



**ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DAS PROPRIEDADES
RURAIS DO DISTRITO FEDERAL**

RAVANA MARQUES SOUZA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA-UnB**

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

RAVANA MARQUES SOUZA

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DAS PROPRIEDADES RURAIS
DO DISTRITO FEDERAL

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

ORIENTADOR: Dr. HUMBERTO ANGELO

PUBLICAÇÃO: PPGCFL.DM-X/2020
BRASÍLIA – DF OUTUBRO DE 2020

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

**“ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DAS PROPRIEDADES
RURAIS DO DISTRITO FEDERAL”**

RAVANA MARQUES SOUZA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS FLORESTAIS.

APROVADA POR

Prof. Dr. Humberto Ângelo (Departamento de Engenharia Florestal – UnB)
(Orientador)

Prof. Dr. Ricardo de Oliveira Gaspar (Departamento de Engenharia Florestal – UnB)
(Examinador Interno).

Prof. Dr. Alexandre Nascimento de Almeida (Faculdade UnB de Planaltina)
(Examinador Externo ao PGEFL).

Prof. Dr. Álvaro Nogueira de Souza (Departamento de Engenharia Florestal – UnB)
(Suplente Interno).

Prof. Dr. João Carlos Garzel Leodoro (Universidade Federal do Paraná) (Suplente Externo ao PGEFL)

BRASÍLIA-DF, 28 DE OUTUBRO DE 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília.

MR252?	Marque Souza, Ravana Índice de sustentabilidade ambiental das propriedades rurais do distrito federal / Ravana Marque Souza; orientador Humberto Angelo. -- Brasília, 2020. 79 p. Dissertação (Mestrado - Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, 2020. 1. Desenvolvimento rural. 2. Indicadores de sustentabilidade. 3. Legislação Ambiental. 4. Meio Ambiente. 5. Sustentabilidade. I. Angelo, Humberto, orient. II. Título
--------	--

At
Ac

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOUZA, R. M. (2020). Índice de sustentabilidade ambiental das propriedades rurais do Distrito Federal. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, DF, 79p.

CESSÃO DE DIREITO

AUTORA: Ravana Marques Souza

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Índice de sustentabilidade ambiental das propriedades rurais do Distrito Federal.

GRAU: Mestrado

ANO: 2020

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva os direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem autorização formal do autor.

Ravana Marques Souza
ravanamsouza@gmail.com

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora.

Aos familiares:

Alcione, Parizete e Adolpho

Aos amigos:

Déborah da Silva, Roberto Ogata, Shinobu Araci, Rodrigo Antunes, Alexandre Santos, Hilary Rodrigues, Myla, Yanara Ferreira, Michele Amanda, Lucas Caius, Fernanda Borgis, Mário Lima.

Aos professores:

Humberto Angelo, Ricardo de Oliveira Gaspar, Alexandre Nascimento de Almeida, José Felipe Ribeiro, Álvaro Souza, Ludgero Vieira, Maria Cristina de Oliveira.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DAS PROPRIEDADES RURAIS DO DISTRITO FEDERAL

RESUMO

A Lei 12.651/2012 que sanciona a legislação de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN), estabeleceu a necessidade de mapeamento e caracterização da cobertura vegetal de imóveis rurais para promover sua regularização ambiental. Para efetivar essa caracterização foi instituído o Cadastro Ambiental Rural (CAR) - registro obrigatório para os imóveis rurais, com a finalidade de integrar informações ambientais das propriedades e posses rurais. O objetivo desse trabalho foi construir e aplicar indicadores ambientais os quais foram estabelecidos a partir da LPVN, a fim de verificar o desempenho ambiental e diagnosticar os níveis de sustentabilidade das propriedades rurais do Núcleo Rural Pípiripau - Distrito Federal – Brasil. A análise dos dados foi realizada com base nas informações exigidas e declaradas no CAR. Foi aplicada amostragem exploratória, obtendo uma população amostral de 169 imóveis. Optou-se por utilizar a metodologia de análise fatorial por componentes principais como forma de associação dos indicadores de estado da sustentabilidade para que fosse possível avaliar a situação de sustentabilidade ou não dos imóveis analisados com base no que a legislação brasileira exige. Os resultados alcançados permitem afirmar que a maior parte das propriedades (91,49%) se encontram em estado de insustentabilidade grave. Os resultados mostram ainda que os limites de RL e APP's estão sendo ultrapassados e que os remanescentes de vegetação nativa, quando existem, não estão em proporção suficiente ao tamanho total do imóvel de acordo com o que a legislação exige. O modelo proposto e os indicadores ambientais construídos a partir da legislação ambiental demonstraram ser uma ferramenta eficiente, prática e de baixo custo para um diagnóstico satisfatório acerca da mensuração da sustentabilidade das propriedades rurais brasileiras e na identificação de situações positivas de manejo em relação à adequação às leis ambientais.

Palavras-chave: Desenvolvimento rural; indicadores de sustentabilidade; legislação ambiental; meio ambiente; sustentabilidade.

ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY INDEX OF RURAL PROPERTIES IN THE FEDERAL DISTRICT

ABSTRACT

Law 12.651 / 2012, which sanctions the legislation for the Protection of Native Vegetation (LPVN), established the need for mapping and characterizing the vegetation cover of rural properties to promote their environmental regularization. To carry out this characterization, the Rural Environmental Registry (CAR) was created - a mandatory registration for rural properties, with the purpose of integrating environmental information on rural properties and possessions. The objective of this work was to build and apply environmental indicators which were established based on the LPVN, in order to verify the environmental performance and diagnose the sustainability levels of the rural properties of the Pípiripau Rural District - Federal District - Brazil. Data analysis was performed based on the information required and declared in the CAR. Exploratory sampling was applied, obtaining a sample population of 169 properties. It was decided to use the factor analysis methodology by main components as a way of associating the sustainability status indicators so that it was possible to assess the sustainability status or not of the properties analyzed based on what Brazilian law requires. The results achieved allow us to state that most of the properties (91.49%) are in a state of severe unsustainability. The results also show that the limits of RL and APP's are being exceeded and that the remnants of native vegetation, when they exist, are not in sufficient proportion to the total size of the property according to what the legislation requires. The proposed model and the environmental indicators built from the environmental legislation proved to be an efficient, practical and low-cost tool for a satisfactory diagnosis about the measurement of the sustainability of Brazilian rural properties and in the identification of positive management situations in relation to the suitability for environmental laws.

Keywords: Rural development; sustainability indicators; environmental legislation; environment; sustainability.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1. O Código Florestal Brasileiro: histórico e suas evoluções.	14
2.1.1 O código florestal em contexto internacional	21
2.1.2. O Novo Código Florestal Brasileiro e a adequação das propriedades rurais	28
2.2. O CAR	32
2.3. Importância de se estimar a sustentabilidade das propriedades rurais: instrumentos para essa mensuração.	37
2.4. Indicadores de Sustentabilidade Ambiental	39
3. MATERIAL E MÉTODOS	43
3.1. Área de estudo	43
3.2. Das variáveis	45
3.3. Da amostra	46
3.4. Análise Estatística	47
3.4.1. Análise de consistência dos dados	47
3.4.2. Análise fatorial em componentes principais	50
3.5. Índice de Sustentabilidade	54
3.6. Fonte dos dados	55
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
4.1 Caracterização da amostra	56
4.2 Análise Fatorial	56
4.2.1. Descrição dos componentes e das variáveis representativas ...	58
4.3. Estimção dos Índices de Sustentabilidade	60
5. CONCLUSÕES	64
6. REFERÊNCIAS	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área total de florestas por país. (Fonte: FAO, 2016).....	23
Figura 1. Porcentagem de cobertura florestal privada e pública por país (Fonte: FAO, 2015).....	24
Figura 2. Localização da Bacia do Ribeirão Pípiripau em relação aos limites do DF. (Fonte: Relatório diagnóstico do Programa Produtor de Águas – Pípiripau).....	43
Figura 3. Localização dos núcleos urbanos na Bacia do Ribeirão Pípiripau. (Fonte: Relatório diagnóstico do Programa Produtor de Águas – Pípiripau).....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Conjunto das variáveis analisadas.....	45
Tabela 2. Tamanho da amostra segundo estratos de área.....	47
tabela 3. Intervalo de validade do teste KMO, para aplicação no modelo de análise fatorial.....	50
Tabela 4. Matriz de cargas fatoriais – Propriedade rurais Piriripau, Distrito Federal, 2020.....	54
Tabela 5. Denominação do fator associado às cargas fatoriais.....	55
Tabela 6. Índices de sustentabilidade padronizados por imóvel rural e ranking entre as 33 propriedades.....	60
Tabela 7. Classificação das propriedades rurais com relação à sustentabilidade.....	61

1. INTRODUÇÃO

A adequação ambiental dos imóveis rurais, tendo como contexto o novo código florestal - a Lei 12.651/2012 que sanciona a legislação de Proteção da Vegetação Nativa - pressupõe que, com a participação do agricultor será possível restaurar ambientes florestais, exercitar a agricultura sustentável e conseqüentemente, usar de maneira racional os recursos naturais (Santos et al., 2017). A legislação colocou a necessidade de identificação e caracterização dos imóveis rurais, tornando extremamente importante diagnosticar as irregularidades e regularidades ambientais de propriedades rurais.

Não menos importante, propor metodologias adequadas a realidade diagnosticada, também se mostra como iniciativa indispensável. É particularmente importante, em termos de regularização dessas propriedades quanto à legislação ambiental, caracterizar floristicamente as formações naturais remanescentes na paisagem bem como vincular a ela, a devida valorização da vegetação nativa em área privada, e a Lei exige tais determinações.

Portanto, partindo de tais premissas, a legislação nada mais é do que um instrumento jurídico de prevenção de danos ambientais e condução de pessoas e estados para a adoção de práticas ambientalmente mais sustentáveis (Feistauer et al., 2017). Ainda que modesto, no cenário econômico atual, investimento público na restauração e na produção rural sustentável se faz necessário. Os benefícios sociais e econômicos que isso traz são enormes entendendo, sobretudo, que o desenvolvimento com base no pilar da sustentabilidade se faz de forma eficiente considerando as relações ambientais atreladas as questões econômicas e sociais.

No que diz respeito a proteção da vegetação, de acordo com a legislação, áreas de reserva legal (RL) devem assegurar o uso econômico de base sustentável frente aos recursos naturais da propriedade, além de auxiliar na conservação e na reparação dos processos ecológicos, promovendo a conservação da biodiversidade, no que se refere a fauna e flora nativa. Já as áreas de preservação permanente (APPs), segundo a Lei, possuem a função de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a geologia e a biodiversidade; proporcionar a variabilidade genética de fauna e flora, proteger o solo e por fim assegurar o bem-estar das populações humanas.

As maiores ocorrências de APPs em imóveis rurais encontram-se as margens de córregos, nascentes e topos de morros (Jacovine et al., 2008; Oliveira et al., 2018). O limite dessas áreas depende da largura dos corpos hídricos em questão, e estão determinados pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa. No caso de recuperação de áreas degradadas, esse limite irá variar também, em função do tamanho da propriedade rural. É imprescindível entender a destinação dessas áreas, seja para uso exclusivamente com foco na preservação ou como áreas de possível potencial a serem consolidadas, mais especificamente, na grande maioria das vezes, com finalidade produtiva.

Feistauer et al. (2017) destacam a necessidade de cogitar modelos agrícolas e de uso da terra com foco na sustentabilidade do agroecossistema, que conciliem com o que a legislação ambiental permite e exige. Entretanto, poucas são as áreas manejadas a partir de um viés sustentável. A dificuldade de interpretação e entendimento da legislação ambiental, em especial, na ausência de assessoria técnica especializada que conduzam os produtores a uma estratégia de gestão e manejo da propriedade rural com foco na adequação à legislação ambiental, tem se mostrado uma das principais causas desse cenário.

O problema pode ser definido como o fato de que, frente às pressões relativas ao aumento das atividades produtivas, sejam pecuárias ou agrícolas, muitos proprietários de terra têm mantido, ou até mesmo aumentado seus passivos, principalmente por meio do aumento do desmatamento (FEISTAUER, 2014). A ausência de instrumentos, programas e políticas públicas mais específicas, que efetivamente auxiliem o cumprimento de suas obrigações legais e a entrelaça com a preservação ambiental, restauração e recuperação de áreas degradadas também se apresentam como uma questão a ser discutida.

Políticas públicas e projetos financiados pelo governo voltados à promoção da sustentabilidade e bem-estar social com foco nos modelos de desenvolvimento atrelados a conservação e ao uso sustentável dos recursos naturais, têm sido incipientes e, por consequência, abarcam também formas de gerenciamento de conflitos derivados desses modelos. Alternativas metodológicas para incentivar um desenvolvimento que gere o mínimo de impacto ao meio ambiente, vinculado ao uso sustentável de recursos florestais e a conservação ambiental tem aos poucos ganhado espaço na agenda governamental, em especial devido a acordos firmados com países investidores de recursos para conservação ambiental no Brasil até meados de 2019.

Silva (2007) destaca a necessidade de articular processos gerenciais e educativos através de ferramentas que auxiliem no processo de mensuração e análise do desempenho ambiental de propriedades rurais com foco na tomada de decisão. Essa visão holística entre conservação ambiental, sistemas produtivos e consequentemente cumprimento da Legislação ambiental implica maior complexidade na gestão do imóvel rural, porém possibilita além da quitação de seus passivos, o seu desenvolvimento sustentável.

Longe de uma visão utópica, a integração desses sistemas já é uma realidade latente e, quanto mais se entende acerca desses sistemas integrados, menos complexo se torna sua execução. A premência de se alcançar esse entendimento reforça a necessidade do monitoramento, por meio de métricas e parâmetros que compõem um conjunto de indicadores e quando mais precisamente, de índices que identifiquem o estágio de produção e sustentabilidade dos imóveis.

No âmbito governamental, o Brasil tem acompanhado a tendência mundial de consideração das questões ambientais em ações estratégicas a fim de atender a

necessidade de um novo instrumento ambiental de planejamento (Pellin et al.; 2011). Muito tem sido feito, mas, ainda que o Estado tenha buscado ser atuante na gestão do meio ambiente e no incentivo ao desenvolvimento de pesquisas voltadas ao fortalecimento de questões com essa temática, ainda há muito que se fazer.

As preocupações relacionadas a preservação ambiental, foram advindas ao contexto de discussão para o surgimento de iniciativas por parte do governo e para formulação de Políticas Públicas de proteção e conservação ambiental. Essas iniciativas governamentais tem origem nas significantes transformações dos processos produtivos no campo com a intensificação da produção no meio rural e expansão da fronteira agrícola para áreas de vegetação nativa. Orientações aos produtores no que se refere a gestão de suas atividades produtivas e do espaço rural de suas propriedades, com vistas à sustentabilidade, tem se tornado incipiente.

Segundo Ploeg (2008), cada vez mais é exigido do produtor, grande ou pequeno, maior eficiência produtiva, que, por sua vez, se alicerça em elevados padrões tecnológicos, e tudo isso à custa ambiental, em especial no que se refere à perda de vegetação para dar lugar às atividades agropecuárias. Com isso, questões acerca da necessidade de se adequar instrumentos à realidade que se destinam não é tarefa fácil, em especial no meio rural, no que se diz respeito a gestão do imóvel alinhada a sua regularização.

Uma das maiores dificuldades têm sido a integração do desenvolvimento do campo com a preservação do meio ambiente, e é nesse aspecto que a LPVN buscou atuar. A abordagem da relação desses dois fatores demanda conhecimento técnico especializado, com enfoque no fortalecimento e capacitação da dimensão ‘restauração’ e ‘conservação de recursos naturais’ tanto para técnicos e produtores como para proprietários rurais. Além desse fator, é necessário ter um olhar para o total do empreendimento rural vinculando a regularização do mesmo com as perspectivas dos proprietários, de forma que se possa visar a sustentabilidade das propriedades.

Passados cerca de sete anos da publicação da legislação em questão, o cenário frente ao cumprimento de passivos ambientais por parte de proprietários rurais ainda não é o desejável (Machado e Saleme, 2017). Não se trata apenas de cumprir a legislação mas, acima disso, entender a importância de preservar e quando necessário recuperar áreas naturais, assim como entender os benefícios voltados, não apenas ao cumprimento de obrigações legais, mas, sobretudo, ambientais e de potencialização de serviços ecológicos advindos do reestabelecimento de ecossistemas equilibrados.

A legislação deu maior enfoque, em suas mudanças, à importância da conservação de reservas de áreas preservadas que ainda se tem no Brasil através da restrição a utilização de recursos naturais, prevendo severas sanções em caso de descumprimento. Em relação ao Código de 65, o acréscimo em termos de importância da conservação veio com a obrigação de recuperar áreas desmatadas em propriedades

privadas. Entretanto, é importante que se entendam os desdobramentos sociais advindos das mudanças na legislação ambiental e até mesmo possíveis benefícios econômicos atrelados à preservação, que as mudanças na Legislação em vigor permitem (LPVN). É fundamental perceber que a legislação pode inclusive se apresentar como ferramenta eficiente na gestão de imóveis rurais e na identificação da sua situação ambiental.

1.1 Objetivos

Este trabalho aborda o uso de indicadores baseados na legislação ambiental brasileira, especialmente no que diz respeito às questões da paisagem ambiental de imóveis rurais à luz da Legislação de Proteção da Vegetação Nativa para análise de propriedades rurais. Em especial, busca-se:

- a) Determinar o grau de sustentabilidade dos imóveis rurais estudados;
- b) Identificar os fatores determinantes da sustentabilidade ambiental;
- c) Verificar se as propriedades estudadas estão em consonância com o CFB; e
- d) Subsidiar os tomadores de decisão na construção de soluções para os problemas ambientais do meio rural.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. O Código Florestal Brasileiro: histórico e suas evoluções.

O Código Florestal Brasileiro, nos termos da Lei Federal nº 4.771 de 15 de setembro de 1965 (Brasil, 1965), revogado pela Lei Federal nº 12.651 de maio de 2012 (Brasil, 2012), foi estabelecido para fomentar a atividade florestal e preservar a diversidade biológica e a variabilidade dos organismos vivos, mas nem sempre foi assim. Desde o período colonial no Brasil, já existiam normas jurídicas que determinavam restrições a utilização de recursos naturais, sob pena de sanções rigorosas em caso de descumprimento.

Ao contrário do que se tem na legislação ambiental atual, as primeiras formas de poderes imperados no país não direcionavam as ordens legais à manutenção e preservação da vegetação nativa. O objetivo à época era garantir o monopólio da exploração madeireira à Coroa Portuguesa (Sparovek, et al. 2011). A ideia de inter-relação do ser humano com a natureza nesta época se baseava na concepção de que os recursos naturais eram finitos e facilmente possíveis de serem explorados a partir da domesticação humana do meio ambiente.

Os processos produtivos, à época, respaldados na exploração natural, não eram vistos como algo difícil ou indomesticável, muito menos passíveis de efeitos negativos, fosse para o ser humano, fosse para o meio ambiente. Com o passar do tempo e das mudanças nos poderes governantes do país, responsáveis pela exploração desses recursos, a ideia formada em torno da relação entre homem e natureza foi sendo refeita em todas as áreas do conhecimento.

Foi então que surgiu no Brasil o primeiro código florestal em 1934, editado através do Decreto Federal nº 23.793 no governo de Getúlio Vargas. Os fatores que contribuíram para a edição desse primeiro código estavam relacionados a preocupação do governo com os desmatamentos ocasionados pela produção de café e pela criação de gado. Essas preocupações gerava a necessidade de se estabelecer normas eficazes à preservação da flora diante da expansão de áreas degradadas de florestas e da escassez de recursos naturais.

Além disso, movimentos relacionados à proteção ao meio ambiente começavam a requerer a atuação do poder público. Propostas políticas do próprio governo Getúlio Vargas, com o intuito de promover a modernidade do país, também se pautavam nas questões de preservação do meio ambiente. O principal marco histórico desse primeiro código de 1934 foi que este teria sido o primeiro marco legal a destacar, de forma incipiente, a proteção do meio ambiente como de responsabilidade do poder público.

Entretanto, prevalecia ainda, à mesma época, a concepção de que o homem possuía disponibilidade ilimitada de recursos naturais, mas foi no final do século XX que a degradação ao meio ambiente veio promover uma crise ambiental, na qual o planeta passou a reduzir sua capacidade de regeneração (Praes, 2012). Discussões em torno dos problemas ambientais e suas consequências foram ganhando força no Brasil e também no cenário internacional.

Segundo Portilho (2010) discussões como essas foram se popularizando mundo a fora, a consciência e a percepção dos efeitos ambientais em contrapartida a exploração humana foi ganhando força e extrapolando as discussões apenas por chefes de estado e a nível governamental. Como consequência passou a haver um novo contexto econômico que passa a interferir nas ideias e convicções da população como um todo frente aos debates que traziam à tona questões relacionadas ao uso da natureza pelo homem.

O surgimento de clientes mais exigentes, buscando além da qualidade nos bens e serviços adquiridos, também uma postura ética, sustentável e com adoções de políticas ecologicamente corretas por parte das empresas e também do governo começou a aparecer. A participação de pesquisadores, comunidade acadêmica e sociedade civil e não apenas de ambientalistas exigindo mudanças efetivas no que se refere a discussão sobre temas ambientais, passou a exigir mais dos representantes políticos.

Iniciativas como a elaboração do *Relatório Brundtland*, divulgado em 1987 (*World Commission on Environment and Development - WCDE*) e denominado: 'Nosso futuro comum', pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas (1988), popularizou a expressão "desenvolvimento sustentável" e sua definição. A declaração mais amplamente aceita em escala mundial de que "desenvolvimento sustentável" é aquela que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem as suas próprias necessidades" (WCED, 1978).

Essas mudanças estruturais, de reestruturação na concepção de convívio humano com a natureza, baseada primordialmente nos conceitos expostos, passaram a ser refletidas no campo do direito ambiental. Inicialmente, esse direito foi primordialmente garantido na constituição de 1988 (CRFB/88) a qual dedicou um capítulo específico a questão ambiental. Por se tratar da mais relevante forma de ordenamento jurídico do país, de maneira específica e progressista a Constituição pautou louvavelmente que:

“todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (CF; art. 225).

A partir da garantia constitucional desse direito ao meio ambiente equilibrado, não o restringindo exclusivamente ao seu valor de exploração para processos produtivos a partir dos recursos naturais extraídos, a própria Constituição adota a necessidade do equilíbrio ambiental enquanto componente essencial a manutenção sadia e de qualidade da vida humana. Não somente por se tratar de um direito primordial, mas também pela amplitude de seus beneficiários é que a CF de 88 repercute até os dias atuais no que se refere aos parâmetros adotados para garantia do que nela foi estabelecido.

Ao reforçar a necessidade de preservação do meio ambiente às gerações atuais e futuras, o art. 225 abre precedente para discussão do que é necessário fazer e como estabelecer um ambiente equilibrado suprimindo as demandas da população atual, garantindo que demandas futuras por recursos naturais não sejam prejudicadas. Segundo (Sparovek, et al. 2011) essa nova concepção jurídica da relação do ser humano com o meio ambiente abrange discussões relacionadas ao direito ambiental de uma forma mais ampla, buscando promover avanços importantes e significativos na busca de mecanismos jurídicos eficazes na tutela do meio ambiente.

A constituição teve por objetivo a formação de princípios estruturantes fundamentais, assim entendidos por indicarem as ideias diretivas básicas de toda a ordem constitucional (Chiavari & Mendes, 2017) deste modo também relacionado à tutela jurídica ambiental. A constituição por si só, ao se referir à tutela do meio ambiente, abre precedentes para que outros instrumentos jurídicos possam abordar o assunto, buscando aliar a proteção ambiental com os demais direitos fundamentais.

Necessidades de ações do poder público para restringir a degradação ambiental, como perda de biodiversidade de fauna e flora, se tornaram incipientes. Instrumentos legais passaram a ser necessários, considerando as questões ambientais no mundo e a consequente degradação de áreas nativas no país. A legislação ambiental no Brasil passou a ser de extrema importância como instrumento necessário para a preservação do meio ambiente.

Frente a esse cenário, a elaboração de uma legislação que regulasse o comportamento humano perante os recursos naturais, deveria considerar não apenas questões ecológicas, mas também sociais e econômicas atreladas a consolidação de um ambiente justo e viável a todos que dele precisam. Os movimentos ambientais

começaram a crescer e a necessidade de revisão do código florestal de 1934 começou a ganhar força a fim de se adequar a situação presente.

Nesse sentido em 15 de setembro de 1965 foi editada a Lei Federal nº 4.771, que revogou o Decreto Federal nº 23.793/1934 e passou a legislar as normas relativas à preservação do meio ambiente em propriedades privadas, o que veio a ser um segundo Código Florestal, o CF de 1965. Porém este não remeteu de maneira ampla e adequada tais questões. Talvez isso tenha acontecido por ter sido redigido originalmente no início da década de 60.

Segundo Praes (2012) o código florestal de 1965 aplica-se essencialmente a propriedades privadas, a parte de terra que o proprietário deve reservar a vegetação natural, sendo esta realizada, principalmente, através de dois estatutos: Áreas de Preservação Permanente (APP's) e Reserva Legal (RL). Segundo o código (Lei 4.771), foi estabelecido as distâncias entre as APP's e os limites de RL's a qual 50% era para as florestas da Amazônia e 20% para as demais regiões do país,

Mais tarde estes limites foram alterados, através de medidas provisórias, e passaram a ser de 80% a RL para florestas da Amazônia, 35% para o Cerrado da Amazônia e 20% para as demais regiões do país, pois acreditava-se que na primeira proposição dessas demarcações o uso do solo e a exploração da vegetação natural existentes na propriedade ficaram muito restritas. Os proprietários que não cumprissem as determinações previstas para as APP's e RL, segundo o código (Lei 4.771), teriam que recompor as áreas nas quais tivesse ocorrido supressão da vegetação nativa. A mudança se fez necessária frente ao aumento do desmatamento, o alto custo operacional para a exploração dessas áreas, não compensava o descumprimento da lei.

A aprovação do código na década de 1960 parece remeter suas diretrizes a uma certa inaplicabilidade, principalmente devido as dificuldades de se cumprir o código, uma vez que sua origem se deu baseado em uma concepção significativamente conservacionista. Essa base passou a evidenciar a necessidade de alguns cuidados com a manutenção de alguns processos naturais, bem como com os mecanismos responsáveis pela degradação do solo que poderia culminar em uma possível escassez dos recursos naturais num futuro muito próximo.

Naquela década prevalecia o entendimento de que a proteção ambiental levaria à manutenção das atividades agropecuárias garantindo melhor produção (Igari & Pivello, 2011 apud Roriz e Fearnside, 2015). O Código Florestal de 1965 tornou-se importante instrumento regulador da atividade florestal uma vez que ponderava as florestas como bens de interesse comum limitando o uso da propriedade rural. Considerado inovador e revolucionário (Benjamin, 2000), se dispunha a lidar com dilemas ambientais existentes na década de 1960, mas acabava por não considerar dilemas futuros.

Com a finalidade de conservação dos solos, recursos hídricos e fauna, propostos a partir da preservação das florestas, o CF de 1965 foi o primeiro a trazer, em termos de legislação a definição de termos como “áreas de preservação permanente” e “reserva

legal”. Determinou, além do conceito, sua localização e tamanho bem como o percentual de vegetação a ser mantidas em cada área. As APP’s foram criadas com a finalidade de proteger áreas frágeis; e as RL’s responsáveis por preservar as formações vegetais conservando o equilíbrio dos processos ecológicos vinculados a elas.

De maneira mais ampla, de acordo com a legislação, as APP’s seriam responsáveis pela preservação de áreas com recursos hídricos, preservação da paisagem, da estabilidade geológica, da biodiversidade, dos fluxos gênicos, do solo e do bem estar das populações humanas. Quanto a RL’s, as mesmas foram consideradas importantes para o uso sustentável dos recursos naturais, conservação dos processos ecológicos, conservação da biodiversidade e abrigo e proteção de espécies nativas da flora e da fauna.

Há quem defenda que o Código em questão equilibrava de maneira adequada questões econômicas e ambientais devido a seu caráter conservacionista que, com a criação das RL’s, permitia seu uso sustentável, de maneira a controlar o desmatamento e ao mesmo tempo viabilizando o uso das florestas (Breda et al., 2011). Para muitos estudiosos do tema essa abordagem tornou a legislação um tanto quanto a frente do seu tempo, inovando a essência na qual as regras legais eram estabelecidas fazendo referência ao manejo do meio ambiente pelo homem (Roriz e Fearnside, 2015).

Segundo Siqueira & Nogueira (2004), a mudança da área de reserva legal visava evitar a pressão política e social, nacional e internacional sobre essa região de grande interesse mundial que é a Amazônia. Além disso, a divulgação anual do monitoramento de áreas desmatadas no Brasil desde 1998 pelo programa PRODES (PRODES; INPE, 1992), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), mostrava um crescente aumento de supressão de vegetação, principalmente no Norte do país, e algo precisava ser feito.

Outro aspecto importante da lei tratava de diferenciar as responsabilidades dos proprietários rurais no que se referia ao uso da terra. Diferente dos grandes produtores, os pequenos tinham permissão para o uso sustentável das áreas de preservação permanente, bem como era dado o direito de recompor a RL a partir do cultivo de espécies frutíferas ou ornamentais, ainda que exóticas. Era também permitido acrescentar ao cálculo do percentual total da reserva legal as áreas de preservação permanente (Brasil, 1965).

Haviam ainda muitos gargalos a serem superados principalmente no que se referia a reserva legal. Sua localização no interior da propriedade rural, por exemplo, não era algo definido. Não haviam regras relacionadas ao tipo de vegetação que deveria a compor e nem qual a melhor forma de distribuição vegetal. No geral a delimitação das RL’s priorizava formações vegetais em terrenos acidentados, principalmente devido à baixa aptidão agrícola. (Delalibera et al., 2008).

As obrigatoriedades referentes a essas zonas de preservação, APP’s e RL’s, não foram suficientes para suprir o déficit dessas áreas em um contexto nacional, refletindo

no fato de que a lei poderia não ser tão eficiente quanto se esperava que ela fosse. A lentidão da justiça atrelada a falta de incentivo econômico, a ausência ou baixa frequência de fiscalização, a fragilidade institucional e a própria cultura de infringir a legislação foram, ao longo dos anos, os maiores responsáveis pelo não cumprimento da legislação (Ellinger & Barreto, 2011; apud Roriz e Fearnside, 2015).

Devido ao número de falhas que eram encontradas cada vez que o código florestal de 65 era revisado, sua aplicação esbarrava em grandes entraves passando a ser modificado cada vez mais pelas medidas provisórias. Diante desse cenário, uma reformulação no código passou a ser cogitada nas últimas décadas do século XX, muito especialmente devido a conflitos de interesses dos envolvidos com possíveis benefícios e penalidades advindas da aplicabilidade da lei.

Muitos foram os fatores que culminaram na revisão do código de 65, situações que permitem compreender melhor o que levou a tais mudanças e que cabe ressaltar, a fim de que melhor se entenda o porquê das diretrizes presentes na legislação vigente. Para alguns autores o principal marco para o início das discussões sobre as questões ambientais em escala ou contexto mundial se deu no início da década 90 com a Conferência Rio-92 (Praes, 2012), importante evento organizado pela Organização das Nações Unidas (ONU), que norteou inúmeras discussões acerca do desmatamento das florestas no Brasil e no mundo.

A conferência abordou e deu lugar para o mundo inteiro ter acesso à visão da sociedade, dos movimentos ambientalistas e demais defensores da preservação do meio ambiente em relação aos problemas ambientais. As discussões em especial no que se referia à perda de biodiversidade florestal eram justificadas pela conversão das florestas em pastagens e para a expansão da fronteira agrícola no país. No mesmo período entrou em pauta o levantamento de supostas restrições impostas pela legislação ambiental ao desenvolvimento do setor agropecuário como possível justificativa para a necessidade de revisão do Código Florestal.

Já no final da década de 90 foi redigida a Lei de Crimes Ambientais nº 6.905/1998, a fim de punir os proprietários que não cumprissem as normas estabelecidas no código florestal de 1965. Entretanto a Lei somente foi regulamentada em 2008 com edição do Decreto nº 6.514 que dentre outras normativas passou a exigir averbação da RL. O seu descumprimento por parte do proprietário acarretaria sanções administrativas e penais imediatas como a não autorização de financiamento além do pagamento de multas.

Não somente nos casos das RL's, mas também da APP's, a situação de irregularidade ou não conformidade com o Código Florestal era notável, o que reafirma a importância que teve a criação da Lei de Crimes Ambientais.

“Dos 235 Mha de RL necessários para cumprir o Código, mesmo considerando a hipótese otimista de todos os fazendeiros destinarem os remanescentes que ainda existem em suas propriedades para esta finalidade e utilizarem os mecanismos de compensação local para

arrematar o que lhes falta nas próprias terras, ainda faltariam 42 Mha de vegetação natural para atender as exigências do Código Florestal.” (Sparovek, et. al. 2011).

Dentre os possíveis motivos para essa inadequação ao código e discussões para sua readequação, podemos ressaltar as constantes mudanças nas exigências da legislação à época, a falta de mecanismos, legais e/ou de assistência técnica no campo, que auxiliasse os proprietários no cumprimento da legislação, além da falta de fiscalização.

Outro fator também muito discutido e amplamente levado em conta nos debates para mudanças no código florestal de 65 foi referente aos passivos existentes nas propriedades rurais. A conversão de terras em produção para áreas de florestas, de maneira que o território nacional pudesse cumprir o déficit de RL previsto no código, poderia gerar impactos socioeconômicos enormes. A restauração dessas áreas não contaria com capacidade técnica ou logística para executar a restauração nesta extensão do território.

O fato é que, desde a aquisição do direito ambiental via Constituição houve uma abertura de precedentes para que muitos atos normativos fossem criados com o intuito de acrescentar as demandas ambientais ao que era previsto no Código de 65 por meio de resoluções. Muitas delas editadas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). Entretanto, o feedback advindo a partir do alcance e das consequências da aplicação dessas normas passaram a sugerir importantes discussões para proposição de mudanças do Código Florestal.

Na tentativa de trazer o CF cada vez mais para próximo da realidade dos acontecimentos, até sua última alteração significativa no ano de 2012, vários dispositivos foram sendo inseridos por meio de medidas provisórias, sucessivamente reeditadas. Uma das mais polêmicas e discutidas foi a do estabelecimento do regime jurídico às denominadas RL's, ampliando as áreas que deveriam ser mantidas com cobertura florestal/vegetal no interior das propriedades.

A legislação brasileira veio progredindo no sentido de corresponder as pressões não apenas de cunho econômico e ambiental de cada época, mas também com o propósito de corresponder o ponto de vista da sociedade civil. Com o passar do tempo e o aumento dos níveis de desmatamento na Amazônia, o governo passou a criar políticas mais rígidas no que se referia ao suprimento de vegetação nativa. Confrontos entre ambientalistas e produtores rurais levou a uma discussão mais específica também para mudanças na legislação.

Uma das principais discussões que nortearam o estabelecido no segundo CF Brasileiro girava em torno de como conciliar os interesses de desenvolvimento sustentável no país em função das divergências de opiniões, que muitas vezes acaba por sobressair aos interesses coletivos. Seria esse um objetivo de difícil solução visto que o código em questão foi discutido e estabelecido em uma época enormemente

influenciada pelas mudanças advindas pelo processo de modernização, como a urbanização e o desenvolvimento tecnológico.

Foi então que em 2009 foi criada uma comissão especial na Câmara dos Deputados a fim de elaborar um projeto de reformulação do Código Florestal visto que o cumprimento integral do Código vigente na época exigiria a restauração de enormes passivos, ao passo que permitiria o desmatamento de áreas ainda preservadas. As áreas restauradas poderiam obter valor ecológico significativamente menor àquele das áreas ainda preservadas. Essa dinâmica de uso da terra, segundo especialistas, não possuía viabilidade econômica e técnica além de gerar impactos sociais imensuráveis.

A criação da comissão permitiria resolver a situação que parecia incomodar, principalmente os ruralistas que, se sujeitos a todas as mudanças previstas com a promulgação da Lei de Crimes Ambientais, estariam obrigados a pagar altas multas por desmatamentos ocasionados antes de 22 de julho de 2008. Além disso, as discussões de mudanças do código permitiriam também adequá-lo melhor à realidade da época.

Dois anos depois da criação da comissão especial, em 25 de maio de 2011, um grupo de parlamentares apresentou e aprovou a proposta de revisão ao código florestal na Câmara dos Deputados. Ao seguir para o Senado Federal a proposta foi aprovada com revisões, devido a primeira versão ter sido enormemente criticada pela comunidade acadêmica e científica e também por ambientalistas, conforme assessores do Ministério do Meio Ambiente (MMA) divulgara à época (AGENCIA SENADO, 2010).

Ao ser aprovada em dezembro de 2011 a versão do senado, ainda que refeita, continuou sendo questionada por ambientalistas que alegavam ainda estar distante de ser uma proposta com objetivos de proteção ao meio ambiente. O texto de revisão do código florestal retornou para análise da Câmara dos deputados e em 25 de abril de 2012 foi aprovado. Seguiu para o aval da então presidenta da república à época, Dilma Rousseff.

Após vetar em parte a proposta aprovada pela Câmara dos deputados, em 25 de maio de 2012, pouco tempo depois, Dilma publicou o novo código florestal através da Lei 12.651/2012. Em contraposição ao texto original encaminhado pela Câmara, o texto final foi aprovado tendo sido realizado doze vetos e trinta e duas alterações. Ainda após a edição a Lei 12.651/2012 modificações da Medida Provisória 571/2012, trouxe mais de trinta correções, entre mudanças e acréscimos a legislação em questão, seguidas de mais de 600 emendas à MP 571/2012 no ano de 2012.

2.1.1. O código florestal em um contexto internacional

No que diz respeito ao uso e proteção de vegetação nativa em domínio público ou privado, a Legislação de Proteção da Vegetação Nativa (Lei Federal nº 12.651/2012), é considerado por especialistas, uma das leis ambientais mais relevantes em âmbito nacional e uma das mais completas e complexas a nível mundial (Chiavari & Mendes, 2017). Devido a essas características de competência, o Código apresenta relevante potencial de conduzir o país rumo ao uso e ocupação eficiente do solo, se mostrando como um mecanismo fundamental na remediação das mudanças climáticas.

O código tem enorme potencial de fundamentação para políticas públicas e iniciativas que levem o país a corresponder às expectativas internacionais no que se refere a metas e acordos estabelecidos com outros países. A exemplo disso destaca-se o Acordo Climático de Paris, onde o Brasil pactuou a atingir objetivos como os de preservação e restauração de florestas, objetivos esses que em grande parte podem ser alcançados a partir do cumprimento do Novo Código Florestal.

Assim como no Brasil, outros países de importância mundial no âmbito de exportação e produção agrícola, além de se preocuparem com a questão de intensificação na produção, também tem se preocupado com um desenvolvimento econômico que não exclua a vertente de proteção aos recursos naturais. Segundo Chiavari & Mendes (2017) os sete maiores países exportadores de produtos agrícolas do mundo possuem legislações de proteção florestal e de uso da terra que auxiliam, ou ao menos foram criadas com o intuito de corroborar para um desenvolvimento sustentável quando cumpridas ao pé da letra.

A exemplo de outros países a utilização de determinadas políticas e instrumentos servem para ensinar e nortear o Brasil para também utilizá-los com a finalidade de aprimorar e conservar florestas bem como servem de incentivos para colocar em prática a legislação ambiental no Brasil. Dentre os maiores países exportadores agrícolas, o Brasil dispõe a dimensão de terras com maior cobertura florestal. O território nacional possui cerca de 490 milhões de hectares de florestas das quais a grande maioria são nativas com uma porcentagem mínima de áreas florestais plantadas (FAO, 2015).

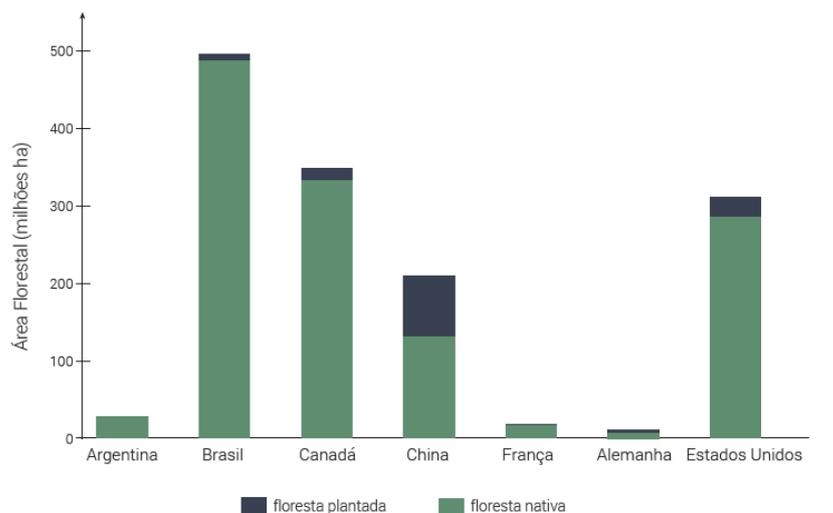


Figura 4. Área total de florestas por país.
Fonte: FAO, 2016

A forma com que os países fazem uso do seu território, principalmente se compararmos a área territorial total do país com as áreas florestais e aquelas destinadas a agropecuária, dizem muito sobre como o uso do território agrega diferentes pressões para a proteção ambiental, o que leva a aplicação de diferentes leis e políticas públicas. Países como Brasil e Canadá que detêm grandes proporções de terra com vegetação nativa e preservada, focam em políticas públicas florestais direcionadas a conservação florestal.

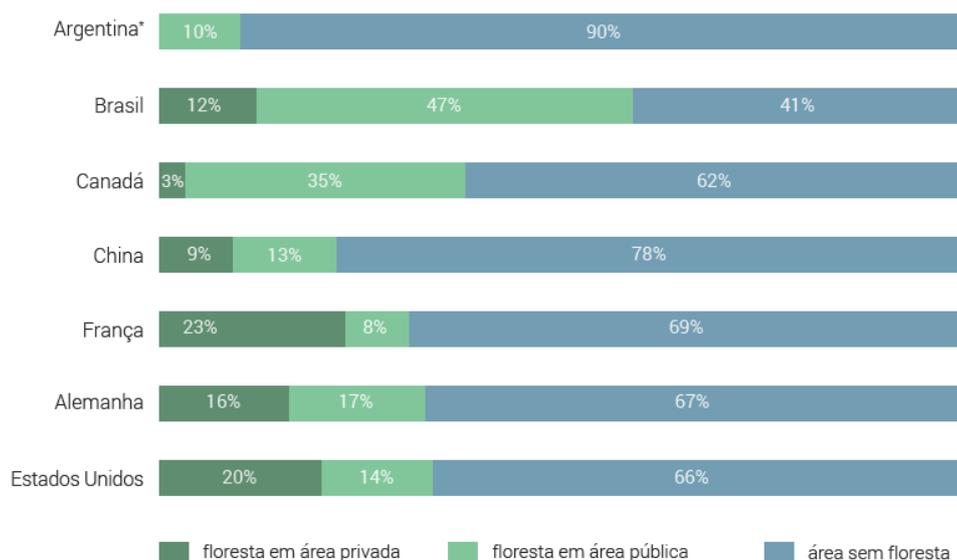
Países sem grandes áreas de vegetação nativa, empregam não só políticas públicas de conservação de remanescentes florestais, mas principalmente priorizam políticas de restauração, o que inclui algum tipo de recompensa para que se mantenha ou aumente as áreas de cobertura florestal, é o caso de muitos países ocidentais. Na China, por exemplo, território que já perdeu quase toda sua cobertura de florestas nativas e hoje busca converter essa realidade, tem adotado uma política florestal com foco no reflorestamento de áreas sensíveis ecologicamente através do plantio de espécies nativas, para também conservar o que restou de vegetação natural, mas a realidade nem sempre foi essa.

Durante muitos anos, com o objetivo de fornecer matéria prima para a indústria, a política florestal chinesa foi basicamente de incentivo ao plantio de espécies exóticas de rápido crescimento (Zhang et al.; 2000). Já em países Europeus, em que a prática da agricultura tradicional existente há séculos culminou em uma diversidade paisagística considerável e originária de muitos habitats ‘seminaturais’ que acabam dependendo da manutenção apropriada das áreas agrícolas. Por esse motivo e também por uma questão cultural, a preservação dos ecossistemas agrícolas europeus é um propósito claro e

explicito na legislação e nas políticas públicas ambientais e de desenvolvimento agrário (Comissão Europeia, 2012).

Para atingir a finalidade explícita nas políticas ambientais europeias, o bloco econômico e político europeu fomenta economicamente a assistência técnica e de extensão rural. Esse fomento existe para que proprietários rurais adotem e/ou conservem ações sustentáveis que preservem fauna, flora, ecossistemas agrícolas tradicionais e aqueles advindos dos mesmos, por terem proporcionado uma diversidade abundante de paisagens e habitats seminaturais. Já no Brasil, ao contrário de países ocidentais e europeus, a legislação ambiental possui características diferentes.

Outro fator que diferencia o uso e ocupação da terra e que conseqüentemente acaba por influenciar de maneira distinta a criação das legislações ambientais entre os países é a titularidade da terra. Na maioria dos países, anteriormente citados, as florestas possuem uma divisão díspar entre os atributos público e privado. No Brasil, por exemplo, grande porcentagem das florestas se encontra em área pública enquanto em alguns países europeus essa porcentagem é bem menor.



* Dados de floresta em área privada não disponíveis

Figura 5. Porcentagem de cobertura florestal privada e pública por país

Fonte: FAO, 2015

A alocação das terras e sua proporção de distribuição, em áreas públicas e privadas, muitas vezes é o que diferenciam as políticas adotadas em cada país. A exemplo da França, ao contrário do Código Florestal Brasileiro, o país instituiu obrigatoriedades e intervenções legais diferentes para florestas situadas em áreas públicas e privadas. Ao se estudar os diferentes atributos das legislações ambientais em diversos países, é importante que seja considerada a realidade e o histórico de

preservação das florestas nativas de cada país estudado, a dimensão das florestas e os diversos ecossistemas e categorias florestais (cultivadas ou nativas).

Outra peculiaridade que deve ser considerada é que em alguns dos maiores países agroexportadores, a legislação ambiental, dentre outras, é de atribuição estadual e/ou local como é o caso dos Estados Unidos, Argentina e Alemanha. Em países um pouco mais centralizados como França e China é corriqueiro a responsabilidade do domínio normativo e administrativo às províncias, distritos e regiões, até porque nesses países o Estado possui maior autonomia do que os Estados Brasileiros, por exemplo. Por isso é importante que se entenda não somente das legislações federais inerentes a cada país, mas também algumas legislações estaduais, a depender do que se pretenda averiguar.

Por vezes, a comparação de leis e políticas florestais de uso e ocupação da terra a âmbito internacional torna-se morosa, principalmente considerando as diversas atribuições e abordagens políticas adotadas em cada país. A definição dessas políticas nos diferentes níveis de governo (federal, estadual e local) acabam por fazer com que a legislação em diversas áreas, mas em especial na área ambiental, percorra direções distintas. Dentre os maiores países exportadores, grande parte deles impulsionou, nos últimos anos alterações consideráveis em suas respectivas leis ambientais de forma a torna-las mais restritivas.

O reconhecimento e a valorização do potencial ambiental das florestas têm sido a força motriz para as mudanças políticas nas legislações dos países nos últimos anos. De maneira geral, as políticas florestais em países desenvolvidos e de grande importância na balança comercial de exportações agrícolas, são direcionadas predominantemente a atividades econômicas, embora tenham presente o elemento ambiental nessas políticas. O componente proteção e conservação florestal, com foco na proteção da biodiversidade, dos ecossistemas de água e solo, são especificadamente garantidos por meio de políticas setoriais.

Políticas específicas e setoriais de preservação e proteção de espécies da fauna e flora, ecossistemas aquáticos e terrestres e criação de áreas protegidas para essa finalidade de conservação é elemento comum na legislação ambiental em escala mundial (Chiavari & Mendes, 2017). Em contra partida, há alguns aspectos específicos que merecem destaque pela diversidade na abordagem legal de alguns países como é o caso da proteção de Áreas de Preservação Permanente ripárias e políticas de conservação da biodiversidade que dizem muito a respeito da legislação ambiental de cada país e que pode variar significativamente entre eles.

No que diz respeito a Proteção de Áreas de Preservação Permanente ripárias, dentre os maiores países exportadores (Argentina, Brasil, Canadá, China, França, Alemanha e Estados Unidos), o Brasil é o país que detém as normas mais duras de proteção dessas áreas, inclusive em terras privadas. Alguns países, se quer determinam dimensões de faixas de proteção de áreas ao longo de afloramentos hídricos além de

permitirem certo nível de condução de recursos florestais e práticas agrícolas nessas regiões.

Além da não adoção de práticas preservacionistas em áreas ripárias alguns países adotam, inclusive, políticas de indenização por eventuais perdas de receita derivada da restrição no uso da terra em propriedades rurais. Em países onde há adoção dessas práticas, há finalidades específicas como manter ou recuperar propriedades hídricas e de solo e/ou conservação da biodiversidade, a depender do propósito a ser alcançado pelo país, variando entre eles (Ferreira, 2014).

Segundo Chiavari & Mendes (2017), de maneira geral, em países que possuem políticas preservacionistas para áreas ripárias, o propósito fundamental é a garantia da qualidade da água com o objetivo de que a vegetação as margens dos cursos hídricos sirvam de filtro para determinadas partículas e substâncias. Nesses casos, ao contrário do Brasil em que há exigências de APP's constituídas por vegetação nativa em que é proibida seu uso econômico, a legislação de demais países se restringe a obrigatoriedade de manutenção apenas de uma ínfima faixa de vegetação podendo ser do tipo arbustiva, arbórea ou gramínea.

Na Europa, em países como a Alemanha, a legislação que obriga a manutenção de áreas ripárias com pelo menos cinco metros de proteção de afloramentos hídricos é a Lei Nacional de recursos hídricos e apenas é válida para regiões que não possuam construção civil (GALLO, 2017). Apesar dessa obrigatoriedade com vista a conservação hídrica, o país permite nessa mesma faixa marginal o manejo sustentável e também de práticas agrícolas, inclusive com uso de fertilizantes, desde que a área não seja florestal e que não seja toda ela convertida ao cultivo.

É permitido também a adoção de técnicas agroambientais nessas áreas a margem de cursos hídricos também como uma forma de proteção. Tratam-se de procedimentos alternativos e voluntários nas quais os produtores são indenizados financeiramente pela prática de proteção dessas áreas. Em casos de conversão do uso do solo é necessária autorização desde que a prática seja de interesse público e além disso, é permitido aos Estados alemães a adoção de práticas mais rigorosas do que as nacionais.

Já na França a proteção de faixas de vegetação ao longo de cursos hídricos vem da Política Agrícola Comum (PAC) da União Europeia da Diretiva União Europeia sobre Nitrato e da lei de engajamento nacional pelo meio ambiente, "*Loi Grenelle II*" (CHIAVARI & MENDES, 2017). A legislação diz que agricultores que recebem qualquer tipo de ajuda financeira da União Europeia, deve necessariamente preservar uma área de pelo menos cinco metros de vegetação, podendo ser integrada por árvores, arbustos ou gramíneas.

Segundo Serpa et. al (2019) e dos Santos (1995), o Código Florestal da França determina a conservação de cadeias de corredores ecológicos, denominadas como 'faixa verde e azul' que são consideradas áreas também de extrema importância na conservação de regiões adjacentes a cursos d'água. Dessa forma, a lei francesa enfatiza

a relevância de áreas protegidas nas duas margens das áreas ripárias tanto no que diz respeito aos ecossistemas aquáticos quanto terrestres. Demais áreas de preservação em regiões consideradas como vulneráveis ao Nitrato, por exemplo, regidas pelo PAC da UE, é necessário que se assegure uma parcela de cinco metros de proteção à beira de cursos hídricos.

Na América do Norte, países como Canadá e Estados Unidos não possuem leis federais de proteção as áreas marginais a cursos hídricos. No caso dos EUA fica à competência dos Estados estabelecer esse tipo de regra como lhes convém e no caso do Canadá é de responsabilidade de cada província definir suas regras de proteção riparia podendo também cada autoridade municipal das províncias estabelecer normas mais específicas referentes a largura das áreas de proteção da vegetação (GONÇALVES, 2015). Em outros continentes países como Argentina e asiáticos como a China não estipulam nenhum tipo de diretriz relacionada a conservação de áreas ripárias.

No que se refere a conservação da biodiversidade, estudos sobre a legislação ambiental de diversos países mostraram que há um consenso no que diz respeito a sua importância. Nas políticas de manejo sustentável e uso do solo de países como os já citados anteriormente, a conservação da biodiversidade é uma das principais finalidades, sendo exigida através de políticas de áreas protegidas. Há ainda delimitação de Unidades de Conservação, delimitação de zonas florestais de maior potencial a ameaças e identificação e proteção de espécies ameaçadas de extinção.

A origem e elaboração de políticas de proteção a biodiversidade em países compostos por estados federados geralmente é de atribuição e encargo dos estados e autoridades locais, podendo diferir consideravelmente em um mesmo país. Segundo Veríssimo e Nussbaum (2011), na Alemanha a Legislação Federal sobre florestas é o suporte legal para os estados federados criarem suas próprias normas no que diz respeito a suas florestas, podendo ser, inclusive, mais específicas e rigorosas frente a legislação nacional. No Canadá a lógica é a mesma, entretanto há uma diversidade maior de legislações provinciais.

No que se refere a áreas protegidas em propriedades privadas, quando se trata de áreas de alto grau de proteção ambiental como UC de proteção integral, essas são normalmente de domínio público. Entretanto, além do Brasil, em países como Canadá Alemanha e EUA proprietários de terras privadas podem, por ação voluntária, instituírem áreas ambientais de alto potencial a proteção dentro de suas propriedades particulares tornando-as também UC (CHIAVARI & MENDES, 2017). Ademais áreas de menor grau de proteção, como UC de uso sustentável podem também ser criadas em propriedades privadas através de legislações específicas ou declaração voluntaria.

Em relação a proteção de espécies ameaçadas de extinção, há uma homogeneidade no que diz respeito a existência de leis de proteção a essas espécies com forma de deter os avanços dessas ameaças e também como um poderoso mecanismo aliado a conservação da biodiversidade. Quanto ao zoneamento florestal, as regras

adotadas nos países já citados estabelecem diferentes regulamentações de uso limite as áreas de florestas em propriedades privadas.

Tais normas, englobam desde legislações rígidas de proteção ambiental em algumas situações, até leis que concedem a conversão integral de áreas florestais em áreas consolidadas para uso alternativo do solo, o que acontece na grande maioria dos países. Grande parte dos países, dentre os maiores exportadores, também promovem de alguma forma, alguma espécie de incentivo para preservação de recursos naturais e conservação da biodiversidade em áreas particulares, seja por meio de retribuição monetária ou fomento governamental.

De forma geral, em comparação a outros países, as leis brasileiras de escopo ambiental se sobressaem no cenário internacional. Frente a isso cabe destacar que Brasil dispõe de significativo destaque na área ambiental devido a grande porcentagem de floresta nativa em seu território. Também por esse motivo, o novo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012) é considerado um dos mais minuciosos do mundo, cabendo destaque a fato de não dispor de grandes indenizações e benefícios financeiros a quem mantém áreas de Reserva Legal em propriedades particulares com fim a conservação da diversidade biológica do país.

Entretanto, embora minucioso, apenas após ser colocado em prática de maneira eficiente dispondo de monitoramento apropriado e fiscalização efetiva é que o Código Florestal poderá fazer com que o Brasil esteja preparado para assumir posição de exemplo a ser seguido. Autores como SPAROVEK et. at. (2011) acreditam que apenas após o cumprimento desses aspectos é que o país poderá exercer papel de liderança para conduzir discussões e orientações para a proteção ambiental, criando premissas fundamentais e eficientes para agregar produção agrícola, inovação tecnológica e desenvolvimento econômico à proteção e conservação de suas florestas.

2.1.2. A Legislação de Proteção da Vegetação Nativa e a adequação das propriedades rurais

O objetivo central estabelecido na legislação vigente baseia-se no desenvolvimento sustentável. A LPVN incorpora essa concepção por meio da abordagem conjunta das dimensões sociais, econômicas e ambientais de maneira a contribuir para o desenvolvimento dos interesses do país, considerando a limitação dos recursos naturais, buscando promover de diferentes formas a obtenção do bem estar para as gerações presentes e futuras. Para tanto, em termos gerais, a Lei é pautada nos seguintes aspectos:

“I - preservação das suas florestas e demais formas de vegetação nativa, bem como da biodiversidade, do solo, dos recursos hídricos e da integridade do sistema climático;

II - reafirmação da importância da função estratégica da atividade agropecuária e do papel das florestas e demais formas de vegetação nativa na sustentabilidade, no crescimento econômico, na melhoria da qualidade de vida da população brasileira e na presença do País nos mercados nacional e internacional de alimentos e bioenergia;

III - ação governamental de proteção e uso sustentável de florestas, consagrando o compromisso do País com a compatibilização e harmonização entre o uso produtivo da terra e a preservação da água, do solo e da vegetação;

IV - responsabilidade comum da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, em colaboração com a sociedade civil, na criação de políticas para a preservação e restauração da vegetação nativa e de suas funções ecológicas e sociais nas áreas urbanas e rurais;

V - fomento à pesquisa científica e tecnológica na busca da inovação para o uso sustentável do solo e da água, a recuperação e a preservação das florestas e demais formas de vegetação nativa;

VI - criação e mobilização de incentivos econômicos para fomentar a preservação e a recuperação da vegetação nativa e para promover o desenvolvimento de atividades produtivas sustentáveis.” (Brasil, 2012).

Tendo como objetivo o desenvolvimento sustentável, dentre os principais aspectos que nortearam o código florestal publicado em 2012, destacam-se o estabelecimento das normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais. Prevê ainda instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos (Brasil, 2012).

Além disso, pensando no bem estar das gerações presentes e futuras, passaram a ser compromisso do Estado a preservação das florestas no território nacional e demais formas de vegetação nativa, bem como da biodiversidade, do solo, dos recursos hídricos e da integridade do sistema climático. Passou a ser bem comum a todos os brasileiros, as florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação nativa, e para tanto a legislação prevê obrigações específicas para sua preservação.

Nesse contexto a legislação traz definições para: I) Áreas da Amazônia Legal; II) Área de Preservação Permanente – APP; III) Reserva Legal – RL; IV) Área rural consolidada; V) Pequena propriedade ou posse rural familiar; além dos conceitos de: VI) Uso alternativo do solo; VII) Manejo Sustentável; VIII) Atividades designadas como sendo de utilidade pública; IX) Atividades designadas como sendo de interesse social; X) Atividades eventuais ou de baixo impacto ambiental; XII) vereda; XIII) Manguezal; XIV) Salgado ou marismas tropicais hipersalinos; XV) Apicum; XVI) Restinga; XVII) Nascente; XVIII) Olho d’água; XIX) Leito regular; XX) Área verde

urbana; XXI) Várzea de inundação ou planície de inundação; XXII) faixa de passagem de inundação; XXIII) Relevo ondulado; XXIV) Pousio; XXV) Áreas úmidas; XXVI) Área urbana consolidada e XXVII) Crédito de carbono.

Dentre essas definições e os aspectos descritos na legislação para conservação, proteção e quando necessária recuperação dessas áreas, um dos pontos mais discutidos do Novo Código Florestal foi a mudança nas exigências relacionadas às Áreas de Proteção Permanente, Reserva Legal e Áreas de Uso Restrito. As principais mudanças foram referentes a localização dessas áreas bem como o percentual de ocupação delas no interior de propriedades rurais, principalmente devido à importância ecológica dessas regiões.

Importância essa extremamente levada em consideração para conservação de recursos hídricos e da paisagem, estabilidade geológica e biodiversidade de fauna e flora bem como para a proteção do solo, considerando as mudanças significativas dadas pelo novo código. No que diz respeito às APP's foi estabelecida a largura da faixa marginal dos cursos d'água, sejam eles naturais ou artificiais (com exceção do entorno de reservatórios artificiais de água que não decorram de barramento ou represamento de cursos d'água naturais), de acordo com suas dimensões.

Nas superfícies hídricas de imóveis inferiores a um hectare fica dispensada a APP, passando a ser proibido novas supressões de área de vegetação nativa que não seja autorizada pelo órgão ambiental competente. Nas pequenas propriedades rurais fica permitido o plantio de culturas sazonais de ciclo curto na faixa de terra que fica exposta no período de vazante dos rios ou lagos, desde que também não haja novas supressões de área de vegetação nativa a contar da data de publicação do Código.

Poderão ainda ser consideradas APP's áreas cobertas com florestas ou outras formas de vegetação destinadas a finalidades declaradas de interesse social por ato do chefe do poder executivo. No que se refere às áreas de uso restrito ficou permitida a exploração sustentável, manejo florestal, execução de atividades agrossilvipastoris, bem como a manutenção da infraestrutura física associada ao desenvolvimento das atividades, observadas boas práticas agronômicas (Brasil, 2012).

Em relação às áreas de Reserva Legal, uma das principais mudanças diz respeito à manutenção dos percentuais previstos que, no novo código passou a ser de 80% para florestas da Amazônia, 35% do Cerrado e 20% para as demais regiões. Esses percentuais podem ser alterados, com possibilidade de redução da RL para até 50% do exigido, desde que o Estado possua mais de 65% de terras protegidas e desde que essa redução seja autorizada por meio de Lei Estadual.

No que se refere às reduções dos limites protegidos, sejam em APP's ou RL's, muitos ambientalistas afirmam poder ser esta uma possibilidade de ampliação do desmatamento devido ao enorme potencial que essas áreas possuem no que se refere a sua conversão para área consolidada (BARBA, 2011). Entre estas reduções, uma das

mais discutidas foi a de recomposição das faixas de vegetação de APP's, considerando rios de 10 metros de largura, uma redução de 30 m para 15 m.

Além dessas reduções, algumas categorias de APP's ficaram sujeitas a ato do poder público para ser consideradas protegidas, como os casos de áreas úmidas e várzeas. A recuperação dessas áreas, se consolidadas até 2008 passou a ser de acordo com o tamanho do imóvel, definido em módulos fiscais que varia de 5 a 110 hectares, dependendo da região (INCRA, 1980). Segundo a legislação, o tamanho do lote considerado "pequena propriedade" passou a ser considerado outro, de acordo com a Lei nº 11.326, passando de 150 hectares, no máximo, para até 440 hectares, baseado no módulo fiscal.

Outro fator muito discutido foi referente às multas previstas pelo Novo Código. Segundo a legislação, essas multas ficariam suspensas, no caso do proprietário se propor a recompor toda a vegetação desmatada. Cabe destaque também a conversão de multas previstas pelo Decreto nº 6.514 de 22/07/2008 para imóveis rurais cujo desmatamento tenha ocorrido sem autorização ou licença até julho de 2008.

Essa foi uma das mudanças de extrema importância no contexto de discussão para a validação da nova legislação, amplamente criticada por ambientalistas ao conceder anistia a proprietários rurais com área de vegetação suprimida permitindo extinção de dívidas aos proprietários rurais que desmataram até 22 de julho de 2008. Ao passo que a lei de 1965 e as alterações seguintes (leis, medidas provisórias e resoluções do CONAMA) tinham por finalidade promover maiores restrições ao uso dos recursos florestais, as modificações da legislação em vigor desde 2012 acabou flexibilizando a proteção ambiental.

A constatação da presença de áreas consolidadas, sejam desmatadas ou com ocupação antrópica, decorrente de desmatamento cometido até 22 de julho de 2008 em Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal ou de Uso Restrito possui exceções e algumas peculiaridades diante da nova legislação. A LPVN definiu regras específicas para que imóveis rurais nessas condições se adequem através da adesão de boas práticas, recomposição, compensação dentre outros instrumentos previstos na legislação. O próprio Código traz alguns critérios facilitadores à adoção de tais mecanismos, definindo em que situações e sob quais condições pode-se haver exploração ou manejo da vegetação nativa no interior do imóvel rural.

Com esses critérios, a legislação traz um conjunto de fatores que englobam alguns benefícios para agricultores familiares, proprietários de pequenas propriedades ou posses rurais através do cadastramento do imóvel no Cadastro Ambiental Rural – CAR. Alguns desses fatores estão relacionados à diferenciação nas regras para regularização de APP's, que nesses casos passaram a ter como base o tamanho da propriedade em módulos rurais. Já para a regularização das RL's de imóveis menores que 4 módulos fiscais a área da Reserva Legal fica definida como a área existente até 22/07/2008.

Considerando os estudos e critérios apontados na legislação para localização da área de Reserva Legal no imóvel rural, no caso de proprietários assíduos a proteção ambiental em suas propriedades, e que mantiverem RL conservada e averbada em área superior aos percentuais exigidos na legislação, poderão usar de servidão ambiental sobre a área excedente, bem como poderão estabelecer Cota de Reserva Ambiental. Em alguns casos específicos ficou permitido o cálculo das Áreas de Preservação Permanente no cômputo do percentual da Reserva Legal do imóvel.

Em áreas de RL consolidadas após 22 de julho de 2008 deverá ser realizada recomposição da área em questão. Inicialmente o prazo estabelecido por lei era de 2 anos para essa recomposição, considerando os prazos estabelecidos pelo Programa de Regularização Ambiental – PRA, programa implantado por imóveis rurais com o objetivo de adequá-las a legislação. Porém em função de várias emendas esse prazo já sofreu inúmeras alterações. Já as propriedades rurais com até quatro módulos fiscais ficam isentas da recomposição para desmatamentos ocorridos anteriormente a julho de 2008.

Semelhante ao caso das áreas de uso restrito é permitido manejo e exploração econômica da Reserva Legal mediante manejo sustentável previamente aprovado pelo órgão competente e desde que adotadas práticas de exploração seletiva nas modalidades de manejo sustentável sem propósito comercial, e manejo sustentável para exploração florestal com propósito comercial, sendo esta última necessária a aprovação do órgão ambiental competente. Ademais, segundo a legislação, fica livre a coleta de produtos florestais não madeireiros em áreas de RL.

No que se refere às alterações nas regras de proteção ambiental para as propriedades rurais e mecanismos legais para adequação da propriedade ao Novo Código Florestal, a legislação estabelece mecanismos com fim de auxiliar a regularização fundiária. As alterações dessas e demais áreas previstas no Código de 2012 fica sujeita a análise do cadastro do imóvel no Cadastro Ambiental Rural (CAR), no que diz respeito a qualquer tipo de interferência necessária por parte do órgão estadual competente do SISNAMA junto às propriedades cadastradas.

2.2. O CAR

A partir da instituição da Lei 12.651/2012 que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, foi incluída na mesma a proteção de áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal de maneira mais abrangente; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais. Em auxílio ao alcance de seus objetivos, a Lei prevê instrumentos econômicos e financeiros facilitadores a seu cumprimento.

A fim de que se cumpram as diretrizes determinadas na Lei 12.651/2012, e facilite a fiscalização por parte dos órgãos ambientais competentes, institui-se dois instrumentos

legais no âmbito do Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente – SINIMA: o Cadastro Ambiental Rural (CAR) – registro público e eletrônico obrigatório para todos os imóveis rurais do território nacional e o Programa de Regularização Ambiental (PRA).

O CAR foi instituído pela Lei 12.651/2012, regulamentada pelo Decreto nº 7.830/2012. Foi criado com a finalidade de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais, informações essas que compõem uma base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e para o combate ao desmatamento (Brasil, 2012). O CAR abrange dados dos proprietários, possuidores ou responsável pela propriedade rural, a planta georreferenciada com os limites da propriedade, as áreas de interesse social, áreas de utilidade pública, localização dos remanescentes de vegetação nativa, de áreas consolidadas, áreas de Preservação Permanente, de Uso Restrito e das Reservas Legais.

Os dados das propriedades rurais dos Estados e do Distrito Federal registrados no CAR são admitidos, integrados e administrados pelo Sistema de Cadastro Ambiental Rural – SiCAR integrante do Sistema Nacional de Informação sobre o Meio Ambiente – SINAMA (BARROSO & ALENCAR, 2014). Seguindo as diretrizes do novo CFB, é obrigatório o cadastro de todas as propriedades rurais no território nacional. A não adesão ao CAR além da perda de oportunidade para regularização do imóvel, dentro dos prazos e critérios oferecidos pela legislação, acarreta a não suspensão de multas e atos infracionais aplicados até julho de 2008, conforme previsto em Lei. A não adesão inviabiliza ainda o acesso a crédito rural e agrícola para os proprietários.

O proprietário/possuidor do imóvel, para fazer a inscrição do mesmo no CAR deve o fazer, preferencialmente, no órgão ambiental municipal ou estadual, o qual exigirá do proprietário ou possuidor rural identificação e comprovação da propriedade ou posse, bem como identificação do imóvel por meio de planta e memorial descritivo. Essa identificação deverá conter as respectivas coordenadas geográficas, informando a existência e conseqüente localização dos remanescentes de vegetação nativa, das Áreas de Preservação Permanente, das Áreas de Uso Restrito, das áreas consolidadas e também a localização da Reserva Legal (Brasil, 2012).

A fim de adequação das propriedades a referida Lei, a mesma dispõe em suas diretrizes, de instrumentos necessários a serem aderidos por parte dos proprietários rurais que possuam áreas de passivo ambiental em suas propriedades e necessitem regularizá-las. O primeiro instrumento disposto trata-se da implantação de Programas de Regularização Ambiental (PRA) de posses e propriedades rurais por parte do órgão ambiental competente com normas gerais dispostas no Decreto no 7.830/2012.

Nesse contexto, faz-se necessário entender que, como parte integrante do processo de regularização ambiental estabelecido pela Lei 12.651/2012, o proprietário deve aderir a um conjunto de ações que deverão ser desenvolvidas com o objetivo de adequar e

promover a regularização ambiental do imóvel que nada mais é do que o PRA. Esses Programas devem ser elaborados no domínio dos Estados e do Distrito Federal sendo necessária previamente a inscrição da propriedade no CAR.

Segundo a LPVN, a formalização para aderir ao PRA exige assinatura de um Termo de Compromisso que deve conter pacto contemplando a manutenção, recuperação e/ou recomposição de áreas degradadas ou alteradas em Áreas de Proteção Permanente (APP), Reserva Legal (RL) e Áreas de Uso Restrito (AUR) da propriedade bem como compromisso de compensação de RL quando necessário. Dentro do PRA há instrumentos para que o Programa possa ser executado da melhor forma possível, um desses instrumentos é o projeto de recomposição de áreas degradadas e alteradas (PRADA).

Esse projeto deve conter a descrição de atividades que deverão ser executadas e concluídas conforme prazos estabelecidos no Termo de Compromisso, funcionando como um instrumento de planejamento das ações de recomposição contendo metodologias, cronograma e insumos. A partir da adesão a esse termo, ficam suspensas as sanções provenientes de crimes cometidos anteriormente a julho de 2008, relacionados ao desmatamento irregular em APP, RL e AUR.

No Distrito Federal, o órgão ambiental competente (Instituto Brasília Ambiental - IBRAM) determina que as ações de regularização estabelecidas no PRA devem conter um PRADA em que, para ser elaborado, é necessário conhecimento das técnicas e espécies mais indicadas para recuperação (Santos, et al.; 2017). A regularização do PRA é realizada pelo órgão ambiental estadual competente, no caso do Distrito Federal o IBRAM a partir de detalhamentos específicos para o Estado, estabelecidos através da publicação de normativas. É importante que esses detalhamentos levem em consideração peculiaridades territoriais, climáticas, históricas, culturais, econômicas e sociais.

Para adesão ao PRA é obrigatório que o imóvel esteja inscrito no CAR e com base no requerimento de adesão ao Programa se faz necessário que o proprietário ou possuidor assine um termo de compromisso de adesão ao mesmo, o que suspende a punição de crimes e a aplicação de multas enquanto o termo estiver sendo cumprido. Por tanto, para assistir aos critérios de recomposição presentes na LPVN bem como obter anistia das multas aplicadas aos proprietários, os Estados deverão redigir seus próprios PRA's e os proprietários, apropriadamente registrados no CAR, devem adotar ao programa do Estado em que se insere sua propriedade.

Na data em que foi redigida a legislação, estimava-se que tanto o CAR quanto o PRA deveriam ser implementados no período de um ano a partir da promulgação da lei, com previsão de prorrogação por mais um ano. Entretanto, esse prazo vem sendo prorrogado diante da ausência de formulação dos PRA's por parte dos Estados e também devido a muitas propriedades ainda não estarem adequadamente inseridas no

SiCAR. Qualquer mudança na legislação exige um período de adequação para que todos os envolvidos se enquadrem nas condições previstas com as novas regras, todavia, a cada reformulação esse período vem se estendendo.

O cadastro ambiental rural pode e deve esclarecer muito sobre a condição das propriedades rurais. Sua criação se enquadra na estrutura jurídica e de mecanismos legais que norteiam e condicionam o uso e ocupação da terra bem como direcionam a conservação dos recursos naturais do território brasileiro. Através do CAR passa a ser possível que os Estados, por meio de seus órgãos ambientais, e a Federação tomem conhecimento da localização de cada imóvel rural e, além disso, tenham acesso a situação de adequação ambiental de cada um desses imóveis.

Já no que se refere ao PRA, este possibilita os Estados a conduzirem e acompanharem os proprietários rurais no delineamento, organização e execução das práticas necessárias, indispensáveis e essenciais para a recuperação e recomposição das áreas degradadas dos imóveis rurais, seja em Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal ou de Uso Restrito. Além disso, a exigência da legislação quanto a regularização ambiental passou a ser obrigatória também para a aquisição de crédito rural. “A legalização das propriedades em relação à LPVN é crucial para a sua plena atividade, tanto do ponto de vista ambiental quanto creditício.” (Laudares et al.; 2014).

Segundo Haroldo Mattos Lemos, presidente do Instituto Brasil Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA (2009), o país mostra avanços significativos de preservação do meio ambiente, em especial com a promulgação do novo código, mas ainda tem muito a se fazer, em especial no âmbito de ampliação e efetividade de ações de fiscalização. É nesse contexto também que se destaca a importância da adesão ao CAR por parte dos proprietários rurais como ferramenta para auxiliar na fiscalização das mesmas e também como ferramenta para acompanhar o desempenho das propriedades rurais brasileiras.

Diante das novas exigências legais espera-se que os imóveis rurais que se encontravam em situação de não conformidade a lei possam regularizar seus passivos e entrar em conformidade com a nova legislação ambiental por intermédio do CAR. Através do cadastro passa a ser possível elaborar e executar da melhor forma o planejamento ambiental e econômico bem como o controle e monitoramento das áreas no interior das propriedades rurais e a recuperação de regiões degradadas, tornando-se uma promessa para a reversão da situação de ilegalidade de algumas propriedades.

Diante da realidade de que a averbação em cartório não mostrou ser um mecanismo eficiente de controle ambiental, o CAR veio para suprir essa necessidade de eficiência no cumprimento da legislação ambiental. Segundo Delalibera *et al.* (2008), diagnósticos ambientais realizados no Brasil, evidenciaram que são raras as propriedades rurais que possuem RL e/ou RL averbada em cartório. Além disso, há as

Reservas Legais que até chegam a ser averbadas em cartório, mas em seguida são convertidas em áreas de agricultura e/ou pastagem.

Outro gargalo que o CAR veio para suprir se refere ao número de imóveis rurais existentes no território nacional bem como a proporção desses imóveis que possuem RL. Os dados disponíveis em relação a esses aspectos eram os dados advindos dos cadastros de imóveis rurais do INCRA. “Esses cadastros apresentam o problema de os proprietários não terem informado, em um ano-base, todos os dados sobre sua propriedade, bem como poderem excluir informações que os comprometam” (Laudares et al.; 2014).

Além disso, mesmo com as informações prestadas ao INCRA pelos proprietários e ainda que obrigatório o registro da RL em cartório, o descumprimento a legislação continuava recorrente principalmente no que dizia respeito a manutenção das porcentagens de área de RL. A partir das novas disposições da regularização ambiental definidas pelo Decreto 7.830/12, que estabeleceu as diretrizes de cunho geral aos Programas de Regularização Ambiental, o proprietário rural fica isento da averbação da RL, após a adesão ao CAR (Brasil, 2012).

Segundo Borges (2013), além de um instrumento facilitador para fiscalização ambiental, o CAR estabelece mais segurança jurídica do que as averbações por se tratar de um sistema que vai disponibilizar para o público todas as informações referentes a uma área específica e com maior riqueza de detalhes. Um dos exemplos dessa riqueza do detalhamento das informações do cadastro está no monitoramento de áreas rurais por sensoriamento remoto mostrando ser um importante recurso para a gestão ambiental. Além disso acredita-se que o levantamento através dos dados de georreferenciamento das propriedades para o registro dos imóveis e conseqüentemente para o CAR pode auxiliar os municípios na aquisição e gestão de mapas de sua organização fundiária.

Cabe ressaltar que o Cadastro Ambiental Rural, além de dispor de imagens de satélites que auxiliam o monitoramento ambiental, tem como objetivo traçar um mapa digital a partir do qual serão calculados os valores das áreas para diagnóstico ambiental. Isto deve auxiliar no controle das RL de forma mais efetiva se comparada ao controle por meio da averbação em cartório, que se fazia apenas em visita ao local. Para tanto, o CAR proporciona uma certa segurança jurídica não só no que diz respeito a RL mas é também uma ferramenta efetiva na análise e monitoramento de APP, AUR, remanescentes de vegetação nativa e nas áreas consolidadas dos imóveis.

Outra vantagem do cadastramento para os proprietários rurais está no fato desse instrumento permitir a troca imagens e também de informações para aqueles que por ventura queira ou necessite entrar no mercado de Cotas de Reserva Ambiental (CRAs). Essas transações em muito contribuem para conservação e recuperação ambiental ao definir valor monetário às regiões de vegetação nativa no interior dos imóveis rurais.

Funciona também como uma alternativa de renda para quem faz, arrenda ou vende as cotas, bem como auxilia aqueles proprietários que precisam regularizar seus imóveis.

A segurança jurídica de todos esses trâmites está respaldada no Programa de Regularização Ambiental (PRA) composto pelo CAR, pelo termo de compromisso, pelo projeto de recuperação de áreas degradadas (PRADA) e pelas cotas de reserva ambiental, caso haja. O CAR passa a ser a base para uma gestão bem sucedida do processo ambiental de regulamentação, uma vez que, é através dele que se tornam disponíveis as informações das propriedades com auxílio de, dentre outros recursos, mapas e fotos de satélites.

Segundo Laudaes et al. (2014) as primeiras experiências com a plataforma do CAR se iniciaram antes mesmo da obrigatoriedade desse cadastro com a promulgação do Novo Código. Anteriormente O CAR era associado ao Programa “Mais Ambiente” do governo federal sendo executado por Mato Grosso e Pará como exemplo de regularização ambiental nos imóveis rurais. O instrumento evidenciou a eficiência esperada de sua execução, com base nos cadastros já analisados, atendendo as expectativas para as quais foi desenvolvido, mostrando sua viabilidade econômica, social e ambiental (MMA, 2013).

Nas primeiras localidades em que o cadastro foi implementado, entre os anos de 2012 e 2014 em algumas regiões da Amazônia foi possível notar resultados positivos (SISTEMA DE CADASTRO AMBIENTAL RURAL, 2019). Observou-se que o CAR se estabeleceu enquanto ferramenta multifacetada podendo ser usada em diversas perspectivas pelas políticas públicas em meio ambiente, contribuindo para a consolidação da gestão ambiental e o planejamento dos Estados e municípios de forma a garantir segurança jurídica aos proprietários rurais.

Trata-se de uma metodologia não muito burocrática uma vez que as declarações, quando não realizadas por equipe técnica-especializada (nos casos de propriedades menores que 4 módulos fiscais), ainda que auto declaratórias, é um procedimento validado pelos órgãos ambientais estaduais competentes (SILVA et. al. 2016). As respostas quanto à implementação do CAR tem sido positivas em especial devido a quantidade de informações importantes aferidas pelo cadastro. Além disso, tem também demonstrado ser uma ferramenta de gestão e controle ambiental mais prático e seguro se comparado ao sistema cartorial adotado anteriormente ao Novo Código Florestal.

2.3. Importância de se estimar a sustentabilidade das propriedades rurais: instrumentos para essa mensuração.

A nova legislação trouxe inúmeros questionamentos em especial acerca do planejamento das ações de legalidade por parte de proprietários rurais a fim de viabilizarem o cumprimento de seus passivos. Considerando os desafios advindos dessa

nova modelagem da legislação ambiental, há uma questão a ser refletida, a carência de incentivo e esclarecimento referentes a obtenção de benefícios ambientais, econômicos e sociais frente ao cumprimento da Lei.

Esse tem sido um aspecto muito discutido a ser trabalhado tanto por órgãos ambientais quanto por produtores e técnicos que prestam assistência aos proprietários, direcionando-os as atividades que decorrem da regularização de suas propriedades. É necessário entender que as determinações acerca de preservação e recuperação presentes na lei em questão, embora não sejam as melhores do ponto de vista ecológico na preservação ambiental, ainda assim deve ser baseada em ciência e em muito podem contribuir para a sustentabilidade dos imóveis rurais.

Em larga escala a recuperação prevista na Lei deve ser vista não apenas como uma obrigatoriedade, mas, sobretudo como uma possibilidade de potencializar os serviços ecossistêmicos advindos de ecossistemas equilibrados, contribuindo para um desenvolvimento atrelado à conservação da natureza. Para tanto é importante promover a consciência sobre o entendimento e a importância acerca da preservação e quando necessária recuperação da vegetação nativa, quais benefícios que isso traz, e principalmente como colocá-la em prática.

Entender qual a melhor técnica e como se envolver e apoiar esses processos no campo, em especial junto a pequenos proprietários rurais é fundamental. Tais fatores em muito auxilia quem de fato busca cumprir a legislação realizando a restauração/recuperação, no que diz respeito à perspectiva de sucesso da iniciativa, bem como na perspectiva de que a técnica adotada será a mais adequada dentro da realidade da propriedade e de como o ambiente se comportará a partir do estabelecimento das diretrizes adotadas.

Apesar da dificuldade aparente, é na restauração de ecossistemas que está a principal iniciativa para o cumprimento de passivos ambientais de proprietário rurais (Assis,2012). Para Tanto, a utilização de ferramentas que facilitem o proprietário rural a identificar e quitar suas áreas de passivo ambiental, bem como auxiliar os órgãos ambientais no processo de fiscalização, passando pela validação dos respectivos CAR's, em muito facilita no processo de regularização de propriedades rurais.

Por intermédio do CAR, todas as informações referentes à situação ambiental das Áreas de Preservação Permanente, das áreas de Reserva Legal, das florestas e dos remanescentes de vegetação nativa, das Áreas de Uso Restrito e das áreas consolidadas das propriedades e posses rurais do país irão compor uma base de dados integrada, com fotos de satélites, disponíveis a toda população. Pode-se dizer que o CAR surge como uma possibilidade de fomento para a conservação de recursos naturais, o que contribui para a melhoria da qualidade ambiental dos imóveis.

Nesse contexto, o uso da metodologia de estabelecimento de Índices de Sustentabilidade ambiental com base na adequação ambiental da paisagem rural á LPVN para fins de identificação do nível de sustentabilidade de propriedades rurais se

mostra promissor. A utilização de indicadores é de relevante importância para observar o progresso ambiental de imóveis rurais, principalmente levando em consideração os caminhos que os proprietários devem adotar para cumprirem o Código Florestal de modo a entender e colocar em prática a adoção de medidas que auxiliem o não cometimento de atos ilegais que caracterizem crime ambiental.

Com a utilização dessas ferramentas, adaptadas a legislação ambiental brasileira, se torna mais viável identificar o nível de passivo de propriedades rurais e estimar o índice de sustentabilidade ambiental das mesmas. A partir de então identificar as iniciativas necessárias para a regularização das propriedades, daquelas com baixo índice de sustentabilidade pode ser uma importante estratégia de regularização e de gestão de imóveis rurais.

2.4. Indicadores de Sustentabilidade Ambiental

A palavra indicador, em sua origem, possui o significado de descobrir, apontar, anunciar, estimar algo (Hammond, 1995). Ao buscar o alcance de determinada meta, os indicadores mostram, comunicam, informam sobre o progresso em direção a essa meta, como por exemplo o alcance do desenvolvimento sustentável. Segundo Hammond (1995) os indicadores podem também ser entendidos como um recurso que deixa mais perceptível uma tendência ou fenômeno, que não seja prontamente detectável.

Indicadores devem ser meios de comunicação e toda forma de comunicação requer entendimento entre os participantes do processo, e deve considerar aspectos econômicos, políticos, culturais, sociais, ecológicos e outros envolvidos relacionados ao desenvolvimento. Segundo Gallopin (Gallopin, 1996 apud Van Bellen 2002, p.54), "um pré-requisito fundamental para a utilização e aceitação de sistemas de indicadores, que é muitas vezes negligenciado, é a necessidade de que estes sejam compreensíveis", e além disso é necessário que sejam representativos, comparáveis, estáveis, confiáveis e mensuráveis.

Trata-se fundamentalmente de uma forma de comunicação mais exata, que ao contrário das demais formas de interpretação, abre espaço para o processo de tomada de decisão de maneira mais precisa, o que abrange, inclusive, a formulação de políticas públicas a partir de uma base mais sólida de informações e mais próximas a realidade. Para tanto é que se deve ter o máximo de entendimento a cerca dessa metodologia, tanto para quem toma decisões, quanto para o público em geral, a fim de que seja o mais representativo possível.

Segundo Gallopin (1996), os indicadores mais desejados são aqueles que sintetizam ou simplificam informações relevantes, fazendo com que certos fenômenos que ocorrem na realidade se tornem mais evidentes; aspecto esse que é particularmente importante na gestão ambiental. Nessa área, especificamente, é necessário que sejam quantificadas, mensuradas e comunicadas as ações relevantes. O objetivo principal dos

indicadores é o de agregar e quantificar informações de uma maneira que sua significância fique mais aparente.

Os indicadores simplificam as informações sobre fenômenos complexos tentando, com isso, melhorar o processo de comunicação (CARVALHO et. al. 2011). Teoricamente, é necessário organizar os diferentes sistemas, para que os usuários desses instrumentos – essenciais nos ajustes da direção do desenvolvimento – possam selecionar e trabalhar com os modelos mais apropriados aos seus objetivos finais. Sistemas de indicadores de sustentabilidade são relevantes para o processo de gestão, na medida em que estão aptos a retratar a realidade de uma maneira científica, destinada a orientar a tomada de decisão bem como a formulação de políticas públicas.

Segundo Van Bellen (2004) o objetivo principal dos indicadores é o de agregar e quantificar informações de uma maneira que sua significância fique mais aparente. Para que sejam relevantes e importante ferramenta para gestão ambiental, os indicadores devem compilar, da forma mais simples possível, informações relevantes acerca do que está sendo analisado. Há algumas funções específicas intrínsecas aos indicadores, pelas quais eles devem ser observados (Tunstall 1992, 1994):

- Avaliar condições e tendências;
- Efetuar a comparação entre lugares e situações;
- Avaliar condições e tendências em relação às metas e objetivos;
- Prover informações de advertência;
- Antecipar futuras condições e tendências.

A primeira compilação de indicadores voltados para a gestão ambiental, e a mais usada até hoje, surgiu a partir das discussões acerca da necessidade de se buscar um desenvolvimento sustentável e de transformá-lo em uma meta global. Segundo Bellen (2004), a ênfase nessa demanda foi amplamente discutida na Conferência Internacional da Organização das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, que adotou a Agenda 21 como abordagem para o desenvolvimento sustentável.

A conferência criou a Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CSD – Commission on Sustainable Development), a fim de monitorar o progresso alcançado em relação a prática dos princípios de sustentabilidade, princípios esses abordados na própria Agenda 21. O documento, em alguns de seus capítulos também aborda a necessidade de se estabelecer indicadores que expressem de forma clara e objetiva os caminhos para o desenvolvimento sustentável.

Criar esses ou quaisquer outros tipos de indicadores, segundo Beller (2004), requer trabalhar com uma unidade que possibilite medir a proximidade em relação a esse objetivo. Essa unidade deve englobar uma gama de fatores relacionados com a

sustentabilidade, tais como fatores ecológicos, econômicos e sociais. Entretanto, existem alguns elementos passíveis de discussão de acordo com o aspecto a ser analisado.

Alguns desses aspectos devem ser considerados em uma abordagem mais específica, tais como as dimensões do conceito de desenvolvimento sustentável, a dificuldade em se reunir variáveis não relacionadas diretamente, os sistemas de avaliação adotados, os diferentes julgamentos de valor e seus critérios nos diversos sistemas, o tipo de processo decisório abrangido, bem como o tipo de variável envolvida (qualitativa, quantitativa ou as duas), entre outros (Beller 2004).

O fato é que os indicadores devem possibilitar uma visão geral da situação do objeto analisado, ainda que se resuma a poucos parâmetros, mas que seja passível de utilização e estudo para a tomada de decisão. Na categoria de desenvolvimento sustentável, mais especificadamente de sustentabilidade ambiental é possível enxergar um tema multifacetado com diversos outros subtemas alinhados a ele, tais como: ar, biodiversidade, recursos hídricos, solo, etc.; sendo cada um deles passíveis de aferição dentro de cada variável que o compõe.

Em suma, o objetivo a ser alcançado ao se trabalhar com indicadores é basicamente o de explicar, da forma mais sucinta possível, a realidade em análise, auxiliando na função de entendimento sobre o funcionamento e controle do que está sendo analisado, permitindo o monitoramento da realidade estudada. Além disso, deve ser possível transformar dados qualitativos e subjetivos em análises quantitativas, concretas e objetivas, de modo a facilitar a compreensão e permitir a mensuração das categorias dentro do objeto de análise, mantendo sua linha de orientação; e apresentando-se como medida padronizada (Pereira, M. S; Sauer, L; Fagundes, 2015).

Os indicadores possuem um enfoque multidimensional para que se possa avaliar o progresso ambiental da área analisada, integrar melhor as preocupações ambientais de políticas setoriais e de políticas econômicas. Para tanto, um indicador deve tornar perceptível um fenômeno não detectável em termos imediatos, tendo um significado maior que o fornecido pela observação direta, expresso por gráficos ou formas estatísticas.

Martins et. al (2006) afirma que “o meio ambiente é um conjunto de interações no qual o homem tem papel fundamental. Refletir essa interação através de sistemas de indicadores torna-se uma tarefa complexa.”. Segundo mesmo autor, há cerca de 25 sistemas de indicadores são utilizados, mundialmente ou internacionalmente para interpretação e mensuração da sustentabilidade. Esses indicadores são capazes de estimar o nível e a forma de interação entre o ser humano e o meio ambiente.

Cabe ressaltar que os indicadores são distintos das estatísticas e dos dados primários (Souto & Avena, 2006). Para Gallopin os sistemas de indicadores de desenvolvimento sustentável, em um nível mais concreto, devem ser entendidos como variáveis e devem seguir alguns requisitos universais:

- Os valores dos indicadores devem ser mensuráveis (ou observáveis);
- Deve existir disponibilidade de dados;
- A metodologia para coleta e o processamento de dados, bem como para a construção dos indicadores, deve ser limpa, transparente e padronizada;
- Os meios para construir e monitorar os indicadores devem estar disponíveis, incluindo capacidade financeira, humana e técnica;
- Os indicadores ou grupo de indicadores devem ser financeiramente viáveis e
- Deve existir aceitação política dos indicadores no nível adequado; indicadores não legitimados pelos tomadores de decisão são incapazes de influenciar as decisões.

Assim como Gallopin (1996), Chevalier et al, (1992) sustenta a definição de que um indicador é como uma variável que está relacionada hipoteticamente com uma outra variável estudada, sendo que para esta não é possível estabelecer uma observação direta. Nesses aspectos Van-Bellen (2004) afirma que, qualquer variável e, conseqüentemente, qualquer indicador possui uma significância própria e para tanto, possui representatividade própria.

Todo e qualquer espectador que analisar um indicador deve compreender e entender a leitura que foi feita com facilidade. Para isso, no momento de construção dos indicadores é importante que o analista entenda que esse pode ser um processo simples mas pode também tomar proporções mais complexas e por isso deve-se saber qual o objetivo a ser alcançado e o que é necessário para atingir suas metas.

Para Pereira et al. (2015) “para se construir um indicador, é necessário ter em mente o que se deseja obter com ele, para também escolher corretamente quais dados deverão ser levantados e (...) se os dados essenciais são passíveis de mensuração.” Ao se definir os objetivos iniciais para construção de um indicador é importante que estes estejam bem claros, alguns podem ser praticamente impossíveis de serem mensurados, mas se forem estudados e compreendidos da forma devida é possível convertê-los em informações mensuráveis.

A partir dos objetivos traçados é necessário identificar quais as dimensões que os formam em seu eixo conceitual, sendo escolhidas apenas as que sejam relevantes para o alcance dos objetivos, aquelas que sejam realmente necessárias a serem detalhadas. Para isso é importante que o papel do pesquisador/analista seja desenvolvido com bastante coerência para dar prosseguimento a etapa seguinte, de coleta de dados. Os elementos coletados devem ter correlação com as dimensões às quais se propõem detalhar para o alcance dos objetivos definidos (RABELO & LIMA, 2007).

Com a compilação dos dados, tendo bem claro a origem e veracidade dos mesmos, sejam eles primários ou secundários, é possível dizer que se tem um indicador,

ou um grupo de indicadores que deverão ir de encontro as dimensões analíticas mensuradas a fim de responder o que se pretende a partir das análises para alcance dos objetivos traçados. A partir dessa perspectiva pode-se transformar os indicadores em índices a fim de que possam explicar a compreensão do objeto analisado, mais especificamente aqui abordado, a sustentabilidade ambiental (VAN-BELLEN, 2004).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

Ao analisar a quantidade de imóveis rurais que configuram pequenas propriedades no Distrito Federal, segundo dados do IBGE e considerando os CAR's efetivos dessas propriedades de acordo com o Instituto Brasília Ambiental (IBRAM) que faz o acompanhamento dos cadastros, o DF se mostrou um polo de bastante interesse para a pesquisa. Segundo informações do Ibram, até o primeiro semestre de 2019 cerca de 94% dos imóveis rurais do DF haviam aderido ao CAR.

Para definir qual seria a área mais apropriada a seleção das propriedades para o presente estudo, foi levado em consideração regiões onde a maioria das propriedades tivessem declarado o CAR e com a maior quantidade de informações disponíveis. Foi considerado também o tamanho dessas propriedades, de até 80 hectares, de forma a não ser este um dado com muita heterogeneidade. Com base nas informações obtidas pela EMATER, Ibram e Serviço Florestal Brasileiro acerca dos imóveis rurais do DF, optou-se por escolher os imóveis da área do Núcleo Rural do Pípiripau.

As propriedades dessa região foram escolhidas por se tratar de uma área representativa no Distrito Federal no que diz respeito a produção agrícola e também de diversidade dessa produção bem como devido ao grande número de informações acerca do uso e ocupação da terra dos imóveis locais. A bacia do Ribeirão Pípiripau está localizada na região nordeste do Distrito Federal (Figura 3) na divisa com o município de Formosa/GO, sendo a maior parte da área da bacia localizada no Distrito Federal (90,3%).

No Núcleo Rural Pípiripau há mais de mil propriedades rurais. O relevo da bacia é em sua grande extensão plano a levemente ondulado. Esse fator é crucial para determinar o padrão de escoamento da bacia, dificultando a ocorrência de enchentes na área e justificando o potencial da região para o desenvolvimento de atividade agrícola e pecuária. As altitudes da região variam entre 905 e 1.225 metros (CAESB, 2001).

Na bacia do Pípiripau é possível evidenciar diversas atividades tais como produção agropecuária (frutas, grãos, carnes), lazer, proteção ambiental e captação de água para abastecimento humano. A bacia abrange os Núcleos Rurais Pípiripau e Taquara, parte da área rural da cidade de Planaltina, o Núcleo Santos Dumont e a área do entorno do Vale do Amanhecer (Figura 4).

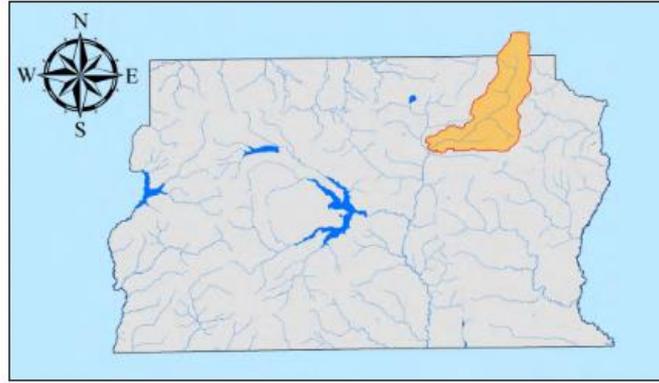


Figura 6. Localização da Bacia do Ribeirão Pipiripau em relação aos limites do DF. (Fonte: Relatório diagnóstico do Programa Produtor de Águas – Pipiripau)

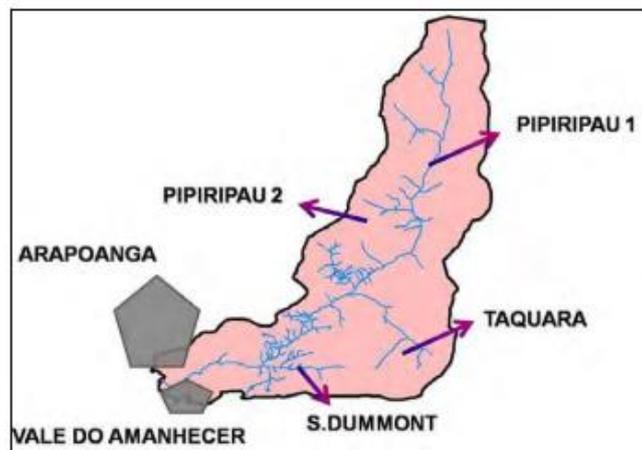


Figura 7. Localização dos núcleos urbanos na Bacia do Ribeirão Pipiripau. (Fonte: Relatório diagnóstico do Programa Produtor de Águas – Pipiripau)

Segundo Relatório do Projeto Produtor de Águas, publicado em 2010 pela EMATER, naquele ano o manejo do solo e práticas mecânicas de conservação não eram as mais recomendadas e utilizadas na região. Naquela época já era conhecido e presente na descrição do referido relatório que, áreas consolidadas e de pastagens em grande maioria encontravam-se degradadas. Com a observação de imagens de satélites mais recentes foi possível observar que essa degradação perdura até os dias atuais. Falhas na cobertura do solo, presença de plantas invasoras e indícios de erosão laminar também podem ser identificados.

A origem e criação dos núcleos rurais instalados na bacia do Ribeirão Pipiripau ocorreu entre os anos de 1977 a 1983, pela Secretaria de Agricultura que administrava as terras públicas rurais. Após a construção de Brasília e, tendo por inspiração a política nacional de incentivo à ocupação do cerrado – POLOCENTRO, deu-se a criação dos núcleos rurais do DF. Por meio dessa e de outras políticas de cunho semelhante, eram disponibilizados a produtores das regiões Sul e Sudeste de Brasília terras arrendadas em Núcleos Rurais.

Assim como as demais regiões do DF com denominação de Núcleos Rurais, o Núcleo Rural Pípiripau é composto por lotes/chácaras e áreas isoladas que são em sua maioria pertencentes ao Estado e cedidos aos produtores por meio de contratos de arrendamento/permissão de uso, vinculados ao Plano de Utilização - PU da propriedade previamente aprovados. Propriedades rurais localizadas nessa região foram selecionadas para a busca de informações de seus referidos CAR's junto ao Ibram.

Os dados averiguados com base nas declarações dos Cadastros incluiu informações sobre uso e ocupação do solo nos imóveis rurais, detalhes específicos que caracterizam as propriedades de acordo com sua localização na Bacia. Foram coletados ainda, dados referentes a adoção de medidas estipuladas na legislação e dados referentes a possíveis exigências que o órgão ambiental possa vir a pleitear a cada proprietário.

3.2. Das variáveis

Atualmente muitas são as metodologias para a seleção de indicadores e mensuração de índices de sustentabilidade ambiental a fim de se identificar a situação do meio ambiente e/ou de sustentabilidade desse aspecto em relação ao objeto analisado. Antes de se definir um indicador ou até mesmo criar um tendo como base, os já existentes, é importante que se entenda suas principais vantagens e limitações. Segundo Gallopin (1996) os indicadores mais adequados são aqueles que façam com que certos fenômenos que ocorrem na realidade se tornem mais aparentes, resumindo as informações relevantes.

As informações para selecionar os indicadores utilizados no presente estudo foram obtidas mediante base de dados do Serviço Florestal Brasileiro vinculado ao Sistema do Cadastro Ambiental Rural, acessível através do portal intranet do site do Ibram, órgão ambiental responsável pelo recebimento e processamento dos dados declarados no SiCAR dos imóveis rurais do Distrito Federal. A relação das propriedades para amostragem foi obtida a partir de estudos prévios acerca da região analisada.

A escolha da área ocorreu por ser uma região onde grande parte dos proprietários haviam aderido ao CAR e também por se mostrar como uma área sem grandes heterogeneidades no que se refere ao uso e ocupação do solo, em especial no que diz respeito ao destaque produtivo para o Distrito Federal. Isso foi feito para se ter informações confiáveis, independentemente de sua conformidade ou não com a legislação referente à manutenção da cobertura do solo prescrita de 30% da vegetação nativa sobre a propriedade (para a proteção dos cursos d'água, APP's e RL's).

Com base nos dados declaratórios de proprietários rurais, a fim de cumprimento da legislação vigente, foram extraídas variáveis a partir das informações contidas no CAR das propriedades estudadas e que, de acordo com a literatura revisada acerca de indicadores de sustentabilidade, possam servir como tal e possibilitem averiguar o desempenho ambiental das propriedades analisadas. As informações foram introduzidas em planilhas, gerando as matrizes de dados independentes.

Os itens presentes na base de dados da pesquisa, correspondentes ao que seriam os aspectos ambientais que caracterizam o uso e ocupação do solo nos imóveis e norteiam a sustentabilidade das propriedades analisadas, foram interpretados e trabalhados para que se tornassem as variáveis do presente estudo (Tabela 1)

Tabela 2. Conjunto das variáveis analisadas

1. Área do Imóvel
2. Área Consolidada
3. Remanescente de Vegetação Nativa
4. Área de Reserva Legal Proposta
5. Área da APP a recompor
6. APP existente no imóvel
7. APP de Nascentes ou Olhos D'água Perenes
8. APP de Rios até 10 metros
9. APP de Veredas
10. APP total
11. APP a Recompôr de Nascentes ou Olhos D'água Perenes
12. APP a Recompôr de Rios até 10 metros
13. APP a Recompôr de Veredas
14. RL Mínima exigida por Lei
15. Excedente ou Passivo de RL
16. Sobreposição com Unidade de Conservação
17. Área Antropizada
18. Vegetação Nativa em Reserva Legal
19. Área a Recompôr em Reserva Legal
20. Vegetação Nativa em APP
21. Área de Reserva Legal dentro de APP

3.3. Da amostra

O tamanho da amostra foi definido empregando-se a técnica probabilística, onde todo elemento que compõe a população tem igual probabilidade, diferente de zero, de compor a amostra. Para definição do número de propriedades analisadas, optou-se pelo método sugerido por Yamane (1967), onde um subconjunto de propriedades (a amostra) foram selecionadas ao acaso a partir de um conjunto maior (a população) por um processo que garanta que todos as propriedades tenham a mesma probabilidade de serem escolhidas para a amostra.

O dimensionamento da amostra foi calculado de acordo com a técnica utilizada. Por se tratar de análise multivariada, no caso da análise fatorial, o tamanho da amostra tem que ponderar com a quantidade de variáveis na análise. Hair et al. (2009) sugerem uma razão mínima de cinco casos por variável como uma situação aceitável. Figueiredo Filho et. al. (2014) sugere que quanto maior a amostra, melhor.

Obteve-se uma população amostral de 188 propriedades das quais se configuram como sendo de pequeno e médio porte. As pequenas propriedades, segundo a LPVN, possuem até 4 módulos fiscais, e as de médio porte, consideradas para este trabalho, de acordo com a realidade das propriedades analisadas são as de 5 a 20 módulos fiscais; considerando que o módulo fiscal a nível de Distrito Federal equivale a 4 hectares. Foram eliminadas as propriedades que possuíam mais de 20 módulos fiscais, que equivalem a 80 hectares de área total, por não serem representativas da região e por terem possibilidade de enviesarem as análises por destoar da realidade da amostra.

Após a coleta de dados, foram eliminadas também propriedades cuja falta de informações fosse expressiva, em especial a cerca do uso e ocupação da terra no interior dos imóveis e demais informações exigidas no CAR que dizem respeito a regularidade das propriedades, inviabilizando a análise por falta de dados. Mesmo com esses desarranjos e exclusões necessárias, a quantidade amostral foi adequada ao limite proposto inicialmente e resultou em um universo de 169 propriedades rurais.

Para análise dos dados, cada linha da matriz representa o vetor de indicadores extraídos das informações dos CAR's de cada uma das propriedades analisadas. A matriz contém, portanto, 169 linhas e 23 colunas.

Para fins do presente estudo as propriedades foram classificadas conforme a tabela 2:

Tabela 2. Tamanho da amostra segundo tamanho de área.

Área (ha)	População
<16	137
$16 \leq 80$	32
< 80	0
TOTAL	169

3.4. Análise Estatística

3.4.1. Análise de consistência dos dados

A metodologia estatística é escolhida de acordo com o objetivo da pesquisa e diferentes métodos podem ser utilizados com a finalidade de mostrar, prever ou otimizar os dados trabalhados. Para isso se faz necessário recursos estatísticos que permitam uma abordagem mais geral, mais completa do fenômeno estudado do que a abordagem que a estatística univariada permite (BAKKE et. al. 2008). Ao se trabalhar com a análise multivariada é possível abordar um grande número de métodos e técnicas que usam concomitantemente todas as variáveis na interpretação do conjunto de dados

do estudo.

Nesse sentido, a classificação das propriedades no que se refere a seus respectivos índices de sustentabilidade foi definida mediante análise fatorial pelo método das componentes principais. Segundo Carneiro Neto (2005), nesta análise, cada uma das n variáveis compõem um arranjo linear de m fatores comuns e de um fator específico, entretanto, para que se chegue ao resultado final da análise fatorial da melhor forma possível, gerando os resultados esperados deve-se realizar algumas análises prévias de consistência dos dados.

Para análise dos dados foi utilizado o programa R (R i386 3.6.1) devido a sua versatilidade e facilidade de manuseio, além de contar de forma prática e objetiva com as operações necessárias para chegar aos resultados das análises realizadas, contando inclusive com o tratamento das variáveis e permitindo a construção de gráficos para melhor interpretação dos resultados.

A primeira análise de consistência elaborada foi a de interdependência entre as variáveis, para verificar se o conjunto de variáveis eram adequadas ao procedimento estatístico. Primeiramente foi elaborado um histograma simples (apêndice A), para observar a frequência dos dados e em seguida efetuado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk do conjunto das variáveis, para diagnosticar se possuem distribuição normal ou não, mostrando se os dados são ou não paramétricos.

A análise realizada em seguida foi a análise de correlação, a fim de observar o comportamento dos componentes da matriz de correlação (matriz de variâncias e covariâncias) externas a diagonal principal. Essa análise permitiu verificar a interdependência entre as variáveis que segundo Johnson e Wichern (1988) no caso de se tratar de elementos de amplitude reduzida as variáveis não se relacionam e, portanto, não se aconselha realizar a análise do fator.

Já segundo Monteiro e Pinheiro (2004) quando apenas algumas variáveis mostram uma relação fraca com as demais, essas podem ser eliminadas pois, devido a baixa correlação com as demais variáveis estão propensas a expor baixa dimensionalidade da variância exposta pelos fatores. Para adequar as variáveis a estatística multivariada foi realizada uma análise de correlação utilizando o coeficiente de correlação de postos de Spearman, que é uma medida de correlação não-paramétrica.

Esse coeficiente não requer a suposição que a relação entre as variáveis seja linear, nem requer que as variáveis sejam quantitativas; pode inclusive ser usado também para as variáveis medidas no nível ordinal. Ao realizar essa análise, observa-se o comportamento dos elementos da matriz de correlação ou de variâncias-covariâncias fora da diagonal principal. Caso a amplitude desses elementos for reduzida, as variáveis são ditas não relacionadas e não é conveniente proceder à análise do fator.

As variáveis que apresentam correlação não significativa foram eliminadas da matriz de dados, tal qual indicado por Fávero et al. (2009), pois permanecendo na análise, esse tipo de variável tende a apresentar baixa proporção da variância explicada

pelos fatores. Em seguida, para apurar a correlação entre as variáveis foi utilizado o teste de esfericidade elaborado por Bartlett (1950).

O teste tem por finalidade aferir a hipótese da matriz de correlação, R, ser uma matriz identidade, I, o que significa que os elementos da diagonal principal da matriz são iguais a 1 e os elementos fora da diagonal são iguais a zero. Se essa hipótese for verdadeira não há correlação entre as variáveis, e se não há correlação, as variáveis não podem ser agrupadas em fatores, inviabilizando a análise fatorial.

Segundo o teste de esfericidade a análise fatorial somente é viável nessas condições pois as variáveis que compõem um determinado fator devem ser altamente correlacionadas, por isso a necessidade de verificar a correlação das mesmas. A congruência dessas análises quanto as informações expostas no que diz respeito a consistência geral dos dados, foram verificadas através do teste Kaiser Meyer Olkin (KMO), efetuado com a finalidade de averiguar se o modelo de análise fatorial está adequado e ajustado aos dados, indicando que a análise é adequada.

A Medida de Adequacidade da amostra de Kaiser-Meyer-Olkin é representada por um índice (KMO) que avalia a conveniência da análise fatorial. A medida é calculada por:

$$KMO = \frac{\sum_{j \neq k} r_{jk}^2}{\sum_{j \neq k} r_{jk}^2 + \sum_{j \neq k} q_{jk}^2}$$

onde:

- r_{jk} é o quadrado dos elementos da matriz de correlação original fora da diagonal;

- q_{jk} é o quadrado da correlação parcial entre as variáveis.

O teste foi utilizado a fim de aferir/comparar a relevância dos coeficientes de correlação analisados em relação aos coeficientes de correlação parcial, produzindo o índice KMO (Monteiro & Pinheiro, 2004). Segundo Hair, Anderson & Tatham (1987) os valores do índice KMO são aceitáveis entre 0,5 e 1,0, para a adequação de ajuste de um modelo de análise fatorial viável. Valores inferiores a 0,5 indica que a análise fatorial não é adequada.

Para o caso do índice KMO não ser satisfatório (< 0,5), é necessário identificar a variável ou as variáveis que não se mostram ajustada(s) ao conjunto e eliminá-la(s), repetindo esse processo até obter um índice KMO considerado satisfatório e/ou aceitável. Segundo Silveira e Andrade (2002) foi sugerido intervalos como critério de qualificação para o resultado do KMO (Tabela 3).

TABELA 3. Intervalo de validade do teste KMO, para aplicação no modelo de análise fatorial

Intervalo	Qualificação
KMO < 0,50	Inaceitável
0,50 < KMO < 0,70	Admissível
0,70 < KMO < 0,90	Adequado
KMO > 0,90	Excelente

Fonte: adaptado de Silveira e Andrade (2002).

Com a avaliação da relevância dos coeficientes de correlação, ao realizar a análise a partir da matriz de correlação e em razão de possíveis discrepâncias no que se refere a unidade de medida das variáveis, é essencial realizar a normalização das variáveis (LOPES, 2005). Para isso é necessário reunir as variáveis em torno das medidas de desvio padrão e da média aritmética a fim de que a participação de uma variável na determinação dos componentes principais dependa apenas de suas correlações com as demais variáveis. Essa estratégia é utilizada a fim de evitar contratempos no que se refere a análise dos componentes, que nada mais são do que combinações lineares das unidades de medidas de cada variável estudada.

3.4.2. Análise fatorial em componentes principais

Dentre as técnicas multivariadas, a análise fatorial é uma das mais utilizadas para o entendimento de interrelações mais complexas entre as dimensões estudadas, favorecendo a formação de um conhecimento mais específico a cerca do objeto analisado (Bakke et al.; 2008). Possui um importante papel na observação de dados multivariados por sumarizar de maneira mais precisa as informações das variáveis originais. Variáveis significativas, após validação por testes de consistência dos dados, podem ser adequadamente processadas a análise fatorial/análise de componentes principais (AF/PCA).

A finalidade da AF é estudar a estrutura de um conjunto de variáveis inter-relacionadas, de maneira que se possa construir uma escala de medida para fatores (intrínsecos) que controlam as variáveis originais (Maroco, 2003). Os fatores são obtidos conforme a amplitude da variância da combinação linear das variáveis estudadas. O primeiro fator obtido é a combinação linear com a variância máxima contida na amostra; o segundo é a combinação linear com a máxima variância remanescente, e assim por diante.

A correlação de cada variável com os fatores pode ser expressa algebricamente pela seguinte equação:

$$X_i = A_{i1}f_1 + A_{i2}f_2 \dots + A_{il}f_l + \xi$$

Onde:

$X_1, X_2 \dots X_n$ = combinação linear dos fatores (f);

A = cargas fatoriais

ξ = termo residual, (parte não explicada pelos fatores).

Segundo Lopes (2009), esse modelo de correlação admite que os erros não possuem correlação com os fatores comuns uma vez que esses são inferidos a partir das variáveis observadas. Nesse sentido, é aguardado que poucos subconjuntos de variáveis defina o índice de sustentabilidade, eventualmente os de maior coeficientes. A quantidade de fatores obtidos foi determinada pelo fundamento das raízes características (*eigenvalues*), em que apenas são ponderados componentes com autovalor superior a um, em que o fator possui o encargo de explicar uma variância superior àquela exposta por uma simples variável.

Os fatores podem ser obtidos por meio do arranjo linear das variáveis normalizadas, através da seguinte equação:

$$F_l = \sum_{i=1}^m w_{li} X_i = W_{l1} X_1 + W_{lm} X_m$$

Em que:

W = coeficiente de contagem de cada fator;

X_i = escore atribuído a cada variável,

M = número de variáveis.

A modelagem da análise fatorial, segundo Spearman (1904) sugere que cada um dos indicadores utilizados no presente estudo (variáveis) pode ser descrito como:

$$X_i = a_i F + \epsilon_i$$

Em que

- X_i é o i -ésimo escore da variável analisada depois de efetuada a padronização (média zero e desvio padrão 1 – Z scores).

- F é o fator aleatório comum a todas as variáveis (inteligência)

- ϵ_i é um componente aleatório específico para cada teste de inteligência

- a_i é a constante chamada de carga fatorial (loading), que mede a importância dos fatores na composição de cada variável (correlação)

A variância de X_i é dada por:

$$\begin{aligned} Var X_i &= Var a_i F + \epsilon_i \\ &= Var a_i F + Var(\epsilon_i) \end{aligned}$$

$$= a_i^2 \text{Var } F + \text{Var}(\varepsilon_i)$$

$$= a_i^2 + \text{Var}(\varepsilon_i)$$

Em que:

- a_i é uma constante,
- F e ε_i são independentes e a variância de F é igual a 1. Como $\text{Var}(X_i) = 1$, tem-se $1 = a_i^2 + \text{Var}(\varepsilon_i)$
- O quadrado da a_i (carga fatorial) representa a proporção da variância de X_i , que é explicada pelo fator comum (comunalidade)

O proposto por Spearman na análise fatorial é que tem-se o modelo fatorial em que p variáveis observáveis (X_1, X_2, \dots, X_p), extraídas de uma população com vetor de média μ e matriz de covariância Σ , são linearmente dependentes de algumas variáveis não observáveis F_1, F_2, \dots, F_m , denominadas de fatores comuns e de p fontes adicionais de variação $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_p$, denominadas de erros ou fatores específicos.

O modelo de análise fatores podem ser apresentado como

$$X_1 = \mu_1 + a_{11}F_1 + a_{12}F_2 + \dots + a_{1m}F_m + \varepsilon_1$$

$$X_2 = \mu_2 + a_{21}F_1 + a_{22}F_2 + \dots + a_{2m}F_m + \varepsilon_2 \dots$$

$$X_p = \mu_p + a_{p1}F_1 + a_{p2}F_2 + \dots + a_{pm}F_m + \varepsilon_p$$

Efetuando a padronização de X , o modelo fica

$$X_i = a_{i1}F_1 + a_{i2}F_2 + \dots + a_{im}F_m + \varepsilon_i \quad (i= 1, \dots, p)$$

O modelo assume as seguintes proposições:

- Os fatores comuns (F_k) são independente e igualmente distribuídos, com média 0 e variância 1 ($k = 1, \dots, m$).
- Os fatores específicos (ε_i) são independentes e igualmente distribuídos, com média zero e variância ψ_i ($i = 1, \dots, p$). ψ_i representa a variância de ε_i , ou seja, $\text{Var}(\varepsilon_i) = \psi_i$.
- F_k e ε_i são independentes.

Os fatores podem ser estimados por combinação linear das variáveis

$$F_1 = d_{11}X_1 + d_{12}X_2 + \dots + d_{1i}X_i$$

$$F_2 = d_{21}X_1 + d_{22}X_2 + \dots + d_{2i}X_i$$

$$\dots$$

$$F_m = d_{m1}X_1 + d_{m2}X_2 + \dots + d_{mi}X_i$$

Considerando que F_m são os fatores comuns, d_{mi} os coeficientes dos escores fatoriais e X_i as variáveis primárias, os escore fatorial nada mais é do que o produto da multiplicação dos coeficientes d_{mi} pelo valor das variáveis primárias. Na presença de mais de um fator, o escore fatorial corresponde às coordenadas da variável em relação aos eixos (fatores).

No que tange a variância na modelagem da análise fatorial, ela é representada por:

$$\begin{aligned} Var(X_i) &= Var(ai_1F_1 + ai_2F_2 + \dots + ai_mF_m + \varepsilon_i) = 1 \\ &= 1 \\ &= ai_1^2Var(F_1) + ai_2^2Var(F_2) + \dots + ai_m^2Var(F_m) + \Psi_i \\ &= ai_1^2 + ai_2^2 + \dots + ai_m^2 + \Psi_i \end{aligned}$$

Desse modo a variância pode ser composta por duas partes: comunalidade variância específica

$$Var(X_i) = ai_1^2 + ai_2^2 + \dots + ai_m^2 + \Psi_i$$

Em que:

- $ai_1^2 + ai_2^2 + \dots + ai_m^2 =$ comunalidade

- $\Psi_i =$ variância específica

A comunalidade nada mais é do que uma estimativa da variância de X_i que é explicada pelos fatores comuns, trata-se de um índice de variabilidade total explicada por todos os fatores para cada variável. As comunalidades indicam a proporção de variância retida em cada variável sendo compreendida pelos fatores que compõem a variável em questão. Já ψ_i é chamada de especificidade de X_i , porque não está ligada ao fator comum.

$$Var(X_i) = ai_l^2 + \Psi_i \quad (i = 1, 2, \dots, p)$$

. Para estimar a comunalidade de cada variável é utilizada a seguinte equação:

$$C_{il} = \sum_{l=1}^n A_{il}^2$$

Em que:

$A_i =$ variância referente à variável X_{ij} ;

$C_{il} =$ representa a comunalidade de cada variável.

Após estimadas a comunalidade, a etapa seguinte é a transformação ortogonal da matriz de cargas fatoriais (CAENEIRO NETO, 2005). Na análise fatorial, quando os fatores são extraídos é obtida uma matriz de cargas fatoriais que nem sempre oferece uma interpretação clara e objetiva dos fatores significantes. Para facilitar a interpretação

é realizado o processo de mudança ortogonal que nada mais é do que trabalhar na rotação da matriz das cargas fatoriais originando uma matriz nova que expõe uma interpretação melhor dos fatores.

Essa metodologia potencializa a variância entre os fatores modificando a raiz sem interferir na proporção da variância exposta pelo conjunto total dos dados. O método de rotação ortogonal utilizado foi o método *varimax*, autores como Figueiredo Filho et al. (2014) utilizam e recomendam esse método. Esse procedimento é realizado com vista a minimizar o número de variáveis que apresentam altas cargas em cada fator na análise realizada, simplificando e clarificando a estrutura dos dados (Costello e Osborne, 2005). Através desse método, as variáveis passam a apresentar pesos que se aproximam a um ou zero, excluindo valores medianos que geralmente é o que deixa mais complexa a interpretação dos fatores.

3.5. Índice de Sustentabilidade

Para determinação do Índice de Sustentabilidade foram utilizados os pesos das variáveis. O valor do peso conferido para cada variável foi mensurado em relação a raiz característica ao autovalor da componente. Segundo Barreto et al. (2005) o autovalor da componente está associado de forma a poder justificar cada variável em relação ao componente principal extraído. Cada autovalor admitido demonstrou a aptidão dos fatores em acordo com os diferentes níveis das variâncias de cada variável (Palácio 2004).

A raiz característica de cada componente expressa a capacidade dos fatores em absorver níveis diferentes a variância das variáveis e por isso é usada como termo de ponderação. O Índice de sustentabilidade de cada variável foi estimado pela equação a seguir:

$$P_i = \frac{(F_1 \cdot P_i) + (F_2 \cdot P_i)}{\left(F_1 \cdot \sum_1^n P_i\right) + \left(F_2 \cdot \sum_1^n P_i\right)}$$

Em que:

p_i = peso que será associado aos critérios de sustentabilidade;

F = autovalor das componentes principais;

Pi = o quanto cada variável é explicativa em relação a componente principal.

O índice apresentado, a partir da metodologia exposta, retrata não apenas as condições de sustentabilidade ambiental das unidades estudadas, mas também os dispositivos legais impostos a proprietários rurais que tem impacto sobre essa sustentabilidade. No que diz respeito ao Índice de Sustentabilidade (IS) proposto das

propriedades que declararam o Cadastro Ambiental Rural do Núcleo Rural Pípiripau, ele foi elaborado a partir da soma entre o escore de cada variável atribuído a cada propriedade analisada e o termo de ponderação dos indicadores no índice.

Após apurado o IS, foi conduzida a classificação comparativa entre as propriedades analisadas de acordo com o tamanho das mesmas e com as áreas consolidadas e remanescentes de vegetação nativa conforme estabelecido nos indicadores. Considerando a padronização da base de dados o índice estipulado pode variar entre 0 e 10, a categoria aplicada foi levando em conta cinco intervalos para indicar o nível de sustentabilidade das propriedades estudadas conforme sugerido por Melo (1999), com as seguintes classificações:

- Sustentáveis: $IS > 0,8$;
- Sustentabilidade em estado de ameaça: $0,6 < IS \leq 0,8$;
- Sustentabilidade comprometida: $0,4 < IS \leq 0,6$;
- Insustentáveis: $0,2 < IS \leq 0,4$;
- Seriamente insustentáveis: $IS \leq 0,2$.

O índice global final é calculado tomando a média aritmética simples dos indicadores estabelecidos a partir das informações extraídas das declarações ao CAR. Os indicadores são julgados adequados à medida que são desenvolvidos e analisados os dados das propriedades em questão, de maneira que se obtenha melhor compreensão possível do processo de avaliação e seus aspectos. Uma das premissas de indicadores de sustentabilidade é que, a interpretação da paisagem, em relação ao uso e ocupação do solo, com a contextualização dos dados se trata da etapa principal para mensuração da sustentabilidade na propriedade analisada.

3.6. Fonte dos dados

As informações utilizadas nessa pesquisa foram obtidas exclusivamente a partir das declarações do Cadastro Ambiental Rural de cada uma das propriedades selecionadas para o presente estudo. No geral, os dados do CAR estão disponíveis ao público através do site do Serviço Florestal Brasileiro, entretanto os órgãos ambientais estaduais responsáveis pelo processamento dos dados do CAR de seu respectivo Estado têm acesso em tempo real aos dados cadastrados e em maior nível de detalhamento do que os dados disponíveis para consulta pública.

O acesso as informações declaradas mais detalhadas e disponíveis em tempo real, das propriedades da região estudada, o Núcleo Rural Pípiripau, foi possível mediante autorização do IBRAM, e informações pessoais, acerca da identidade dos proprietários não foram disponibilizadas, os imóveis foram identificados a partir de um número de cadastramento. As propriedades foram escolhidas de acordo com o tamanho, entre 1 e 50 hectares e que possuíssem maior precisão de informações declaradas ao

CAR.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização da amostra

As propriedades rurais existentes na bacia do Pípiripau são concebidas, em sua maior parte, por terras arrendadas. São terras públicas cujo domínio é da Agência de Desenvolvimento do Distrito Federal - TERRACAP, mas há também áreas de propriedade de particulares e de posse. No presente estudo as propriedades foram indicadas pelo seu endereço.

As propriedades analisadas possuem altitudes que variam entre 905 e 1.225 metros (CAESB, 2001). Parte dos proprietários da região são arrendatários com renda consideravelmente elevada, e trabalhadores agrários, agregados ou efêmeros de baixa renda. Devido às características rurais e agrícolas da região, a população economicamente ativa apresenta ligação com a agricultura. A maior parte da população desenvolve algum tipo de sistema de produção agrícola ou alguma outra atividades de interesse para sociedade.

A maioria das propriedades contam com a produção de verduras, frutas e grãos, com destaque na produção de olerícolas, como pimentão, tomate e cenoura. Evidencia-se também o cultivo de frutíferas, em especial o cultivo de maracujá, que chega a alcançar uma produtividade de 40 toneladas por hectare, que significa quatro vezes maior que a média nacional, o que torna o local uma vitrine tecnológica do cultivo do maracujá. Alguns agricultores do Pípiripau já se destacam em todo DF trazendo visibilidade da região enquanto a principal área produtora de hortaliças (Caliman, 2013).

A Bacia do Pípiripau onde estão inseridas as propriedades do presente estudo, está inserida na área nuclear do Bioma Cerrado, portanto o tipo de vegetação encontrado no interior dos imóveis são predominantemente deste Bioma, com maior representatividade das matas de galeria e cerrados *strictu sensu* e em escala menor mas não menos significativa, os campos, campos de murunduns e os cerradões.

4.2 Análise Fatorial

Conforme metodologia exposta, foi necessário descartar nenhuma das variáveis originais, pois processos preliminares de adequação do conjunto das variáveis para a análise fatorial indicaram a eliminação de algumas variáveis com baixa comunalidade. Com a realização das análises de consistência, seguindo a aplicação do método proposto, obteve-se resultados dos testes de normalidade onde foi possível observar que os dados não possuíam distribuição normal. Para tanto foi realizada uma padronização dos dados.

Com os dados padronizados, foi identificado que as variáveis se correlacionaram significativamente, conforme matriz de correlação apresentada no apêndice B, o que explica a não exclusão de nenhuma delas. Além de analisar a matriz de correlação, para verificar a adequação da utilização da análise fatorial, foi realizado o teste de esfericidade de Bartlett e a estatística KMO. O teste de Bartlett, gerou resultados significativos, com $p < 0,05$, considerando adequada a base de dados, assim como indicado pelo KMO de 0,5 considerado aceitável por pesquisadores como Meyer e Braga (1999), Silveira e Andrade (2002), mostrando ser possível prosseguir com a AF.

Com a aplicação do método estabelecido obtiveram-se três componentes principais com raízes características superiores à unidade (*autovalores*), com a variância cumulativa explicando 71% da variância total das variáveis selecionadas (apêndice C). Em seguida foi realizada a rotação ortogonal pelo critério *Varimax* (Tabela 4) que estabeleceu melhor a correlação entre os fatores e as variáveis. A rotação não afeta as comunalidades e a porcentagem da variância explicada, entretanto, a porcentagem da variância explicada por cada fator se diferencia, sendo redistribuída por rotação.

A rotação *varimax* foi escolhida com o propósito de obter fatores com a maior ortogonalidade possível sendo que a finalidade foi medir as componentes que apresentam maior influência na amostra. Almeida e Veiga (2011) utilizaram procedimento semelhante para propor uma escala de consumo sustentável de estudantes de universidades federais brasileiras.

Na Tabela abaixo estão realçadas as variáveis que expressam maior correlação com os fatores, definindo a partir disso uma compreensão para esse fator, ou seja, definindo qual aspecto o fator melhor traduz. Foram retiradas do conjunto total das variáveis, aquelas que apresentaram baixa comunalidade (< 0.50).

Tabela 4. Matriz de cargas fatoriais – Propriedade rurais Piriripau, Distrito Federal, 2020

Nº	Variáveis	Componentes ou fatores			
		1	2	3	C*
1	Área do Imóvel	0.62	0.74	0.18	0.97
2	Área Consolidada	0.47	0.75	0.18	0.83
3	Remanescente de Vegetação Nativa	0.89	0.10	0.13	0.82
4	Área de Reserva Legal Proposta	0.61	0.68	0.31	0.93
5	APP existente no imóvel	0.53	0.23	0.77	0.93
6	APP de Rios até 10 metros	0.77	0.40	0.15	0.77
7	APP de Veredas	0.12	0.02	0.93	0.87
8	APP total	0.58	0.17	0.75	0.92
9	APP a Recompôr de Veredas	0.01	0.11	0.89	0.80
10	RL Mínima exigida por Lei	0.62	0.74	0.18	0.97
11	Sobreposição com Unidade de Conservação	0.62	0.74	0.18	0.97
12	Área Antropizada	-0.13	0.82	-0.04	0.69
13	Vegetação Nativa em Reserva Legal	0.85	0.06	0.31	0.83
14	Área a Recompôr em Reserva Legal	-0.06	0.90	0.14	0.83

15	Vegetação Nativa em APP	0.70	0.04	0.64	0.90
16	Área de Reserva Legal dentro de APP	0.27	0.35	0.79	0.82
	SS loadings	5.66	4.92	4.63	
	Variância	0.27	0.23	0.22	
	Variância cumulativa	0.27	0.5	0.72	

*C: Comunalidade - quando superior a 0,5 significa que o fator correspondente reproduz mais da metade da variância da variável correspondente.

Na Tabela 4 estão destacadas as variáveis que apresentam maior correlação com os fatores, gerando a partir disso uma definição para esse fator, ou seja, que aspecto o fator melhor traduz. As variáveis selecionadas possuíam comunalidade maiores do que 0,69 demonstrando que o fator correspondente em questão é significativo.

4.2.1. Descrição dos componentes e das variáveis representativas

Na Tabela 5 estão os resultados da análise fatorial efetuada para esse conjunto de variáveis, evidenciando as que melhor caracterizaram os fatores extraídos.

Tabela 5. Denominação do fator associado às cargas fatoriais

Ordem dos componentes	Denominação do fator	Variáveis ou aspectos
1	REGULARIDADE DA PROPRIEDADE	Remanescente de Vegetação Nativa APP de Rios até 10 metros Vegetação Nativa em Reserva Legal Vegetação Nativa em APP
2	USO DO SOLO	Área do Imóvel Área consolidada Área de Reserva Legal Proposta RL Mínima exigida por Lei Sobreposição com Unidade de Conservação Área Antropizada Área a Recompôr em Reserva Legal
3	CONSERVAÇÃO AMBIENTAL	APP existente no imóvel APP de Veredas APP total APP a Recompôr de Veredas Área de Reserva Legal dentro de APP

As análises mostraram que as propriedades rurais estudadas apresentaram entre suas principais deficiências os aspectos relacionados aos fatores discriminados na Tabela 5. Considerando o enfoque ambiental e sustentável quanto à adequação ambiental das propriedades rurais, a legislação conta com os principais dispositivos para possibilitar a

conservação, a Área de Preservação Permanente (APP) e a Reserva Legal (RL) no interior dos imóveis.

Essas áreas, como bem descritas em suas definições presentes na legislação, são áreas de significativa importância para manutenção dos processos ecossistêmicos. Entretanto, mesmo com todas as prerrogativas legais, essas áreas têm sido consideravelmente degradadas por práticas agrícolas, o que reflete nas análises trazidas no presente trabalho. As propriedades estudadas encontram-se em uma área de relevante produção agrícola, em que grande parte da vegetação nativa foi suprimida para dar lugar a diversos sistemas de produção.

Entre os aspectos principais, com enfoque, sobretudo, em aspectos de natureza ambiental, de regularidade das propriedades, remanescentes de vegetação nativa em APP's e RL e também em áreas úmidas apresentaram maior carga fatorial em relação ao Fator 1 – Regularidade da propriedade (tabela 5). Entretanto outro aspecto que teve peso nesse fator, diz respeito a áreas a recompor. Esse fator mostrou que ainda que existentes remanescentes de vegetação nativa no interior das propriedades, as áreas de RL e APP a recompor são significativas frente a realidade exposta, o que traz uma grande advertência no que se refere ao uso da propriedade e conservação dessas áreas.

Dentre os pontos pertinentes relacionados direta ou indiretamente aos itens discriminado pelo Fator 1, é possível apontar: adaptação das culturas agrícolas cultivadas, comercialização da produção, extensão da área de plantio devido a retornos positivos dos dois primeiros itens mencionados, disponibilidade de mão de obra inclusive por parte do próprios proprietários rurais, além de questões culturais da região (tendência da região para determinadas culturas além do mercado regional que reflete em boa escoação da produção).

Grande proporção de áreas destinadas à agricultura se reflete nos fatores expostos pela análise estatística. O fator 2 – Uso do solo (Tabela 5) expressou que diante da proporção de área consolidada, grande parte delas deveriam estar com cobertura vegetal, as áreas consolidadas e antropizadas são significativas frente a área total do imóvel. Do percentual de área antropizada no interior das propriedades, grande parte deveriam ser áreas de reserva legal e por isso a variável “Área a recompor em RL” em muito interferiu no peso fatorial da carga do Fator 2.

Outro destaque que diz respeito a aspectos que caracterizam as propriedades, expresso no fator 2, retrata a sobreposição do imóvel com Unidades de Conservação. Segundo o próprio serviço florestal, é comum esse tipo de sobreposição principalmente no Distrito Federal, uma vez que há de fato grandes proporções de UC's. Entretanto em muitas dessas áreas há possibilidade de presença de imóveis, mas o sistema do CAR ainda não consegue desvincular esse tipo de sobreposição, ainda que permitido em alguns casos.

O Fator 3 – Conservação ambiental, diz respeito as áreas de APP e ao fato das áreas de RL estarem inseridas em APP's. Esse fator apresentou maior carga fatorial associada

ao tamanho das áreas de proteção permanente aliadas as veredas, demonstrando que a proporção dessas áreas a recompor é significativamente grande naquelas propriedades que possuem esse tipo de fitofisionomia. Embora não sejam encontradas veredas na maioria das propriedades estudadas, aquelas que as possuem tenderam a verificação de elevada carga fatorial expressa por esse fator na análise realizada.

As veredas são áreas especialmente importantes e vulneráveis, mas ainda assim, após passar por alguns processos de mecanização e até processos químicos, essas áreas podem vir a ter grande potencial para o cultivo de determinadas culturas. Isso faz com que muitos proprietários convertam as próprias veredas ou então áreas as suas margens, até o seu limite. A conversão dessas áreas além de interferir diretamente em sua composição afeta, logicamente, sua conservação e prestação de serviços ecossistêmicos a ela associados.

Diante disso, elevadas cargas fatoriais associadas ao fator que demonstra a existência de passivos nessas áreas, pode interferir significativamente de forma negativa no estabelecimento do índice proposto nas propriedades com déficit de APP em veredas. As elevadas cargas fatoriais expressas pelo fator 2, por exemplo, se mostram como um aspecto preocupante, corroborando com uma redução drástica de vegetação nativa devido ao processo de ocupação humana conduzido pela expansão agrícola.

Dentre os possíveis aspectos relacionados direta ou indiretamente a esse item, destaca-se: o tempo de cultivo na propriedade o que muitas vezes por ser longo acaba ocasionando a não observância de boas práticas de produção relacionadas ao cultivo sustentável, promovendo a adoção de inovações com novas técnicas de manejo sem o conhecimento adquirido com anos de prática e sem que essas sejam práticas que andem aliada a conservação florestal.

Os autores ressaltam que, ainda que abordadas pela legislação desde a década de 1960, nem mesmo as Áreas de Preservação Permanente foram poupadas no processo de degradação, e estudos recentes mostram que muito menos as áreas de proteção existentes no interior de imóveis rurais particulares têm fugido dessa realidade. Os resultados preliminares do censo agropecuário realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2006, confirmam essa realidade. Houve um aumento da expansão das fronteiras agrícolas, áreas de lavouras foram ampliadas em 83,5% em relação ao censo, em 1996. A região Centro-oeste, onde se encontram as propriedades estudadas apresentou um aumento médio de 95,6% de áreas cultivadas.

4.3. Estimação dos Índices de Sustentabilidade

Os valores dos fatores obtidos para os 169 imóveis analisados encontram-se na matriz de coeficiente de escore do componente apresentada abaixo. A matriz ajuda a entender como cada variável se relaciona aos escores dos componentes calculados para cada propriedade. Os índices de sustentabilidade obtidos variaram em um intervalo de

7,34 a -0,26. Os menores valores significam níveis menores de sustentabilidade, enquanto os valores mais elevados significam níveis mais sustentáveis.

Os maiores coeficientes dos índices de sustentabilidade estão associados às variáveis que obtiveram maior peso relacionado aos fatores estimados na análise. Observando os escores fatoriais das propriedades analisadas, a tabela abaixo apresenta os escores atribuídos aos indicadores de sustentabilidade para cada unidade produtiva classificados por ordem de grandeza. A hierarquização das propriedades foi feita a partir de índices absolutos. A Tabela 6 apresenta os índices de sustentabilidade padronizados (IS) e a classificação de cada imóvel no *ranking* do universo estudado.

Tabela 6. Índices de sustentabilidade padronizados por imóvel rural e ranking entre as 169 propriedades

Rk	Imóvel	IS	Rk	Imóvel	IS	Rk	Imóvel	IS	Rk	Imóvel	IS
1	10	0.73	44	9	0.05	87	101	-0.02	130	46	-0.02
2	77	0.73	45	89	0.04	88	21	-0.02	131	129	-0.02
3	41	0.73	46	14	0.04	89	78	-0.02	132	122	-0.02
4	42	0.72	47	3	0.03	90	24	-0.02	133	55	-0.02
5	27	0.56	48	63	0.03	91	59	-0.02	134	64	-0.02
6	11	0.55	49	139	0.02	92	100	-0.02	135	127	-0.02
7	117	0.41	50	69	0.01	93	51	-0.02	136	105	-0.02
8	125	0.41	51	143	0.00	94	84	-0.02	137	39	-0.02
9	43	0.40	52	91	-0.01	95	85	-0.02	138	115	-0.02
10	1	0.37	53	155	-0.01	96	61	-0.02	139	92	-0.02
11	131	0.33	54	153	-0.01	97	36	-0.02	140	103	-0.02
12	134	0.31	55	165	-0.01	98	52	-0.02	141	56	-0.02
13	16	0.30	56	144	-0.01	99	90	-0.02	142	116	-0.02
14	13	0.23	57	162	-0.01	100	40	-0.02	143	113	-0.02
15	65	0.21	58	150	-0.01	101	53	-0.02	144	97	-0.02
16	18	0.20	59	149	-0.01	102	44	-0.02	145	49	-0.02
17	17	0.20	60	154	-0.01	103	19	-0.02	146	168	-0.02
18	7	0.19	61	145	-0.01	104	37	-0.02	147	126	-0.02
19	118	0.18	62	151	-0.01	105	32	-0.02	148	132	-0.02
20	133	0.18	63	163	-0.01	106	35	-0.02	149	98	-0.02
21	138	0.18	64	160	-0.01	107	80	-0.02	150	58	-0.02
22	8	0.17	65	148	-0.01	108	157	-0.02	151	102	-0.02
23	123	0.16	66	152	-0.01	109	33	-0.02	152	94	-0.02
24	6	0.16	67	156	-0.01	110	29	-0.02	153	107	-0.02
25	121	0.16	68	140	-0.01	111	96	-0.02	154	74	-0.02
26	66	0.16	69	142	-0.01	112	28	-0.02	155	119	-0.02
27	166	0.15	70	141	-0.01	113	31	-0.02	156	95	-0.02
28	4	0.14	71	73	-0.01	114	48	-0.02	157	106	-0.02
29	167	0.13	72	30	-0.01	115	72	-0.02	158	26	-0.02
30	5	0.12	73	158	-0.01	116	25	-0.02	159	88	-0.02
31	34	0.10	74	161	-0.01	117	81	-0.02	160	54	-0.02
32	137	0.10	75	75	-0.01	118	111	-0.02	161	109	-0.02

Rk	Imóvel	IS	Rk	Imóvel	IS	Rk	Imóvel	IS	Rk	Imóvel	IS
33	79	0.09	76	60	-0.01	119	159	-0.02	162	114	-0.02
34	135	0.09	77	23	-0.01	120	47	-0.02	163	110	-0.02
35	2	0.08	78	146	-0.01	121	87	-0.02	164	62	-0.02
36	70	0.07	79	147	-0.01	122	93	-0.02	165	71	-0.02
37	82	0.07	80	45	-0.01	123	67	-0.02	166	169	-0.02
38	38	0.07	81	164	-0.01	124	20	-0.02	167	128	-0.02
39	83	0.07	82	136	-0.01	125	104	-0.02	168	112	-0.02
40	15	0.06	83	22	-0.02	126	99	-0.02	169	76	-0.03
41	120	0.06	84	57	-0.02	127	130	-0.02			
42	12	0.06	85	86	-0.02	128	124	-0.02			
43	50	0.06	86	68	-0.02	129	108	-0.02			

*IS = Índice de Sustentabilidade; Rk = Ranking das propriedades de acordo com seus IS em ordem decrescente.

A média geral de sustentabilidade entre as propriedades analisadas se situa em torno de 0,16, indicando um resultado que tende mais para o insustentável do que para sustentável. É relevante que tais medidas girem em torno de limites estabelecidos, classificando os índices em intervalos que variem entre mais ou menos sustentáveis, como propõe Melo (1999) na estimação de índice de agricultura sustentável: caso da agricultura irrigada do vale do submédio São Francisco, por exemplo.

Na Tabela 7 são apresentados os resultados da agregação dos índices estimados de acordo com o modelo proposto no presente trabalho no subitem 3.5.

Tabela 7. Classificação das propriedades rurais com relação à sustentabilidade.

Classificação	Nº de propriedades	Proporção %
Sustentável	0	0,00
Sustentabilidade Ameaçada	4	2,37
Sustentabilidade Comprometida	5	2,96
Insustentável	7	4,14
Seramente Insustentável	153	90,53
TOTAL	169	100,00

A partir da classificação assumida, percebe-se que nenhuma das propriedades estudadas encontram-se numa situação de sustentabilidade relativamente ótima ou em situação de equilíbrio. Um percentual menor de imóveis (2,37%) pode ser considerado sustentáveis, entretanto sob a condição de se encontrarem em estado de ameaça. Uma porcentagem também pequena de propriedades sustentáveis se reflete sob estado de sustentabilidade comprometida (2,66%). Saindo das classificações consideradas sustentáveis, ainda que com certo grau de preocupação, obteve-se 4,14% de imóveis insustentáveis.

Os 90,53% restante dos imóveis analisados apresentam criticamente status de seriamente insustentáveis e conseqüentemente de não cumprimento da LPVN integralmente no que diz respeito ao uso e ocupação do solo. Essa situação se mostra relacionada aos fatores computados para o cálculo dos índices de sustentabilidade os quais continham grandes cargas pressupostas das variáveis relacionadas as áreas de RL e APP a recompor frente a proporção de área total das propriedades. Essa situação está provavelmente relacionada ao cunho tradicional dado pelos agricultores da região as parcelas florestais em APP e RL, nos quais há pouca evidência de manejo produtivo na forma de sistemas preservacionistas.

De acordo com o código florestal, as RL podem ter parte de sua composição destinada ao manejo agrícola e as APPs podem eventualmente sofrer intervenção e manejo em imóveis rurais de pequeno porte (até 4 módulos fiscais). Tais intervenções podem acontecer desde que não descaracterizem a cobertura vegetal e nem comprometam a estabilidade das encostas e margens dos corpos de água, corredores de fauna, drenagem e os cursos de água intermitentes, manutenção da biota e a qualidade das águas de uma maneira geral (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2006; 2010; 2011).

Entretanto os resultados obtidos com o presente estudo mostram que em alguns casos esses limites acabam sendo ultrapassados colocando em risco as áreas de estabilidade das quais são exigidas conservação segundo CONAMA. Considerando o peso das variáveis relacionadas a cobertura vegetal refletida nos fatores, os resultados se mostram impactantes. Isso remete ao fato de que os remanescentes vegetais existentes no interior das propriedades, daquelas que possuem, ainda assim não estão em proporção suficiente ao tamanho total do imóvel de acordo com o que a legislação exige.

Estes dados corroboram com o fato de que tais áreas não apenas são desconsideradas para o manejo florestal, situação permitida pela legislação em caso de RL, mas também estão sendo degeneradas e suprimidas para o uso alternativo do solo, mais especificadamente uso agrícola. Fato que pode ser explicado pelas características produtivas vinculadas a área de estudo que há muitos anos é destinada ao cultivo agrícola. Trindade et al. (2015) utilizou a mesma metodologia para aferir índices socioeconômicos e produtivos de unidades de produção leiteira em assentamentos rurais de Parauapebas, Pará - Brasil, e Carneiro Neto (2005) também utilizou do mesmo princípio para estimar índices de sustentabilidade para perímetros irrigados no norte do Ceará.

A importância da utilização do método aqui exposto, de identificação das variáveis ambientais que influenciam na sustentabilidade de imóveis rurais, pode auxiliar órgãos de pesquisa, assistência técnica e de governo na identificação das principais variáveis que estariam influenciando o comportamento dos índices de sustentabilidade das propriedades rurais. Auxilia também na identificação do

comportamento do proprietário rural quanto ao cumprimento ou não de determinadas medidas presentes no código florestal.

Os índices de sustentabilidade gerados, a partir de metodologias como as utilizadas no presente trabalho poderão servir como referência para a definição de alternativas, por vezes mais eficientes do que as atuais, no que diz respeito ao incentivo no cumprimento da legislação por parte dos proprietários rurais. A partir de então é possível que o governo, por meio dos órgãos ambientais competentes possa atingir, com maior eficácia e facilidade seu objetivos no que diz respeito ao cumprimento da lei e a diminuição de passivos ambientais em propriedades privadas.

O uso de indicadores ambientais de avaliação, como os utilizados neste trabalho, podem ser replicados a fim de identificar, além de passivos ambientais, situações positivas – de ativo ambiental – propensas ao manejo ou simplesmente a conservação. Instrumentos como esse ou de mesma base metodológica auxiliam na identificação de situações potencialmente negativas que devem ser evitadas e quando já instauradas, remediadas para atingirem o nível de adequação exigido pela legislação ambiental e níveis aceitáveis de sustentabilidade. Ao ter como indicador de sustentabilidade parâmetros da própria legislação ambiental, mais especificadamente do Código Florestal Brasileiro, o proprietário rural pode garantir tanto a adequação técnica quanto legal do seu imóvel.

5. CONCLUSÕES

O modelo proposto para a criação do índice de sustentabilidade ambiental, mostrou-se oportuno, ajustando-se bem aos indicadores sugeridos. Apresentou um desempenho esperado quanto aos resultados obtidos uma vez que a base metodológica desenvolvida e aplicada é amplamente empregada em trabalhos com objetivos semelhantes. A relação causal aferida entre os fatores condicionantes e as variáveis explicadas evidenciou aspectos relevantes para a obtenção do resultado final das análises.

O índice de sustentabilidade estimado para as propriedades do núcleo rural Pipiripau, apresentou uma situação preocupante. Os resultados registram uma fragilizada condição de sustentabilidade e na grande maioria dos casos os imóveis foram classificados enquanto insustentáveis.

Entretanto considerando o engajamento dos proprietários bem como o prazo que a própria legislação determina para regularização de propriedades rurais, é possível afirmar que essa pode ser uma situação reversível. Projetos de manejo sustentável de áreas de proteção no interior dos imóveis e projetos de recuperação de áreas degradadas, inclusive exigidos por lei, podem facilitar o processo de regularização de propriedades e

consequentemente elevar seus níveis de sustentabilidade de acordo com os parâmetros legais.

A relação causal estimada entre os fatores condicionantes e as variáveis explicadas, demonstrou entre outros, os seguintes aspectos relevantes:

1. Há áreas com remanescentes de vegetação nativa no interior de grande parte dos imóveis analisados, entretanto isso não significa que não haja passivos ambientais nas mesmas.

2. Das áreas vegetacionais existentes, grande parte delas foram declaradas como parte da RL mínima exigida por lei, mas ainda assim as áreas a se recuperar em RL são significativas, permitindo concluir que esse mínimo não é atingido.

3. No que se refere as APP's a proporção a recompor também é significativa e das quais grande parte se refere a recuperação relacionadas as áreas úmidas. Esse tipo de situação mostra que, das propriedades que possuem algum tipo de curso hídrico a maioria não possui APP adequada associada aos mesmos.

4. Ao analisar a sustentabilidade ambiental do ponto de vista do uso solo mais especificadamente conservação florestal, verificou-se que parte considerável das variáveis que pesaram nos fatores considerados para estimação do índice diz respeito a proporção de áreas, tanto de RL e APP's, incluindo áreas úmidas passíveis de restauração, atribuindo grau de insustentável para a maioria das propriedades

Conclusivamente, é possível afirmar que a utilização do código florestal como fonte de indicadores ambientais para se estimar a sustentabilidade de propriedades rurais demonstra ser uma ferramenta eficiente, prática e de baixo custo. Esse tipo de instrumento, além de estimular o cumprimento da legislação, ajuda técnicos e proprietários a entender o nível de conservação das propriedades, o que é necessário fazer, o que necessita de mudança e o que precisa ser mantido. Auxilia ainda na identificação de situações favoráveis de manejo em relação a adequação à legislação ambiental.

6. REFERÊNCIAS

Agencia Senado. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2010/11/26/novo-codigo-florestal-acirra-disputa-entre-ruralistas-e-ambientalistas>> Acesso em: 18 mar. 2020

ASSIS, G. B. **Avaliação Do Potencial Invasivo de Espécies Não nativas Utilizadas Em Plantio de Restauração De Matas Ciliares**. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais, UNESP, Botucatu, SP, 2012

ATTANASIO, C. M.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G. **Adequação ambiental de propriedades rurais, recuperação de áreas degradadas, restauração de matas ciliares**. Apostila de Recuperação. Universidade de São Paulo, 2006.

BAKKE, Hanne Alves; DE MOURA LEITE, Alexandre Santos; DA SILVA, Luiz Bueno. **Estatística multivariada: aplicação da análise fatorial na engenharia de produção**. Revista Gestão Industrial, v. 4, n. 4, 2008.

BARBA, M. D. **Senado aprova texto-base do código florestal: entenda as mudanças**. Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2011/12/111129_codigo_florestal_plenario_mdb.shtml>. Acesso em: 13 de junho de 2012

BARRETO, R.C.S.; KHAN, A.S. et al. **Sustentabilidade dos assentamentos do município de Caucaia-CE**. Revista Economia e Sociologia Rural, v.43, p.225-247, 2005.

BARTLETT, M.S. **Tests of Significance in Factor Analysis**. British Journal of Statistical Psychology, 3, 77–85, 1950.

BARROSO, Lucas Abreu; ALENCAR, Guilherme Viana de. **O Cadastro Ambiental Rural (CAR) como instrumento de regularização ambiental em assentamentos de reforma agrária**. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 1, n. 1, p. 5-13, 2014.

BENJAMIN, A. H. V. **A proteção das florestas brasileiras: ascensão e queda do Código Florestal**. Revista de Direito Ambiental, v. 5, p. 21-37, 2000.

BRANCALION, Pedro HS et al. **Análise crítica da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (2012), que substituiu o antigo Código Florestal: atualizações e ações em curso**. Natureza & Conservação, v. 14, p. e1-e16, 2016.

BRASIL. 2012. Lei 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a **proteção da vegetação nativa**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 12 set. 2019.

BRASIL. 1934. **Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934**. Brasília, DF: PR, 1934. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 17 nov. 2019.

BRASIL. 1965. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. **Institui o novo Código Florestal**. Brasília, DF: PR, 1965. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 17 nov. 2019.

BRASIL. 1998. Lei nº 6.905, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as **sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências**. Disponível em : <<http://www.planalto.gov.br>>.. Acesso em: 05 abr. 2019.

BREDA, M.; SOUZA, M. F. R. de; SIQUEIRA, J. **A reforma do Código Florestal: reflexão, inovações e perspectivas**. Informativo STPC, v. 14, p. 15-18, 2011.

CAESB. Plano de Proteção Ambiental da Bacia do Ribeirão Pípiripau, 2001. Disponível em : <<http://www.emater.df.gov.br>>. Acesso em: 05 abr. 2019.

CALIMAN, Jéssica Fazolo. **Caracterização do potencial agrícola da região rural de Planaltina/DF: Explorando o Sisater**. Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade de Brasília – FUP/UnB para obtenção do título de bacharel em gestão do agronegócio, UnB, Brasília – DF, 2013.

CARNEIRO NETO, José Alves. **Índice de sustentabilidade ambiental para os perímetros irrigados Ayres de Sousa e Araras Norte**. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005

CARVALHO, José Ribamar Marques de et al. **Proposta e validação de indicadores hidroambientais para bacias hidrográficas: estudo de caso na sub-bacia do alto curso do Rio Paraíba, PB**. Sociedade & Natureza, v. 23, n. 2, p. 295-310, 2011.

CHEVALIER, S. et al., **User guide to 40 Community Health indicators**. Ottawa: Community Health Division, Health and Welfare Canada, 1992.

CHIAVARI, Joana; MENDES, C. **Legislação Florestal e de Uso da Terra. Uma Comparação Internacional**. Climate Policy Initiative (CPI) and Núcleo de Avaliação de Políticas Climáticas da PUC-Rio (NAPC/PUC-Rio), 2017.

COMISSÃO EUROPEIA, 2012. **Eurostat. Agri-environmental indicator - Natura 2000 agricultural areas**. Disponível em: <http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental_indicator_-Natura_2000_agricultural_areas.\> Acesso em: 07 fev. 2020.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução n. 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os **casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de**

vegetação em Área de Preservação Permanente. Diário Oficial da União n. 61, de 29 de março de 2006, Seção 1, p. 150-151.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução n. 425, de 25 de maio de 2010. Dispõe **sobre critérios para a caracterização de atividades e empreendimentos agropecuários sustentáveis do agricultor familiar, empreendedor rural familiar e dos povos e comunidades tradicionais como de interesse social para fins de produção, intervenção e recuperação de Áreas de Preservação Permanente e outras de uso limitado.** Diário Oficial da União, n. 100, de 27 de maio de 2010, p. 53.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução n. 429/2011, de 28 de fevereiro de 2011. Dispõe sobre a **metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente.** Diário Oficial da União, n. 43, de 02 de março de 2011, p. 76.

COSTELLO, A. B. and OSBORNE, J. W. (2005). **Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most from your analysis.** Practical Assessment Research & Evaluation, 10, 7, 13-24.

DANZ, N. P., et al. **Environmentally stratified sampling design for the development of great lakes environmental indicators.** Environmental Monitoring and Assessment, New York, n. 102, 2005, p. 41–65.

DE ALCÂNTARA LAUDARES, Sarita Soraia; DA SILVA, Kmila Gomes; BORGES, Luís Antônio Coimbra. Cadastro Ambiental Rural: uma análise da nova ferramenta para regularização ambiental no Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 31, 2014.

DELALIBERA, Hevandro C. et al. 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.

DOS SANTOS, Anadalvo Juazeiro. **Os instrumentos fiscais da política florestal francesa.** FLORESTA, v. 25, n. 1/2, 1995.

ELLINGER, P.; BARRETO, P. **Código Florestal: como sair do impasse?** Belém: Imazon, Pará. 13 p. 2011.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Global Forest Resources Assessment 2015. How are the world's forests changing?** Segunda edição. Roma: FAO, 2015.

FÁVERO, L.P.; (org). **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões.** Rio de Janeiro: Elsevier, 646p. 2009.

FEDERAL, Senado. **Constituição federal de 1988.** Disponível em: <Planalto. gov. br: [http://www. planalto. gov. br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado. htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm),> Acesso em: 26 de novembro de 2019

FEISTAUER, Diogo 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. 249-262, 2017.

FEISTAUER, Diogo et al. **Impactos do novo código florestal na regularização ambiental de propriedades rurais familiares.** Ciência Florestal, v. 24, n. 3, p. 749-757, 2014.

FERNANDES, L. A. de O. **The Meaning of Sustainability: Searching for Agrienvironmental Indicators.** Manchester: University of Manchester – Institute for development policy and management, 2004.

FERREIRA, Dallyla T. A. M. et al. **Perdas simbólicas e os atingidos por barragens: o caso da usina hidrelétrica de Estreito, Brasil.** Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 30, 2014.

FIGUEIREDO FILHO, Dalson Britto et al. **Análise fatorial garantida ou o seu dinheiro de volta: uma introdução à redução de dados.** Revista Eletrônica de Ciência Política, v. 5, n. 2, 2014.

GALLO, Eliana Medeiros Ferreira da Silva. **Gestão de bacia hidrográfica no Brasil e Alemanha à luz de leis federais.** Monografia (Especialização em Direito Ambiental Nacional e Internacional) - Programa de Pós Graduação da Faculdade de Direito da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 81f, 2017.

GALLOPÍN, Gilberto C. **Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators.** A systems approach. Environmental modeling & assessment, v. 1, n. 3, p. 101-117, 1996.

GONÇALVES, Karina Vieira. **Comparação da situação e dos instrumentos de política pública florestal entre Brasil e Canadá.** 2015.

SBPC, ABC. Grupo De Trabalho Do Código Florestal; Sociedade Brasileira Para O Progresso Da Ciência; Associação Brasileira De Ciências. **Código florestal e a ciência: contribuições para o diálogo.** São Paulo: SBPC, 2011. Disponível em: <<http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-547.pdf>> Acesso em: 17 de dezembro de 2019.

HAIR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM R.L. **Multivariate data analysis.** New York: Macmillan, 1987.

HAMMOND, Allen; WORLD RESOURCES INSTITUTE. **Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development.** Washington, DC: World Resources Institute, 1995.

IGARI, A. T.; PIVELLO, V. R. **Crédito Rural e Código Florestal: irmãos como Caim e Abel?** Ambiente e sociedade, v. 14, n. 1, p. 133-150, 2011.

INCRA, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **INSTRUÇÃO ESPECIAL. INCRA/Nº 20, de 28 de maio de 1980. Estabelece o Módulo Fiscal de cada Município, previsto no Decreto nº 84.685 de 06 de maio de 1980.** Aprovada pela Portaria. MA 146/80-DOU 12/6/80, Seção I p. 11.606. 1980.

INPE, INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Taxas anuais do desmatamento – 1988 a 2011.** Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2011.htm> Acesso em: 14 de janeiro de 2020.

INPE, INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Deforestation in Brazilian Amazônia.** São José dos Campos, Separata, 1992.

INPE, INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite 1999 - 2000,** São José dos Campos, Separata, 1992

JACOVINE, Laércio Antônio Gonçalves et al. **Quantificação das áreas de preservação permanente e de reserva legal em propriedades da bacia do Rio Pomba-MG.** Revista Árvore, v. 32, n. 2, p. 269-278, 2008.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis.** New Jersey: Prentice-Hall, 607 p. 1988.

JORGENSEN, S.E. Introduction. In: JORGENSEN, S.E.; COSTANZA, R.; XU, F.L. (Eds.). **Handbook of ecological indicators for assessment of ecosystem health.** New York: CRC Press Taylor & Francis Group, 2005.

LOPES, Humberto Elias Garcia. **Abrindo a caixa preta: considerações sobre a utilização da Análise Fatorial Confirmatória nas pesquisas em Administração.** Revista Economia & Gestão, v. 5, n. 11, p. 97-116, 2005.

LOPES, Fernando Bezerra et al. **Proposta de um índice de sustentabilidade do Perímetro Irrigado Baixo Acaraú, Ceará, Brasil.** Revista Ciência Agronômica, v. 40, n. 2, p. 185-193, 2009.

MACHADO, Alexandre Ricardo; SALEME, Edson Ricardo. **Cadastro Ambiental Rural, Sustentabilidade E O Programa De Regularização Ambiental.** Rev. de Direito e Sustentabilidade, Maranhão, v. 3, n. 2, p. 125-140, 2017.

MAROCO, João. **Análise estatística: com a utilização do SPSS.** Lisboa: Sílabo, 2003.

MARTINS, A. R. P.; FERRAZ, F. T.; COSTA, M. M. DA. **Sustentabilidade Ambiental como Nova Dimensão do Índice de Desenvolvimento Humano dos Países.** Revista do BNDES, v. 13, n. 26, p. 139–162, 2006.

MEDEIROS, R. **Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil.** 2005. Ambiente & Sociedade, v. 9, n. 1, 2006

MELO, A.S.S.A. **Estimação de um índice de agricultura sustentável: o caso da área irrigada do Vale do Submédio São Francisco.** Tese (Doutorado em Economia Rural) – curso de Pós-graduação em Economia, Universidade Federal de Pernambuco. 167f, 1999.

MEIRELLES, H. L. **Direito Administrativo Brasileiro.** 25. ed. São Paulo, Malheiros, 2000.

MONTEIRO, V. P.; PINHEIRO, J. C. V. **Critério para Implantação de Tecnologias de Suprimentos de Água Potável em Municípios Cearenses Afetados pelo Alto Teor de Sal.** Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 42, n. 02, p. 365-387, 2004.

NEISSE, Anderson Cristiano; HONGYU, Kuang. **Aplicação de componentes principais e análise fatorial a dados criminais de 26 estados dos EUA.** E&S Engineering and Science, v. 5, n. 2, p. 105-115, 2016.

Oliveira, Maria Cristina de, et. al. **Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do Cerrado.** Editora Rede de Sementes do Cerrado, 2016

OLIVEIRA, Thuany Gomes; FRANCISCO, Cristiane Nunes. **Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente e as Mudanças no Código Florestal/Mapping of the Areas of Permanent Preservation and the changes of Forest Code.** Caderno de Geografia, v. 28, n. 54, p. 574-587, 2018.

PALÁCIO, H.A.Q. **Índice de qualidade das águas na parte baixa da bacia hidrográfica do rio Trussu Ceará.** Dissertação (Mestrado em Irrigação e drenagem) – curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, 97f, 2004.

PELLIN, Angela et al. **Avaliação Ambiental Estratégica no Brasil: considerações a respeito do papel das agências multilaterais de desenvolvimento.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 16, n. 1, p. 27-36, 2011.

PEREIRA, M. S; SAUER, L; FAGUNDES, M. B. B. **Mensurando a sustentabilidade ambiental: uma proposta de índice para o Mato Grosso do Sul.** Interações, v. 1, n. 1, p. 327–338, 2015.

Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal, EMATER. **Relatório de diagnóstico socioambiental da Bacia do Ribeirão Pipiripau.** www.emater.df.gov.br/sites/200/229/00002297.pdf. Acesso em, v. 10, n. 10, p. 2011, 2010.

PLOEG, Jan Douwe Van Der. **Catacaos: Recampesinização na América Latina.** In: Camponeses e Impérios Alimentares: lutas por autonomia e sustentabilidade na era da globalização. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008, P-74-105.

PLOEG, Jan D. van der. **The new peasantries. Struggles for autonomy and sustainability in an era of empire and globalization,** 2008.

PORTILHO, F. **Sustentabilidade ambiental, consumo e cidadania**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 255 p. 2v. 2010.

PRAES, Elaine Oliveira. **Código florestal brasileiro: evolução histórica e discussões atuais sobre o novo código florestal**. VI Colóquio internacional “educação e contemporaneidade”, São cristóvão, Brasil, 2012.

RAM, **Rev. Adm. Mackenzie** (Online) vol.12 no.3 São Paulo June 2011

RIBEIRO G. V. B. **A origem histórica do conceito de área de preservação permanente no Brasil**. Revista Thema, v. 1, n. 8, p. 1-13, 2011.

RABELO, Laudemira Silva; LIMA, Patrícia Verônica Pinheiro Sales. **Indicadores de sustentabilidade: a possibilidade da mensuração do desenvolvimento sustentável**. 2007.

RORIZ, Pedro Augusto Costa; FEARNSSIDE, Philip Martin. **A construção do Código Florestal Brasileiro e as diferentes perspectivas para a proteção das florestas**. Novos Cadernos NAEA, v. 18, n. 2, 2015.

RORIZ, Pedro Augusto Costa; YANAI, Aurora Miho; FEARNSSIDE, Philip Martin. **Deforestation and carbon loss in Southwest Amazonia: impact of Brazil’s revised forest code**. Environmental management, v. 60, n. 3, p. 367-382, 2017.

SANTOS, D. S.; PERES, M. K. ; RIBEIRO, J. F.; SAMPAIO, A. B.; OLIVEIRA, M. C.; ANDRADE, G. A.; SILVA JÚNIOR, M. C.; SOUZA, R. M.; OGATA, R. S.; DURIGAN, G. **Native species for vegetation restoration in the Cerrado biome**. In: VII World Conference on Ecological Restoration, 2017, Foz do Iguaçu. Book of Abstracts - VII Word Conference on Ecological Restoration - Linking Science Practice for a Better World. p. 1-450, 2017.

SANTOS, D. S.; PERES, M. K. ; RIBEIRO, J. F.; OLIVEIRA, M. C.; SOUZA, R. M.; OGATA, R. S.; **Soluções tecnológicas para a adequação ambiental da paisagem rural ao Código Florestal Brasileiro: Bioma Cerrado**. Anais do VI Congresso Latino Americano de Agroecologia. Brasília, 2017

SAMPAIO, A. B.; VIEIRA, D. L. M.; CORDEIRO, A. O. O. et al. **Guia de restauração do Cerrado**. V. 1 – Semeadura direta. Rede de Sementes do Cerrado, Brasília, 2015.

SANTOS, Natacha Gabriela Brun dos et al. **Gestão do projeto de recuperação de áreas degradadas: Estratégia para aperfeiçoamento**. 2013.

SAUER, Sérgio; FRANÇA, Franciney C.; FEDERAL, Senado. **Código Florestal, função socioambiental da terra e soberania alimentar**. Caderno CRH, Salvador, v. 25, n. 65, p. 285-307, 2012.

SERPA, João Eduardo Colognesi; DOS SANTOS, Antônio Carlos; SANTOS, Lorena Xavier Conceição. **A internacionalização dos códigos florestais de Brasil e França.** Acta Scientiarum. Human and Social Sciences, v. 41, n. 2, p. e43773-e43773, 2019.

SILVA, Luciana Ferreira da et al. **A construção de um índice de sustentabilidade ambiental agrícola (ISA): uma proposta Metodológica.** 2007.

SILVA, Ana Paula Moreira da Organizadora; MARQUES, Henrique Rodrigues Organizador; SAMBUICHI, Regina Helena Rosa Organizadora. **Mudanças no Código Florestal brasileiro: desafios para a implementação da nova lei.** 2016.

SILVEIRA, S. S.; ANDRADE, E. M. **Análise de componentes principais na investigação da estrutura multivariada da evapotranspiração.** Revista Engenharia Agrícola, v. 22, n. 02, p. 174-177, 2002.

SIQUEIRA, Ciro Fernando Assis; NOGUEIRA, Jorge Madeira. **O novo Código Florestal e a reserva legal: do preservacionismo desumano ao conservacionismo politicamente correto.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, p. 1-20, 2004.

SOUTO, P. G.; AVENA, A. **Indicadores de Sustentabilidade Ambiental.** Estudos Econômicos, S. Governo DA Bahia, 2006.

SPAROVEK, Gerd et al. **A revisão do Código Florestal brasileiro.** Novos estudos CEBRAP, n. 89, p. 111-135, 2011.

SPEELMANN, E. N; LÓPEZ-RIDAURÍ, S; COLOMER, N. A; ASTIER, M; MASERA, O. R. **Ten years of sustainability evaluation using the MESMIS framework: Lessons learned from its application in 28 Latin American case studies.** International Journal of Sustainable Development & World Ecology, v.14, n.4, p.345-361, 2007.

TRINDADE, Paula Cristiane; SILVA, Almir Vieira. **Avaliação da atividade leiteira através de índices de sustentabilidade em assentamentos rurais de Eldorado dos Carajás, Estado do Pará.** Acta Veterinaria Brasilica, v. 9, n. 2, p. 141-147, 2015.

TUNSTALL, D. B. **Developing environmental indicators: definitions, frameworks, and issues.** World Resources Inst., Washington, DC (EUA), 1992.

VAN DER PLOEG, Jan Douwe. **Trajatórias do desenvolvimento rural: pesquisa comparativa internacional.** Sociologias, v. 13, n. 27, p. 114-140, 2011.

VAN BELLEN, Hans M. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa.** Tese (Doutorado em engenharia de produção) curso de pós-graduação em engenharia de produção. Florianópolis, UFSC, 2002.

VAN BELLEN, Hans Michael. **Desenvolvimento sustentável: uma descrição das**

principais ferramentas de avaliação. Ambiente & Sociedade, v. 7, n. 1, p. 67-87, 2004.

VERÍSSIMO, Adalberto; NUSSBAUM, Ruth. **Um resumo do status das florestas em países selecionados-nota técnica.** Belém: Imazon, The Proforest Initiative, 2011.

VIEIRA, D. L. M. et. al.; **Espécies arbóreas e estratégias para a recomposição da vegetação nativa no bioma Cerrado.** Disponível em: <www.embrapa.br>. Acesso em: 24 abr 2018.

WORLD COMMISSION on ENVIRONMENT and DEVELOPMENT – WCED, **Our common future.** Oxford and New York: Oxford University Press, 1978.

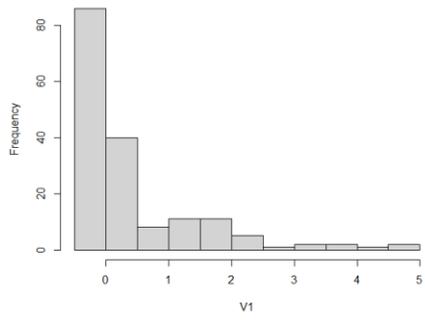
ZACHARIAS, Andréa Aparecida. **A representação gráfica das unidades de paisagem no zoneamento ambiental: um estudo de caso no município de Ourinhos SP.** 2006.

Zhang, P. et al. 2000. **China's Forest Policy for the 21st Century.** Science. Vol. 288, p. 2135.

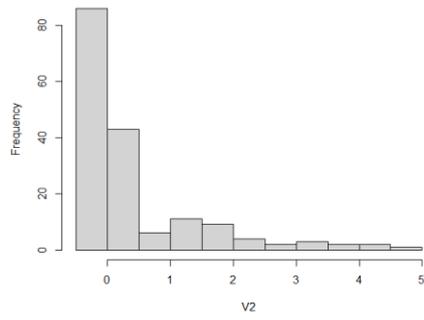
APÊNDICE A

HISTOGRAMA

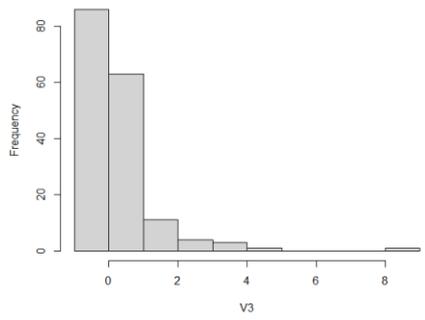
Histogram of V1



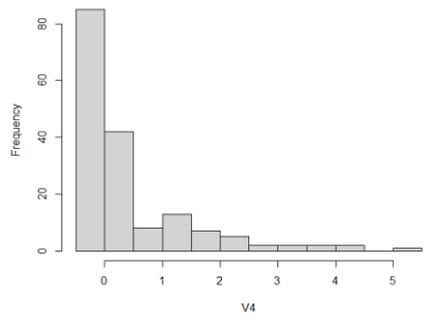
Histogram of V2



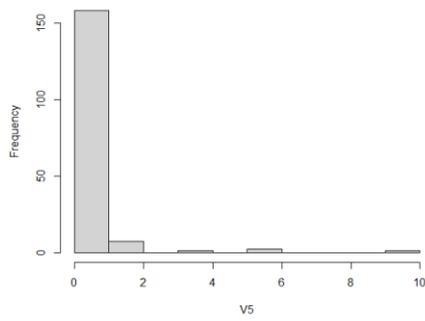
Histogram of V3



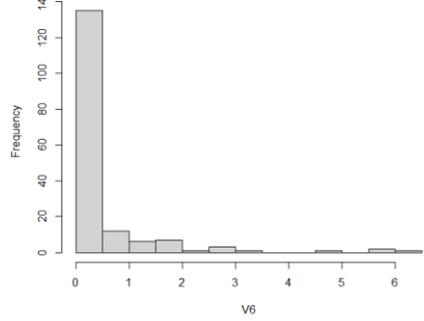
Histogram of V4



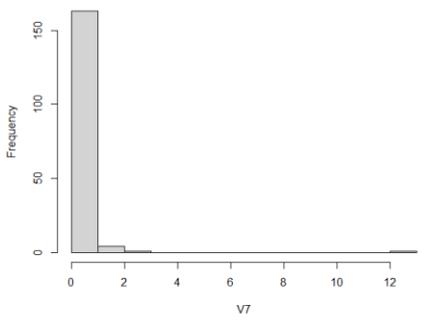
Histogram of V5



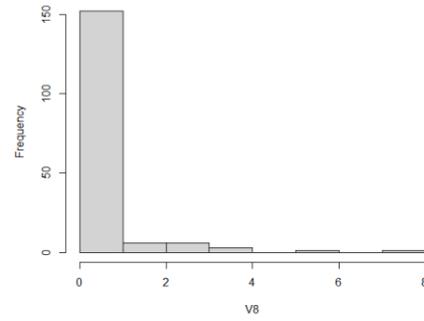
Histogram of V6

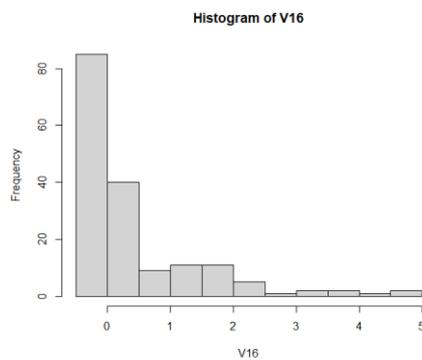
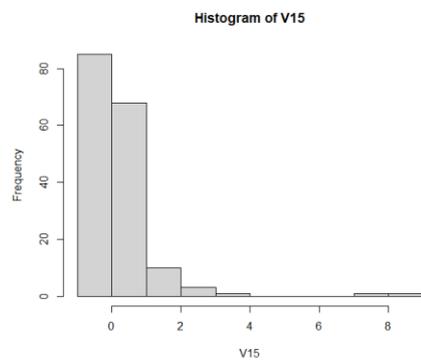
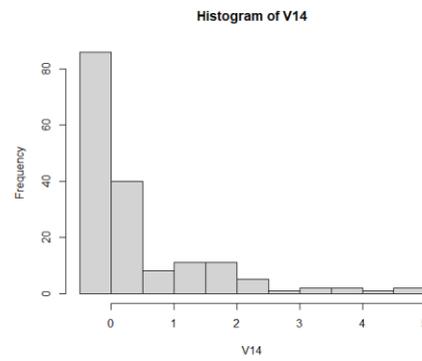
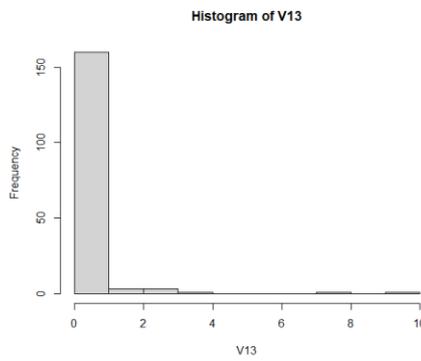
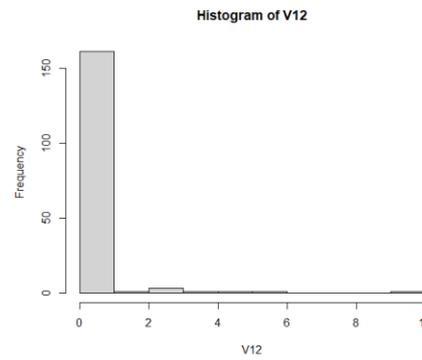
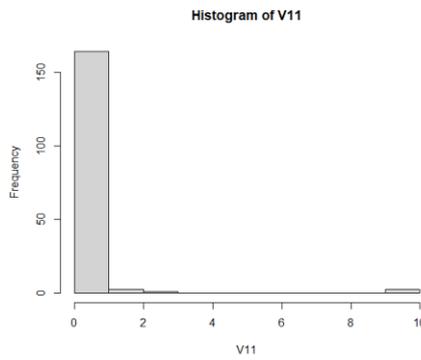
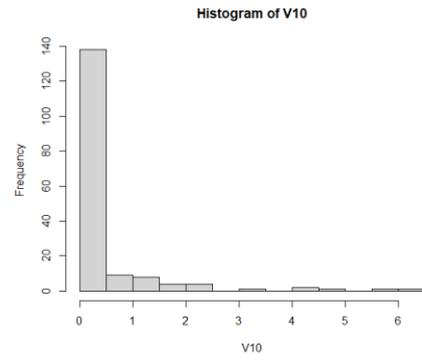
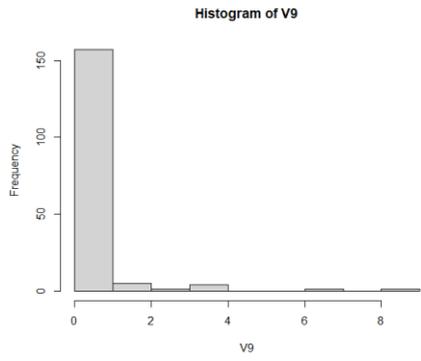


Histogram of V7

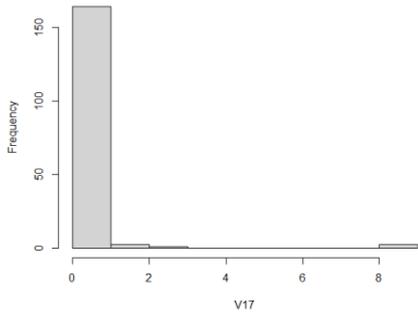


Histogram of V8

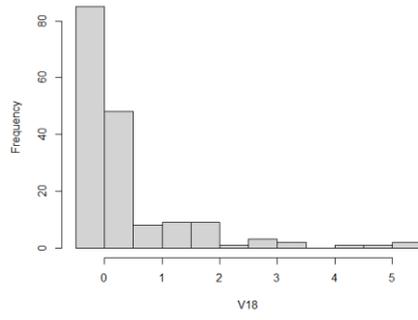




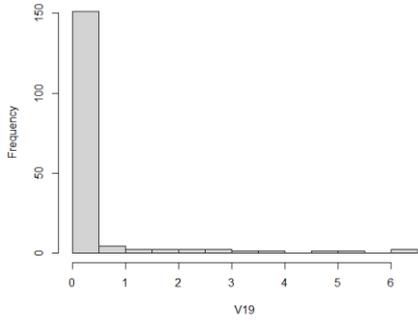
Histogram of V17



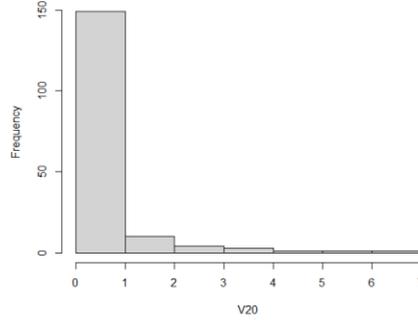
Histogram of V18



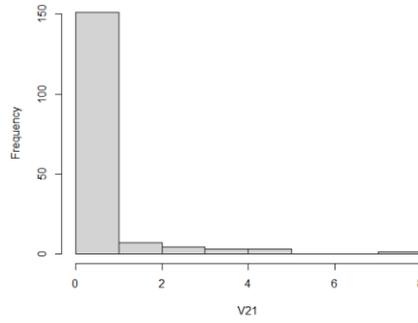
Histogram of V19



Histogram of V20

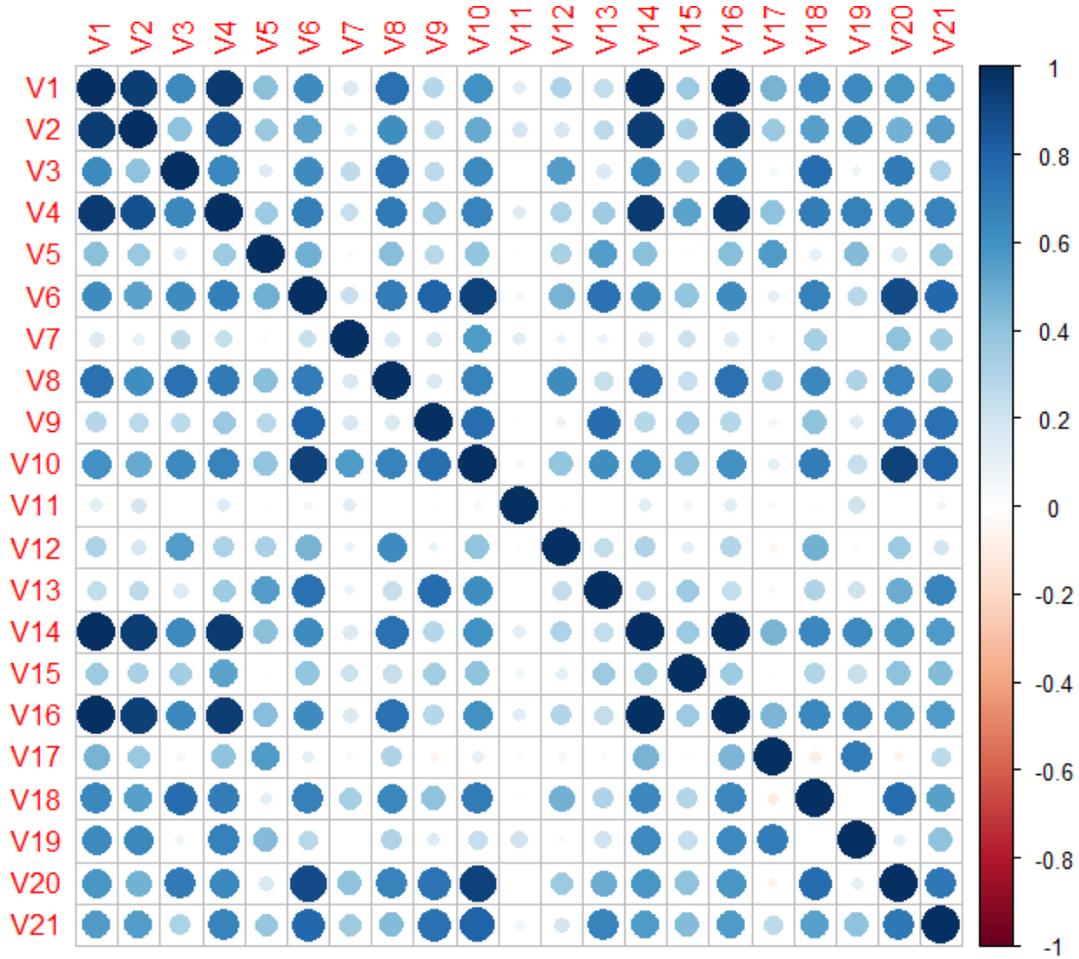


Histogram of V21



APÊNDICE B

MATRIZ DE CORRELAÇÃO DOS DADOS



APÊNDICE C

ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS

Importância dos componentes					
	Comp.1	Comp.2	Comp.3	Comp.4	Comp.5
Desvio Padrão	3.203	1.712	1.421	1.208	1.006
Proporção de variância	0.489	0.140	0.096	0.069	0.048
Proporção cumulativa	0.489	0.628	0.724	0.794	0.842
	Comp.6	Comp.7	Comp.8	Comp.9	Comp.10
Desvio Padrão	0.974	0.861	0.684	0.574	0.523
Proporção de variância	0.045	0.035	0.022	0.016	0.013
Proporção cumulativa	0.887	0.922	0.945	0.960	0.973
	Comp.11	Comp.12	Comp.13	Comp.14	
Desvio Padrão	0.489	0.395	0.258	0.239	
Proporção de variância	0.011	0.007	0.003	0.003	
Proporção cumulativa	0.985	0.992	0.995	0.998	
	Comp.15	Comp.16	Comp.17	Comp.18	
Desvio Padrão	0.122	0.095	0.087	0.064	
Proporção de variância	0.001	0.000	0.000	0.000	

Importância dos componentes				
Proporção cumulativa	0.999	0.999	1.000	1.000
	Comp.19	Comp.20	Comp.21	
Desvio Padrão	0.057	0.000	0.000	
Proporção de variância	0.000	0.000	0.000	
Proporção cumulativa	1.000	1.000	1.000	