos externos, e que por esse motivo, no seu setor interno, predominam condições ecológicas que conservam as condições mais parecidas com as condições originais e que favorecem a conservação do fragmento florestal (LUIZ; FARIA; ESCADA, 2019).

As mudanças de cobertura da terra interferem nas manchas de vegetação alterando sua dimensão e forma, tendo, como consequência, o aumento da distância entre as manchas de uma matriz, culminando num processo de fragmentação. Nesse contexto, a conectividade é mantida pelos Corredores Ecológicos, os quais correspondem às estruturas lineares homogêneas que se diferem da vizinhança e conectam pelo menos dois fragmentos anteriormente unidos (SCHWAIDA *et al.*, 2018). Os corredores têm o papel de facilitar os

fluxos (hídricos e biológicos), reduzir os riscos de extinção local, favorecer as colonizações, fomentar o suplemento de habitat, de refúgio nas ocorrências de perturbações e facilitar a propagação de algumas perturbações (METZGER, 2001). A matriz é o elemento mais extenso e conectado da paisagem, e, portanto, desempenha um papel dominante em seu funcionamento, possuindo, geralmente, contornos que enclausuram os demais elementos da paisagem (FORMAN; GODRON, 1986 apud LUIZ, 2014).

Os parâmetros estruturais podem ser representados por índices obtidos por métodos quantitativos, permitindo a comparação de diferentes paisagens, identificando mudanças ao longo do tempo e relacionando padrões com processos ecológicos (McGARIGAL *et al.*, 2002; TURNER, 1989), podendo ser utilizados como suporte para tomada de decisões, como por exemplo, para a formação de corredores ecológicos e identificação de manchas para conservação, subsidiando estratégias de conservação da biodiversidade e dos recursos hídricos em locais fortemente dominados por agroecossistemas.

Para fins de alocação de áreas de Reserva Legal, deve-se buscar promover a proteção de fragmentos remanescentes de vegetação nativa, o incremento das áreas desses fragmentos, a melhoria da conectividade estrutural entre eles, entre outros aspectos, considerando outras áreas protegidas na paisagem, como outras Reservas Legais, Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação da Natureza.

Por fim, Ranieri (2004) ressalta que essa análise também deve considerar a realidade político, social e institucional da região, a qual impõe limitações para a realização plena do cenário ideal do ponto de vista técnico-científico. Nesse sentido, no que se refere à gestão da Reserva Legal, a adoção de um recorte baseado nas divisões administrativas de atuação do órgão gestor dos recursos florestais mostra-se mais adequada quando comparada com outras possibilidades.

1.4. Regularização ambiental da Reserva Legal

Conforme apresentado nas seções anteriores, a Lei nº 12.651/2012 e, por conseguinte, os decretos e as instruções normativas que o regulamentaram, estabelecem as regras gerais vigentes sobre a proteção e o uso das florestas e das demais formas de vegetação nativa, bem como os instrumentos necessários à regularização ambiental de imóveis rurais (CHIAVARI; LOPES, 2016). Embora todos estes imóveis rurais estejam sujeitos às mesmas obrigações, aquela Lei instituiu regras diferenciadas para as pequenas propriedades ou posses rurais.

Para estar em conformidade com o Código Florestal, a primeira obrigação de todo proprietário ou possuidor rural é a inscrição do imóvel rural no Cadastro Ambiental Rural. Além de comprovar a propriedade ou a posse do imóvel rural, é necessário fornecer planta georreferenciada contendo o perímetro do imóvel rural e informando a localização das áreas remanescentes de vegetação nativa, das APP, das áreas de uso restrito (AUR), das áreas rurais consolidadas⁶ e, caso existente, da Reserva Legal (BRASIL, 2012). A partir dessas informações, será possível fazer o diagnóstico acerca da conformidade do imóvel rural com as exigências do Código Florestal.

No que se refere à área de Reserva Legal, ao identificar um passivo ambiental de cumprimento da legislação florestal, a partir do diagnóstico das características ambientais do imóvel rural, a regularização ambiental pode seguir dois caminhos diferentes. Se a ocupação irregular em área de Reserva Legal se deu após 22 de julho de 2008, ou se ocorreu antes, mas não há atividade agrossilvipastoril consolidada, como é o caso de áreas abandonadas, a adequação será feita sem os benefícios previstos para as áreas rurais consolidadas. Para estes casos, a lei não especifica detalhadamente o procedimento de regularização, apenas estabelece a suspensão imediata das atividades desempenhadas irregularmente nessas áreas e a obrigatoriedade de recomposição da vegetação suprimida (BRASIL, 2012). No entanto, se as áreas Reserva Legal foram utilizadas para o desempenho de atividades agrossilvipastoris antes de 22 de julho de 2008, então sua regularização seguirá regras especiais, mais benéficas, previstas nas disposições transitórias do Código Florestal, no âmbito de Programas de Regularização Ambiental (PRA) dos estados e do Distrito Federal.

De acordo com Chiavari e Lopes (2016), o processo de regularização ambiental de imóveis rurais depende, em primeiro lugar, da compreensão do complexo conjunto normativo que rege a matéria florestal. Embora pareça evidente que a lei deva estabelecer de forma clara e precisa como as regras devem ser cumpridas, este não é o caso da Lei no 12.651/2012. A estrutura, a linguagem, o desenho e o conteúdo das regras do novo Código Florestal são resultados de um consenso entre diferentes interesses e, por isso, muitas vezes são incompreensíveis ao destinatário da norma.

Sobre a matéria, dispõem Schenkel e Medeiros (2016) que a análise da evolução do Código Florestal demonstra que, além da fragilidade no sistema de fiscalização e monitoramento, as sucessivas mudanças nas regras sobre as Reservas Legais geraram

⁶ De acordo com a Lei nº 12.651/2012, a área rural consolidada é a 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.

incertezas e insegurança jurídica que contribuíram para sua inobservância. Ainda segundo aqueles autores, a morosidade na implantação e efetivação do CAR e a insegurança gerada com a não disponibilização dos PRA nos prazos legais estabelecidos criam um cenário propício para a reedição de conflitos gerados pela resistência histórica ao cumprimento das normas referentes à proteção da vegetação nativa.

A regularidade ambiental da Reserva Legal deve ser analisada sob três critérios. O primeiro refere-se ao percentual mínimo da área do imóvel rural a ser destinado a Reserva Legal, exigido pela legislação. O segundo refere-se à manutenção da cobertura de vegetação nativa na área destinada à Reserva Legal. E o terceiro refere-se à sua alocação no interior do imóvel rural.

No que se refere ao primeiro critério, a complexidade de aplicação da Lei nº 12.651/2012 e do monitoramento de seu cumprimento reside na variação prescritiva da norma, que define regimes jurídicos diferentes associados à localização do imóvel rural no País. Conforme apresentado na seção 1.2, os percentuais de Reserva Legal estão estabelecidos, regra geral, no art. 12, que, em relação à localização do imóvel rural, em função da Amazônia Legal, podem variar de 20 a 80%. No entanto, diversos dispositivos admitem a alteração desses percentuais, em função da área ocupada por Unidades de Conservação da natureza de domínio público e por terras indígenas homologadas no município, ou no estado (art. 12, § 4º e 5º), à definição em Zoneamento Ecológico-Econômico Estadual (Art. 13), ao tamanho do imóvel rural e à vegetação nativa existente em 22 de julho de 2008 (Art. 67), e às leis vigentes quando da supressão de vegetação nativa (Art. 68).

Gonçalves (2018) defende que as instabilidades no percentual das áreas de reservas legais, por meio da legislação, afloram uma situação de ilegalidade, de inconstância e de diversas interpretações legislativas. De fato, administrativamente, identificar qual regime jurídico se aplica a cada imóvel rural é um desafio posto aos órgãos e instituições competentes pela análise e aprovação dessas áreas. Para além disso, dar escala a essa análise, tendo em vista os mais de 6 milhões de imóveis rurais atualmente inscritos no Cadastro Ambiental Rural, demandará tempo, recursos e priorização dessa agenda nas instâncias de governo federal, estaduais e distrital.

Pacheco *et al.* (2017) informam que uma quantidade substancial de imóveis rurais apresenta Reserva Legal abaixo dos percentuais estabelecidos pela lei, citando o trabalho de Azevedo, Stabile e Reis (2015) que, em 2014, identificou que 65% das propriedades rurais no Mato Grosso apresentavam algum nível de déficit de Reserva Legal. Outros estudos quantificaram o passivo ambiental da Reserva Legal e seus aspectos econômicos, os quais

revelam déficit de Reserva Legal ao longo do território nacional (SPAROVEK *et al.*, 2010; SPAROVEK, 2012; STICKLER *et al.*, 2013; SOARES-FILHO *et al.*, 2014).

Sobre esse cenário, um dos mecanismos previstos na Lei nº 12.651/2012 para regularizar as áreas de Reserva Legal no que se refere ao percentual mínimo previsto no Art. 12 é por meio da compensação da Reserva Legal, para os casos de imóveis rurais não disponham de vegetação nativa para compor o mínimo da Reserva Legal, e cujo desflorestamento tenha ocorrido antes de 22 de julho de 2008, ou seja, que possuam área rural consolidada. Esse mecanismo permite que o déficit de Reserva Legal de uma propriedade seja compensado em outras propriedades rurais de mesmo bioma, e cuja vegetação natural exceda os percentuais mínimos exigidos pela lei. No entanto, se o desmatamento ocorreu após julho de 2008, a compensação não é uma opção (BRASIL, 2012), devendo o detentor do imóvel rural buscar outros meios para compor sua Reserva Legal.

A regularização da Reserva Legal por meio da compensação pode ser feita mediante a) aquisição de Cota de Reserva Ambiental (CRA) provinda de excedente de Reserva Legal, de vegetação existente em propriedade com até quatro módulos fiscais ou em propriedade no interior de Unidade de Conservação da natureza, que ainda não tenha sido desapropriada; b) arrendamento de área sob regime de servidão ambiental; ou c) cadastramento de outra área em imóvel de mesma titularidade (BRASIL, 2012).

De acordo com os trabalhos de Irigaray (2007), Pacheco *et al.* (2017) e Sparovek *et al.* (2012), essa modalidade se mostra economicamente interessante para os possuidores de déficit de RL que desejam se regularizar e é a alternativa preferida entre eles, tendo em vista que a compensação é um mecanismo que permite a redução dos custos de adequação devido à redução nos custos de oportunidade para os produtores rurais (BERNASCONI; ROMEIRO, 2011; BERNASCONI, 2013). Constitui assim, um instrumento econômico de criação de mercado, na medida em que envolve remuneração de um proprietário a outro por meio de compra ou arrendamento de áreas com cobertura de vegetação nativa (SPAROVEK *et al.*, 2012). Além disso, segundo Ranieri (2004), tal alternativa cria para o órgão governamental responsável pelo planejamento e gerenciamento de florestas e demais formas de vegetação natural situadas em terras privadas a possibilidade de vislumbrar cenários de ocupação das áreas rurais nos quais as reservas legais possam ser estabelecidas em locais mais adequados do ponto de vista da conservação dos diversos atributos ambientais. Dessa forma, não sendo mais as divisas das propriedades o fator limitante, o órgão governamental pode considerar para a análise das áreas prioritárias para a conservação na forma de reservas legais um recorte territorial que abranja várias propriedades.

Além do percentual mínimo que deve ser observado a título de Reserva Legal, deve o proprietário ou possuidor rural manter a área com cobertura de vegetação nativa, sendo esse o segundo critério de análise da regularidade ambiental da Reserva Legal. Nos casos em que não se tenha área suficiente de vegetação nativa para atender ao mínimo exigido, e o detentor deseja manter a área de Reserva Legal no interior do imóvel rural, a Lei prevê mecanismos de regularização da área mediante recomposição e/ou regeneração da vegetação nativa (BRASIL, 2012).

Por fim, o último critério para se avaliar a regularidade ambiental da Reserva Legal refere-se à sua alocação no interior do imóvel rural. Conforme citado na seção 1.2 deste Capítulo, a localização da área de Reserva Legal no imóvel rural deverá levar em consideração os seguintes estudos e critérios: o plano de bacia hidrográfica; o Zoneamento Ecológico-Econômico; a formação de corredores ecológicos com outra Reserva Legal, com Área de Preservação Permanente, com Unidade de Conservação ou com outra área legalmente protegida; as áreas de maior importância para a conservação da biodiversidade; e as áreas de maior fragilidade ambiental (BRASIL, 2012).

Conforme apresentado na seção 1.3 deste Capítulo, parâmetros estruturais da paisagem podem auxiliar a entender a espacialização de fragmentos na paisagem, seus graus de conectividade e a aplicação desses princípios na formulação e na solução dos problemas, sendo úteis em diferentes etapas do planejamento do uso da terra e do estabelecimento de estratégias de conservação da biodiversidade (McGARIGAL *et al.*, 2002; TURNER, 1989). Esses parâmetros podem subsidiar a tomada de decisão acerca da localização da Reserva Legal, subsidiando a proteção de fragmentos remanescentes de vegetação nativa, o incremento das áreas desses fragmentos, a melhoria da conectividade estrutural entre eles, entre outros aspectos, considerando outras áreas protegidas na paisagem, como outras Reservas Legais, Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação da Natureza.

1.5. Conclusão

Este Capítulo apresentou uma revisão bibliográfica com vistas a caracterizar o instituto Reserva Legal no contexto das estratégias de conservação da natureza em imóveis rurais privados, apresentando a forma como esse instrumento vem sendo aplicado no Brasil e o arcabouço legal que estabelece seu regime jurídico, assim como o arranjo institucional governamental que tutela o estabelecimento dessas áreas e a manutenção da vegetação nativa em seu interior.

Essas informações subsidiam as análises que apresentadas nos Capítulos 2 e 3, subsequentes, os quais apresentam, respectivamente, o diagnóstico do cumprimento da legislação ambiental no que se refere à área mínima a ser destinada à Reserva Legal em imóveis rurais localizados no Cerrado brasileiro, utilizando as áreas delimitadas de Reserva Legal no Cadastro Ambiental Rural, e a análise estrutural da paisagem do Distrito Federal, no que se refere aos fragmentos de vegetação nativa mapeados no âmbito do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (MapBiomass), e sua relação com as áreas de Reserva Legal dos imóveis rurais daquela unidade federativa.

Pela análise realizada, observou-se que o Brasil conta com um aparato legislativo de grande importância voltado para a conservação dos recursos naturais e monitoramento da vegetação nativa em áreas privadas. No entanto, apenas a existência do arcabouço jurídico não garante sua efetividade (MEDEIROS, 2006), de forma que a histórica falta de mecanismos de controle e monitoramento da vegetação nativa tem contribuído para a exploração predatória da vegetação nativa no Brasil (HIRAKURI, 2003). Segundo SOUZA *et al.* (2019), o grande desafio do monitoramento dessas áreas está sob o aspecto técnico e econômico, pois os critérios de delimitação dessas áreas exigem informações detalhadas da unidade espacial em análise.

Dessa forma, reitera-se a contribuição do trabalho de Ranieri (2004) acerca da governança do processo de regularização ambiental de imóveis rurais. Ressalta, esse autor, que as análises discutidas ao longo desse Capítulo devem considerar a realidade político, social e institucional da região, a qual impõe limitações para a realização plena do cenário ideal do ponto de vista técnico-científico. No que se refere à gestão da Reserva Legal, a adoção de um recorte baseado nas divisões administrativas de atuação do órgão gestor dos recursos florestais mostra-se mais adequada quando comparada com outras possibilidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J.; SANQUETTA, C. R.; UGAYA, C. Identificação de Áreas Prioritárias para Recuperação da Mata Ciliar na UHE Salto Caxias. **Espaço Energia**, v. 3, p. 6–20, 2005.

Disponível em: <<http://www.espacoenergia.com.br/edicoes/3/003-01.pdf>>.

ANDRADE, D. C. Modelagem e valoração de serviços ecos-sistêmicos: uma contribuição da Economia Ecológica. Tese (Doutorado) – Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas, 2010.

ANDRADE, Daniel Caixeta et al. Dinâmica do uso do solo e valoração de serviços ecossistêmicos: notas de orientação para políticas ambientais. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 25, 2012.

BACHA, C. J. C. EFICÁCIA DA POLÍTICA DE RESERVA LEGAL NO BRASIL. **Teoria e Evidência Econômica**, v. 13, n. 25, p. 9–27, 2005.

BARRETTO, A. G. O. P. et al. Efeitos da aplicação do novo Código Florestal sobre o pequeno produtor e a viabilidade ambiental da agricultura familiar. **Ganhar tempo é possível?**, p. 233, 2013.

BERNASCONI, P. Custo-efetividade ecológica da compensação de reserva legal entre propriedades no estado de São Paulo. 2013.

BERNASCONI, P.; ROMEIRO, A. R. A compensação como instrumento para alocação de Reserva Legal: estudo de caso no município de Marcelândia-MT. **Anais do IX Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica: " Políticas Públicas e a perspectiva da economia ecológica. Brasília**, 2011.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>.

CARVALHO, Terciane Sabadini; DOMINGUES, Edson Paulo. Projeção de um cenário econômico e de desmatamento para a Amazônia Legal brasileira entre 2006 e 2030. **Nova Economia**, v. 26, n. 2, p. 585-621, 2016.

CHIAVARI, J.; LOPES, C. L. Os caminhos para a regularização ambiental: decifrando o Novo Código Florestal. 2016.

AZEVEDO, T. S. O USO DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL NA RESTAURAÇÃO DA

CONECTIVIDADE ESTRUTURAL DA PAISAGEM: UM ESTUDO DE CASO PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO CORRÉGO DAS POSSES, EXTREMA-MG. **Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 15, n. 2, p. 78–112, 2017.

DELALIBERA, H. C. et al. Legal reserve allocation in rural properties: from the cartesian to the holistic. / Alocação de reserva legal em propriedades rurais: do cartesiano ao holístico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 3, p. 286–292, 2008.

Disponível em:

<<http://proxying.lib.ncsu.edu/index.php?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=lah&AN=20083123432&site=ehost-live&scope=site%5Cnhttp://www.agriambi.com.br/%5Cnemail:lama1@uepg.br>>.

DIAS, B. F. de S. Conservação da Biodiversidade no Bioma Cerrado: histórico dos impactos antrópicos no Bioma Cerrado. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. (Ed.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. p. 303–333.

FALKENMARK, M. et al. **Water, a reflection of land use: options for counteracting land and water mismanagement**. [s.l.: s.n.]

FASIABEN, M.; ROMEIRO, Ademar Ribeiro; MAIA, Alexandre Gori. Reserva legal florestal: uma leitura sob a ótica da economia ecológica. In: Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 5., 2010, Florianópolis. Anppas 10 anos: avaliando os desafios teóricos e as novas agendas públicas.[SI]: ANPPAS, 2010., 2010.

FEISTAUER, D. et al. USO DE INDICADORES BASEADOS NA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA PARA ANÁLISE DE PROPRIEDADES RURAIS FAMILIARES DA AMAZÔNIA. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 1, p. 249, 31 mar. 2017.

Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/26463>>. Acesso em: 30 nov. 2019.

FORMAN, R. T. **Land Mosaics: The ecology of landscapes and regions (1995)**. [s.l.] Springer, 2014.

FORMAN, R. TT and M. Godron(1986). **Landscape Ecology**. New York, John Wiley & Sons, 1988.

GONÇALVES, J. S. A evolução da proteção da Reserva Florestal Legal no Brasil e a

- segurança jurídica. **Direito Ambiental e Sociedade**, v. 8, n. 1, p. 237–264, 2018.
- GUAPYASSÚ, M.S., HARDT, L. P. A. Avaliação de Fragilidade Ambiental: Uma Nova Abordagem Metodológica para Unidades de Conservação de Uso Indireto em Áreas Urbanas. **Floresta e Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 55–67, 1998.
- GUIDOTTI, V. et al. Números detalhados do novo código florestal e suas implicações para os PRAs. **Sustentabilidade em debate**, n. 5, p. 1–11, 2017.
- HARRIS, L. D.; SILVA-LOPEZ, G. Forest fragmentation and the conservation of biological diversity. In: **Conservation biology**. [s.l.] Springer, 1992. p. 197–237.
- HIRAKURI, S. R. **Can law save the forest?: lessons from Finland and Brazil**. 2003.
- IBGE, C. de R. N. e E. A. (ed.). **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250.000**. Rio de Janeiro: Relatórios metodológicos (IBGE), ISSN 0101-2843, 2019. v. 45
- IRIGARAY, C. T. J. H. Compensação de reserva legal: limites à sua implementação. **Criação de Capa: Armando de Lima Sardinha Imagem da Capa: Clayton Ferreira Lino**, p. 53, 2007.
- LAUDARES, S. S. de A.; SILVA, K. G. da; BORGES, L. A. C. Cadastro Ambiental Rural: uma análise da nova ferramenta para regularização ambiental no Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 31, p. 111–122, 2014.
- LAURANCE, W. F. Edge effects in tropical forest fragments: application of a model for the design of nature reserves. **Biological conservation**, v. 57, n. 2, p. 205–219, 1991.
- LEEMANS, R.; GROOT, R. S. de. **Millennium Ecosystem Assessment: Ecosystems and human well-being: a framework for assessment**. Washington/Covelo/London: Island Press (Millenium assessment contribution), 2003.
- LI, B.-L. Fractal geometry applications in description and analysis of patch patterns and patch dynamics. **Ecological Modelling**, v. 132, n. 1–2, p. 33–50, 2000.
- LINO, C. F.; DIAS, H. **Águas e florestas da Mata Atlântica: por uma gestão integrada**. [s.l.] Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 2004.
- LUIZ, C. H. P. **Modelagem da cobertura da terra e análise da influência do reflorestamento na transformação da paisagem: Bacia do Rio Piracicaba e Região**

Metropolitana do Vale do Aço. 2014. Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

LUIZ, C. H. P.; FARIA, S. D.; ESCADA, M. I. MODELAGEM DA EXPANSÃO DO REFLORESTAMENTO COM EUCALIPTO E EFEITOS NA ESTRUTURA DA PAISAGEM. **Mercator (Fortaleza)**, v. 18, 2019.

MACHADO, L. de A. O cadastro ambiental rural e as cotas de reserva ambiental no novo código florestal: uma análise de aspectos legais essenciais para a sua implementação. 2016.

MAGALHÃES, R. J. F. et al. O valor do serviço de proteção de mananciais. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 24, n. 5, p. 1049–1060, out. 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522019000501049&tlng=pt>. Acesso em: 30 nov. 2019.

MARQUES, E. M.; RANIERI, V. E. L. Determinantes da decisão de manter áreas protegidas em terras privadas: o caso das reservas legais do Estado de São Paulo. **Ambiente & sociedade**, v. 15, n. 1, p. 131–145, 2012.

MEDEIROS, R. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 9, n. 1, p. 41–64, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2006000100003&lng=pt&tlng=pt>.

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. Como restaurar conectividade de paisagens fragmentadas? **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**, 2003.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, v. 1, n. 1–2, p. 1–9, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032001000100006&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 15 mar. 2020.

METZGER, J. P. et al. Por que o Brasil precisa de suas Reservas Legais. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 17, n. 3, p. 104–116, 1 jul. 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2530064419301750>>. Acesso em: 29 fev. 2020.

MORAES, L. C. S. **Código Florestal comentado.** São Paulo: Atlas, 2002.

NASCIMENTO, M. M.; GOMES, L. J.; ARAÚJO, H. M. O uso do módulo fiscal como parâmetro na Lei de Proteção da Vegetação Nativa brasileira. **Scientia Plena**, v. 11, n. 5, p. 1–10, 2015.

45132012000300013&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 30 out. 2018.

OLIVEIRA, F. S. **Diagnóstico dos fragmentos florestais e das Áreas de Preservação Permanente no entorno do Parque Nacional do Caparaó, no estado de Minas Gerais**. 2006.

PACHECO, R. et al. REGULARIZATION OF LEGAL RESERVE DEBTS: PERCEPTIONS OF RURAL PRODUCERS IN THE STATE OF PARÁ AND MATO GROSSO IN BRAZIL. **Ambiente & Sociedade**, v. 20, n. 2, p. 181–200, jun. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2017000200181&lng=en&tlng=en>. Acesso em: 2 mar. 2020.

PICKETT, Steward TA; ROGERS, Kevin H. Patch dynamics: the transformation of landscape structure and function. In: **Wildlife and landscape ecology**. Springer, New York, NY, 1997. p. 101-127.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. Biologia da conservação. In: **Biologia da conservação**. [s.l.: s.n.]

RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. de. **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. [s.l.] Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2005.

RANIERI, V. E. L. **Reservas legais: critérios para localização e aspectos de gestão**. 2004. 2004. Disponível em: <[http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-16102009-170059/publico/tese_Victor_Ranieri_2004.pdf%5Cn\(In:%5Cn31.01.10\)>](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-16102009-170059/publico/tese_Victor_Ranieri_2004.pdf%5Cn(In:%5Cn31.01.10)>)>.

REX, K. D.; MALANSON, G. P. The fractal shape of riparian forest patches. **Landscape Ecology**, v. 4, n. 4, p. 249–258, 1990.

SANTOS, M. P. dos; BERTOLLA, L. M. de A. A RESERVA LEGAL SOB A ÓTICA DA FUNÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA PROPRIEDADE. **Revista Jurídica**, v. 2, n. 4, p. 168–192, 2019. Disponível em: <<http://revistajuridica.fadep.br/index.php/revistajuridica/article/view/97>>.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. Biological consequences of

ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, v. 5, n. 1, p. 18–32, 1991.

Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s10592-016-0811-z>>
<<http://aob.oxfordjournals.org/lookup/doi/10.1093/aob/mcv145>>.

SAVIAN, M. et al. Cadastro Ambiental Rural: Experiência e potencialidades para a gestão agroambiental. In: SAMBUICHI, R. H. R. et al. (Ed.). **Políticas agroambientais e sustentabilidade : desafios, oportunidades e lições aprendidas**. [s.l.: s.n.]p. 105–124.

SCHELHAS, J.; GREENBERG, R. S. **Forest patches in tropical landscapes**. [s.l.] Island press, 1996.

SCHENKEL, A. de C.; MEDEIROS, J. de D. Regularização de passivos decorrentes das infrações ao regime de área de preservação permanente na lei de proteção da vegetação nativa. **Biotemas**, v. 29, n. 1, p. 155–167, 2016. Disponível em:

<<http://proxying.lib.ncsu.edu/index.php?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=lah&AN=20163081513&site=ehost-live&scope=site>>
<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/2175-7925.2016v29n1p155/31237>>
email: j.d.medeir>.

SCHWAIDA, S. F. et al. CHALLENGES AND STRATEGIES ON IMPLEMENTING AN ECOLOGICAL CORRIDOR BETWEEN PROTECTED AREAS IN CERRADO BIOME.

Revista Árvore, v. 41, n. 6, 14 jun. 2018. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622017000600211&lng=en&tlng=en>. Acesso em: 8 dez. 2019.

SOARES-FILHO, B. et al. Cracking Brazil ' s Forest Code. **Science**, v. 344, n. April, p. 363–364, 2014.

SOUZA, J. M. F. et al. Avaliação dos conflitos no uso da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Lamarão, Distrito Federal. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 2, p. 950, 30 jun. 2019.

Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/4784>>. Acesso em: 24 nov. 2019.

SPAROVEK, G. et al. Brazilian agriculture and environmental legislation: Status and future challenges. **Environmental Science and Technology**, v. 44, n. 16, p. 6046–6053, 2010.

SPAROVEK, G. et al. A revisão do Código Florestal brasileiro. **Novos Estudos - CEBRAP**, n. 89, p. 111–135, mar. 2011. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-

33002011000100007&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 1 dez. 2019.

SPAROVEK, G. et al. The revision of the Brazilian Forest Act : increased deforestation or a historic step towards balancing agricultural development and nature conservation ? The revision of the Brazilian Forest Act : increased deforestation or a historic step towards balanc. **Environmental Science & Policy**, n. February, p. 65–72, 2012.

SPAROVEK, G. Caminhos e escolhas na revisao do Código Florestal: quando a compensação compensa? **Visão agrícola**, v. 10, p. 25–28, 2012.

SPAROVEK, G. et al. Effects of governance on availability of land for agriculture and conservation in Brazil. **Environmental science & technology**, v. 49, n. 17, p. 10285–10293, 2015.

STICKLER, C. M. et al. Defending public interests in private lands: Compliance, costs and potential environmental consequences of the Brazilian Forest Code in Mato Grosso. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 368, n. 1619, p. 7–9, 2013.

STRASSBURG, B. B. N. et al. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 4, p. 99, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41559-017-0099>>.

TABANEZ, A. A. J.; VIANA, V. M.; DIAS, A. da S. Consequências da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de planalto. **Programa e Resumos**, 1992.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W.; PERES, C. A. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeastern Brazil. **Biological conservation**, v. 91, n. 2–3, p. 119–127, 1999.

TAMBOSI, L. R. et al. Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. **Estudos Avançados**, v. 29, n. 84, p. 151–162, ago. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142015000200151&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 2 nov. 2018.

TAVARES, P. A. et al. Unfolding additional massive cutback effects of the Native Vegetation Protection Law on Legal Reserves, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 19, n. 4, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-

06032019000400501&tlng=en>. Acesso em: 30 nov. 2019.

TUCCI, C. E. M.; CLARKE, R. T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos - RBRH**, v. 2, p. 135–152, 1997. Disponível em: <<http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2016/12/impacto-das-mudanças-cobertura-vegetal-no-escoamento.pdf>>.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos Introdução Resultados e Discussão. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 67–75, 2010. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/pt/abstract?article+bn01110042010>>.

TURNER, M. G.; GARDNER, R. H. **Quantitative methods in landscape ecology the analysis and interpretation of landscape heterogeneity**. [s.l: s.n.]

VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. tabela 1, p. 25–42, 1998.

VITALLI, P. D. L.; ZAKIA, M. J. B.; DURIGAN, G. Considerações sobre a legislação correlata à zona-tampão de unidades de conservação no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 12, n. 1, p. 67–82, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2009000100006&lng=pt&tlng=pt>.

2. REGULARIDADE AMBIENTAL DAS ÁREAS DE RESERVA LEGAL DO CERRADO BRASILEIRO

2.1. Introdução

O bioma Cerrado ocupa cerca de 23,3% do território brasileiro, com 1.983.017 km² (IBGE, 2019b), uma área semelhante à ocupada pela Europa Ocidental (DEL-CLARO *et al.*, 2019), concentrando um terço da biodiversidade nacional, além de 5% da fauna e flora mundiais (MYERS *et al.*, 2000; DIAS, 2008). Por ocupar a porção central do País, faz limite com todos os demais biomas, exceto o bioma Pampa, com áreas de transição sob a forma de ecótonos ou encraves (ALENCAR *et al.*, 2019; MACEDO *et al.*, 2019; VIEIRA *et al.*, 2019). Em termos de fitofisionomias, apresenta formações florestais e campestres, sendo que, nestas, a Savana é a formação mais expressiva (RIBEIRO; WALTER, 1998; ROCHA *et al.*, 2018; IBGE, 2019b).

Além de sua relevância global para a conservação da biodiversidade (MYERS *et al.*, 2000; STRASSBURG *et al.*, 2017; ROQUETTE, 2018; COSTA-COUTINHO *et al.*, 2019; FRANÇOSO *et al.*, 2019), a região do Cerrado é também importante para o desenvolvimento econômico do Brasil, em função de políticas de ocupação para a região central do País que, desde a década de 1970, promoveram incentivos ao desenvolvimento da pecuária e da agricultura (MIRANDA; BUSTAMANTE; MIRANDA, 2003; SILVA *et al.*, 2006; SANO *et al.*, 2008; OLIVEIRA; FERREIRA; ARAÚJO, 2012; BAYMA *et al.*, 2015; KAUFFMAN, 2019). Somente no terceiro trimestre de 2019, o Produto Interno Bruto brasileiro da agropecuária somou cerca de R\$ 79,7 bilhões (IBGE, 2019a), sendo o bioma Cerrado o abrigo do principal polo de expansão da produção agropecuária no País (IBGE, 2019b).

Em função da expressividade da atividade agropecuária na região, a cobertura natural do Cerrado vem sendo amplamente modificada pela ação antrópica, resultando na eliminação de parte da cobertura vegetal nativa do bioma e na fragmentação da maioria dos seus habitats naturais, acarretando, dentre outras consequências, elevadas perdas de biodiversidade e aumento nas taxas de erosão dos solos e de assoreamento de mananciais (SILVA *et al.*, 2006; ROCHA *et al.*, 2018; FRANÇOSO *et al.*, 2019; IBGE, 2019b). Essas alterações, combinadas com a alta incidência de espécies endêmicas na área, contribuíram para que o bioma fosse elencado como um dos 25 *hotspots* de conservação da biodiversidade do planeta (MYERS *et al.*, 2000; STRASSBURG *et al.*, 2017; COSTA-COUTINHO *et al.*, 2019).

Uma vez que apenas 8,21% do território do Cerrado é legalmente protegido por unidades de conservação (MMA, 2019), e a predominância do domínio das terras do Cerrado

é privada (COSTA-COUTINHO *et al.*, 2019), as áreas de Reserva Legal assumem um papel de destaque como ferramenta para a conservação de vegetação nativa (TAVARES *et al.*, 2019). 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 (BRASIL, 2012), as áreas de Reserva Legal representam uma oportunidade de aprimorar a gestão do patrimônio ambiental do Cerrado.

Segundo Souza *et al.* (2019), o grande desafio do monitoramento dessas áreas está sob os aspectos técnico e econômico, pois os critérios de delimitação exigem informações detalhadas da unidade espacial em análise, dificultando tanto o cumprimento da legislação pelos detentores de imóveis rurais quanto a fiscalização por parte do Poder Público (RIBEIRO *et al.*, 2005). Em decorrência, tem-se um cenário em que a implementação da política, e não exatamente o conteúdo de seu arcabouço legal, tem sido o gargalo de sua efetividade (HIRAKURI, 2003; RIBEIRO *et al.*, 2005; MEDEIROS, 2006; SPAROVEK *et al.*, 2011; SOUZA *et al.*, 2019b).

Tendo em vista as dificuldades inerentes ao processo de monitoramento ambiental, as análises apoiadas por ferramentas de geoprocessamento possibilitam a avaliação de grandes extensões de áreas com custos reduzidos (ROCHA; ROSA, 2008). Essa ferramentas são fundamentais para monitoramento e modelagem das práticas de manejo sustentável do uso da terra, além de compor bases científicas para o planejamento, conservação, desenvolvimento e melhoria da paisagem (FERRAZ; VETTORAZZI, 2003).

A disponibilidade de dados também é um fator que sempre dificultou o levantamento objetivo do cumprimento da legislação florestal. Em 2003, em seu trabalho de avaliação do cumprimento da legislação acerca da Reserva Legal no Brasil, Oliveira e Bacha relataram a ausência de dados sistemáticos do número de imóveis rurais existentes no País, e sua proporção que mantém Reserva Legal. A partir dos dados disponíveis à época, aqueles autores apontaram que o percentual dos imóveis rurais que declararam possuir Reserva Legal, no Brasil, era abaixo de 10%, e os que a cumprem não mantêm a área mínima definida em Lei.

A partir da publicação da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, essa avaliação passou a ser possível a partir da utilização dos dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR), implantado em 2014, que reúne um mosaico das informações ambientais declaradas pelos detentores de imóveis rurais (BRASIL, 2012), representando um avanço na forma de analisar o cumprimento da legislação, outrora associada precipuamente a meios analógicos, que se demonstraram insuficientes para controle e monitoramento ambiental (LAUDARES; SILVA;

BORGES, 2014; MACHADO, 2016). Com o uso das informações disponíveis no CAR, é possível realizar estudos associados ao planejamento ambiental e à conservação da biodiversidade (SCHWAIDA *et al.*, 2018), e realizar o planejamento de ações futuras.

Considerando a importância que as áreas de Reserva Legal assumem em um contexto de paisagens alteradas e as possibilidades de diagnóstico do cumprimento da legislação florestal a partir de dados do CAR, o presente Capítulo apresenta um estudo de caso cujo objetivo é analisar o estado atual do cumprimento da legislação florestal acerca da Reserva Legal, no que se refere aos percentuais mínimos a serem mantidos a título de Reserva Legal previstos no Art. 12 da Lei nº 12.651/2012, em imóveis rurais localizados no bioma Cerrado, utilizando, como referência, as informações conceituais e legais apresentadas no Capítulo 1 deste trabalho.

2.2. Materiais e Métodos

2.2.1. Área de Estudo

A área de estudo incluiu todos os imóveis rurais privados localizados dentro do bioma Cerrado, registrados no Sistema de Cadastro Ambiental Rural. O bioma Cerrado é o segundo maior bioma em extensão no Brasil, com 1.983.017 km², ou 198.301.800 hectares, ocupando cerca de 23,3% do território nacional (IBGE, 2019b). Está inserido em parte ou totalmente em 13 das 27 Unidades da Federação, incluindo o Distrito Federal, estendendo-se desde as fronteiras do sul da floresta amazônica até áreas periféricas nos estados do sul de São Paulo e Paraná

(

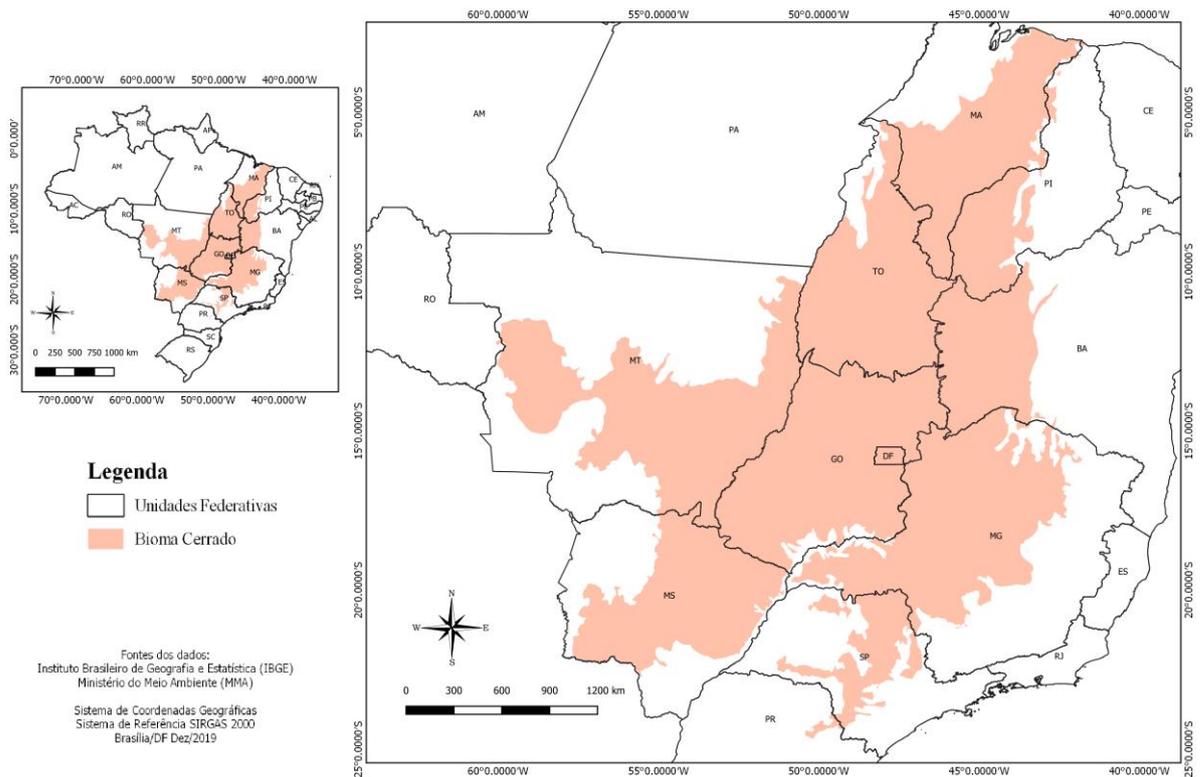


Figura 2.1).

Devido à grande variação de altitude (300m a 1.600m) e a enorme quantidade de nascentes que partem em várias direções, o bioma Cerrado é conhecido como “berço das águas”, contribuindo para a formação de quatro importantes bacias hidrográficas, sendo elas: Bacia Platina, Bacia do São Francisco, Bacia Araguaia-Tocantins e Bacia Amazônica (BASTOS; FERREIRA, 2010; LIMA, 2011; COSTA-COUTINHO *et al.*, 2019; SOUZA *et al.*, 2019a).

O bioma Cerrado é composto por diversas fitofisionomias, como Matas de Galerias, Matas Secas, Cerradão, Veredas, Campos Rupestres e Campos úmidos, mas, predominantemente, a cobertura vegetal é constituída pelas formações da Savana (RIBEIRO; WALTER, 1998; BASTOS; FERREIRA, 2010; DEL-CLARO *et al.*, 2019). Essas variações são determinadas, de uma forma geral, por fatores edáficos e topográficos, como a origem geológica, a profundidade do solo, a drenagem, a presença de concreções no perfil, a profundidade do lençol freático e a textura e fertilidade do solo (HARIDASAN, 1992; LEHMANN *et al.*, 2014; SOARES *et al.*, 2015; IBGE, 2019b).

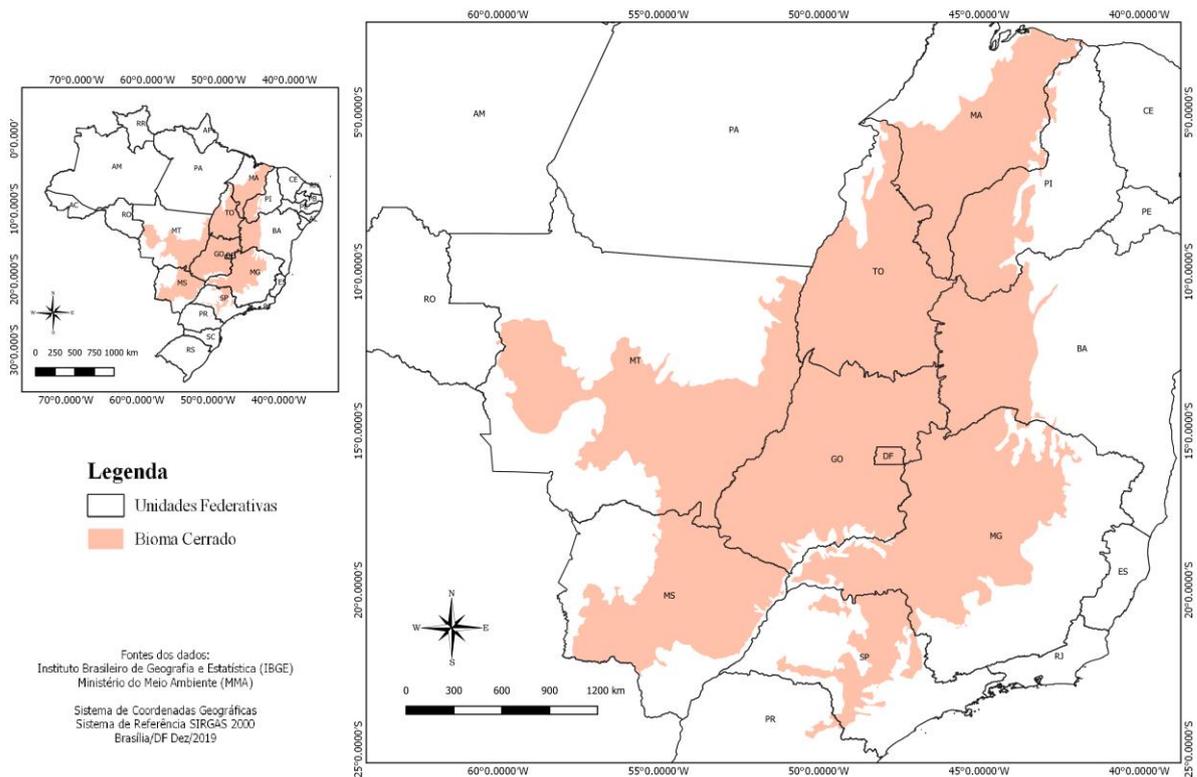


Figura 2.1 Localização do Bioma Cerrado, na região central do Brasil.

Fonte: Elaboração própria.

O clima é também apontado como determinante para a predominância dessas formações no bioma Cerrado, caracterizando-se como tropical quente sub-úmido, com apenas duas estações, uma seca e outra chuvosa. A precipitação varia entre 600 e 2200 mm anuais, com as áreas limítrofes com o bioma Caatinga e com o bioma Amazônia recebendo, respectivamente, os mais baixos e os mais altos volumes anuais de chuva. As temperaturas médias anuais variam entre 22°C e 27°C (IBGE, 2019b).

A frequente ocorrência do fogo também influencia e é influenciada pelas características do ambiente no bioma, embora considerado como fator secundário de modificação nas características fisionômicas do Cerrado, sendo sua existência natural indicadora da adaptação destes ambientes à sua ação (HARIDASAN, 1992; SILVA *et al.*, 2006, 2016; MACHADO *et al.*, 2008; COCHRANE *et al.*, 2009; ROQUETTE, 2018).

De acordo com dados do Ministério do Meio Ambiente (2019), 8,21% do território do Cerrado é legalmente protegido por unidades de conservação, enquanto no bioma Amazônia, esse percentual corresponde a 46% (STRASSBURG *et al.*, 2017). Se considerarmos a proteção sob a forma de Reserva Legal, têm-se os percentuais de 35% da área do imóvel rural para as áreas de Cerrado localizadas na Amazônia Legal, e de 20% para as demais áreas,

predominando este último, em contraposição às áreas de floresta da Amazônia Legal, a qual recebem a proteção de 80% da área do imóvel rural (BRASIL, 2012).

2.2.2. Materiais e Dados utilizados

A listagem das bases de dados utilizadas para execução deste estudo, no formato *shapefile*, assim como suas informações de fonte, escala e data, é apresentada na **Tabela 2.1**.

Tabela 2.1 Bases de dados utilizadas no estudo, com as informações de fonte, escala e data.

Base de Dados	Fonte	Escala	Data
Malha de Unidades da Federação	IBGE	1:250.000	30/4/2018
Biomias brasileiros	IBGE	1:250.000	30/10/2019
Limite da Amazônia Legal¹	Congresso Nacional	1:250.000	25/05/2012
Área declarada no CAR	SFB	1:50.000	31/12/2019
RL declarada no CAR	SFB	1:50.000	31/12/2019

¹ Adotou-se o conceito legal apresentado pela Lei nº 12.651/2012, que define a Amazônia Legal como “os Estados do Acre, Pará, Amazonas, Roraima, Rondônia, Amapá e Mato Grosso e as regiões situadas ao norte do paralelo 13° S, dos Estados de Tocantins e Goiás, e ao oeste do meridiano de 44° W, do Estado do Maranhão”.

Fonte: Elaboração própria.

A malha de Unidades da Federação foi obtida a partir da disseminação da divisão político-administrativa municipal do Brasil publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), agregada na unidade territorial “Unidades da Federação (UF)”, de acordo com a estrutura político-administrativa vigente em 30/04/2018, disponível no portal <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15774-malhas.html?=&t=sobre>.

A base de dados de biomas adotada refere-se ao mapa *Biomias e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250.000*, publicado pelo IBGE em 30/10/2019, disponível no portal: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/15842-biomias.html?=&t=acesso-ao-produto>.

A base de limites da Amazônia Legal foi obtida no portal <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>, em 30/09/2019, e segue o conceito legal apresentado pela Lei nº 12.651/2012, que define a Amazônia Legal como “os Estados do Acre, Pará, Amazonas, Roraima, Rondônia, Amapá e Mato Grosso e as regiões situadas ao norte do paralelo 13° S, dos Estados de Tocantins e Goiás, e ao oeste do meridiano de 44° W, do Estado do Maranhão”.

Os dados do Cadastro Ambiental Rural foram obtidos diretamente no banco de dados do Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), com autorização do Serviço Florestal Brasileiro (SFB), os quais também podem ser acessados por meio do portal <http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index>, compreendendo as informações públicas dos cadastros de imóveis rurais registrados no sistema em 31 de dezembro de 2019, nas situações ativos ou pendentes, excluindo-se os cadastros de imóveis rurais de assentamentos da reforma agrária e de territórios tradicionais de povos e comunidades tradicionais, assim como qualquer tipo de registro cancelado. As informações dos imóveis rurais utilizadas no estudo foram: *tipo de imóvel rural*, *situação do cadastro*, *perímetro do imóvel rural*, *área do imóvel rural* e *área de Reserva Legal* em qualquer de suas modalidades (“proposta”, “averbada” e “aprovada e não averbada”).

O sistema de referência (Datum) adotado para todas as bases de dados foi o SIRGAS2000, e sistema de coordenadas geográficas.

Foram utilizados os softwares *pgAdmin* e *QGIS Desktop 3.10.0*, para realizar, respectivamente, as extrações de dados no banco de dados do SICAR e a manipulação dos dados para análise e elaboração de mapas.

2.2.3. Análise

Inicialmente foram reunidos todos os dados utilizados no estudo, preparando-os para as análises subsequentes. As etapas realizadas desde a extração dos dados do banco de dados do SICAR até seu processamento, seguem abaixo descritas:

a) Extração de dados do banco de dados do SICAR: a extração foi feita a partir da execução de uma *query* diretamente no banco no SICAR, por meio do software *pgAdmin*, com conexão e credenciais para acesso, após autorização do SFB. Os temas extraídos foram *área do imóvel rural* e *área de Reserva Legal*, com as tabelas associadas, as quais reuniam atributos não espaciais associados a cada um dos temas e tinham como identificador único o número do registro do imóvel rural no CAR.

b) Preparação do dado extraído: os dados foram extraídos no formato GeoJSON, um formato padrão aberto projetado para representar recursos geográficos simples, juntamente com seus atributos não espaciais. Para possibilitar a manipulação em qualquer software de SIG, o GeoJSON foi convertido para o formato *shapefile*, que tem maior aceitação pela maioria dos softwares.

c) Delimitação da área de estudo: os resultados da extração contemplaram todo o território nacional. Uma vez convertidos para *shapefile*, eles foram submetidos a um recorte

somente para o bioma Cerrado, considerando a base de biomas disponibilizada pelo IBGE (2019). Utilizou-se a ferramenta do software QGIS Desktop 3.10.0 denominada “Unir atributos pela posição (*Spatial join*)”, por meio da qual foi possível identificar os cadastros que intersectam o bioma Cerrado, descartando os registros que não o intersectam. A função de intersecção identifica se limites ou interiores das geometrias comparadas se sobrepõem, o que, no caso concreto, possibilitou que mesmo imóveis rurais que não estejam integralmente contidos no bioma Cerrado, mas cujas áreas tocam a área ou limites do bioma, fossem selecionados para o presente estudo.

d) Identificação dos imóveis rurais localizados na Amazônia Legal: os resultados do recorte do tema *área do imóvel rural* foram então cruzados com a base de limites da Amazônia Legal, conforme conceito legal dessa área, utilizando-se a mesma ferramenta do software QGIS Desktop 3.10.0, para união espacial das duas camadas, com vistas a identificar os imóveis rurais que intersectam a área ou os limites da Amazônia Legal. No entanto, diferentemente da alínea anterior, os cadastros que não intersectam a Amazônia Legal foram mantidos, criando-se, então, novo atributo na tabela denominado Amz_L, inserindo o valor “0” para os imóveis rurais localizados totalmente fora da Amazônia Legal, e “1” para os imóveis rurais localizados dentro da Amazônia Legal, ou que tocam seus limites.

e) União de atributos das tabelas pelo valor do campo: as tabelas associadas aos temas *área do imóvel rural* e *área de Reserva Legal*, foram unidas no software QGIS Desktop 3.10.0, por meio da função “Unir atributos pelo valor do campo”, para compor uma tabela única com os atributos de cada cadastro relativos a: município, Unidade Federativa (UF), número do registro no CAR, área em hectare, área em módulo fiscal, tipo de imóvel rural, situação do cadastro, área de Reserva Legal e localização do imóvel rural em função da delimitação da Amazônia Legal. Considerando que todos os cadastros possuem as informações associadas ao tema *área do imóvel rural*, mas não necessariamente possuem informações associadas ao tema Reserva Legal, realizou-se a operação denominada “*Right Outer Join*”, que é uma seleção que não requer que todos os registros de uma tabela possuam registros equivalentes em outras, sendo mantidos todos os registros da tabela *área do imóvel rural*, mesmo quando não existam registros correspondentes na tabela *área de Reserva Legal*. A chave primária adotada para realização da junção foi o atributo relativo ao número do registro do imóvel rural no CAR.

f) Identificação da área mínima de Reserva Legal exigida pela legislação florestal, segundo o Art. 12 da Lei nº 12.651/2012: uma vez que foi possível identificar os imóveis rurais localizados dentro da Amazônia Legal, ou que toca seus limites, e aqueles

totalmente fora dessa área, calculou-se a área mínima de Reserva Legal exigida pelo art. 12 da Lei nº 12.651/2012 para cada imóvel rural, aplicando-se o percentual de 35% da área do imóvel rural quando localizado na Amazônia Legal, ou que toca seus limites, e de 20% da área do imóvel rural quando localizado fora da Amazônia Legal. Os resultados desses cálculos compõem a linha de base do presente estudo⁷. Posteriormente, os resultados foram sumarizados para cada UF, e distribuídos por classes de área do imóvel rural em módulos fiscais⁸.

g) Identificação da área de Reserva Legal delimitada no CAR pelos proprietários e possuidores rurais: com os dados unificados em uma única tabela foi possível identificar a área de Reserva Legal delimitada em cada imóvel rural e sumarizar as informações para cada UF e sua distribuição por classes de área do imóvel rural em módulos fiscais.

h) Análise da regularidade ambiental da Reserva Legal dos imóveis rurais em função do cumprimento do Art. 12 da Lei nº 12.651/2012: os dados de Reserva Legal delimitados no CAR pelos proprietários e possuidores rurais foram confrontados com a área mínima de Reserva Legal calculada para a linha de base levantada anteriormente. A análise da situação de regularidade ambiental da Reserva Legal desses imóveis rurais considerou os seguintes critérios:

- Quando a área delimitada de Reserva Legal for menor do que área mínima calculada para a linha de base, considera-se que há déficit de Reserva Legal, com necessidade de regularização ambiental;
- Quando a área delimitada de Reserva Legal for igual à área mínima calculada para a linha de base, considera-se que o imóvel rural se encontra regular em relação ao percentual mínimo exigido; e
- Quando a área delimitada de Reserva Legal for maior do que área mínima calculada para a linha de base, considera-se que o imóvel rural se encontra regular em relação ao percentual mínimo exigido, com excedente de Reserva Legal.

⁷ Esclarece-se que a adoção do percentual de 35% da área do imóvel rural a ser mantida como Reserva Legal para os imóveis do Cerrado na Amazônia Legal foi uma premissa estabelecida neste trabalho, mas que, necessariamente, deve ser entendida como uma aproximação da realidade, tendo em vista o Cerrado apresentar feições de floresta, savana e campos, o que afeta o percentual mínimo da área a ser mantida a título de Reserva Legal para casos concretos.

⁸ Foram adotados os seguintes critérios para distribuição de imóveis rurais por classes de área em módulos fiscais: a) pequena propriedade ou posse: com área de até quatro módulos fiscais; b) média propriedade ou posse: com área superior a quatro até quinze módulos fiscais; e c) grande propriedade ou posse: com área superior a quinze módulos fiscais.

i) Agrupamento dos resultados: após a análise dos dados considerando aqueles critérios, os resultados foram agrupados nas seguintes classes: (I): imóveis rurais sem nenhuma informação a respeito da Reserva Legal; (II) imóveis rurais que delimitaram área de Reserva Legal, mas não alcançaram os percentuais mínimos exigidos pelo Art. 12 da Lei nº 12.651/2012; (III) imóveis rurais que delimitaram exatamente a área mínima de Reserva Legal exigida naquele Artigo; e (IV): imóveis rurais que delimitaram uma área maior que a área mínima de Reserva Legal exigida naquele Artigo.

Para apresentar e sintetizar os resultados do presente estudo, apoiou-se em cálculos de estatística descritiva, os quais subsidiaram a discussão do trabalho.

2.3. Resultados e Discussão

Foram identificados 905.837 imóveis rurais cadastrados no CAR no bioma Cerrado, totalizando uma área de 161.913.816,42 ha. A

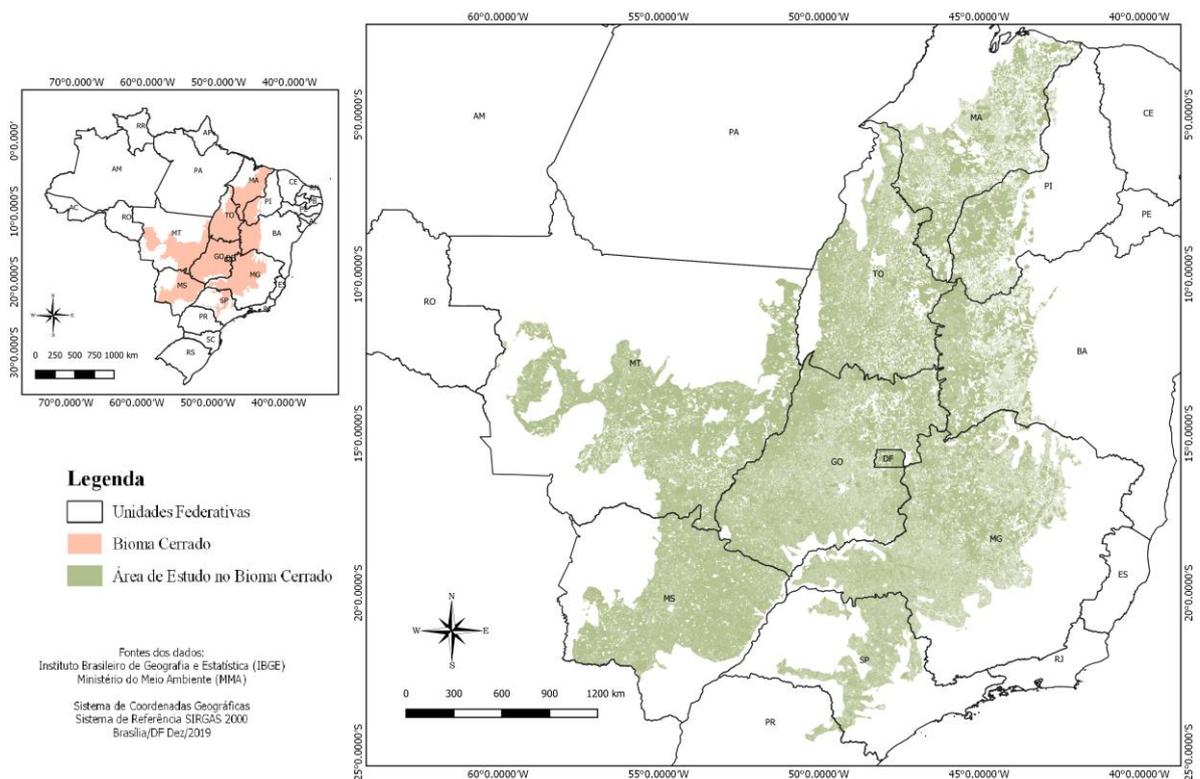


Figura 2.2 apresenta as áreas dos imóveis rurais nas Unidades Federativas que compõem o bioma, e a

Tabela 2.2 apresenta a distribuição desses imóveis rurais por UF, indicando os valores totais, médios, máximos e mínimos das áreas dos imóveis rurais.

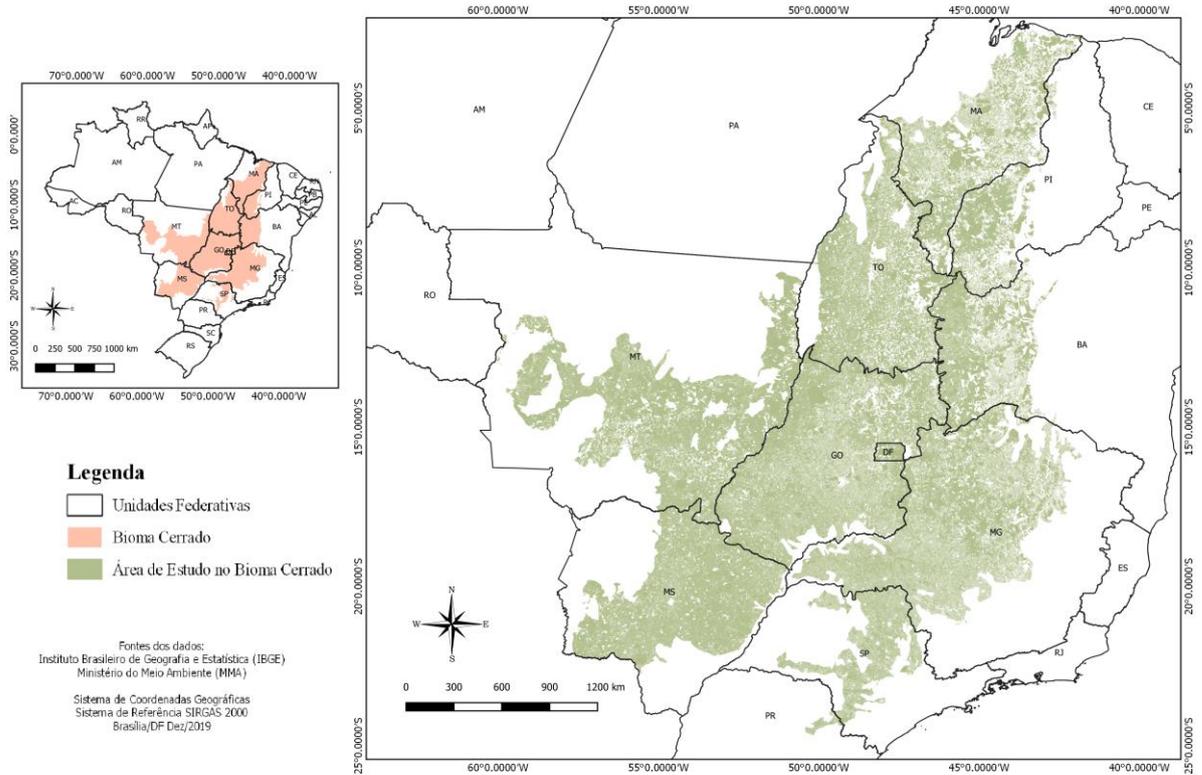


Figura 2.2 Área dos imóveis rurais nas Unidades Federativas que compõem o bioma Cerrado, analisados no presente estudo.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 2.2 Distribuição dos imóveis rurais analisados no presente estudo nas Unidades Federativas que compõem o bioma Cerrado, indicando os valores totais, médios, máximos e mínimos das áreas dos imóveis rurais.

UF	N _{IRU}	A _{IRU} (ha)	%A _{IRU} t	A _{medIRU} (ha)	A _{maxIRU} (ha)	A _{minIRU} (ha)
BA	46.758	7.986.764,76	4,93	170,81	82.911,34	1,0E ⁻⁰⁴
DF	14.346	682.906,64	0,42	47,60	16.397,99	7,0E ⁻⁰³
GO	163.742	28.852.480,71	17,82	176,21	130.698,25	1,0E ⁻⁰⁴
MA	95.980	12.907.696,10	7,97	134,48	71.942,47	3,2E ⁻⁰³
MG	286.971	27.192.137,06	16,79	94,76	140.337,10	1,0E ⁻⁰⁴
MS	44.884	21.802.954,50	13,47	485,76	133.042,40	3,0E ⁻⁰⁴
MT	48.930	30.422.522,16	18,79	621,76	141.990,08	6,0E ⁻⁰²
PA	3.428	929.338,64	0,57	271,10	54.824,04	6,3E ⁻⁰²
PI	78.779	8.750.431,17	5,40	111,08	119.606,97	4,0E ⁻⁰³
PR	1.404	367.393,14	0,23	261,68	15.182,66	3,3E ⁻⁰¹
RO	1.254	153.033,28	0,09	122,04	7.979,18	8,0E ⁻⁰²
SP	51.054	5.553.059,21	3,43	108,77	68.499,79	1,0E ⁻⁰⁴
TO	68.307	16.313.099,06	10,08	238,82	71.749,34	2,0E ⁻⁰⁴
Total	905.837	161.913.816,42	100,00%	178,74	141.990,08	1,0E⁻⁰⁴

N_{IRU}: Número de imóveis rurais; A_{IRU} (ha): Área dos imóveis rurais em hectares; %A_{IRU}t: percentual da área dos imóveis rurais em relação à área total dos imóveis rurais do estudo; A_{medIRU} (ha): Área média dos imóveis rurais; A_{maxIRU} (ha): Área máxima dos imóveis rurais; e A_{minIRU} (ha): Área mínima dos imóveis rurais.

Fonte: Elaboração própria.

Observa-se que, em termos de área, os estados Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Tocantins possuem as maiores representatividades na área deste estudo, em detrimento dos estados Pará e Rondônia, e do Distrito Federal.

A concentração da estrutura fundiária no bioma é evidenciada pelo agrupamento dos imóveis rurais em classes de área em módulos fiscais, para as pequenas, médias e grandes propriedades ou posses rurais conforme apresentado na **Tabela 2.3**.

Tabela 2.3 Distribuição dos imóveis rurais da área de estudo por classes de área em módulos fiscais.

Classes de área (módulos fiscais)	Imóveis rurais		Área total		A _{medIRU} (ha)
	N _{IRU}	%N _{IRUt}	A _{IRU} (ha)	% A _{IRUt}	
Pequena propriedade ou posse	751.635	82,98	30.483.454,45	18,83	40,56
Média propriedade ou posse	108.149	11,94	39.115.149,29	24,16	361,68
Grande propriedade ou posse	46.053	5,08	92.315.212,68	57,02	2.004,54
Total	905.837	100,0	161.913.816,42	100,0	178,74

N_{IRU}: Número de imóveis rurais; %N_{IRUt}: percentual do número de imóveis rurais em relação ao número total dos imóveis rurais do estudo; A_{IRU} (ha): Área dos imóveis rurais em hectares; % A_{IRUt}: percentual da área dos imóveis rurais em relação à área total dos imóveis rurais do estudo; e A_{medIRU} (ha): Área média dos imóveis rurais.

Fonte: Elaboração própria.

Destaca-se que a pequena propriedade ou posse rural, que possui até quatro módulos fiscais, representa 82,98% do número de imóveis rurais que fazem parte do estudo, e detém 18,83% da área total estudada, com uma área média de 40,56 ha, enquanto que a grande propriedade ou posse rural, aquela que possui acima de 15 módulos fiscais, representa 5,08% dos imóveis rurais estudados, e detém mais da metade da área total estudada (57,02%), com área média de 2,004,54 ha. A soma das áreas médias da grande e média propriedade ou posse rural representa 58,34 vezes o tamanho médio da pequena propriedade ou posse rural.

Resultado parecido foi apontado por Albuquerque Junior *et al.* (2019), em trabalho em que afirma o Brasil ser um dos países mais desiguais do mundo acerca da distribuição de terras. Aqueles autores levantaram que menos de 1% dos imóveis rurais com inscrição em cadastro fundiário do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) detinha, em 2003, mais de 30% de toda a área ocupada, enquanto 31,6% dos imóveis rurais inscritos ocupavam cerca 1,8% da área total.

Em termos de distribuição da estrutura fundiária por UF que compõe o bioma Cerrado, a **Tabela 2.4** apresenta o percentual do número de imóveis e da área para as pequenas, médias e grandes propriedades e posses rurais em relação ao número e área total dos imóveis rurais estudados, além da área média dos imóveis rurais.

Tabela 2.4 Estrutura fundiária dos imóveis rurais da área de estudo por unidade da federação, por classes de área dos imóveis rurais em módulo fiscal.

UF	Pequena propriedade ou posse					Média propriedade ou posse					Grande propriedade ou posse				
	N _{IRU}	%N _{IRU_t}	A _{IRU} (ha)	%A _{IRU_t}	A _{medIRU} (ha)	N _{IRU}	%	A _{IRU} (ha)	%	A _{medIRU} (ha)	N _{IRU}	%	A _{IRU} (ha)	%	A _{medIRU} (ha)
BA	41.034	4,53	1.059.742,50	0,65	25,83	3.954	0,44	2.011.097,21	1,24	508,62	1.770	0,20	4.915.925,05	3,04	2777,36
DF	11.906	1,31	52.535,66	0,03	4,41	1.382	0,15	52.974,45	0,03	38,33	1.058	0,12	577.396,53	0,36	545,74
GO	124.313	13,72	5.340.080,00	3,30	42,96	28.893	3,19	8.456.040,17	5,22	292,67	10.536	1,16	15.056.360,54	9,30	1429,04
MA	89.018	9,83	4.121.211,31	2,55	46,30	5.207	0,57	2.743.449,05	1,69	526,88	1.755	0,19	6.043.035,74	3,73	3443,32
MG	252.476	27,87	8.260.475,09	5,10	32,72	27.160	3,00	7.542.078,43	4,66	277,69	7.335	0,81	11.389.583,54	7,03	1552,77
MS	25.878	2,86	1.308.001,02	0,81	50,54	10.334	1,14	3.985.187,57	2,46	385,64	8.672	0,96	16.509.765,91	10,20	1903,80
MT	32.915	3,63	2.812.619,51	1,74	85,45	9.712	1,07	6.127.623,97	3,78	630,93	6.303	0,70	21.482.278,68	13,27	3408,26
PA	2.959	0,33	240.350,56	0,15	81,23	345	0,04	185.719,89	0,11	538,32	124	0,01	503.268,20	0,31	4058,61
PI	74.053	8,18	2.376.231,91	1,47	32,09	3.403	0,38	1.541.858,10	0,95	453,09	1.323	0,15	4.832.341,16	2,98	3652,56
PR	834	0,09	20.555,75	0,01	24,65	317	0,03	48.973,02	0,03	154,49	253	0,03	297.864,37	0,18	1177,33
RO	1.155	0,13	41.414,74	0,03	35,86	64	0,01	33.679,88	0,02	526,25	35	0,00	77.938,66	0,05	2226,82
SP	37.921	4,19	975.357,25	0,60	25,72	9.064	1,00	1.293.389,99	0,80	142,70	4.069	0,45	3.284.311,97	2,03	807,15
TO	57.173	6,31	3.874.879,16	2,39	67,77	8.314	0,92	5.093.077,56	3,15	612,59	2.820	0,31	7.345.142,34	4,54	2604,66
Total	751.635	82,98	30.483.454,45	18,83	40,56	108.149	11,94	39.115.149,29	24,16	361,68	46.053	5,08	92.315.212,68	57,02	2004,54

N_{IRU}: Número de imóveis rurais; %N_{IRU_t}: percentual do número de imóveis rurais em relação ao número total dos imóveis rurais do estudo; A_{IRU} (ha): Área dos imóveis rurais em hectares; %A_{IRU_t}: percentual da área dos imóveis rurais em relação à área total dos imóveis rurais do estudo; e A_{medIRU} (ha): Área média dos imóveis rurais.

Fonte: Elaboração própria.

Costa e Rosseto (2019), analisando o tamanho médio das propriedades rurais da região Centro-Oeste, em 2017, com dados do Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), destacaram a concentração de terras existentes em Mato Grosso, com 118.676 estabelecimentos rurais, distribuídos em 54.830.819 ha, em detrimento dos estados Mato Grosso do Sul, com 70.710 estabelecimentos rurais e área total de 29.159.983 ha; Goiás, com 152.089 estabelecimentos rurais e área total de 26.362.901 ha; e do Distrito Federal, com 5.246 estabelecimentos rurais e área total de 257.047 ha.

Para fins do cálculo da área mínima de Reserva Legal exigida pela legislação florestal, em seu art. 12, fez-se necessário identificar os imóveis rurais, e sua área correspondente, localizados na Amazônia Legal. Destaca-se que as áreas do bioma Cerrado nos estados Rondônia, Pará e Mato Grosso estão, por definição, integralmente localizadas na Amazônia Legal, enquanto os estados Goiás, Maranhão e Tocantins possuem áreas dentro e fora da Amazônia Legal. As demais Unidades da Federação – Bahia, Distrito Federal, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Piauí e São Paulo – encontram-se totalmente fora da área da Amazônia Legal.

A

Tabela 2.5 apresenta as informações de número e área dos imóveis rurais objeto deste estudo situados dentro e fora da Amazônia Legal, por unidade federativa que compõe o bioma Cerrado, assim como os resultados da área mínima de Reserva Legal para esses imóveis rurais, que compõem a linha de base do presente estudo, aplicando-se o percentual de 35% da área do imóvel rural quando localizado na Amazônia Legal, ou que toca seus limites, e 20% da área do imóvel rural quando localizado fora da Amazônia Legal.

Tabela 2.5 Informações de número e área dos imóveis rurais do presente estudo situados dentro da Amazônia Legal brasileira e área mínima de Reserva Legal correspondente, de acordo com o Art. 12 da Lei nº 12.651/2012, por unidade da federação

UF	Imóveis rurais localizados fora da Amazônia Legal ¹		Imóveis rurais localizados na Amazônia Legal		%AIRU na Amazônia Legal	ARL _{min} ^{2,3} (ha)
	NIRU	AIRU (ha)	NIRU	AIRU (ha)		
BA	46.758	7.986.764,76	---	---	---	1.597.352,95
DF	14.347	682.906,64	---	---	---	136.581,33
GO	163.304	28.367.969,82	438	484.510,89	1,68%	5.843.172,77
MA	32.473	2.940.869,34	63.507	9.966.826,75	77,2%	4.076.563,23
MG	286.971	27.192.137,06	---	---	---	5.438.427,41
MS	44.884	21.802.954,50	---	---	---	4.360.590,90
MT	---	---	48.930	30.422.522,16	100,0%	10.647.882,75
PA	---	---	3.428	929.338,64	100,0%	325.268,52
PI	78.779	8.750.431,17	---	---	---	1.750.086,23
PR	1.404	367.393,14	---	---	---	73.478,63
RO	---	---	1.254	153.033,28	100,0%	53.561,65
SP	51.054	5.553.059,21	---	---	---	1.110.611,84
TO	1.445	310.451,32	66.862	16.002.647,73	98,1%	5.663.016,97
Total	721.421	104.146.481,4	184.420	57.958.879,4	35,8%	41.076.595,20

NIRU: Número de imóveis rurais; AIRU (ha): Área dos imóveis rurais em hectares; %AIRU na Amazônia Legal: percentual da área dos imóveis rurais localizados na Amazônia Legal em relação à área dos imóveis rurais; e ARL_{min}: Área mínima de Reserva Legal segundo o Art. 12 da Lei nº 12.651/2012.

¹ A Lei nº 12.651/2012 define a Amazônia Legal como “os Estados do Acre, Pará, Amazonas, Roraima, Rondônia, Amapá e Mato Grosso e as regiões situadas ao norte do paralelo 13° S, dos Estados de Tocantins e Goiás, e ao oeste do meridiano de 44° W, do Estado do Maranhão”. A simbologia ‘---’ foi adotada para indicar que a informação do atributo em questão (cabecalho da coluna) não existe para aquela unidade da federação, por não estar contemplada naquela definição.

² Aplicou-se o percentual de 35% da área do imóvel rural localizado na Amazônia Legal, ou que toca seus limites, e 20% da área do imóvel rural localizado fora da Amazônia Legal.

³ Os resultados da área mínima de Reserva Legal segundo o Art. 12 da Lei nº 12.651/2012 compõem a linha de base do presente estudo.

Fonte: Elaboração própria.

A partir dos percentuais adotados, identificou-se que, para fins de cumprimento do Art. 12 da Lei nº 12.651/2012, seriam necessários a manutenção de 41.076.595,20 ha de vegetação nativa a título de Reserva Legal na área de estudo⁹, que representa 25,37% da área

⁹ Do total de 41.076.595,20 ha, 20.285.607,8 hectares, que correspondem a 49,3% da área de Reserva Legal calculada, referem-se à área de Reserva Legal dos imóveis rurais localizados na Amazônia Legal. Cabe ressaltar que, conforme explicado, a adoção do percentual de 35% da área do imóvel rural a ser mantida como Reserva Legal para os imóveis do Cerrado na Amazônia Legal foi uma premissa estabelecida neste trabalho, e que,

total dos imóveis rurais estudados, e equivale, aproximadamente, à soma da extensão territorial total da Alemanha e da Suíça. Se consideramos a extensão territorial total do bioma Cerrado, de 198.301.700 ha, as áreas protegidas sob a forma de Reservas Legais representam 20,71% do bioma, demonstrando a importância dessa área para conservação e recuperação desse ecossistema, em comparação com as áreas de domínio público protegidas do Cerrado, as quais cobrem apenas 8,21% (MMA, 2019). A linha de base estimada no presente trabalho foi menor que os 54,15 milhões de ha apontados por (FREITAS *et al.*, 2017), possivelmente em razão dos critérios de seleção de imóveis rurais na área de estudo.

Importante ressaltar que, em termos de regularidade ambiental dos imóveis rurais, esses resultados compõem o cenário de linha de base de manutenção de vegetação nativa a título de Reserva Legal para o conjunto dos 905.837 imóveis rurais analisados no presente estudo, considerando a incidência do Art. 12 da Lei nº 12.651/2012. Entretanto, conforme discutido no Capítulo 1 deste trabalho, sabe-se que a Lei estabeleceu exceções¹⁰ à aplicação dos percentuais de área mínima a ser mantida como Reserva Legal, definidos naquele artigo, de forma que a área da linha de base refere-se à situação de maior proteção estabelecida naquela Lei. Guidotti *et al.* (2017) estimam que a redução de proteção de Reserva Legal em função dos art. 13, 15 e 67, da Lei nº 12.651/2012, pode chegar a 12% da área mínima prevista no art. 12. Aplicando-se a redução desse percentual ao resultado encontrado no presente estudo, a área exigida de Reserva Legal seria de 36.147.403,78 ha.

Por outro lado, conforme observa-se na **Tabela 2.6**, que coteja os dados da área calculada para a linha de base com a área de Reserva Legal delimitada pelos proprietários e possuidores rurais no CAR, por unidade da federação, a área total de Reserva Legal delimitada nos imóveis rurais estudados é de 34.604.030,95 ha. No entanto, não há homogeneidade na distribuição dessa área nos imóveis rurais estudados, tanto em função da própria natureza conceitual da Reserva Legal, que varia em função da área do imóvel rural, quanto pelo cumprimento desse dispositivo legal em cada imóvel rural analisado, que pode estar em acordo com a legislação, ou apresentar passivo ou excedente de Reserva Legal.

necessariamente, deve ser entendida como uma aproximação da realidade, tendo em vista o Cerrado apresentar feições de floresta, savana e campos, o que afeta o percentual mínimo da área a ser mantida a título de Reserva Legal para casos concretos.

¹⁰ A Lei nº 12.651/2012 admite a alteração da área mínima de Reserva Legal prescrita no art. 12, em função da área ocupada por Unidades de Conservação da natureza de domínio público e por terras indígenas homologadas no município, ou no Estado (art. 12, § 4º e 5º), à definição em Zoneamento Ecológico-Econômico Estadual (Art. 13), ao tamanho do imóvel rural e à vegetação nativa existente em 22 de julho de 2008 (Art. 67), e às leis vigentes quando da supressão de vegetação nativa (Art. 68).

Tabela 2.6 Balanço da área de Reserva Legal delimitada no CAR em função da área mínima de Reserva Legal prevista no Art. 12 da Lei nº 12.651/2012, por unidade da federação.

UF	Linha de base		Reserva legal delimitada				ARLN _{del} (ha)	ARL _{def} (ha)	ARL _{exc} (ha)	BRL (ha)	
	N _{IRU}	ARL _{min} (hã)	N _{IRU}	ARL _{del} (hã)	% N _{IRU}	% ARL _{del} /ARL _{min}				IRU _{DEL}	IRU _T
BA	46.758	1.597.352,95	41.741	1.617.838,43	89,27	101,28	-51.346,73	-11.218,11	+83.050,32	+71.832,21	+20.485,47
DF	14.346	136.581,33	9.282	100.484,40	64,70	73,57	-29.674,10	-17.484,39	+11.061,56	-6.422,83	-36.096,93
GO	163.742	5.843.172,77	140.928	4.976.324,79	86,07	85,16	-549.625,53	-653.784,16	+336.561,71	-317.222,45	-866.847,98
MA	95.980	4.076.563,23	73.663	3.446.760,75	76,75	84,55	-520.453,46	-433.605,41	+324.256,39	-109.349,02	-629.802,49
MG	286.971	5.438.427,41	215.601	4.336.904,84	75,13	79,75	-657.756,74	-983.967,03	+540.201,20	-443.765,83	-1.101.522,57
MS	44.884	4.360.590,90	30.355	3.442.066,06	67,63	78,94	-418.827,20	-681.486,22	+181.788,58	-499.697,64	-918.524,84
MT	48.930	10.647.882,75	39.248	8.820.895,17	80,21	82,84	-647.439,38	-2.557.480,07	+1.377.931,87	-1.179.548,20	-1.826.987,59
PA	3.428	325.268,52	2.680	265.472,92	78,18	81,62	-28.387,86	-84.746,30	+53.338,56	-31.407,74	-59.795,61
PI	78.779	1.750.086,23	67.960	2.232.013,43	86,27	127,54	-188.180,89	-50.591,36	+720.699,44	+670.108,08	+481.927,20
PR	1.404	73.478,63	1.139	63.044,60	81,13	85,80	-10.950,21	-6.208,89	+6.725,09	+516,20	-10.434,02
RO	1.254	53.561,65	373	41.566,17	29,74	77,60	-14.973,64	-5.699,89	+8.678,05	+2.978,16	-11.995,48
SP	51.054	1.110.611,84	22.720	159.031,84	44,50	14,32	-327.506,16	-638.372,56	+14.298,72	-624.073,84	-951.580,00
TO	68.307	5.663.016,97	49.465	5.101.627,55	72,42	90,09	-465.109,91	-494.709,74	+398.430,23	-96.279,51	-561.389,42
Total	905.837	41.076.595,20	695.155	34.604.030,95	76,74	84,24	-3.910.231,82	-6.619.354,15	+4.057.021,71	-2.562.332,44	-6.472.564,26

N_{IRU}: Número de imóveis rurais; ARL_{min}: Área mínima de Reserva Legal segundo o Art. 12 da Lei nº 12.651/2012, em hectares; ARL_{del} (ha): Área de Reserva Legal delimitada pelos detentores dos imóveis rurais no Cadastro Ambiental Rural (CAR), em hectares; % N_{IRU}: Percentual do número de imóveis rurais que delimitou Reserva Legal no CAR em relação ao número total de imóveis rurais do estudo; % ARL_{del}/ARL_{min}: Percentual da área de Reserva Legal delimitada pelos detentores dos imóveis rurais no CAR em relação à área mínima de Reserva Legal segundo o Art. 12 da Lei nº 12.651/2012; ARL_{Ndel} (ha): Área de Reserva Legal dos imóveis rurais que não delimitaram Reserva Legal no CAR, em hectares; ARL_{def} (ha): Área de déficit de Reserva Legal em relação à área mínima de Reserva Legal segundo o Art. 12 da Lei nº 12.651/2012, em hectares, nos imóveis rurais que possuem déficit; ARL_{exc} (ha): Área de excedente de Reserva Legal em relação à área mínima de Reserva Legal segundo o Art. 12 da Lei nº 12.651/2012, em hectares, nos imóveis rurais que possuem excedente; BRL² (ha): Balanço da Reserva Legal após dedução das áreas de déficit e adição das áreas de excedente de Reserva Legal; IRU_{DEL}: Imóveis rurais que delimitaram área de Reserva Legal no CAR; e IRU_T: Total de imóveis rurais.

Fonte: Elaboração própria.

Em termos da paisagem, para a linha de base, a soma da área mínima de Reserva Legal dos imóveis rurais declarados no CAR que não delimitaram a área de Reserva Legal é de 3.910.231,82 ha, caracterizado, neste estudo, como passivo de Reserva Legal, ao passo que o déficit de Reserva Legal nos imóveis rurais que delimitaram essa área em relação à linha de base é de 6.619.354,15 ha. Somados, o passivo total de Reserva Legal é de 10.529.585,97 ha. Em contrapartida, todas as unidades federativas apresentaram imóveis rurais que delimitaram não somente o mínimo de Reserva Legal em função dos percentuais do art. 12 da Lei nº 12.651/2012, mas também apresentaram excedente, o qual totaliza 4.057.021,71 ha. Considerando o balanço de déficit e excedente de Reserva Legal para o bioma, identifica-se déficit líquido de 6.472.564,25 ha de Reserva Legal delimitada em relação ao cenário da linha de base, representando 15,76% da área mínima exigida pelo Art. 12 da Lei nº 12.651/2012.

A título de comparação entre os valores médios de déficit e excedente por hectare, para as pequenas, médias e grandes propriedades ou posses rurais, a

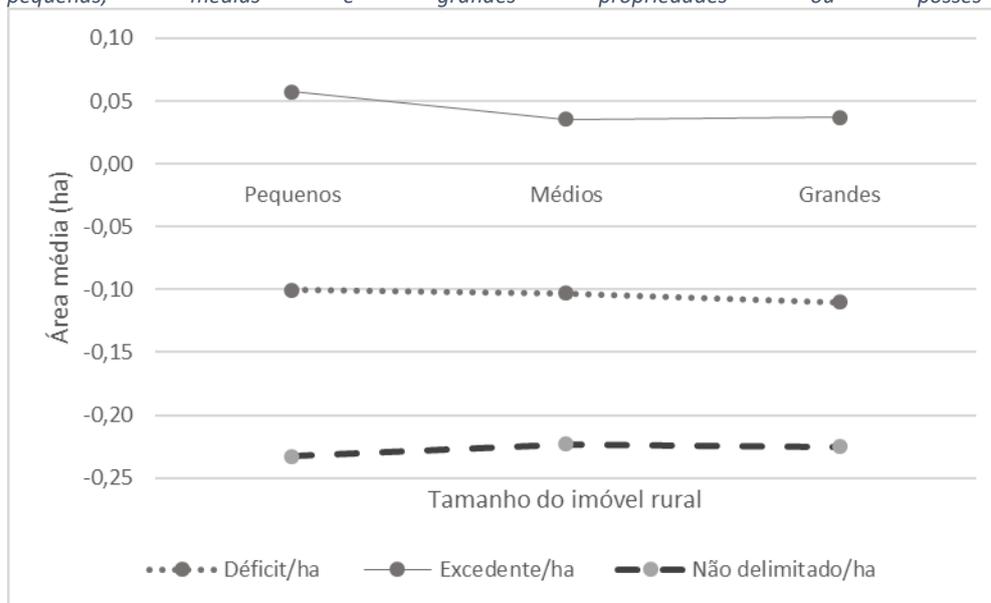


Figura 2.3 apresenta um gráfico que sumariza essas informações. O que se observa é que, em termos de dados declarados, a pequena propriedade ou posse rural possui mais excedente e menor déficit por hectare, em comparação com a propriedade média e grande. Entretanto, em termos de área de Reserva Legal não delimitada, o pequeno proprietário acumula maior passivo por hectare que os demais produtores rurais.

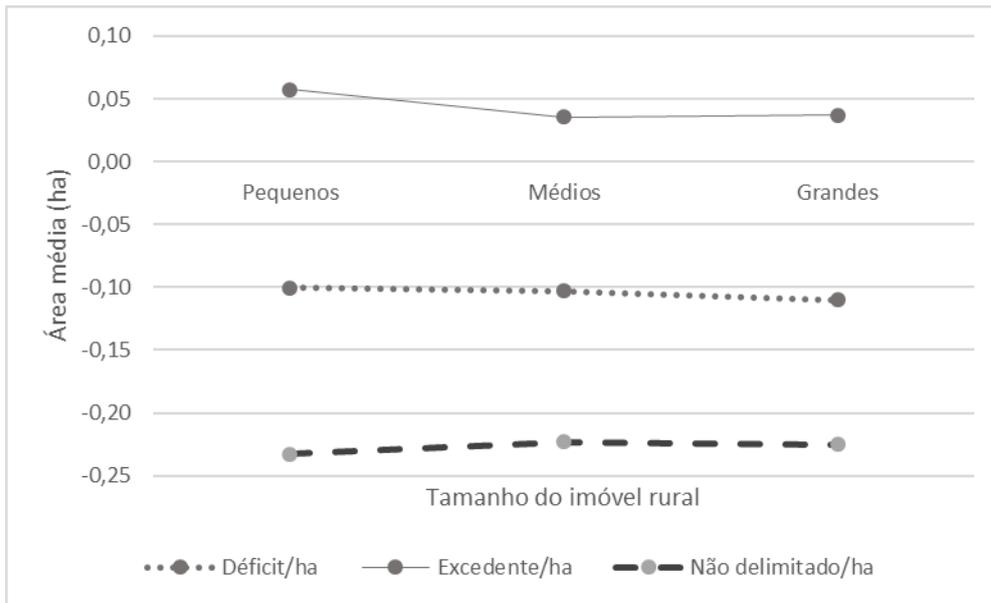


Figura 2.3 Área de passivo (Déficit/ha e Não delimitado/ha) e excedente de Reserva Legal por hectare, para os pequenos, médios e grandes imóveis rurais analisados no presente estudo.

Fonte: Elaboração própria.

Os estados da Bahia, Piauí e Goiás lideram o ranking de maior percentual de imóveis rurais que delimitaram Reserva Legal no CAR, com 89,27%, 86,27% e 86,07%, respectivamente. Os estados que apresentaram as menores taxas foram Rondônia e São Paulo, com 29,74% e 44,50% dos imóveis rurais com Reserva Legal delimitada (**Figura 2.4**).

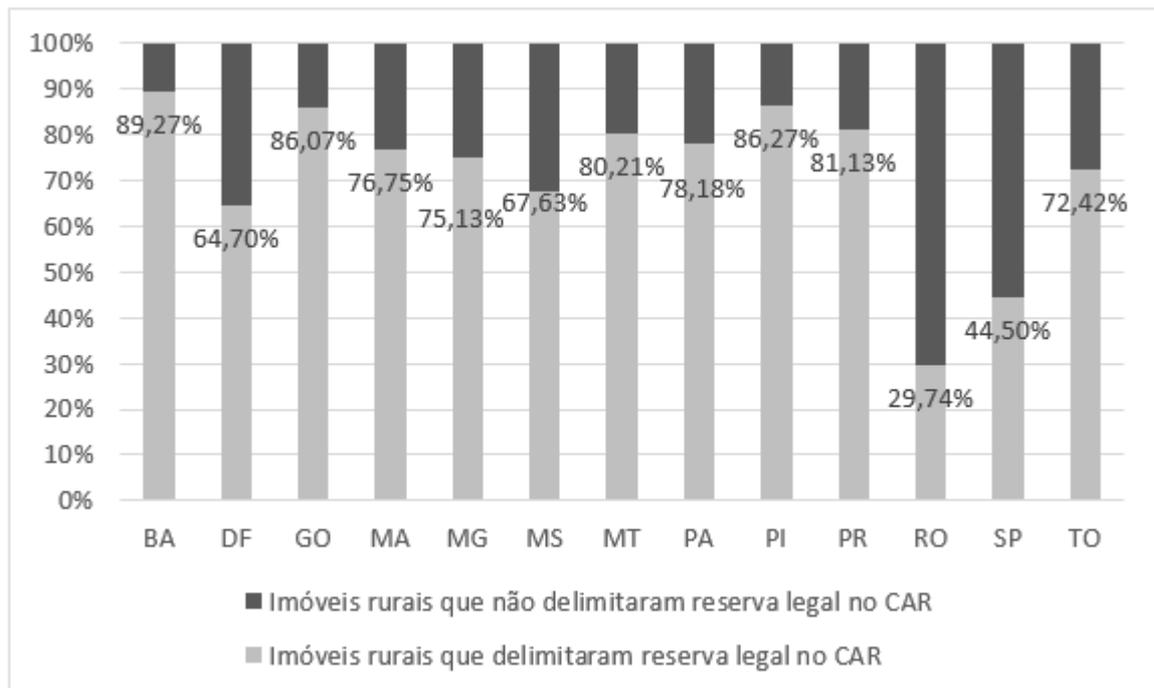


Figura 2.4 Percentuais dos imóveis rurais analisados no presente estudo que delimitaram a área de Reserva Legal no CAR, por unidade federativa.

Fonte: Elaboração própria.

Nessa seara, Oliveira e Bacha (2003), em trabalho sobre avaliação do cumprimento da Reserva Legal no Brasil, informam que houve redução do percentual de imóveis rurais que registraram presença da Reserva Legal no País, considerando série histórica registrada pelo INCRA para os anos 1972, 1978, 1992 e 1998. Em termos de número de imóveis rurais, os percentuais daqueles que apresentaram alguma informação de Reserva Legal foram de 9,78%, 7,24%, 7,38% e 7,04, respectivamente. Em termos de área, os percentuais foram, respectivamente, 9,16%, 12,75%, 10,31% e 9,58% de área destinada à Reserva Legal, em relação à área de todos os imóveis rurais analisados naquela pesquisa, e de 30,62% e 30,75% em relação à área dos imóveis rurais que informaram possuir Reserva Legal, para os anos de 1992 e 1998, respectivamente.

Vale ressaltar que os registros utilizados naquele estudo são prévios à existência do Cadastro Ambiental Rural, que tem, entre seus objetivos, o escopo de registrar e aprovar as áreas de Reserva Legal dos imóveis rurais, sendo o instrumento mais adequado, na atualidade, para realizar essa verificação, permitindo compreender a real dimensão do cumprimento da Lei nº 12.651/2012. Para o presente estudo, observa-se avanço na provisão de informações que tratam da temática no País, tendo em vista que 695.155 imóveis rurais, que representam 76,74% dos imóveis rurais analisados no presente estudo, delimitaram a área de Reserva Legal no CAR, conforme informado na **Tabela 2.6**.

Entretanto, existem lacunas de informações, tendo em vista que, no universo de imóveis rurais estudados, 210.682, que corresponde a 23,26% do total, não possuem nenhuma informação acerca da delimitação da Reserva Legal no CAR. A **Figura 2.5** ilustra a distribuição do número e área dos imóveis rurais que não apresentaram nenhuma informação acerca da delimitação da Reserva Legal, entre as pequenas, médias e grandes propriedades ou posses rurais.

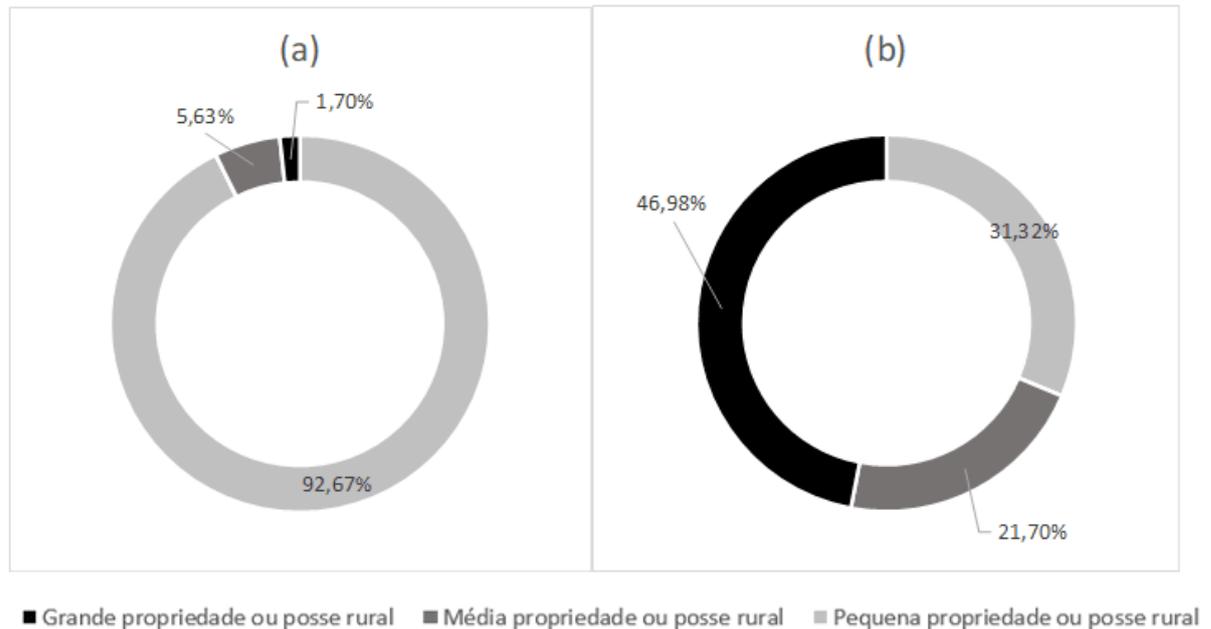


Figura 2.5 Distribuição do número (a) e área (b) dos imóveis rurais que não apresentaram nenhuma informação acerca da delimitação da Reserva Legal, por classes de área em módulos fiscais.

Fonte: Elaboração própria.

Para a pequena propriedade ou posse rural, que representa 92,67% dos imóveis rurais que não delimitaram nenhuma informação de Reserva Legal no CAR, e detém 31,32% da área desses imóveis rurais, o registro no CAR admite a apresentação de croqui que indique o perímetro do imóvel rural e da área proposta de Reserva Legal, garantindo, a esse grupo, o apoio técnico e jurídico do Poder Público para realizar a captação das respectivas coordenadas geográficas. Entretanto, para as médias e grandes propriedades rurais que, juntas, representam 68,68% da área dos imóveis rurais que não delimitaram área de Reserva Legal, a legislação prevê que o CAR deverá contemplar a respectiva planta georreferenciada do perímetro do imóvel rural, com a informação da localização da Reserva Legal, de forma que a ausência dessa informação no CAR representa incompletude do dado informado pelo proprietário ou possuidor rural, demonstrando a necessidade de os responsáveis pelos imóveis rurais promoverem a retificação de seus cadastros para inclusão dessa informação naquele registro público.

Utilizando-se os percentuais mínimos do Art. 12 da Lei nº 12.651/2012, calculou-se, para os imóveis rurais sem nenhuma informação a respeito da Reserva Legal, um déficit de 3.910.231,82 ha de área mínima de Reserva Legal, que representa 37,13% do déficit total de 10.529.585,97 ha de Reserva Legal da área de estudo. A **Tabela 2.7** apresenta a distribuição das informações da área de Reserva Legal mínima exigida para que esses imóveis rurais

cumpram a lei florestal no que se refere ao Art. 12, que corresponde à linha de base do estudo, por unidade federativa, agrupando as informações por classes de tamanho do imóvel rural.

Tabela 2.7 Número de imóveis rurais que não delimitaram Reserva Legal no CAR, área calculada para fins de cumprimento do percentual mínimo previsto no Art. 12 da Lei nº 12.651/2012, bem como a área média da Reserva Legal mínima, agrupados por classes de área em módulos fiscais, por unidade federativa.

UF	Pequena propriedade ou posse			Média propriedade ou posse			Grande propriedade ou posse		
	N _{IRU}	A _{RLmin} (ha)	A _{medRLmin} (ha)	N _{IRU}	A _{RLmin} (ha)	A _{RLmed} (ha)	N _{IRU}	A _{RLmin} (ha)	A _{RLmed} (ha)
BA	4.813	18.219,48	3,79	157	14.940,55	95,16	47	18.186,70	386,95
DF	4.746	3.589,52	0,76	176	1.343,00	7,63	142	24.741,58	174,23
GO	19.699	121.427,07	6,16	2.363	127.258,74	53,85	752	300.939,72	400,19
MA	21.663	207.293,86	9,57	502	82.900,11	165,14	152	230.259,49	1514,86
MG	68.512	283.832,99	4,14	2.422	122.464,74	50,56	436	251.459,01	576,74
MS	12.755	87.407,74	6,85	1.181	83.084,80	70,35	593	248.334,66	418,78
MT	8.781	163.387,65	18,61	620	125.097,28	201,77	281	358.954,45	1277,42
PA	695	16.491,46	23,73	43	6.931,99	161,21	10	4.964,41	496,442
PI	10.295	30.819,53	2,99	378	38.229,89	101,14	146	119.131,47	815,97
PR	192	881,52	4,59	49	1.571,96	32,08	24	8.496,74	354,03
RO	861	7.953,39	9,24	13	1.898,26	146,02	7	5.121,99	731,71
SP	24.324	122.114,69	5,02	3.210	87.416,43	27,23	800	117.975,04	147,47
TO	17.900	161.248,75	9,01	743	155.294,55	209,01	199	148.566,61	746,57
Total	195.236	1.224.667,65	6,27	11.857	848.432,30	71,56	3.589	1.837.131,87	511,88

N_{IRU}: Número de imóveis rurais; A_{RLmin}: Área mínima de Reserva Legal segundo o Art. 12 da Lei nº 12.651/2012, em hectares; e A_{medRLmin} (ha): Área média da área mínima de Reserva Legal segundo o Art. 12 da Lei nº 12.651/2012, em hectares.

Fonte: Elaboração própria.

Dentre os 695.155 imóveis rurais que delimitaram a Reserva Legal no CAR, 292.164 não alcançaram o percentual mínimo definido na Lei, representando 32,25% de todos os imóveis rurais analisados, e 42,03% dos imóveis rurais com Reserva Legal delimitada. O déficit acumulado desse grupo de imóveis rurais é de 6.619.354,40 ha em relação à área mínima de Reserva Legal exigida no Art. 12 da Lei (linha de base), que correspondem a 62,86% do déficit total de 10.529.585,97 ha de Reserva Legal da área de estudo, conforme apresentado na **Tabela 2.6**.

Pacheco *et al.* (2017) informam que uma quantidade substancial de imóveis rurais apresenta Reserva Legal abaixo dos percentuais estabelecidos pela lei, citando o trabalho de Azevedo, Stabile e Reis (2015) que, em 2014, identificou que 65% das propriedades rurais no Mato Grosso apresentavam algum nível de déficit de Reserva Legal. Outros estudos quantificaram o passivo ambiental da Reserva Legal e seus aspectos econômicos, os quais revelam déficit de Reserva Legal ao longo do território nacional (SPAROVEK *et al.*, 2010; SPAROVEK, 2012; STICKLER *et al.*, 2013; SOARES-FILHO *et al.*, 2014).

A distribuição do déficit identificado no presente estudo, em percentuais, é ilustrada na **Figura 2.6**, que apresenta a informação por unidade federativa.

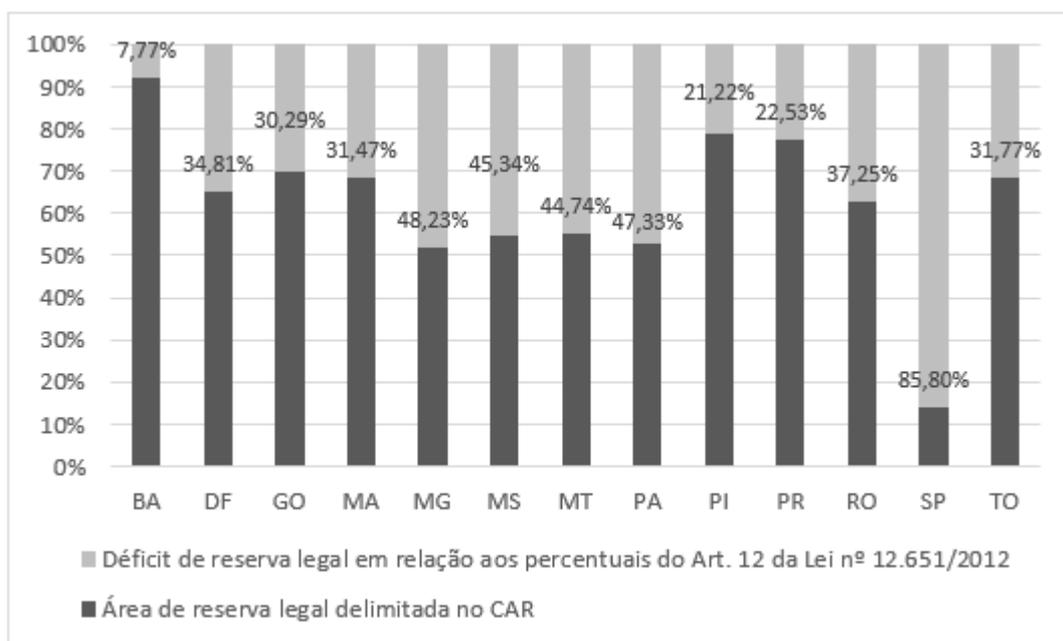


Figura 2.6 Percentuais de déficit de Reserva Legal nos imóveis rurais que delimitaram área de Reserva Legal, mas não alcançaram a área mínima exigida pelo Art. 12 da Lei nº 12.651/2012 (linha de base).

Fonte: Elaboração própria.

Em termos de distribuição do déficit por unidade federativa que compõe o bioma Cerrado, grande destaque é dado para o estado de São Paulo, com 85,80% de déficit de

Reserva Legal em relação ao percentual mínimo previsto no Art. 12 da Lei nº 12.651/2012. Essa situação reflete a condição de unidade da federação com a menor cobertura florestal do bioma Cerrado, possivelmente reflexo de sua ocupação mais antiga no bioma (OLIVEIRA, 2015; SANO *et al.*, 2010).

Interessante notar que o menor déficit de Reserva Legal foi observado no estado da Bahia, correspondente a 7,77% da área mínima exigida pelo Art. 12 da Lei nº 12.651/2012, seguidos dos estados Piauí e Paraná, com 21,22% e 22,53% de déficit, respectivamente. Resultado semelhante foi encontrado por Oliveira (2015), o que pode refletir, segundo aquele autor, uma ocupação recente com maior respeito à legislação. A distribuição do déficit de Reserva Legal por classes de tamanho de imóveis rurais é apresentada na **Figura 2.7**.

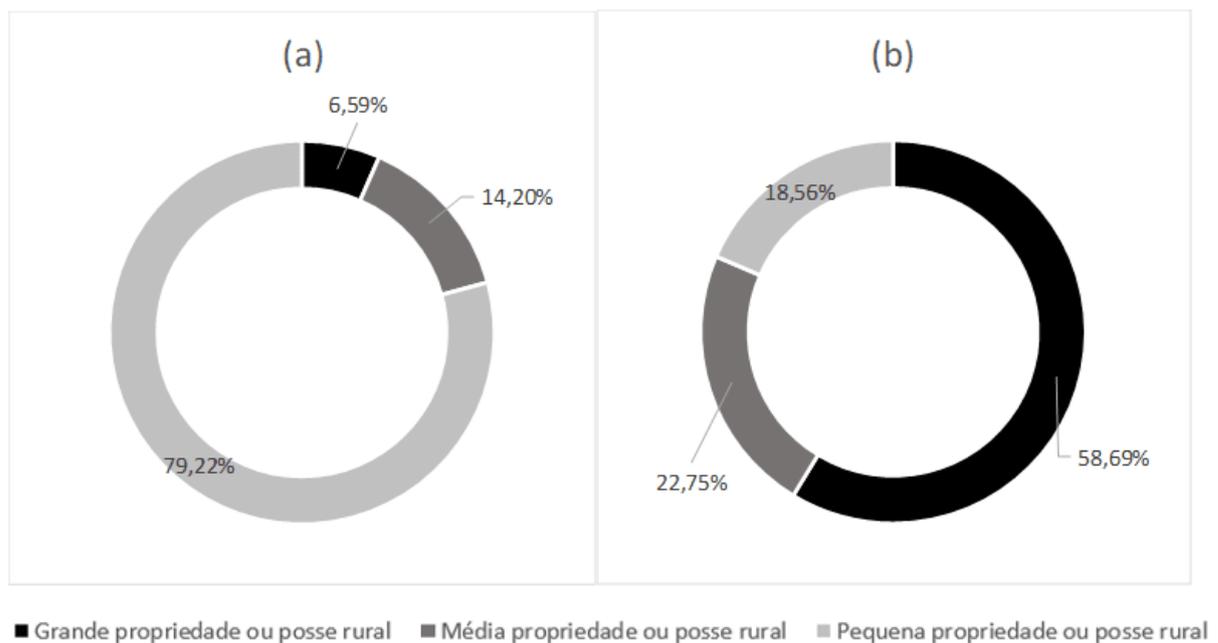


Figura 2.7 Distribuição do déficit de Reserva Legal em número (a) e área (b) dos imóveis rurais que delimitaram área de Reserva Legal, mas não alcançaram o percentual mínimo exigido pelo Art. 12 da Lei nº 12.651/2012, por classes de tamanho de imóvel rural.

Fonte: Elaboração própria.

Observa-se, por meio da **Figura 2.7**, que, naturalmente, o maior déficit de Reserva Legal encontra-se nas grandes propriedades ou posses rurais, tendo em vista a maior extensão de área desses imóveis rurais. Entretanto, o percentual de déficit de Reserva Legal dos pequenos imóveis rurais é próximo ao percentual do déficit das médias propriedades ou posses rurais, de 18,56% e 22,75%, respectivamente, ao passo que, em número de imóveis rurais esse percentual é bastante diferente, de 79,22% e 14,20% do número de imóveis rurais que apresentaram déficit de Reserva Legal.

Para possibilitar a comparação dos dados entre as pequenas, médias e grandes propriedades ou posses rurais, calculou-se o déficit por hectare para cada imóvel rural, cujas médias, por unidade federativa, são apresentadas na **Figura 2.8**. Ademais, a **Tabela 2.8** detalha as informações de déficit de Reserva Legal a partir dos dados declarados no CAR em relação ao Art. 12 da Lei nº 12.651/2012 (linha de base), por classe de tamanho do imóvel rural, por unidade federativa.

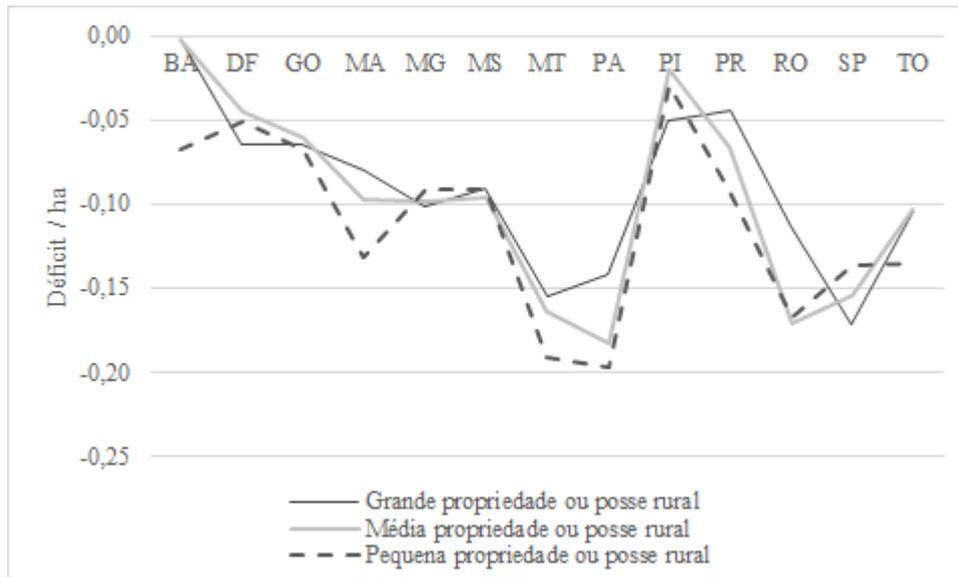


Figura 2.8 Área média de déficit de Reserva Legal por hectare, por unidade federativa, para as pequenas, médias e grandes propriedades ou posses rurais.

Fonte: Elaboração própria.

Nota-se que, de uma forma geral, os déficits médios das pequenas, médias e grandes propriedades ou posses rurais seguem uma tendência em cada UF, com algumas exceções. Nos estados Bahia, Maranhão, Mato Grosso, Pará e Tocantins, os déficits médios da pequena propriedade ou posse rural sobressaem-se em relação aos demais imóveis rurais, enquanto em São Paulo, no Piauí e no Distrito Federal destacam-se os déficits médios identificados para as grandes propriedades ou posses rurais. Em Goiás, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, os valores médios de déficit por hectare para os imóveis rurais apresentaram pouca variação.

Tabela 2.8 Dados dos imóveis rurais que apresentaram déficit de Reserva Legal declarada no CAR em relação ao Art. 12 da Lei nº 12.651/2012, por classes de área em módulos fiscais, por unidade federativa.

	Pequena propriedade ou posse				Média propriedade ou posse				Grande propriedade ou posse			
	N _{IRU}	A _{RLdef} (ha)	A _{medRLdef} (ha)	Def/ha	N _{IRU}	A _{RLdef} (ha)	A _{medRLdef} (ha)	Def/ha	N _{IRU}	A _{RLdef} (ha)	A _{medRLdef} (ha)	Def/ha
BA	11.352	-8.370,12	-0,74	-0,07	351	-305,15	-0,87	0,00	141	-2.542,84	-18,03431915	0,00
DF	2.391	-728,85	-0,30	-0,05	343	-594,76	-1,73	-0,04	342	-16.160,78	-47,25374901	-0,07
GO	44.491	-127.521,62	-2,87	-0,07	10.370	-169.573,06	-16,35	-0,06	4.122	-356.689,47	-86,53310859	-0,06
MA	25.353	-190.473,12	-7,51	-0,13	1.756	-86.078,99	-49,02	-0,10	573	-157.053,31	-274,0895457	-0,08
MG	82.975	-299.978,01	-3,62	-0,09	11.125	-282.792,96	-25,42	-0,10	3.128	-401.196,06	-128,25961	-0,10
MS	7.434	-40.161,73	-5,40	-0,09	3.555	-116.834,18	-32,86	-0,10	3.298	-524.490,31	-159,03284	-0,09
MT	17.094	-306.228,38	-17,91	-0,19	5.697	-567.643,23	-99,64	-0,16	3.426	-1.683.608,46	-491,4210333	-0,15
PA	1.765	-30.924,71	-17,52	-0,20	214	-21.159,12	-98,87	-0,18	76	-32.662,47	-429,7693345	-0,14
PI	9.880	-6.902,84	-0,70	-0,03	571	-6.284,39	-11,01	-0,02	208	-37.404,13	-179,8275666	-0,05
PR	363	-847,57	-2,33	-0,09	125	-1.228,42	-9,83	-0,07	94	-4.132,91	-43,96711106	-0,04
RO	155	-1.328,26	-8,57	-0,17	24	-1.899,55	-79,15	-0,17	11	-2.472,08	-224,7342364	-0,11
SP	11.033	-45.144,72	-4,09	-0,14	5.287	-123.302,37	-23,32	-0,15	3.140	-469.925,47	-149,6577931	-0,17
TO	17.152	-169.948,15	-9,91	-0,14	2.069	-127.956,48	-61,84	-0,10	680	-196.805,11	-289,4192759	-0,10
Total	231.438	-1.228.558,09	-5,31	-0,10	41.487	-1.505.652,67	-36,29	-0,10	19.239	-3.885.143,40	-201,9410259	-0,11

N_{IRU}: Número de imóveis rurais; A_{RLdef} (ha): Área de déficit de Reserva Legal em relação à área mínima de Reserva Legal segundo o Art. 12 da Lei nº 12.651/2012, em hectares, nos imóveis rurais que possuem déficit; A_{medRLdef} (ha): Área média do déficit de Reserva Legal em relação à área mínima de Reserva Legal segundo o Art. 12 da Lei nº 12.651/2012, em hectares, nos imóveis rurais que possuem déficit; e Def/ha: Déficit médio de Reserva Legal por hectare.

Fonte: Elaboração própria.

A Lei nº 12.651/2012 previu exceções aos percentuais mínimos estabelecidos no Art. 12, resultando em um cenário em que a aplicação da Lei ocorre de forma casuística, em função da determinação temporal de supressão da vegetação nativa ocorrida considerando a legislação pretérita associada ao regime jurídico dessas áreas (BRASIL, 2012; SPAROVEK *et al.*, 2011). Na prática, são situações que permitem reduções de áreas a serem mantidas a título de Reserva Legal, com efeitos sobre o papel das reservas legais para a conservação de vegetação nativa em terras privadas. Soares-Filho *et al.*, 2014, em estudo de abrangência nacional, estimaram que, com a Lei nº 12.651/2012, “a necessidade de restauração ambiental foi reduzida de 50 milhões de hectares para 21 milhões de hectares”. Já Guidotti *et al.* (2017), estimam que, em função dos artigos 13, 15 e 67 da Lei 12.651/2012, em nível nacional poderá haver uma redução de 36,7 milhões de hectares de RL a ser exigida, dos quais, 6,2 milhões de hectares referem-se ao bioma Cerrado.

Considerando o disposto no Art. 67 da Lei nº 12.651/2012, o déficit de Reserva Legal identificado na área de estudo para a pequena propriedade ou posse rural, a saber 1.228.558,09 ha, que representa 18,56% do déficit total identificado, poderá variar em função da cobertura de vegetação nativa existente em 22 de julho de 2008. No trabalho de Guidotti *et al.* (2017), identificou-se uma redução de 3,1 milhões de hectares de Reserva Legal no bioma Cerrado a partir da incidência do art. 67 na área estudada. Considerando o passivo total identificado, neste trabalho, para a pequena propriedade e posse rural, incluindo a área calculada para a RL dos imóveis rurais que não apresentaram informação, têm-se 2.453.225,74 ha de passivo ambiental, inferior à área de redução identificada no trabalho daquele autor. Esse público certamente irá depender mais da articulação do Governo e da Sociedade Civil e da oferta de recursos ou outros incentivos para seu engajamento efetivo em atividades de regularização ambiental de suas áreas.

Importante ressaltar que o benefício trazido no Art. 67 da Lei nº 12.651/2012 se destina apenas às pequenas propriedades e posses rurais, não alcançando as médias e as grandes propriedades ou posses rurais, as quais somam 5.390.796,06 ha de déficit de Reserva Legal nos imóveis rurais que apresentaram informação de RL. Esses imóveis rurais podem estar sujeitos a reduções previstas nos art. 13 e 15 da Lei nº 12.651/2012, as quais podem alcançar cerca de 3,1 milhões de hectares de proteção no bioma Cerrado (GUIDOTTI *et al.*, 2017).

A aplicação do Art. 68 da Lei nº 12.651/2012, citado anteriormente, também pode impactar nas áreas de déficit de Reserva Legal calculada em função dos percentuais mínimos

trazidos no Art. 12 da Lei nº 12.651/2012. No entanto, Tavares *et al.* (2019) alertam que a forma de implementação do Art. 68 da Lei florestal é controversa e seus efeitos ainda não são conhecidos.

Na prática, o déficit total de Reserva Legal da área de estudo poderá variar quando da análise dos casos concretos pelos órgãos competentes pela aprovação da localização da Reserva Legal nos estados e no Distrito Federal, tendo os resultados do presente trabalho apresentado o cenário para a aplicação dos percentuais mínimos a serem mantidos a título de Reserva Legal previstos no Art. 12 da lei florestal.

Sobre esse cenário, um dos mecanismos previstos na Lei nº 12.651/2012 para regularizar as áreas de Reserva Legal no que se refere ao percentual mínimo previsto no Art. 12 é por meio da compensação¹¹ da Reserva Legal, para os casos de imóveis rurais que não disponham de vegetação nativa para compor o mínimo da Reserva Legal, e cujo desflorestamento tenha ocorrido antes de 22 de julho de 2008. Esse mecanismo permite que o déficit de Reserva Legal de uma propriedade seja compensado em outras propriedades rurais de mesmo bioma, e cuja vegetação natural exceda os percentuais mínimos exigidos pela Lei.

De acordo com os trabalhos de Irigaray (2007), Pacheco *et al.* (2017) e Sparovek *et al.* (2012), essa modalidade se mostra economicamente interessante para os possuidores de déficit de RL que desejam se regularizar e é a alternativa preferida entre eles, tendo em vista que a compensação é um mecanismo que permite a redução dos custos de adequação devido à redução nos custos de oportunidade para os produtores rurais (BERNASCONI; ROMEIRO, 2011; BERNASCONI, 2013). Além disso, segundo Ranieri (2004), tal alternativa cria para o órgão governamental responsável pelo planejamento e gerenciamento de florestas e demais formas de vegetação natural situadas em terras privadas a possibilidade de vislumbrar cenários de ocupação das áreas rurais nos quais as Reservas Legais possam ser estabelecidas em locais mais adequados do ponto de vista da conservação dos diversos atributos ambientais.

Uma das formas de operacionalização do mecanismo de compensação de Reserva Legal depende da existência de excedente de Reserva Legal, em relação ao percentual mínimo exigido pela Lei, em outros imóveis rurais. No presente trabalho, identificou-se que 402.991 imóveis rurais, que representam 44,49% do total de imóveis rurais analisados, delimitaram a

¹¹ A regularização da Reserva Legal por meio da compensação pode ser feita mediante a) aquisição de Cota de Reserva Ambiental (CRA) provinda de excedente de Reserva Legal, de vegetação existente em propriedade com até quatro módulos fiscais ou em propriedade no interior de Unidade de Conservação da natureza, que ainda não tenha sido desapropriada; b) arrendamento de área sob regime de servidão ambiental; ou c) cadastramento de outra área em imóvel de mesma titularidade (BRASIL, 2012).

área de Reserva Legal em acordo com a legislação florestal, totalizando 25.471.585,58 ha. Desta área, 4.057.021,71 ha representam excedente à área mínima de Reserva Legal exigida pela legislação (*Tabela 2.6* e *Tabela 2.9*). O percentual do excedente de Reserva Legal nos imóveis rurais analisados, por unidade federativa, é apresentado na *Figura 2.9*, e sua distribuição por classes de tamanho do imóvel rural encontra-se ilustrada na *Figura 2.10*.

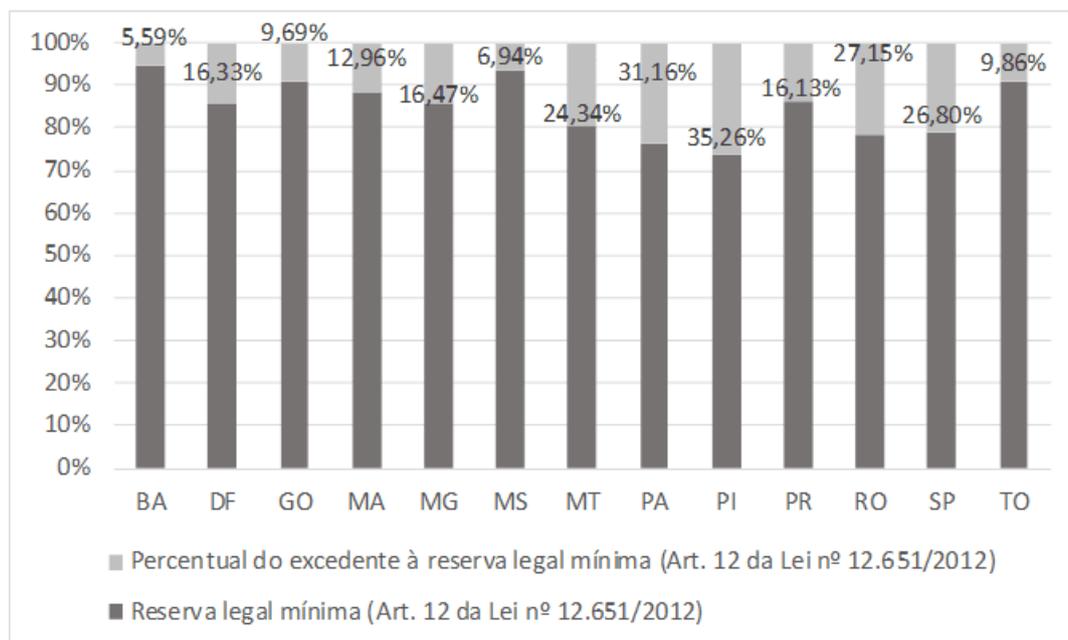


Figura 2.9 Percentual do excedente de Reserva Legal em relação ao mínimo exigido no Art. 12 da Lei nº 12.651/2012 nos imóveis rurais analisados, por unidade federativa.

Fonte: Elaboração própria.

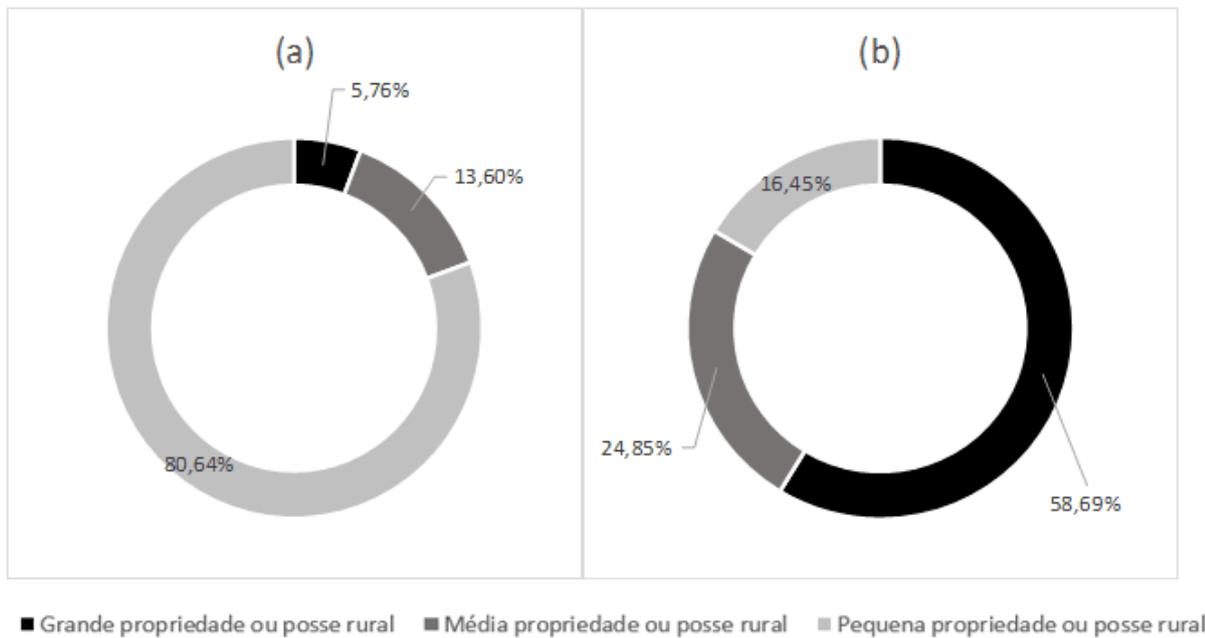


Figura 2.10 Distribuição do número de imóveis (a) que cumpriram o percentual mínimo de Reserva Legal, bem como a área da Reserva Legal correspondente (b), entre as pequenas, médias e grandes propriedades e posses rurais.
Fonte: Elaboração própria.

Tabela 2.9 Informações das áreas delimitadas de Reserva Legal para os imóveis rurais que cumpriram a área mínima exigida pelo Art. 12 da Lei nº 12.651/2012, discriminando as informações associadas ao excedente de Reserva Legal, agrupando os imóveis rurais por classes de área em módulos fiscais, por unidade federativa.

UF	Pequena propriedade ou posse					Média propriedade ou posse					Grande propriedade ou posse				
	N _{IRU}	A _{RLdel} (ha)	A _{RLexc} (ha)	% A _{RLexc} / A _{RLdel}	Exc/ha	N _{IRU}	A _{RLdel} (ha)	A _{RLexc} (ha)	% A _{RLexc} / A _{RLdel}	Exc/ha	N _{IRU}	A _{RLdel} (ha)	A _{RLexc} (ha)	% A _{RLexc} / A _{RLdel}	Exc/ha
BA	24.869	170.036,83	+13.864,91	8,15	0,05	3.446	364.021,06	+12.125,78	3,33	0,01	1.582	950.641,89	+57.059,63	6,00	0,01
DF	4.769	5.287,31	+903,85	17,09	0,04	863	7.732,78	+1.118,76	14,47	0,03	574	54.718,04	+9.038,95	16,52	0,03
GO	60.123	642.237,12	+89.006,85	13,86	0,06	16.160	1.100.590,85	+110.318,19	10,02	0,02	5.662	1.728.824,68	+137.236,68	7,94	0,02
MA	42.002	686.244,54	+66.513,32	9,69	0,04	2.949	543.050,57	+59.519,53	10,96	0,04	1.030	1.273.324,34	+198.223,54	15,57	0,05
MG	100.989	906.667,99	+165.305,60	18,23	0,05	13.613	946.642,19	+143.422,47	15,15	0,04	3.771	1.427.454,54	+231.473,14	16,22	0,04
MS	5.689	100.611,31	+17.167,00	17,06	0,06	5.598	522.410,06	+55.780,08	10,68	0,02	4.781	1.997.557,71	+108.841,50	5,45	0,01
MT	7.040	341.806,33	+96.349,60	28,19	0,14	3.395	1.033.431,78	+248.421,14	24,04	0,11	2.596	4.286.958,45	+1.033.161,13	24,10	0,11
PA	499	17.975,46	+4.836,65	26,91	0,17	88	19.559,26	+3.282,14	16,78	0,07	38	133.624,16	+45.219,77	33,84	0,12
PI	53.878	502.644,33	+123.282,34	24,53	0,07	2.454	312.153,26	+89.039,31	28,52	0,07	969	1.229.414,03	+508.377,79	41,35	0,10
PR	279	1.930,09	+492,65	25,52	0,08	143	5.281,24	+911,87	17,27	0,04	135	34.489,04	+5.320,57	15,43	0,03
RO	139	5.419,41	+1.867,90	34,47	0,20	27	8.489,93	+2.809,18	33,09	0,17	17	18.056,05	+4.000,97	22,16	0,14
SP	2.564	15.873,73	+5.689,95	35,85	0,13	567	20.835,14	+5.628,02	27,01	0,07	129	16.647,04	+2.980,76	17,91	0,04
TO	22.121	768.715,74	+57.199,39	7,44	0,04	5.502	1.301.852,10	+131.162,25	10,08	0,04	1.941	1.968.375,22	+210.068,58	10,67	0,04
Total	324.961	4.165.450,19	+642.480,01	15,42	0,06	54.805	6.186.050,20	+863.538,70	13,96	0,04	23.225	15.120.085,19	+2.551.003,01	16,87	0,04

N_{IRU}: Número de imóveis rurais; A_{RLdel} (ha): Área de Reserva Legal delimitada pelos detentores dos imóveis rurais no Cadastro Ambiental Rural (CAR), em hectares; A_{RLexc} (ha): Área de excedente de Reserva Legal em relação à área mínima de Reserva Legal segundo o Art. 12 da Lei nº 12.651/2012, em hectares, nos imóveis rurais que possuem excedente; % A_{RLexc}/A_{RLdel}: Percentual da Área de excedente de Reserva Legal em relação à área delimitada pelos detentores dos imóveis rurais no Cadastro Ambiental Rural (CAR), nos imóveis rurais que possuem excedente; e Exc/ha: Área média de excedente de Reserva Legal por hectare.

Fonte: Elaboração própria.

Observou-se que 324.961 pequenas propriedades ou posses rurais analisadas, que representam 80,64% do total dos imóveis rurais que cumpriram com o percentual mínimo exigido pelo Art. 12 da Lei nº 12.651/2012 (linha de base), para fins de Reserva Legal, são responsáveis por 4.165.450,19 ha de Reserva Legal registrados no CAR, que correspondem a 12,04% da área de Reserva Legal total delimitada nos imóveis rurais da área de estudo, dos quais 642.480,01 hectares, ou 15,42% da área de Reserva Legal delimitada nos pequenos imóveis rurais, representam área excedente de Reserva Legal.

As médias propriedades ou posses rurais representam 13,60% dos imóveis rurais que cumpriram com o percentual mínimo exigido pelo Art. 12 da Lei nº 12.651/2012 (linha de base), para fins de Reserva Legal, sendo responsáveis por 6.186.050,20 ha de Reserva Legal registrados no CAR, que corresponde a 17,88% da área de Reserva Legal total delimitada nos imóveis rurais da área de estudo, dos quais 863.538,70 hectares, ou 13,96 da área de Reserva Legal delimitada nos médios imóveis rurais, representam área excedente de Reserva Legal.

Por fim, as grandes propriedades ou posses rurais representam 5,76% dos imóveis rurais que cumpriram com o percentual mínimo exigido pelo Art. 12 da Lei nº 12.651/2012 (linha de base), para fins de Reserva Legal, sendo responsáveis por 15.120.085,19 ha de Reserva Legal registrada no CAR, que corresponde a 43,69% da área de Reserva Legal total identificada neste estudo, dos quais 2.551.003,01 hectares, ou 16,87% da área de Reserva Legal delimitada nos grandes imóveis rurais, representam área excedente de Reserva Legal.

Interessante notar que, com exceção dos estados Piauí e Maranhão, o pequeno proprietário ou possuidor rural detém uma área média de excedente de Reserva Legal por hectare superior aos médios e grandes proprietários ou possuidores rurais (**Figura 2.11 e Tabela 2.9**), com destaque para os estados Mato Grosso, Pará, Rondônia e São Paulo. Esses resultados demonstram que, apesar dos benefícios trazidos pela Lei nº 12.651/2012 para os pequenos imóveis rurais, o hectare médio da área desse grupo detém uma área protegida maior que os médios e grandes imóveis rurais.

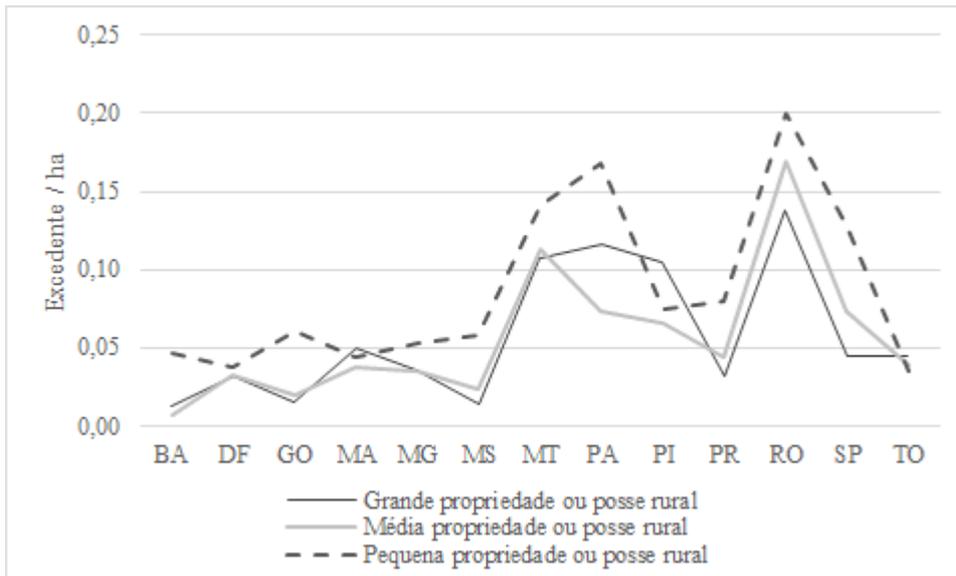


Figura 2.11 Área média de excedente de Reserva Legal por hectare, por unidade federativa, para as pequenas, médias e grandes propriedades ou posses rurais.

Fonte: Elaboração própria.

Resgatando-se o déficit de RL identificado no estudo (*Tabela 2.6, Tabela 2.7 e Tabela 2.8*), infere-se que o mecanismo de compensação de Reserva Legal será insuficiente para solucionar todo o passivo de Reserva Legal identificado, tendo em vista que o balanço entre o déficit e o superávit de Reserva Legal dentre os imóveis rurais que delimitaram RL no CAR é de 2.562.332,44 ha. Se considerarmos aqueles imóveis rurais que não delimitaram nenhuma informação acerca da Reserva Legal, o passivo aumentaria para 6.472.564,26 ha para o bioma Cerrado. Freitas *et al.* (2017) também identificaram que, no caso do bioma Cerrado, o déficit de Reserva Legal é superior à possibilidade de compensação em áreas protegidas na propriedade privada, sendo necessário, dessa forma, buscar outras formas de regularização ambiental dessas áreas.

Vale destacar que a análise efetuada no presente trabalho não investigou a cobertura do solo nas áreas de Reserva Legal, nem o estado de preservação ou conservação da vegetação nativa, se existente, de forma que o déficit de Reserva Legal identificado refere-se à destinação da área do imóvel rural pelo proprietário ou possuidor rural para compor a Reserva Legal no interior do imóvel. Nessa seara, Guidotti *et al.* (2017) informam que, apesar da grande redução da área protegida aportada pela Lei nº 12.651/2012, o déficit de vegetação nativa para cumprir com os requisitos e as exceções da Lei 12.651/2012 é expressivo. Em Reserva Legal no bioma Cerrado, aqueles autores identificaram que 9% da área de Reserva Legal estimada, que corresponde a 4,2 milhões de hectares, estão sem vegetação nativa.

Em que pesem as informações supracitadas, Guidotti *et al.* (2017) apontam que a área de vegetação nativa desprotegida (ou excedente às exigências de áreas protegidas sob as formas de Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal) em áreas rurais privadas é significativa para todos os biomas, de forma que é razoável supor que o cumprimento das exigências de RL ocorrerá majoritariamente via instrumentos de compensação. Todavia, existem limitações a um mecanismo efetivo de compensação, como as CRA, tendo em vista que a oferta de ativos florestais é maior que a demanda em grande parte do País, e a Lei estabelece a necessidade de título da propriedade para sua emissão (RAJÃO; SOARES-FILHO, 2015; FREITAS; SPAROVEK; MATSUMOTO, 2016).

Após oito anos da publicação da Lei nº 12.651/2012, apesar da grande adesão dos proprietários e possuidores rurais ao CAR, os instrumentos básicos de gestão para sua implementação, como a análise dos declarados com vistas a diagnosticar a regularidade ambiental dos imóveis rurais e qualificar as informações sobre a localização e a extensão dos déficits ambientais e dos ativos florestais, e a implantação dos Programas de Regularização Ambiental (PRA), não estão totalmente estabelecidos. Muitos estados ainda estão trabalhando para implantar a análise dos cadastros e regulamentar os PRA em suas jurisdições. Ainda mais distante estão a definição e a regulamentação dos mecanismos de incentivos econômicos por parte do poder público para auxiliar os produtores rurais a recomporem seus passivos ambientais e, assim, cumprirem com a legislação (GUIDOTTI *et al.*, 2017).

2.4. Conclusão

O presente Capítulo apresentou a análise da regularidade ambiental das áreas de Reserva Legal, em função dos percentuais mínimos exigidos pelo art. 12 da Lei nº 12.651/2012, de 905.837 imóveis rurais inscritos no Cadastro Ambiental Rural na área do bioma Cerrado. Para o conjunto de imóveis rurais, identificou-se que:

- Para atender ao percentual mínimo exigido pelo art. 12 da Lei nº 12.651/2012, seriam necessários 41.076.595,20 ha mantidos como Reserva Legal na área de estudo.
- Foram encontrados 34.604.030,95 ha delimitados no CAR como Reserva Legal pelos proprietários ou possuidores rurais, que correspondem a 84,24% da área mínima.
- 210.682 imóveis rurais não delimitaram nenhuma informação de Reserva Legal no CAR, que corresponde a 23,26% do total de imóveis analisados.
- Daqueles que delimitaram a Reserva Legal, identificou-se um déficit em relação à área mínima de 6.619.354,40 ha, em 292.164 imóveis rurais, que representam 32,25% de todos os imóveis rurais analisados,

- 402.991 imóveis rurais alcançaram a área mínima exigida pelo art. 12 da Lei nº 12.651/2012, totalizando 25.471.585,58 ha de Reserva Legal.
- Da área de Reserva Legal delimitada nos imóveis rurais que alcançaram a área mínima exigida pelo art. 12 da Lei nº 12.651/2012, 4.057.021,71 ha representam excedente à área mínima.
- O balanço entre o déficit e o superávit de Reserva Legal dentre os imóveis que delimitaram Reserva Legal no CAR é de 2.562.332,44 ha, demonstrando que o mecanismo de compensação de Reserva Legal é insuficiente para solucionar todo o déficit identificado.
- O balanço entre o déficit e o superávit de Reserva Legal considerando todos os imóveis rurais, inclusive aqueles que não delimitaram nenhuma informação acerca da Reserva Legal, o passivo de Reserva Legal aumentaria para 6.472.564,26 ha para o bioma Cerrado.
- Nos imóveis rurais que delimitaram área de Reserva Legal no CAR, observa-se menor déficit por hectare nas pequenas propriedades e posses rurais, e maior déficit por hectare nas grandes propriedades rurais.
- Nos imóveis rurais que delimitaram área de Reserva Legal no CAR, observa-se maior excedente por hectare nas pequenas propriedades e posses rurais, ao passo que as médias e grandes propriedades rurais apresentaram o mesmo valor.
- Nos imóveis rurais que não delimitaram Reserva Legal no CAR, observa-se maior déficit por hectare nas pequenas propriedades e posses rurais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE JUNIOR, A. B. *et al.* Análise da concentração de terras no Brasil a partir de uma visão crítica. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 9, p. 15291–15300, 2019.
- ALENCAR, N. M. *et al.* Variabilidade das perdas de solo em Neossolo Quartzarênico sob diferentes coberturas no ecótono Cerrado-Amazônia. **Agrarian**, v. 12, n. 43, p. 71–78, 2019.
- BASTOS, L. A.; FERREIRA, I. M. Composições fitofisionômicas do bioma Cerrado: estudo sobre o subsistema de Vereda. **Espaço em Revista**, v. 12, n. 1, p. 97–108, 2010.
- BAYMA, A. P. *et al.* SÉRIES TEMPORAIS DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO (NDVI E EVI) DO SENSOR MODIS PARA DETECÇÃO DE DESMATAMENTOS NO BIOMA CERRADO. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 21, n. 4, p. 797–813, dez. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-21702015000400797&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 23 nov. 2019.
- BERNASCONI, P. Custo-efetividade ecológica da compensação de reserva legal entre propriedades no estado de São Paulo. 2013.
- BERNASCONI, P.; ROMEIRO, A. R. A compensação como instrumento para alocação de Reserva Legal: estudo de caso no município de Marcelândia-MT. **Anais do IX Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica: " Políticas Públicas e a perspectiva da economia ecológica. Brasília**, 2011.
- BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>.
- COCHRANE, M. A. *et al.* Fires in the cerrado, the Brazilian savanna. **Tropical Fire Ecology**, v. 2, p. 427–450, 2009.
- COSTA-COUTINHO, J. M. *et al.* Conexões biogeográficas de savanas brasileiras: partição da diversidade marginal e disjunta e conservação do trópico ecotonal setentrional em um hotspot de biodiversidade. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 7, p. 2406–2427, 2019.
- COSTA, H. L.; ROSSETTO, O. C. A concentração fundiária no estado de Mato Grosso: leituras a partir da análise dos Censos Agropecuários 1985-2017. 2019.
- DEL-CLARO, K. *et al.* The study of biotic interactions in the Brazilian Cerrado as a path to

the conservation of biodiversity. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 91, n. suppl 3, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652019000600614&tlng=en>. Acesso em: 23 nov. 2019.

DIAS, B. F. de S. Conservação da Biodiversidade no Bioma Cerrado: histórico dos impactos antrópicos no Bioma Cerrado. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. (Ed.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. p. 303–333.

FERRAZ, S. F. de B.; VETTORAZZI, C. A. Identificação de áreas para recomposição florestal com base em princípios de ecologia de paisagem. **Revista Árvore**, v. 27, n. 4, p. 575–583, 2003. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/488/48827418.pdf>>.

FRANÇOSO, R. D. *et al.* Delimiting floristic biogeographic districts in the Cerrado and assessing their conservation status. **Biodiversity and Conservation**, p. 1–24, 2019.

FREITAS, F. L. M. de *et al.* Offsetting legal deficits of native vegetation among Brazilian landholders: Effects on nature protection and socioeconomic development. **Land Use Policy**, v. 68, p. 189–199, 2017.

FREITAS, F. L. M. de; SPAROVEK, G.; MATSUMOTO, M. H. A Adicionalidade do mecanismo de compensação de reserva legal da Lei nº 12.651/2012: uma análise da oferta e demanda de cotas de reserva ambiental. 2016.

GUIDOTTI, V. *et al.* Números detalhados do novo código florestal e suas implicações para os PRAs. **Sustentabilidade em debate**, n. 5, p. 1–11, 2017.

HARIDASAN, M. Observations on soils, foliar nutrient concentrations and floristic composition of cerrado sensu stricto and cerradão communities in central Brazil. **Nature and Dynamics of forest-savanna boundaries**. UK, Chapman & Hall, 1992.

HIRAKURI, S. R. **Can law save the forest?: lessons from Finland and Brazil**. [s.l.: s.n.]

IBGE. **Contas Nacionais Trimestrais**, 2019a. . Disponível em:

<<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1846#/n1/all/v/all/p/-1/c11255/90687,90691,90696,90705,90706,90707,93404,93405,93406,93407,93408,102880/l/v,,c11255+t+p/resultado>>.

IBGE, C. de R. N. e E. A. (ed.). **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250.000**. Rio de Janeiro: Relatórios metodológicos (IBGE), ISSN 0101-2843,

2019b. v. 45

IRIGARAY, C. T. J. H. Compensação de reserva legal: limites à sua implementação. **Criação de Capa: Armando de Lima Sardinha Imagem da Capa: Clayton Ferreira Lino**, p. 53, 2007.

KAUFFMAN, J. B. **No oeste, a terra eo céu: A expansão da fronteira agrícola no Brasil Central**Duke University Press, , 2019. .

LAUDARES, S. S. de A.; SILVA, K. G. da; BORGES, L. A. C. Cadastro Ambiental Rural: uma análise da nova ferramenta para regularização ambiental no Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 31, p. 111–122, 2014.

LEHMANN, C. E. R. *et al.* Savanna vegetation-fire-climate relationships differ among continents. **Science**, v. 343, n. 6170, p. 548–552, 2014.

LIMA, J. E. F. W. Situação e perspectivas sobre as águas do cerrado. **Ciência e Cultura**, v. 63, n. 3, p. 27–29, jul. 2011. Disponível em:

<http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252011000300011&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 24 nov. 2019.

MACEDO, W. de S. *et al.* Análise do componente arbóreo em uma área de ecótono Cerrado-Caatinga no sul do Piauí, Brasil. **Scientia Plena**, v. 15, n. 1, 2019.

MACHADO, L. de A. O cadastro ambiental rural e as cotas de reserva ambiental no novo código florestal: uma análise de aspectos legais essenciais para a sua implementação. 2016.

MACHADO, R. B. *et al.* Caracterização da Fauna e Flora do Cerrado. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. (Ed.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. p. 285–300.

MEDEIROS, R. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil.

Ambiente & Sociedade, v. 9, n. 1, p. 41–64, 2006. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2006000100003&lng=pt&tlng=pt>.

MIRANDA, H. S.; BUSTAMANTE, M. M. C.; MIRANDA, A. C. The Fire Factor. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). **The Cerrados of Brazil - Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**. New York: Columbia University Press, 2003.

MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853–858, 2000.

OLIVEIRA, G. B. de. O novo código florestal e a reserva legal do Cerrado. 2015.

OLIVEIRA, E. G.; FERREIRA, M. E.; ARAÚJO, F. M. de. Diagnóstico do uso da terra na região Centro-Oeste de Minas Gerais, Brasil: a renovação da paisagem pela cana-de-açúcar e seus impactos socioambientais. **Sociedade & Natureza**, v. 24, n. 3, p. 545–555, dez. 2012.

Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-45132012000300013&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 30 out. 2018.

OLIVEIRA, S. J. de M.; BACHA, C. J. C. Avaliação do cumprimento da reserva legal no Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio / Brazilian Review of Economics and Agribusiness**, v. 01, n. 2, p. 177–203, 2003. Disponível em:

<http://ageconsearch.umn.edu/record/56831/files/REA_Artigo3_V1N2_2003.pdf>.

RAJÃO, R.; SOARES-FILHO, B. Policies undermine Brazil's GHG goals. **Science**, v. 350, n. 6260, p. 519, 2015.

RANIERI, V. E. L. **Reservas legais: critérios para localização e aspectos de gestão**. 2004.

2004. Disponível em: <[http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-16102009-170059/publico/tese_Victor_Ranieri_2004.pdf%5Cn\(In:%5Cn31.01.10\)](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-16102009-170059/publico/tese_Victor_Ranieri_2004.pdf%5Cn(In:%5Cn31.01.10))>.

RIBEIRO, J. F., & WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. **Cerrado: ambiente e flora**, p. 87–166, 1998.

RIBEIRO, C. A. A. S. *et al.* O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente.

Revista Árvore, v. 29, n. 2, p. 203–212, abr. 2005. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622005000200004&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 3 nov. 2018.

ROCHA, E. C. *et al.* Effects of habitat fragmentation on the persistence of medium and large mammal species in the Brazilian Savanna of Goiás State. **Biota Neotropica**, v. 18, n. 3, 16 jul. 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032018000300208&lng=en&tlng=en>. Acesso em: 11 mar. 2020.

ROCHA, M. B. B.; ROSA, R. Caracterização do meio físico e monitoramento do uso da terra em 1985 e 2005 do município de Araxá - MG. **Caminhos de Geografia**, v. 9, p. 95–107, 2008. Disponível em:

<<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15611/8832>>.

ROQUETTE, J. G. Distribution of biomass in cerrado and its importance for carbon storage.

Ciencia Florestal, v. 28, n. 3, p. 1350–1363, 1 out. 2018. Disponível em:

<<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/33354>>. Acesso em: 10 mar. 2020.

SANO, E. E. *et al.* Mapeamento de Cobertura Vegetal do Bioma Cerrado. **Boletim de**

Pesquisa e Desenvolvimento, p. 60, 2008. Disponível em:

<<http://core.ac.uk/download/pdf/15445589.pdf>>.

SANO, E. E. *et al.* Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil.

Environmental monitoring and assessment, v. 166, n. 1–4, p. 113–124, 2010.

SCHWAIDA, S. F. *et al.* CHALLENGES AND STRATEGIES ON IMPLEMENTING AN ECOLOGICAL CORRIDOR BETWEEN PROTECTED AREAS IN CERRADO BIOME.

Revista Árvore, v. 41, n. 6, jun. 2018.

SILVA, J. F. *et al.* Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. **Journal of Biogeography**, v. 33, n. 3, p. 536–548, 2006.

SILVA, P. *et al.* Future Projections of Fire Occurrence in Brazil Using EC-Earth Climate Model. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 3, p. 288–297, set. 2016. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862016000700288&lng=en&tlng=en>. Acesso em: 12 mar. 2020.

SOARES-FILHO, B. *et al.* Cracking Brazil ' s Forest Code. **Science**, v. 344, n. April, p. 363–364, 2014.

SOARES-FILHO, B. *et al.* Brazil's market for trading forest certificates. **PLoS One**, v. 11, n. 4, 2016.

SOARES, M. P. *et al.* Relationship between edaphic factors and vegetation in savannas of the Brazilian midwest region. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 3, p. 821–829, 2015.

SOUZA, C. L. F. *et al.* O cerrado como o “berço das águas”: potencialidades para a educação geográfica. **Revista Cerrados**, v. 17, n. 01, p. 86–113, 2019a.

SOUZA, J. M. F. *et al.* Avaliação dos conflitos no uso da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Lamarão, Distrito Federal. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 2, p. 950, 30 jun. 2019b.

Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/4784>>. Acesso em: 24 nov. 2019.

SPAROVEK, G. *et al.* Brazilian agriculture and environmental legislation: Status and future challenges. **Environmental Science and Technology**, v. 44, n. 16, p. 6046–6053, 2010.

SPAROVEK, G. *et al.* A revisão do Código Florestal brasileiro. **Novos Estudos - CEBRAP**, n. 89, p. 111–135, mar. 2011. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-33002011000100007&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 1 dez. 2019.

SPAROVEK, G. Caminhos e escolhas na revisao do Código Florestal: quando a compensação compensa? **Visão agrícola**, v. 10, p. 25–28, 2012.

SPAROVEK, G. *et al.* The revision of the Brazilian Forest Act : increased deforestation or a historic step towards balancing agricultural development and nature conservation ? The revision of the Brazilian Forest Act : increased deforestation or a historic step towards balanc. **Environmental Science & Policy**, n. February, p. 65–72, 2012.

STICKLER, C. M. *et al.* Defending public interests in private lands: Compliance, costs and potential environmental consequences of the Brazilian Forest Code in Mato Grosso.

Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, v. 368, n. 1619, p. 7–9, 2013.

STRASSBURG, B. B. N. *et al.* Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 4, p. 99, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41559-017-0099>>.

TAVARES, P. A. *et al.* Unfolding additional massive cutback effects of the Native Vegetation Protection Law on Legal Reserves, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 19, n. 4, 2019.

Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032019000400501&tlng=en>. Acesso em: 30 nov. 2019.

3. ÁREAS DE RESERVA LEGAL DO DISTRITO FEDERAL E A FRAGMENTAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA

3.1. Introdução

A crescente fragmentação dos habitats naturais e a necessidade de esforços mais efetivos de conservação da biodiversidade levaram ao surgimento da ciência interdisciplinar denominada Ecologia de Paisagens (OLIVEIRA MÜLLER; OLIVEIRA, 2020), que busca compreender a influência dos padrões espaciais nos processos ecológicos e trabalha o conceito de paisagem em diferentes escalas espaciais e temporais (METZGER, 2001), consagrando-se como base científica para o planejamento, manejo, conservação, desenvolvimento e melhoria da paisagem (NUCCI, 2007). Com o auxílio de imagens de satélite e de ferramentas de sensoriamento remoto e de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), as métricas de paisagem podem identificar e compreender os padrões espaciais de uma determinada paisagem, como a espacialização de fragmentos e seus graus de conectividade, podendo subsidiar tomadas de decisões e o estabelecimento de estratégias de conservação da biodiversidade (TURNER; GARDNER, 1991), sobretudo em áreas onde dados em larga escala não estão disponíveis e os padrões de distribuição da biodiversidade em escalas amplas não são conhecidos (FAIRBANKS; REYERS; VAN JAARSVELD, 2001; UEHARA-PRADO *et al.*, 2009).

O Distrito Federal está situado integralmente no domínio do bioma Cerrado, considerado o segundo maior bioma do País em área, e um dos 25 *hotspots* mundiais para a conservação da biodiversidade (MYERS *et al.*, 2000), ocupando, aproximadamente, 23,3% do território brasileiro, com 1.983.017 km² (IBGE, 2019b), onde concentra um terço da biodiversidade nacional, além de 5% da fauna e flora mundiais (DIAS, 2008). O Cerrado é uma região também importante para o desenvolvimento econômico do País, em função de políticas de ocupação para a região central do País que, desde a década de 1970, promoveram incentivos ao desenvolvimento da pecuária e da agricultura (MIRANDA; BUSTAMANTE; MIRANDA, 2003; SILVA *et al.*, 2006; OLIVEIRA; FERREIRA; ARAÚJO, 2012; BAYMA *et al.*, 2015).

Em função da expressividade da atividade agropecuária na região, a cobertura natural do Cerrado vem sendo amplamente modificada pela ação antrópica, resultando na eliminação de parte da cobertura vegetal nativa do bioma e na fragmentação da maioria dos seus habitats naturais, acarretando, dentre outras consequências, elevadas perdas de biodiversidade e um aumento da erosão dos solos e o assoreamento de mananciais (IBGE, 2019b).

Conforme apresentado no Capítulo 1 deste trabalho, as áreas de Reserva Legal têm 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 (BRASIL, 2012), tendo um papel de destaque como ferramenta para a conservação de vegetação nativa em áreas privadas (TAVARES *et al.*, 2019).

Tendo em vista as Reservas Legais serem fragmentos de ecossistemas naturais (ou próximos de um estado natural) inseridos, em geral, no contexto de paisagens alteradas pelo homem para atividades agrícolas, e que o objetivo desse instrumento está relacionado diretamente com a conservação dos ecossistemas naturais (RANIERI, 2004), estudos e conceitos nas áreas de Ecologia da Paisagem podem apoiar a tomada de decisão para alocação dessas áreas no interior dos imóveis rurais, bem como para avaliar a importância da Reserva Legal na manutenção da vegetação nativa em ambientes predominantemente antropizados.

Informações sobre a distribuição do tamanho de fragmentos, áreas submetidas a efeitos de borda, conectividade, grau de isolamento, importância dos pequenos fragmentos no isolamento, e áreas protegidas são essenciais para um bom planejamento para a conservação (RIBEIRO, 2010). Essas informações são úteis para promover a proteção de fragmentos remanescentes, o incremento das áreas desses fragmentos, a melhoria da conectividade estrutural entre eles, entre outros aspectos, de modo a favorecer tantas espécies quantas forem possíveis e, ainda, promover a conservação do recurso hídrico dentro de uma realidade político, social e institucional que impõe limitações para a realização plena do cenário ideal do ponto de vista técnico-científico (RANIERI, 2004).

Este Capítulo apresenta um estudo de caso para verificar a influência das áreas de Reserva Legal na manutenção da vegetação nativa na área do Distrito Federal, localizado no Bioma Cerrado, a partir das informações das áreas de formações naturais mapeadas por meio do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (MapBiomas) e das áreas delimitadas de Reserva Legal no Cadastro Ambiental Rural (CAR), utilizando parâmetros estruturais da paisagem.

3.2. Materiais e Métodos

3.2.2. Área de Estudo

Inserido integralmente no estado de Goiás, o Distrito Federal (DF) está localizado na região central de distribuição do Cerrado brasileiro

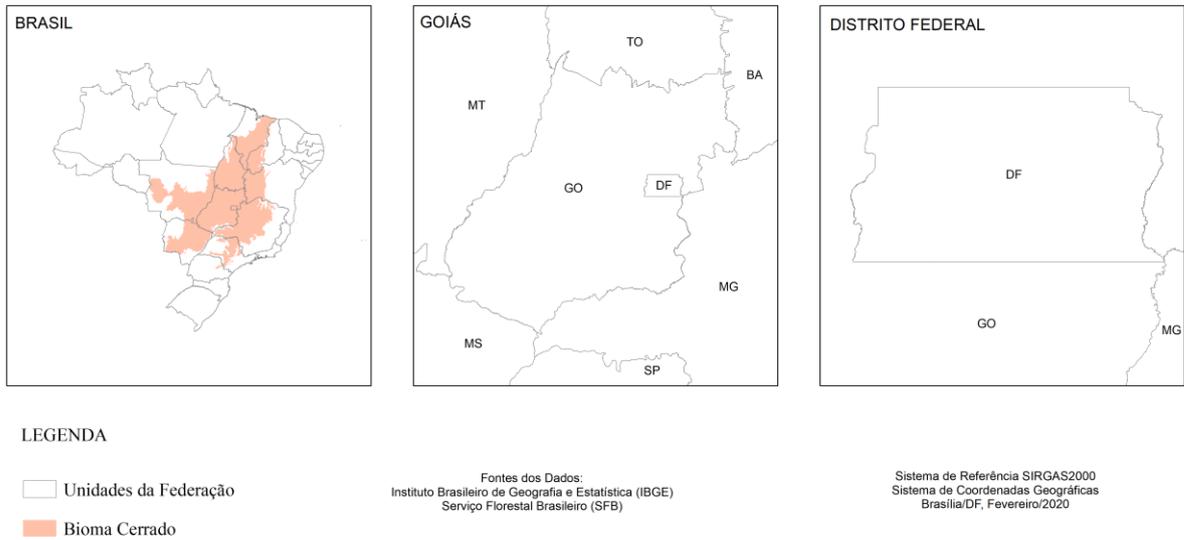


Figura 3.1). Apresenta clima estacional, caracterizado por um período chuvoso, nos meses de outubro a abril, quando ocorrem chuvas fortes de verão, e outro período seco, de maio a setembro, em que é baixa a umidade relativa do ar (WALTER, 2001).

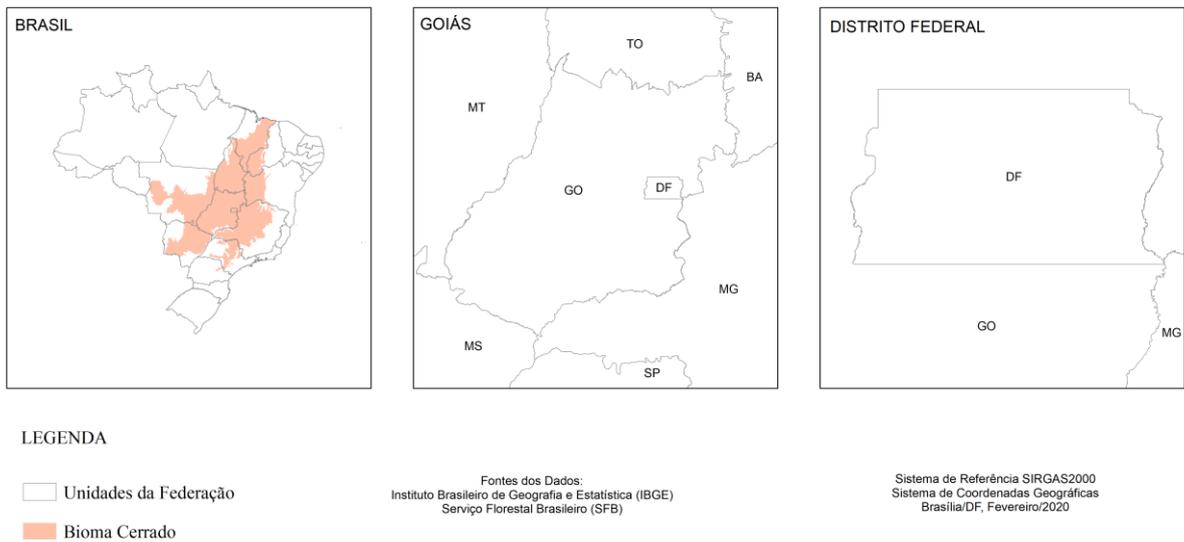


Figura 3.1 Localização do Distrito Federal no Bioma Cerrado, Brasil.
Fonte: Elaboração própria.

A região do Distrito Federal está localizada entre os paralelos de 15°30' e 16°03' de latitude sul e os meridianos de 47°25' e 48°12' de longitude W, na Região Centro-Oeste. Sua área possui 5.760,783 km² (IBGE, 2019b), e equivale a 0,06% da superfície do País. Possui relevo plano a suave-ondulado, em altitudes de cerca de 1.100m, que variam de 850 a 1.340m (EITEN, 1984), e precipitação e temperatura anual médias de 1.550mm e 20,4°C, respectivamente. Em razão de suas variações de altitude (300m a 1.600m), geomorfológicas,

de classes de solo e de clima, e por estar localizado no centro de distribuição do Cerrado, de modo que sua hidrografia se vincula às bacias dos rios Paraná, Araguaia-Tocantins e São Francisco, o DF é bastante representativo quanto às fitofisionomias que caracterizam o Cerrado brasileiro (WALTER, 2001).

Tendo por base a classificação de Ribeiro e Walter (1998), a vegetação do DF compreende fitofisionomias naturais incluídas desde as típicas formações florestais (Matas de Galeria, Ciliares, Seca e Cerradão), até formações campestres (Campos Sujo, Limpo e Rupestre). Em área ocupada destacam-se as formações savânicas, principalmente o Cerrado sentido restrito, com seus quatro subtipos (Denso, Típico, Ralo e Rupestre). Ocorrem ainda Veredas e Palmeirais, representados por pequenos Babaçuais e Buritizais. Contudo, as áreas antropizadas são cada vez maiores no Distrito Federal (FONSECA, 2001), sendo urbanas ou rurais. Na cidade de Brasília, destacam-se os grandes gramados, com e sem arborização, a qual compõem-se de espécies arbóreas exóticas à região, mas também algumas nativas (MACHADO; DE ALENCAR; RODRIGUES, 1992; SILVA JÚNIOR, 2001).

De acordo com a o IBGE (2019a) o Produto Interno Bruto do Distrito Federal, em 2017, totalizou R\$ 244,683 milhões. O Distrito Federal possui população estimada de 3.015.268 e PIB per capita de R\$ 80.502,47. Quanto à composição do PIB, a economia do DF é dominada pelo setor de Serviços que representa 44,26% do Produto Interno Bruto. A indústria possui peso de 3,45%, e o setor Agropecuário no Distrito Federal exerce pequeno impacto no desempenho global da região, pois responde por 0,34% da estrutura produtiva, possivelmente em razão do seu pequeno território, de forma que Brasília é abastecida em boa parte de seu consumo alimentício, por alguns municípios do entorno da região.

De acordo com Chaves e Santos (2009), o processo de ocupação do solo no Distrito Federal tem sido acelerado nos últimos 50 anos, com a construção e a consolidação de Brasília, de forma que a vegetação natural vem dando lugar a áreas agrícolas e urbanas. Em 1954, o DF, que tinha uma cobertura vegetal original de 329.000 ha apresentava, em 1998, uma cobertura nativa de apenas 124.000 ha, ou seja, uma redução relativa de 62% (BRASIL, 2002).

3.2.2. Materiais e Dados utilizados

A listagem das bases de dados utilizadas para execução deste estudo, no formato *shapefile*, assim como suas informações de fonte, escala e data, segue elencadas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 Bases de dados utilizadas no estudo, com as informações de fonte, escala e data.

Base de Dados	Fonte	Escala	Data
Malha de unidades da federação	IBGE	1:250.000	30/4/2018
Área declarada no CAR	SFB	1:50.000	31/12/2019
RL declarada no CAR	SFB	1:50.000	31/12/2019
Formação Florestal	MAPBIOMAS	1:100.000	2018
Formação Savânica	MAPBIOMAS	1:100.000	2018

Fonte: Elaboração própria.

A malha de unidades da federação foi obtida a partir da disseminação da divisão político-administrativa municipal do Brasil publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), agregada na unidade territorial “Unidades da Federação”, de acordo com a estrutura político-administrativa vigente em 30/04/2018, disponível no portal <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15774-malhas.html?=&t=sobre>.

Os dados do Cadastro Ambiental Rural foram obtidos diretamente no banco de dados do Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), com autorização do Serviço Florestal Brasileiro (SFB), os quais também podem ser acessados por meio do portal <http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index>, compreendendo as informações públicas dos cadastros de imóveis rurais registrados no sistema em 31 de dezembro de 2019, nas situações de ativos ou pendentes, excluindo-se os cadastros de imóveis rurais de assentamentos da reforma agrária e de territórios tradicionais de povos e comunidades tradicionais, assim como qualquer tipo de registro cancelado. As informações dos imóveis rurais utilizadas no estudo foram: *área do imóvel rural* e *área de Reserva Legal*.

Os dados de vegetação nativa foram obtidos do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (MapBiomias)¹² por meio do portal www.mapbiomas.org.

O sistema de referências adotado para todas as bases de dados foi o SIRGAS2000.

Foram utilizados os softwares *ArcGIS Desktop 10.5®* (Licença Institucional da UnB), juntamente com a extensão *V-LATE 2.0 (vector-based landscape analysis tools extension)*, para manipulação dos dados, análise das métricas de paisagem e elaboração de mapas.

¹² O Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (MapBiomias) é uma iniciativa de monitoramento aberto, colaborativo e multi-institucional, envolvendo universidades, ONGs e empresas de tecnologia, que promove o mapeamento anual de cobertura e uso da terra do Brasil nas últimas três décadas. Todos os dados e mapas são disponibilizados de forma aberta e gratuita (disponível em: www.mapbiomas.org)

3.2.3. *Análise*

A análise da estrutura da paisagem foi realizada em função das seguintes métricas (descritas no Capítulo 1 – Seção 1.3): área, número de manchas e isolamento das manchas. A escolha dessas métricas se deu em razão de seu potencial para avaliar características associadas ao conceito legal da Reserva Legal, associado à conservação da biodiversidade e conexão de fragmentos de vegetação nativa com outras áreas protegidas na paisagem, como Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação da Natureza.

As mudanças de cobertura da terra interferem nas manchas de vegetação alterando sua dimensão e forma, tendo, como consequência, o aumento da distância entre as manchas de uma matriz, culminando num processo de fragmentação. Quanto maior a fragmentação, maior o efeito de borda, que é o local onde se inicia grande parte dos processos ligados à fragmentação florestal, pela alteração na luminosidade, na temperatura, na velocidade de vento, entre outros (LAURANCE, 1991; TABARELLI; MANTOVANI; PERES, 1999).

No que se refere ao segundo parâmetro (área dos fragmentos), quanto maior a extensão dos fragmentos florestais, maior a possibilidade de existência de áreas centrais não influenciadas pela borda, as quais possuem o condão de abrigar espécies dependentes de habitats inalterados. Ainda, a forma geométrica do fragmento pode estar relacionada com a intensidade de perturbação antrópica na paisagem (FORMAN; GODRON, 1986; FORMAN, 1995; PICKETT; KEVIN, 1997), em função do efeito de borda.

O terceiro parâmetro (grau de isolamento do fragmento) é outro indicador estrutural da perda de diversidade na paisagem, o qual pode dificultar ou impedir o influxo (migração) de animais, pólen e sementes, impossibilitando o fluxo gênico (TABANEZ; VIANA; DIAS, 1992). De acordo com AZEVEDO (2017), a noção básica que se opõe ao isolamento florestal é a de conectividade, que é definida por Metzger (2003) como sendo a capacidade de uma paisagem em facilitar os fluxos biológicos.

Marques e Ranieri (2012) informam que estudos sobre o processo de fragmentação dos ecossistemas enfatizam o valor dos pequenos fragmentos na conservação da diversidade biológica, destacando a função de prover locais de descanso ou fonte de alimento para espécies da fauna em movimento pela paisagem, auxiliar na conexão entre manchas de habitat maiores e áreas contínuas (ao exercer o papel de corredores ecológicos, auxiliando no fluxo gênico entre as populações), entre outras (COLLIN *et al.*, 2003). Trabalhos científicos demonstram ainda que o percentual estabelecido para a Reserva Legal é o mínimo necessário para garantir suas funções biológicas na paisagem (METZGER, 2006; 2010).

Os dados de vegetação nativa foram obtidos do MapBiomas, para as sub-classes “Formação Florestal” e “Formação Savânica”, as quais foram reunidas em uma única classe denominada Remanescentes de Vegetação Nativa (RVN). Foram utilizados os dados de localização da Reserva Legal, delimitados no Cadastro Ambiental Rural, dos imóveis rurais localizados no Distrito Federal.

Realizou-se, em um primeiro momento, a análise da estrutura da paisagem dos fragmentos remanescentes de vegetação nativa, organizando-os por classe de tamanho, sendo estimado o número de fragmentos e a área de cada um, assim como calculadas métricas de conectividade estrutural para diferentes escalas (isto é, distâncias entre fragmentos). Essas métricas foram aplicadas em diversos trabalhos de avaliação da estrutura da paisagem, como os de Ribeiro (2010), Luiz (2014) e Mello *et al.* (2016).

Ressalta-se que, no presente trabalho, entende-se por fragmento de vegetação nativa qualquer área de vegetação natural contínua ao redor da qual predominem outros tipos de uso do solo (campos agrícolas, pastagens, estradas, cidades etc.), seguindo a definição adotada no trabalho de Ranieri (2004). Adicionalmente, considera-se que as manchas compostas por vegetação nativa podem estar interligadas entre si, dependendo da distância em que se encontram uma das outras, favorecendo os fluxos ecológicos e a formação de corredores.

Em um segundo momento, em ambiente de SIG, foi realizado um procedimento de análise espacial, onde as áreas de Reserva Legal foram subtraídas dos remanescentes de vegetação nativa. Com isso foi obtido um terceiro *layer* que são as áreas de remanescentes de vegetação nativa sem a sobreposição com as RL. Esse procedimento visa avaliar qual a importância da Reserva Legal para a conectividade dos remanescentes de vegetação nativa, simulando qual seria o impacto em caso de não ser necessário preservar a RL.

Na sequência, o resultado do grau de isolamento dos remanescentes de vegetação nativa com e sem as RL foi analisado comparativamente, avaliando por diferentes intervalos de distância, qual a quantidade de RVN encontrada. É esperado que no cenário sem as RL, a quantidade de RVN localizados nos intervalos mais próximos, ou seja, até 50 - 100 m seja menor do que no cenário dos RVN com as RL.

3.3. Resultados e Discussão

Nesta seção são apresentados os resultados da análise da estrutura da paisagem apoiada pelas métricas de paisagem (número de manchas, área e grau de isolamento das manchas, descritas no Capítulo 1 – Seção 1.3), para os fragmentos de vegetação nativa

remanescentes no Distrito Federal, e o papel das áreas de Reserva Legal na manutenção da vegetação nativa. Para essa análise, as sub-classes “Formação Florestal” e “Formação Savânica”, do MapBiomias, foram reunidas em uma única classe denominada “remanescentes de vegetação nativa”.

As áreas de vegetação nativa mapeadas, assim como as áreas de Reserva Legal delimitadas no CAR são apresentadas nas *Figura 3.2 e Figura 3.3*.

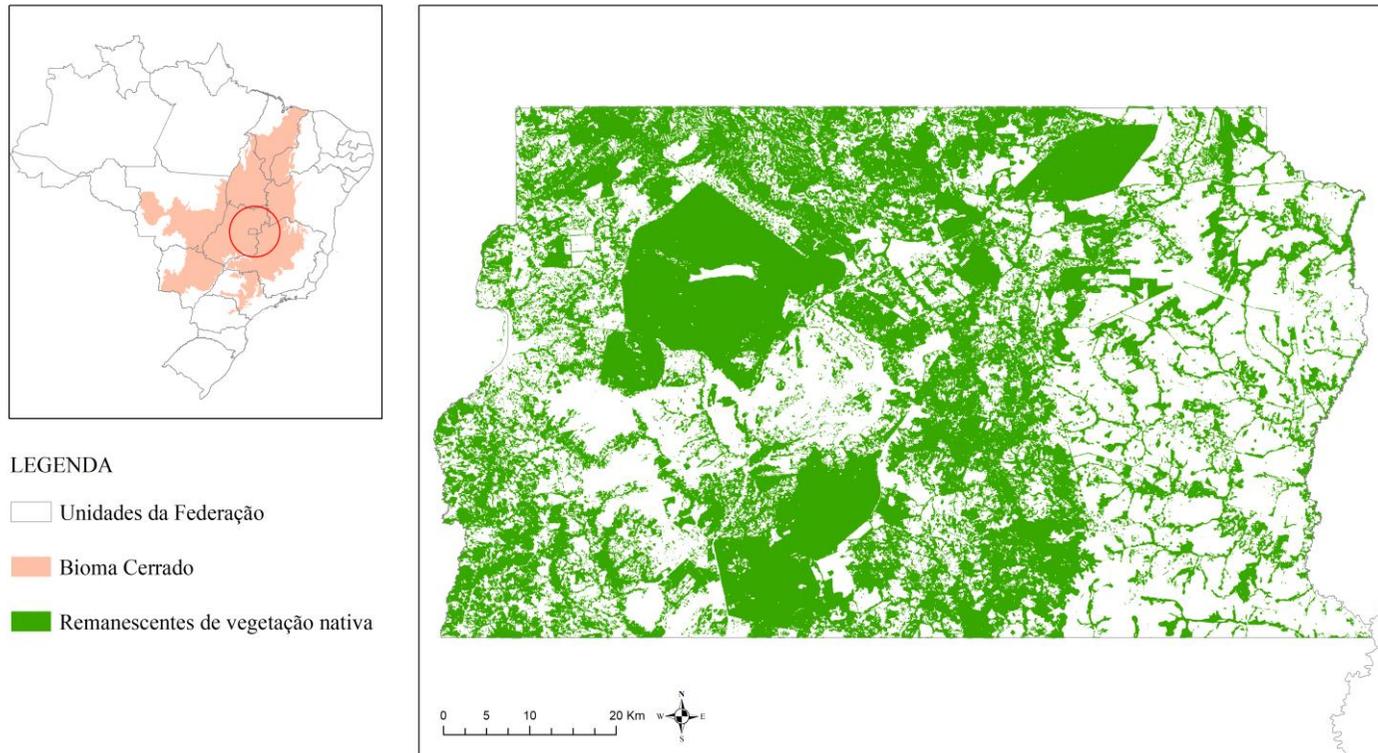


Figura 3.2 Área de vegetação nativa utilizada no presente trabalho, identificada a partir dos dados mapeados por meio do MapBiomas.
Fonte: Elaboração própria.

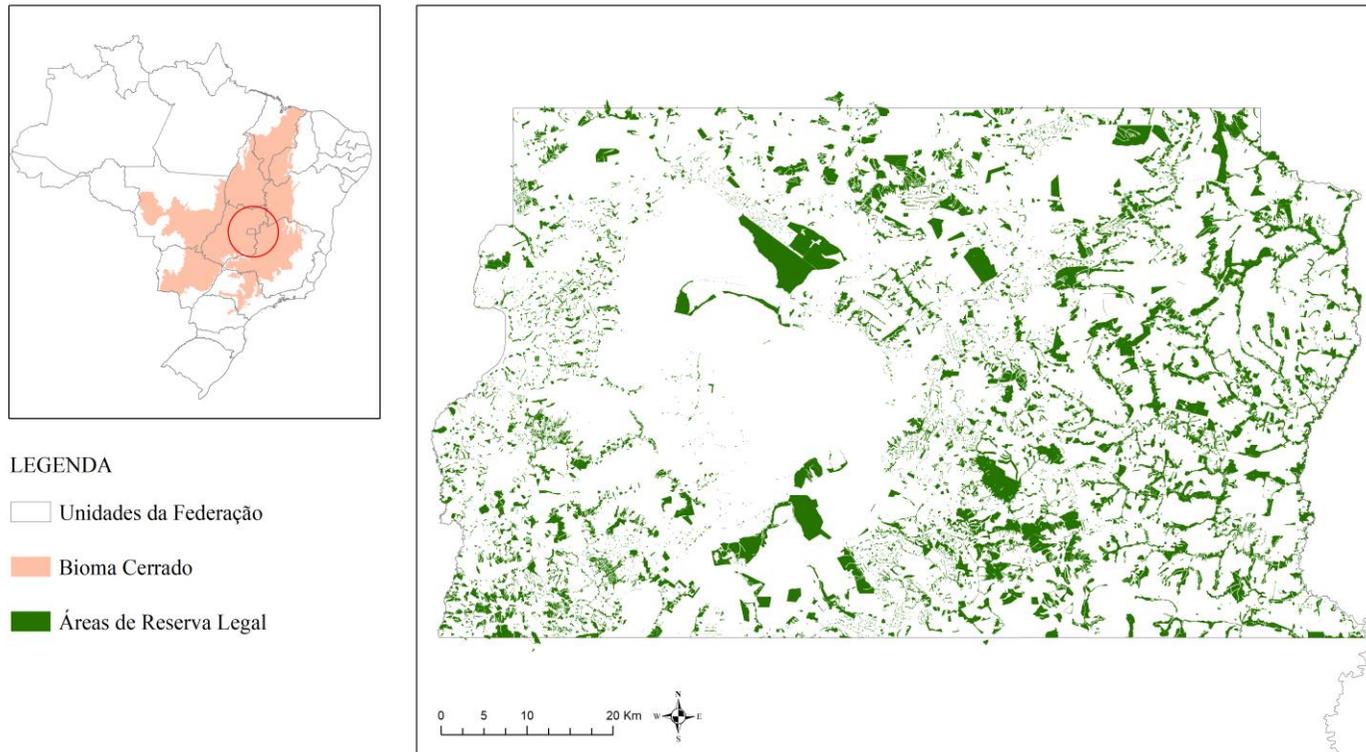


Figura 3.3 Áreas de Reserva Legal delimitadas no Cadastro Ambiental Rural no Distrito Federal.
Fonte: Elaboração própria.

A **Tabela 3.2** apresenta os resultados da análise da alteração da estrutura da paisagem, para os dois Cenários, a partir das seguintes métricas de paisagem: número de manchas e área.

Tabela 3.2 Resultados da análise da alteração da estrutura da paisagem, para os dois Cenários, a partir das seguintes métricas de paisagem: número de manchas e área.

Parâmetro	Cenário 1	Cenário 2
N_{FRAG}	7.450	24.707
$A_{minFRAG}$ (ha)	0,09	0,00
$A_{maxFRAG}$ (ha)	226.329,15	120.976,02
$A_{medFRAG}$ (ha)	39,05	9,07
Desvio padrão	2.643,31	809,18
A_{IFRAG}	290.925,46	224.096,83

Fonte: Elaboração própria.

O Cenário 1 apresenta os dados associados às manchas de vegetação nativa considerando as áreas protegidas sob a forma de Reserva Legal no Distrito Federal. Foram identificadas 7.450 manchas, as quais variam de 0,09 a 226.329,15 ha tendo uma média de 39,5 ha por fragmento e um total de 290.925,46 ha. Já o Cenário 2, que exclui as áreas de vegetação nativa protegidas sob a forma de Reserva Legal, apresenta um aumento significativo no número de manchas, de 24.707, cujas áreas mínimas e máxima variam de 0,000001 a 120.976,02 ha, com uma área média de 9,07 ha por fragmento e um total de 224.096,83 ha, que representa uma redução total de 66.828,63 ha.

Os valores obtidos para o Cenário 1 indicam a importância das áreas de Reserva Legal na manutenção da vegetação nativa e, conseqüentemente, na conservação da biodiversidade, tendo em vista o aumento significativo da fragmentação da matriz no Cenário 2, caso fossem suprimidas as áreas de vegetação nativa atualmente protegidas sob a forma de Reserva Legal.

Outrossim, as áreas mínima, máxima e média dos fragmentos, indicam, para o Cenário 1, uma maior extensão dos fragmentos florestais, que aumenta a possibilidade de existência de áreas centrais não influenciadas pela borda, e que podem abrigar espécies dependentes de habitats inalterados. Quanto mais fragmentada a matriz, e quanto menores as áreas de cada mancha, maior o efeito de borda, onde se iniciam grande parte dos processos ligados à fragmentação florestal, pela alteração na luminosidade, na temperatura, na velocidade de vento, entre outros (LAURANCE, 1991; TABARELLI; MANTOVANI; PERES, 1999).

De forma a complementar a análise, categorizou-se o número de manchas por faixas de tamanho, que permite analisar a variação de área das manchas de cada um dos Cenários, sendo uma medida adicional para entendimento do processo de fragmentação. Os resultados da aplicação dessa métrica são apresentados na Tabela 3.3 onde as manchas de cada um dos

dois Cenários estudados são hierarquizadas em sete intervalos de classe, permitindo um diagnóstico da variação das manchas por intervalo de área.

Tabela 3.3 Agrupamento das manchas de vegetação nativa do Distrito Federal por classes de área em hectare.

Classe de área (ha)	Cenário 1		Cenário 2	
	N _{FRAG}	A _{IFRAG}	N _{FRAG}	A _{IFRAG}
Até 10	7.093	8.137,81	24124	12.977,98
10 a 20	157	2.243,60	271	3.848,792
20 a 50	120	3.752,32	189	5.647,995
50-100	40	2.753,97	51	3.732,45
100-200	20	2.739,16	33	4.750,88
200 a 500	12	3.419,60	24	6.965,393
Maior que 500	8	267.879,00	15	186.173,3

Fonte: Elaboração própria.

Adicionalmente, a métrica de isolamento entre as manchas auxilia no melhor entendimento dessa dinâmica. Para avaliar o isolamento das manchas de cobertura vegetal foi calculada a distância entre as manchas entre os dois Cenários por meio da distância euclidiana para o vizinho mais próximo do mesmo Cenário. A **Tabela 3.4** apresenta a representatividade dos fragmentos em classes de distância, para os dois Cenários, considerando o percentual de área dos fragmentos enquadrados em cada classe. Adicionalmente, as Figuras 3.4 e 3.5 ilustram essa classificação.

Tabela 3.4 Agrupamento das manchas em classes de distância para os dois Cenários estudados, considerando o percentual de área dos fragmentos enquadrados em cada classe, calculada por meio da distância euclidiana para o vizinho mais próximo do mesmo Cenário.

Grau de Isolamento	Cenário 1	Cenário 2
Até 50m	95,74%	93,16%
50 – 100m	1,73%	5,44%
100 – 500m	2,20%	1,40%
500 – 1000 m	0,13%	0,00%
> 1000 m	0,19%	0,00%
	100,00	100,00

Fonte: Elaboração própria.

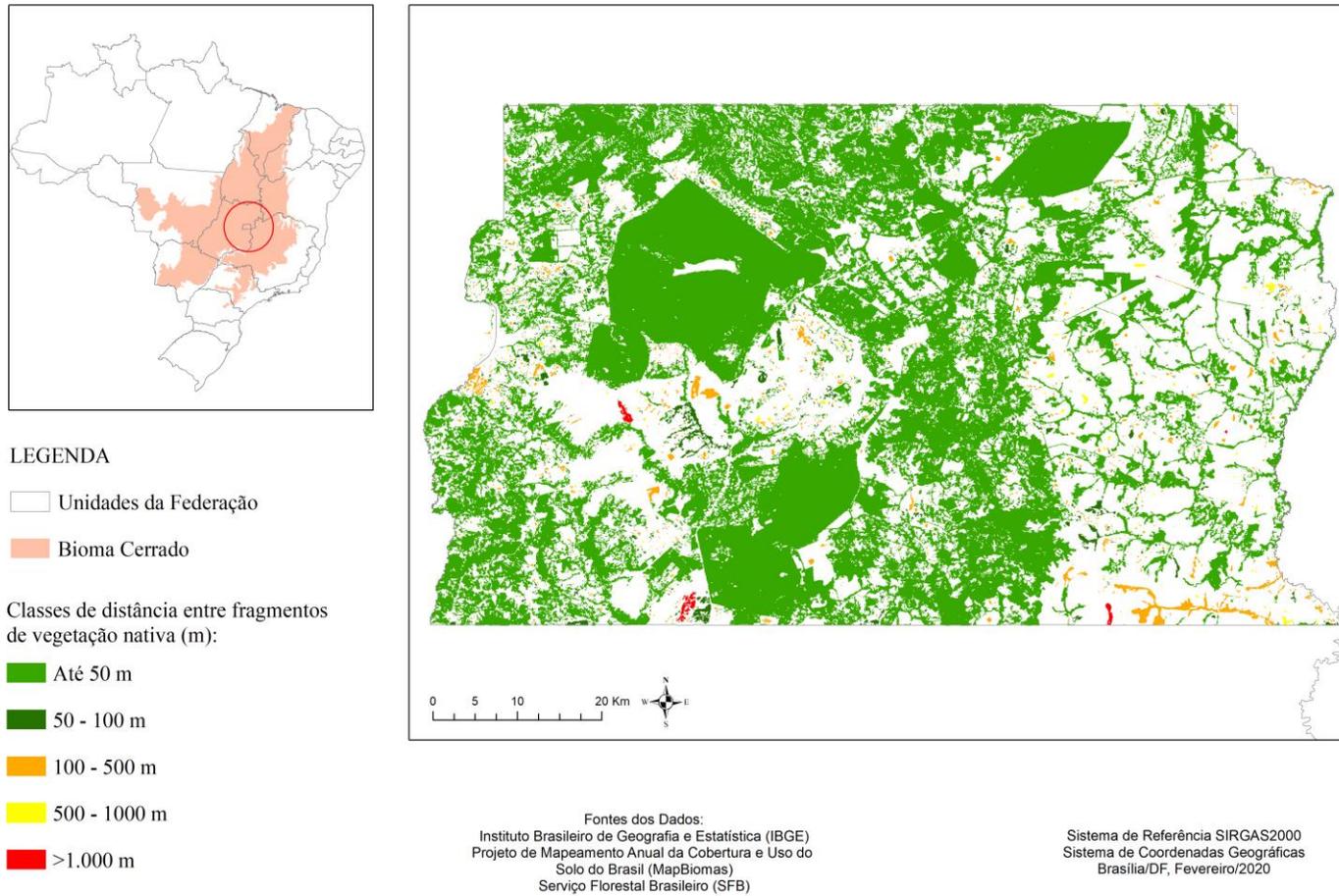


Figura 3.4 Distribuição das manchas de vegetação nativa em classes de distância para Cenário 1, calculada usando a distância euclidiana para o vizinho mais próximo do mesmo cenário.

Fonte: Elaboração própria.

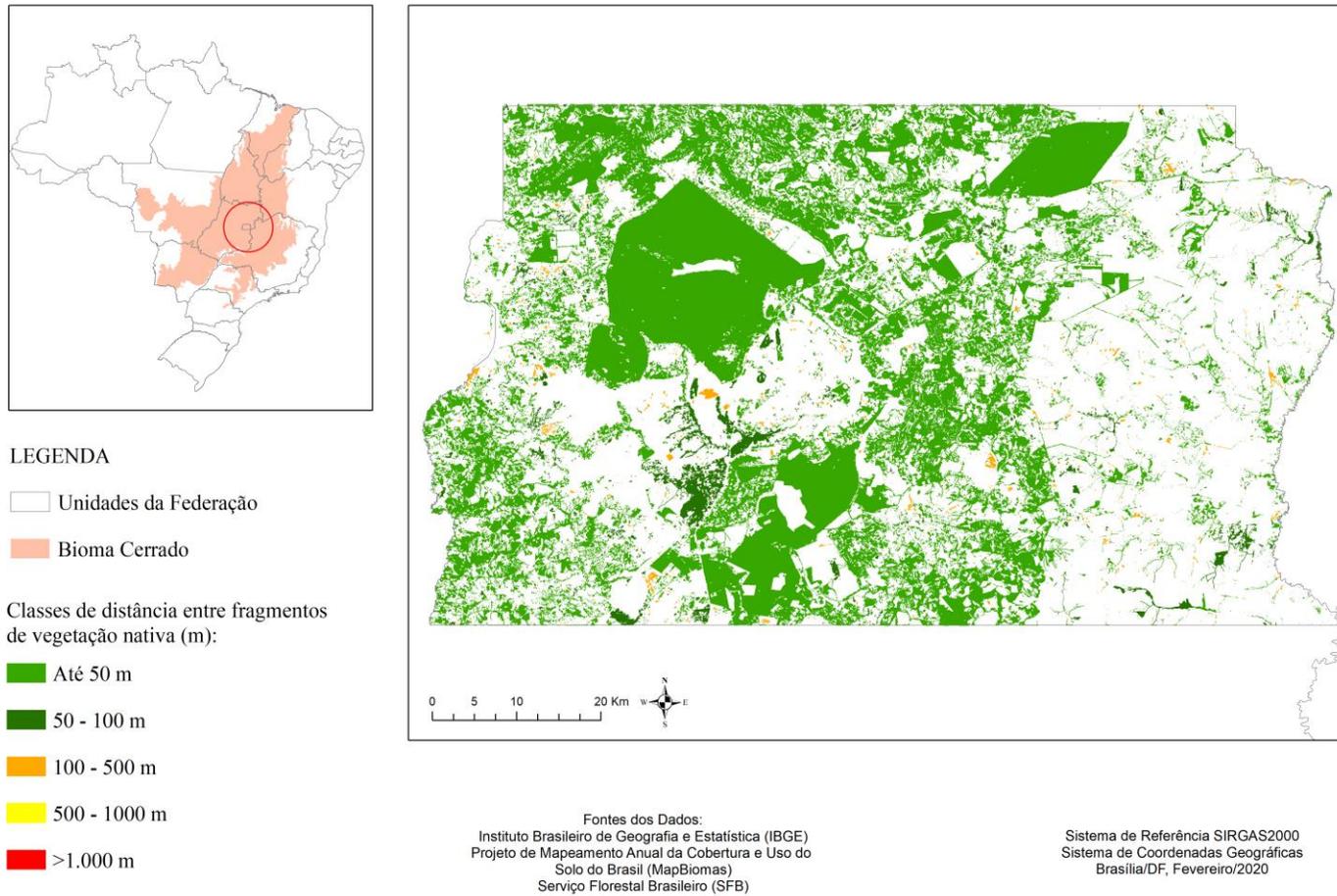


Figura 3.5 Distribuição das manchas de vegetação nativa em classes de distância para Cenário 2, calculada por meio da distância euclidiana para o vizinho mais próximo do mesmo cenário.

Fonte: Elaboração própria.

Nota-se que, no Cenário 1, 95,74% dos fragmentos, em área, distam entre si a um raio de até 50m, que favorece o estabelecimento de corredores ecológicos, muito parecido com o Cenário 2, em que esse parâmetro corresponde a 93,16%, ressalvadas as devidas proporções em relação à área total de vegetação nativa em cada Cenário. Na classe de distância entre 50-100m, o Cenário 1 apresentou representatividade de 1,73%, ao passo que o Cenário 2 apresentou 5,44%. A partir de 500m, o percentual de representatividade tem queda acentuada no Cenário 1, e não há representatividade no Cenário 2.

O grau de isolamento do fragmento é um indicador estrutural da perda de diversidade na paisagem, o qual pode dificultar ou impedir o influxo (migração) de animais, pólen e sementes, impossibilitando o fluxo gênico (TABANEZ; VIANA; DIAS, 1992). De acordo com Azevedo (2017), a noção básica que se opõe ao isolamento florestal é a de conectividade, que é definida como sendo a capacidade de uma paisagem em facilitar os fluxos biológicos (METZGER, 2003).

Os resultados confirmam a hipótese de, no Cenário 2, a quantidade de RVN localizados nos intervalos mais próximos, ou seja, até 50 - 100 m, é menor do que no Cenário 1, demonstrando que as áreas de Reserva Legal, se mantidas com vegetação nativa, tem o potencial de fomentar a formação de corredores ecológicos, de forma a prover o serviço de conservação da biodiversidade local.

3.4. Conclusão

Este Capítulo apresentou um estudo de caso com vistas a verificar a influência das áreas de Reserva Legal na manutenção da vegetação nativa na área do Distrito Federal, localizado no Bioma Cerrado, a partir das informações das áreas de formações naturais mapeadas por meio do MapBiomias e das áreas delimitadas de Reserva Legal no CAR, utilizando parâmetros estruturais da paisagem.

Os resultados indicam a importância das áreas de Reserva Legal na manutenção da vegetação nativa e, conseqüentemente, na conservação da biodiversidade, tendo em vista:

- A concentração da estrutura fundiária no bioma foi evidenciada pelo agrupamento dos imóveis rurais em classes de área em módulos fiscais: a pequena propriedade ou posse rural, que possui até quatro módulos fiscais, representa 82,98% do número de imóveis rurais que fazem parte do estudo, e detém 18,83% da área total estudada, com uma área média de 40,56 ha, enquanto que a grande propriedade ou posse rural, aquela que possui acima de 15 módulos fiscais, representa 5,08% dos imóveis rurais estudados, e detém mais da metade da área total estudada (57,02%), com área média de 2,004,54 ha.

- A área total de vegetação nativa no Cenário que inclui as Reservas Legais é de 290.925,46 ha, enquanto que, no Cenário que exclui as Reservas Legais, o valor total é de 224.096,83 ha.
- Haverá aumento significativo da fragmentação da matriz caso sejam suprimidas as áreas de vegetação nativa atualmente protegidas sob a forma de Reserva Legal, tendo sido identificadas 7.450 manchas no Cenário que inclui as Reservas Legais, e 24.707 manchas no Cenário que exclui as Reservas Legais.
- Identificou-se alta concentração dos fragmentos na classe de área de fragmentos com até 10 metros nos dois Cenários, mas que, proporcionalmente ao número de fragmentos identificados em cada Cenário, implica em maior efeito danoso ao Cenário que exclui as Reservas Legais.
- Identificou-se maior extensão dos fragmentos florestais no Cenário que inclui as Reservas Legais, o que aumenta a possibilidade de existência de áreas centrais não influenciadas pela borda, e que podem abrigar espécies dependentes de habitats inalterados, sendo as áreas mínima, máxima e média dos fragmentos identificadas para o Cenário que inclui as Reservas Legais, de 0,09 ha, 226.329,15 ha e 39,5 ha, respectivamente, ao passo que, para o Cenário que exclui as Reservas Legais, os valores foram de 0,000001, 120.976,02 ha e 9,07 ha.
- O enquadramento dos fragmentos em classes de distância euclidiana para o vizinho mais próximo indica o isolamento das manchas de cobertura vegetal, tendo um resultado melhor para o Cenário 1, com 95,74% da área os fragmentos distam entre si a um raio de até 50m, parecido com o Cenário 2, em que esse parâmetro corresponde a 93,16%, ressalvadas as devidas proporções em relação à área total de vegetação nativa em cada Cenário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, T. S. O USO DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL NA RESTAURAÇÃO DA CONECTIVIDADE ESTRUTURAL DA PAISAGEM: UM ESTUDO DE CASO PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO CORRÉGO DAS POSSES, EXTREMA-MG. **Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 15, n. 2, p. 78–112, 2017.

BAYMA, A. P. *et al.* SÉRIES TEMPORAIS DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO (NDVI E EVI) DO SENSOR MODIS PARA DETECÇÃO DE DESMATAMENTOS NO BIOMA CERRADO. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 21, n. 4, p. 797–813, dez. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-21702015000400797&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 23 nov. 2019.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>.

BRASIL, U. **Vegetação no Distrito Federal: tempo e espaço: uma avaliação multitemporal da perda de cobertura vegetal no DF e da diversidade florística da Reserva da Biosfera do Cerrado, Fase I**. [s.l.] UNESCO Brasil, 2002.

CHAVES, H. M. L.; SANTOS, L. B. dos. Ocupação do solo, fragmentação da paisagem e qualidade da água em uma pequena bacia hidrográfica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. suppl, p. 922–930, dez. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662009000700015&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 15 mar. 2020.

COLLI, R. G.; ACACCIO, G. M.; ANTONINI, Y.; CONSTANTINO, R.; FRANCESCHINELLI, E. V.; LAPS, R. R.; SCARIOT, A.; VIERIRA, M. V.; WIEDERHECKER, H. C. A fragmentação dos ecossistemas e a biodiversidade brasileira: uma síntese. In: RAMBALDI, Denise M.; OLIVEIRA, Daniela A. S. (org.). (2003). **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA/SBF, 2003. p. 317-324.

OLIVEIRA MÜLLER, G.; DE OLIVEIRA, L. M. T. Métricas de paisagem na avaliação da efetividade de proteção do Parque Estadual da Costa do Sol, uma unidade de conservação fragmentada no estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 15, p. 1, 2020.

- DIAS, B. F. de S. Conservação da Biodiversidade no Bioma Cerrado: histórico dos impactos antrópicos no Bioma Cerrado. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. (Ed.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. p. 303–333.
- EITEN, G. Vegetation of Brasilia. **Phytocoenologia**, p. 271–292, 1984.
- FAIRBANKS, D. H. K.; REYERS, B.; VAN JAARSVELD, A. S. Species and environment representation: selecting reserves for the retention of avian diversity in KwaZulu-Natal, South Africa. **Biological Conservation**, v. 98, n. 3, p. 365–379, 2001.
- FEISTAUER, D. et al. USO DE INDICADORES BASEADOS NA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA PARA ANÁLISE DE PROPRIEDADES RURAIS FAMILIARES DA AMAZÔNIA. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 1, p. 249, 31 mar. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/26463>>. Acesso em: 30 nov. 2019.
- FONSECA, F. O. **Olhares sobre o lago Paranoá**. [s.l.] Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos Brasília, 2001.
- FORMAN, R. TT and M. Godron(1986). **Landscape Ecology**. New York, John Wiley & Sons, 1988.
- FORMAN, R. T. **Land Mosaics: The ecology of landscapes and regions (1995)**. [s.l.] Springer, 2014.
- IBGE. **Contas Nacionais Trimestrais**, 2019a. .
- IBGE, C. de R. N. e E. A. (ed.). **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250.000**. Rio de Janeiro: Relatórios metodológicos (IBGE), ISSN 0101-2843, 2019b. v. 45
- LAURANCE, W. F. Edge effects in tropical forest fragments: application of a model for the design of nature reserves. **Biological conservation**, v. 57, n. 2, p. 205–219, 1991.
- LUIZ, C. H. P. **Modelagem da cobertura da terra e análise da influência do reflorestamento na transformação da paisagem: Bacia do Rio Piracicaba e Região Metropolitana do Vale do Aço**. 2014. Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.
- MACHADO, J. W. B.; DE ALENCAR, F. O. C. C.; RODRIGUES, M. das G. R. **Árvores de**

- Brasília.** [s.l.] Governo do Distrito Federal, Secretaria de Obras e Serviços Públicos ..., 1992.
- MARQUES, Emilena Muzolon; RANIERI, Victor Eduardo Lima. Determinantes da decisão de manter áreas protegidas em terras privadas: o caso das reservas legais do estado de São Paulo. **Ambiente & sociedade**, v. 15, n. 1, p. 131-145, 2012.
- MELLO, K. de *et al.* PRIORITY AREAS FOR FOREST CONSERVATION IN AN URBAN LANDSCAPE AT THE TRANSITION BETWEEN ATLANTIC FOREST AND CERRADO. **CERNE**, v. 22, n. 3, p. 277–288, set. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-77602016000300277&lng=en&tlng=en>. Acesso em: 30 out. 2018.
- METZGER, J.-P. Como restaurar conectividade de paisagens fragmentadas? **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**, 2003.
- METZGER, Jean Paul. Como lidar com regras pouco óbvias para conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas. **Natureza & Conservação**, v. 4, n. 2, p. 11-23, 2006.
- METZGER, Jean Paul. 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, p. 1–9, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032001000100006&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 15 mar. 2020.
- MIRANDA, H. S.; BUSTAMANTE, M. M. C.; MIRANDA, A. C. The Fire Factor. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). **The Cerrados of Brazil - Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna**. New York: Columbia University Press, 2003.
- MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853–858, 2000.
- NUCCI, J. C. Origem e desenvolvimento da ecologia e da ecologia da paisagem. **Revista Geografar**, v. 1, p. 77–99, 2007. Disponível em: <www.ser.ufpr.br/geografar>.
- OLIVEIRA, F. S. **Diagnóstico dos fragmentos florestais e das Áreas de Preservação Permanente no entorno do Parque Nacional do Caparaó, no estado de Minas Gerais**. 2006.

- OLIVEIRA, E. G.; FERREIRA, M. E.; ARAÚJO, F. M. de. Diagnóstico do uso da terra na região Centro-Oeste de Minas Gerais, Brasil: a renovação da paisagem pela cana-de-açúcar e seus impactos socioambientais. **Sociedade & Natureza**, v. 24, n. 3, p. 545–555, dez. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-45132012000300013&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 30 out. 2018.
- PACHECO, R. et al. REGULARIZATION OF LEGAL RESERVE DEBTS: PERCEPTIONS OF RURAL PRODUCERS IN THE STATE OF PARÁ AND MATO GROSSO IN BRAZIL. **Ambiente & Sociedade**, v. 20, n. 2, p. 181–200, jun. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2017000200181&lng=en&tlng=en>. Acesso em: 2 mar. 2020.
- PICKETT, Steward TA; ROGERS, Kevin H. Patch dynamics: the transformation of landscape structure and function. In: **Wildlife and landscape ecology**. Springer, New York, NY, 1997. p. 101-127.
- RANIERI, V. E. L. **Reservas legais: critérios para localização e aspectos de gestão**. 2004. 2004. Disponível em: <[http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-16102009-170059/publico/tese_Victor_Ranieri_2004.pdf%5Cn\(In:%5Cn31.01.10\)](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-16102009-170059/publico/tese_Victor_Ranieri_2004.pdf%5Cn(In:%5Cn31.01.10))>.
- RIBEIRO, J. F., & WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. **Cerrado: ambiente e flora**, p. 87–166, 1998.
- RIBEIRO, M. C. **Modelos de simulação aplicados à conservação de paisagens fragmentadas da Mata Atlântica brasileira** Universidade de São Paulo, , 2010. .
- SILVA, J. F. *et al.* Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. **Journal of Biogeography**, v. 33, n. 3, p. 536–548, 2006.
- SILVA JÚNIOR, M. C. da. Comparação entre matas de galeria no Distrito Federal e a efetividade do código florestal na proteção de sua diversidade arbórea. **Acta Botanica Brasilica**, v. 15, n. 1, p. 139–146, 2001.
- SOARES-FILHO, B. et al. Cracking Brazil ’ s Forest Code. **Science**, v. 344, n. April, p. 363–364, 2014.
- SOUZA, J. M. F. et al. Avaliação dos conflitos no uso da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Lamarão, Distrito Federal. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 2, p. 950, 30 jun. 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/4784>>. Acesso em:

24 nov. 2019.

TABANEZ, A. A. J.; VIANA, V. M.; DIAS, A. da S. Consequências da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de planalto. **Programa e Resumos**, 1992.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W.; PERES, C. A. Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane Atlantic forest of southeastern Brazil. **Biological conservation**, v. 91, n. 2–3, p. 119–127, 1999.

TAVARES, P. A. *et al.* Unfolding additional massive cutback effects of the Native Vegetation Protection Law on Legal Reserves, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 19, n. 4, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032019000400501&tlng=en>. Acesso em: 30 nov. 2019.

UEHARA-PRADO, M. *et al.* Selecting terrestrial arthropods as indicators of small-scale disturbance: A first approach in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1220–1228, 2009.

WALTER, B. M. T. A PESQUISA BOTÂNICA NA VEGETAÇÃO DO DISTRITO FEDERAL, BRAs. 2001.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo geral analisar a regularidade ambiental das áreas de Reserva Legal de imóveis rurais localizados no Cerrado brasileiro, sob os aspectos do cumprimento do percentual mínimo exigido pela legislação e de sua influência na proteção de fragmentos remanescentes de vegetação nativa, no incremento das áreas desses fragmentos e na melhoria da conectividade estrutural entre eles. Por todo o exposto, apresentam-se as seguintes conclusões e recomendações finais:

- O Brasil conta com um aparato legislativo de grande importância voltado para a conservação dos recursos naturais e monitoramento da vegetação nativa em áreas privadas. Mas, apesar da existência de um robusto arcabouço jurídico, historicamente os mecanismos de controle e monitoramento da vegetação nativa não garantiram sua efetividade, resultando em um cenário de passivo ambiental nos imóveis rurais privados, que podem ser regularizados a partir de instrumentos trazidos pela Lei nº 12.651/2012, como os Programas de Regularização Ambiental, com seus mecanismos de compensação de Reserva Legal, ou de recomposição e/ou regeneração natural da vegetação nativa, e as Cotas de Reserva Legal, que apoiam a efetivação do mecanismo de compensação de Reserva Legal supracitado.

- As análises feitas no âmbito dessa temática devem considerar as realidades político, social e institucional da região, a qual impõe limitações para a realização plena do cenário ideal do ponto de vista técnico-científico. No que se refere à gestão da Reserva Legal, a adoção de um recorte baseado nas divisões administrativas de atuação do órgão gestor dos recursos florestais mostra-se mais adequada quando comparada com outras possibilidades.

- No conjunto de imóveis rurais analisados do Cerrado brasileiro, 76,74% dos imóveis apresentaram informações acerca de suas Reservas Legais e, destes, 42,0% não cumpriram a prescrição legal no que se refere à área mínima, sendo responsáveis por um déficit de Reserva Legal de 6.619.354,40 ha no bioma, ao passo que 58,0% estão em acordo com a legislação florestal, apresentando, ainda 4.057.021,71 ha de excedente à área mínima de Reserva Legal exigida pelo diploma legal. No entanto, um balanço entre o déficit e o superávit de Reserva Legal resulta em um déficit líquido de 2.562.332,44 ha, demonstrando que, se adotado, o mecanismo de compensação de Reserva Legal seria insuficiente para solucionar todo o déficit identificado. Se considerarmos aqueles imóveis rurais que não delimitaram nenhuma informação acerca da Reserva Legal, o passivo de Reserva Legal aumentaria para 6.472.564,26 ha para o bioma Cerrado.

- Os resultados revelam efeitos sobre o papel das reservas legais como uma ferramenta para a conservação de vegetação nativa em terras privadas, cuja redução pode ameaçar compromissos governamentais de restauração. Se pensarmos em um cenário de extinção das áreas de Reservas Legais, infere-se que haverá um aumento enorme na perda de vegetação nativa, com evidentes consequências para a conservação da biodiversidade e a provisão de serviços ecossistêmicos.

- Os resultados do estudo de caso feito para o Distrito Federal, com vistas a verificar a influência das áreas de Reserva Legal na manutenção da vegetação nativa, confirmaram a hipótese de que as áreas de Reserva Legal promovem a proteção de fragmentos remanescentes de vegetação nativa, o incremento das áreas desses fragmentos e a melhoria da conectividade estrutural entre eles.

- Por se tratarem de instrumento jurídico obrigatório para todos os imóveis rurais do País, e estarem inseridas, em geral, no contexto de paisagens alteradas pelo homem para atividades agrícolas, as áreas de Reserva Legal tem um papel de destaque como ferramenta para a conservação de vegetação nativa em áreas privadas, conectando outras áreas protegidas na paisagem, como Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação da Natureza.

- Os dados utilizados neste estudo - dados do CAR e do MapBIOMAS - atenderam às necessidades das análises, demonstrando seu potencial de uso na análise do cumprimento da legislação florestal e no planejamento de ações para conservação da biodiversidade. As informações do CAR, embora incompletas, mostram seu potencial para o planejamento ambiental e a conservação da biodiversidade e possibilita a realização de análises a nível de imóveis rurais.

Após oito anos da publicação da Lei nº 12.651/2012, apesar da grande adesão dos proprietários e possuidores rurais ao CAR, os instrumentos básicos de gestão para sua implementação, como a análise dos declarados com vistas a diagnosticar a regularidade ambiental dos imóveis rurais e qualificar as informações sobre a localização e a extensão dos déficits ambientais e dos ativos florestais, e a implantação dos Programas de Regularização Ambiental (PRA), não estão totalmente estabelecidos. Muitos estados ainda estão trabalhando para implantar a análise dos cadastros e regulamentar os PRA em suas jurisdições.

A partir dos resultados encontrados neste trabalho, vê-se que um caminho para se avançar, em grande escala, na implantação da análise dos dados do CAR, seria através da

análise da regularidade ambiental dos grandes imóveis rurais, de forma que, para a área de estudo, as ações alcançariam mais da metade da área estudada (57,02%).

Por fim, para complementar a análise da regularidade ambiental das Reservas Legais dos imóveis rurais analisados, recomenda-se sejam feitos estudos acerca da cobertura do solo nas áreas de Reserva Legal estudadas, com vistas a diagnosticar se essas áreas mantêm cobertura de vegetação nativa. Estudos acerca da presente temática, tem o potencial de subsidiar a elaboração de estratégias de abordagens, técnicas científicas, políticas públicas que visam conciliar a agricultura às questões ambientais. Espera-se que este trabalho sirva para embasar outras discussões relacionadas com a conservação da vegetação nativa e da biodiversidade no Brasil.