



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ
CAMPUS LUIZ MENEGHEL
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

JESSINEY WILSIA SENA SILVA

**FRAGMENTOS FLORESTAIS E MÉTRICAS DE ECOLOGIA DA
PAISAGEM NO MUNICÍPIO DE BANDEIRANTES - PR**

**BANDEIRANTES-PR
2021**

JESSINEY WILSIA SENA SILVA

**FRAGMENTOS FLORESTAIS E MÉTRICAS DE ECOLOGIA DA
PAISAGEM NO MUNICÍPIO DE BANDEIRANTES - PR**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Agronomia (Área de concentração: Sistemas para Produção Agropecuária Sustentável), da Universidade Estadual do Norte do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, *campus* Luiz Meneghel.

Orientadora: Prof.^a Dr^a Jael Simões Santos Rando

Co-orientadora: Prof.^a Dr^a Teresinha Esteves da Silveira Reis

Ficha catalográfica elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UENP

SS586f Sena Silva, Jessiney Wilsia
f Fragmentos Florestais e Métricas de Ecologia da
Paisagem no município de Bandeirantes, Pr. / Jessiney
Wilsia Sena Silva; orientadora Jael Simões Santos
Rando; co-orientadora Teresinha Esteves da Silveira
Reis - Bandeirantes, 2021.
62 p. :il.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Agronomia) -
Universidade Estadual do Norte do Paraná, Centro de
Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em
Agronomia, 2021.

1. Biodiversidade. 2. Fragmentação. 3. Ecologia.
4. Geoprocessamento. 5. Manchas na paisagem. I.
Simões Santos Rando, Jael , orient. II. Esteves da
Silveira Reis, Teresinha , co-orient. III. Título.

JESSINEY WILSIA SENA SILVA

**FRAGMENTOS FLORESTAIS E MÉTRICAS DE ECOLOGIA DA
PAISAGEM NO MUNICÍPIO DE BANDEIRANTES-PR**

Dissertação apresentada ao Programa de
Mestrado em Agronomia (Área de
concentração: Sistemas para Produção
Agropecuária Sustentável), da Universidade
Estadual do Norte do Paraná, Centro de
Ciências Agrárias, *campus* Luiz Meneghel.

Aprovada em: 14/05/2021.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof.^a Dr.^a. Teresinha Esteves da Silveira Reis (Co-orientadora)UENP

Prof.^a Dr.^a. Carla Gomes de Araújo (Examinador Interno).....UENP

Dr. Daniel Campanelli de Andrade (Examinador Externo)UEL

Prof.^a. Dr.^a. Teresinha Esteves da Silveira Reis
Co-orientadora
Universidade Estadual do Norte do Paraná
campus Luiz Meneghel

DEDICATÓRIA
À Deus, ao meu esposo e amigo **Jarlei**.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela presença constante em minha vida, por me iluminar e guiar ao longo do curso.

Ao meu esposo Jarlei, por seu amor, compreensão e apoio.

Em especial agradeço, aos meus pais Ilson e Maria do Carmo, pelo apoio e incentivo à educação.

Aos Professores Josué Ribeiro da Silva Nunes e Alessandra Regina Butnariu por me indicarem com as cartas de recomendação.

À Prof.^a. Dr.^a. Jael Simões Santos Rando e Prof.^a. Dr.^a. Teresinha Esteves da Silveira Reis, pela orientação e co-orientação.

A todos os professores que ministraram as disciplinas no decorrer do curso, à Soninha e ao Fábio da Secretaria por serem sempre solícitos e pacientes conosco.

À Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) *campus* Luiz Meneghel e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Sistemas para Produção Agropecuária Sustentável, pela oportunidade de cursar o Mestrado.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus amigos que torcem por mim, em especial à minha amiga irmã Elizane Lima da Cruz, Zilda e Laura Trindade, às colegas da minha célula da IBN e à minha líder Fátima Delgado, aos colegas do mestrado Baka, Erich, Elisângela, Gabi, enfim, a todos aqueles não citados, que contribuíram diretamente e indiretamente para que eu concluísse esta importante etapa da minha vida acadêmica, **MUITO OBRIGADA.**

*“Bem-aventurado o homem que encontra
sabedoria, e o homem que adquire entendimento;
Pois a sabedoria dá mais lucro que a prata
e rende mais que o ouro mais fino.
A sabedoria vale muito mais que rubis;
nada do que você deseja se compara a ela.
Com a mão direita, ela oferece vida longa;
com a esquerda, riqueza e honra.
Ela o guiará por estradas agradáveis;
todos os seus caminhos levam a uma vida de paz.
A sabedoria é árvore de vida para quem dela toma posse;
felizes os que se apegam a ela com firmeza.
Por meio da sabedoria,
o SENHOR fundou
a terra; por meio do entendimento,
estabeleceu os céus”.*

(Provérbios, 3:13-19)

LISTA DE ABREVIATURAS

AM/FM	Automated Mapping/Facilities Management
APP's	Áreas de Preservação Permanentes
BDG	Banco de Dados Geográficos
CADD	Computer-Aided Drafting and Design.
CAR	Cadastro Ambiental Rural
ED	Densidade da Borda
ENN	distância do vizinho mais próximo
GIS	Geographic Information Systems
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IAPAR	Instituto Agrônômico do Paraná
IPARDES	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social.
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LECOS	Landscape Ecology Statistic
LPVN	Lei de Proteção de Vegetação Nativa
LPI	Greatest patch area/Área do maior fragmento
LIS	Land Information Systems
MDE	Modelo digital de elevação
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MPS	Mean patch size/ Área média do fragmento
MedPS	Median patch size/ Área mediana do fragmento
NP	Number of Patches/Número de fragmentos
PD	Edge density/Densidade dos fragmentos
PDI-SR	Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto
PRA	Programa de Regularização Ambiental
PSA	pagamento por serviços ambientais
REM	Radiação eletromagnética
RL	Reserva Legal
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SPRING	Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas
TA	Land cover/ Cobertura da Terra
TCA	Total (Class) Area/Área total do núcleo
TE	Total edge/ Comprimento da borda
ZEE	Zoneamento Ecológico Econômico

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Espectro Eletromagnético	15
Figura 2.	Organograma das etapas do PDI.....	16
Figura 3.	Processo de coleta de informação para observação.....	17
Figura 4.	Mapa de localização da área de estudo no município de Bandeirantes.	50
Figura 5.	Área dos fragmentos em 1970; 2012.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Uso do solo no município de Bandeirantes, durante o ano de 1985.....	54
Tabela 2.	Métricas da Ecologia da Paisagem.....	55

SILVA, Jessiney Wilsia Sena. Fragmentos florestais e métricas de Ecologia da Paisagem no município de Bandeirantes - Pr, 2021. 62 f. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual do Norte do Paraná, *campus* Luiz Meneghel, Bandeirantes-Pr, 2021.

RESUMO

A expansão dos cultivos agrícolas e de áreas de pastagens foi responsável pela maior parte do desmatamento no município de Bandeirantes Paraná. No presente estudo avaliou-se a fragmentação da paisagem e sua evolução temporal aplicando métricas da Ecologia da paisagem no período correspondente aos anos 1970 e 2012 (42 anos), comparando os resultados das métricas quanto a sua capacidade de demonstrar causas e consequências da fragmentação florestal. A área de estudo localiza-se no município de Bandeirantes-PR, situado entre as coordenadas 50°25'44" a 50°16'43"W e 23°14'05" a 23°05'59"S. As avaliações sobre o desmatamento e o grau de fragmentação foram realizadas usando dados de sensoriamento remoto e análise da paisagem. Os resultados revelaram que houve uma redução no número de fragmentos, entre os períodos (1970) 634 fragmentos, para (2012), 312 fragmentos, o que corresponde à 322 fragmentos a menos, sendo que em porcentagem isso equivale a 49% da área examinada. A área de estudo encontra-se desde 1970, com transformações na paisagem e o grau de fragmentação das áreas de vegetação nativa foram substituídas por lavouras temporárias, permanentes e pastagem, sendo assim, os resultados deste estudo indicam que o desmatamento afetou quase a metade da vegetação natural até 2012, agravando a integridade dos fragmentos de vegetação nativa na área de estudo.

Palavras-chave: Conservação; Biodiversidade; manchas na paisagem.

SILVA, Jessiney Wilsia Sena. Forest fragments using metrics of Landscape Ecology in the municipality of Bandeirantes, Pr, 2021. 62f. Dissertação de Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual do Norte do Paraná, *campus* Luiz Meneghel, Bandeirantes-Pr, 2021.

ABSTRACT

The expansion of agricultural crops and pasture areas was responsible for most of the deforestation in the municipality of Bandeirantes Paraná. In this study, landscape fragmentation and its temporal evolution were evaluated by applying landscape ecology metrics in the period corresponding to the 1970s and 2012 (42 years), comparing the results of the metrics regarding their ability to demonstrate causes and consequences of forest fragmentation. The study area is located in the municipality of Bandeirantes-PR, located between the coordinates 50°25'44" to 50°16'43"W and 23°14'05" to 23°05'59"S. Assessments of deforestation and degree of fragmentation were carried out using remote sensing data and landscape analysis. The results revealed that there was a reduction in the number of fragments, between the periods (1970) 634 fragments, to (2012), 312 fragments, which corresponds to 322 fragments less, and in percentage this is equivalent to 49% of the examined area. The study area has been since 1970, with transformations in the landscape and the degree of fragmentation of native vegetation areas were replaced by temporary and permanent crops and pasture, thus, the results of this study indicate that deforestation affected almost half of the population. natural vegetation until 2012, aggravating the integrity of native vegetation fragments in the study area.

Key-words: Conservation; Biodiversity; spots in the Landscape.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 Imagens de satélite e processamento digital de imagens.....	15
2.2 Sensoriamento remoto no estudo da vegetação.....	16
2.3 Geotecnologias SIG.....	18
2.4 Geoprocessamento aplicado à ecologia da paisagem.....	19
2.5 Paisagem.....	20
2.6 Ecologia da Paisagem.....	21
2.7 Métricas da Paisagem.....	22
2.8 Fragmentação Florestal.....	23
2.9 Conectividade.....	24
2.10 Corredores ecológicos.....	25
2.11 Área e Efeito de Borda.....	25
2.12 Matriz.....	26
2.13 Área nuclear ou central.....	27
2.14 Ocupação e evolução do uso do solo.....	28
2.15 Código e Novo código florestal.....	29
2.16 Área de Preservação Permanente.....	30
2.17 Reserva Legal.....	33
2.18 CAR Cadastro Ambiental Rural.....	36
2.19 Serviços ambientais.....	36
2.20 Serviços ecossistêmicos.....	37
REFERÊNCIAS.....	39
3. ARTIGO: Fragmentos florestais e métricas de ecologia da paisagem no município de bandeirantes - Pr	48
1. Introdução.....	48
2. Materiais e métodos.....	49
3. Resultados e discussão.....	53
4. Conclusão.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

1. INTRODUÇÃO

Há décadas os desmatamentos decorrentes do processo de antropização da paisagem, vêm ocasionando a destruição dos recursos naturais. As florestas nativas foram cedendo espaço principalmente para agricultura, pecuária e urbanização, ocorrendo a formação de fragmentos, muitas vezes isolados uns dos outros (MARCHESAN, 2017).

Em função do acelerado processo de degradação e fragmentação das florestas tropicais em todo o mundo, e a busca de alternativas para o seu manejo e recuperação, dá-se a necessidade da utilização de métodos que avaliem o estado de conservação destas florestas. O que observa-se na maioria dos estudos relacionados à vegetação de fragmentos florestais é a grande variação no comportamento de espécies vegetais e animais quando se avalia a riqueza, composição, diversidade e estrutura do ambiente, principalmente quando as características da vegetação são avaliadas em diferentes períodos e/ou pontos da área estudada (RODRIGUES *et al.*, 2021).

Nos últimos 40 anos a espécie humana tem experimentado um crescimento populacional exponencial. Nesse período a população mundial dobrou, o planeta já comporta mais de 7 bilhões de pessoas a uma taxa de crescimento estimada em 1,2% ao ano. Embora seja reducionista estabelecer uma relação direta entre população-degradação dos recursos naturais, o fato é que esse aumento populacional provocou alterações rápidas e profundas em macro escalas (PIRATELLI, 2013).

A relação entre o crescimento econômico e o meio ambiente é um dos principais assuntos discutidos nos meios sociais e científicos (SPAROVEK *et al.*, 2011; IPAM, 2014; KRAGT; ROBERTSON, 2014).

A discussão sobre alimentação e sustentabilidade se inicia com a questão se será possível a terra alimentar nove bilhões de habitantes, previstos para viver no planeta em 2050 (CONTE; BOFF, 2013) sem degradá-la de modo irreversível e com dieta alimentar que contribua para a sustentabilidade, ao mesmo tempo que garanta a saúde e o bem-estar das pessoas.

Dessa forma, torna-se necessária a realização de estudos relacionados a caracterização espacial dos fragmentos florestais de modo a estabelecer estratégias de conservação dos mesmos (PIROVANI, 2010). Neste âmbito insere-se a ecologia da paisagem, uma vez que busca conhecimento ecológico sobre os fragmentos florestais de uma determinada área permite aplicar uma gestão ambiental correta quanto ao manejo

destas florestas (CALEGARI *et al.*, 2010). Neste contexto estão inseridas as métricas de ecologia da paisagem, as quais são de suma importância, pois auxiliam no processo de compreensão da estrutura da paisagem (CARRÃO *et al.*, 2001).

O presente estudo teve como objetivo analisar as características dos fragmentos florestais presentes na área de estudo.

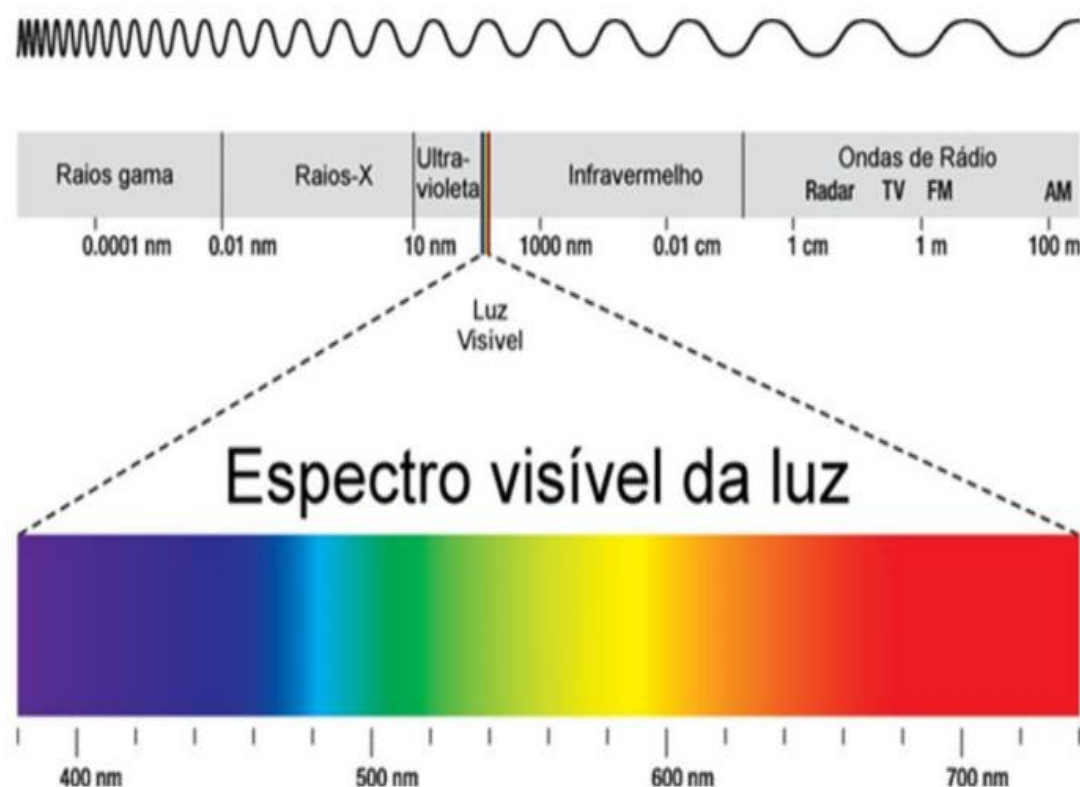
2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Imagens de satélite e processamento digital de imagens

As imagens de satélite são uma das principais fontes de dados para o Sensoriamento Remoto, sendo o resultado da captação da radiação eletromagnética refletida de um objeto, transformado em um pulso eletrônico ou valor digital, denominado pixel (VALENZUELA, 2018).

No entanto, os sensores não conseguem captar todo o espectro e registram faixas de frequência. O olho humano capta uma faixa muito estreita do espectro. Várias técnicas codificam as frequências do espectro não-visível de modo a tornar possível a visualização de uma imagem (MORAES, 1999).

Sendo assim, imagens de satélite são registros de cenas focadas por sensores com respostas em frequência perfeitamente definidas do espectro, conforme observa-se na figura 1.



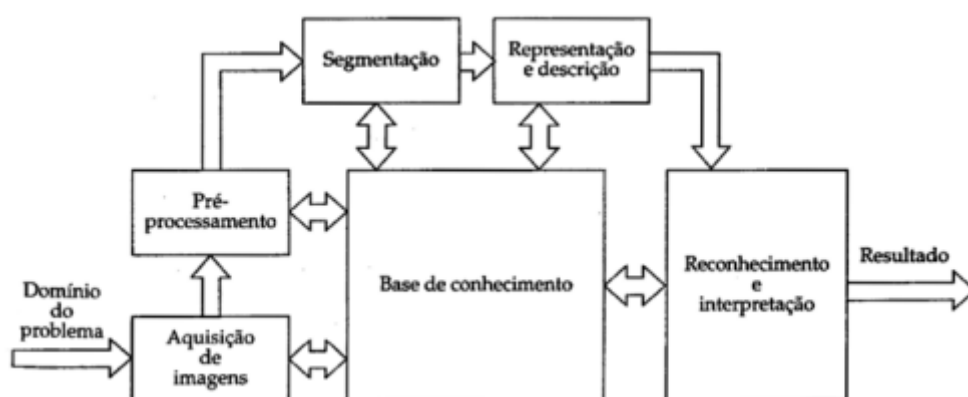
Fonte: Costa *et al.*, 2013.

Figura 1: Espectro Eletromagnético.

Segundo Figueiredo (2005), as imagens de satélite são geradas quando a radiação eletromagnética (REM) é refletida da superfície dos alvos e incide em um espelho, que está a bordo de um sensor, e é posto geralmente à 45° sobre um eixo mecânico, o qual imprime um movimento ondulatório, de tal forma que a superfície do terreno é varrida em linhas perpendiculares à direção do movimento do satélite.

A área de Processamento Digital de Imagens (PDI) está em constante progresso e desenvolvimento. Devido a esse fato há um interesse crescente nos métodos de PDI, provenientes de duas áreas principais de aplicação: a melhoria da informação visual para interpretação humana e a percepção automática de máquinas advinda de informações extraídas de uma cena (MARQUES FILHO; VIEIRA NETO, 1999).

O PDI é composto por diversas etapas: aquisição da imagem, pré-processamento a imagem, segmentação, representação, descrição, reconhecimento, interpretação e a base de conhecimento (GONZALEZ; WOODS, 2010). Na figura 2 são mostradas as etapas e suas respectivas interações.



Fonte: Maillard, 2001.

Figura 2: Organograma das etapas do PDI.

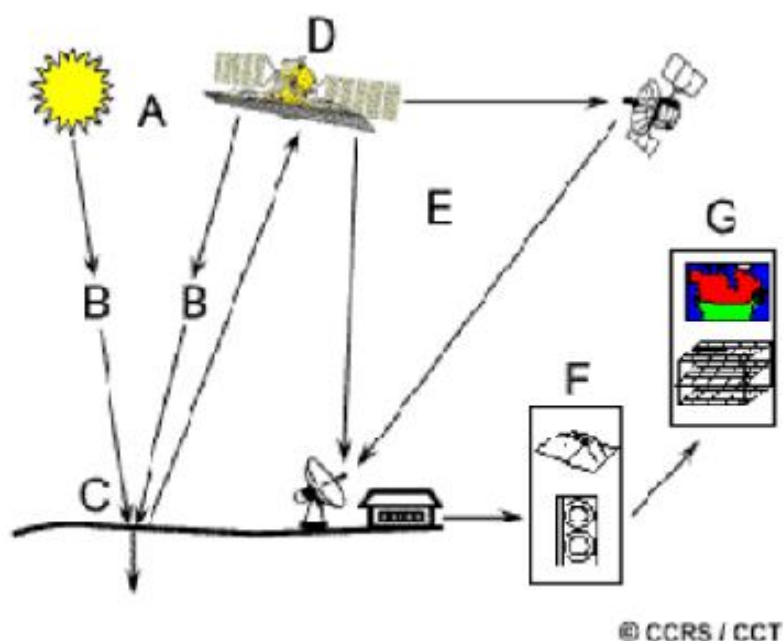
O processamento de imagens tem como funções facilitar a visualização da imagem ou adequá-la para análises quantitativas por meio de correções de defeitos ou realces das regiões de interesse nas imagens; e a extração e tratamento de dados quantitativos, feitos pelo próprio computador (GOMES; VELHO, 2002).

2.2 Sensoriamento remoto no estudo da vegetação

O sensoriamento remoto pode ser compreendido como um conjunto de técnicas capazes de extrair informações sobre objetos na superfície terrestre, a uma longa distância, sem necessariamente precisar tocar o alvo (SALLES *et al.*, 2016).

A principal fonte de energia para o sensoriamento remoto é a radiação eletromagnética (REM). A REM não precisa de um meio material para se propagar e estabelece a ligação entre a fonte de energia, os alvos e o sensor. As principais fontes naturais de energia utilizadas pelo sensoriamento remoto são originadas pelo Sol e pela Terra (NOVO, 2001).

O processo de coleta de informação para observação da terra é regido pela interação entre a radiação eletromagnética (REM) e o alvo. De acordo com Souza (2010), para gerar informação relevante, o processo é composto por sete elementos fundamentais e é apresentado na Figura 3:



Fonte: Ferreira, 2018.

Figura 3 – Processo de coleta de informação para observação.

A sequência do processo de coleta segue os seguintes passos: (A) Fonte de energia ou iluminação (B) Radiação eletromagnética e atmosfera (C) Interação com o alvo (D) Registro da energia pelo sensor (E) Transmissão, recepção e processamento dos dados (F) Interpretação e análise (G) Aplicações.

Os sensores atuam registrando em plataformas orbitais, em forma de imagem ou não, o nível de radiação eletromagnéticas que são emitidas e/ou refletidas pelos locais na superfície terrestre (SILVA, 2013).

Os “alvos” na área de estudo, sobre os quais se deseja buscar conhecimento, abrangem os mais variados recursos disponíveis na natureza, como: água, solos, rochas e vegetação (PONZONI *et al.*, 2015).

2.3 Geotecnologias SIG

A comunidade científica apresenta várias definições para o próprio termo “geotecnologia”, pois além de ser uma temática recente, traz em sua base aspectos integrantes de vários campos do conhecimento, como a associação de aparatos computacionais às variáveis espaciais (SOUZA, 2015).

As geotecnologias são definidas também como as novas tecnologias ligadas às geociências e correlatas, as quais promovem avanços significativos em diversos aspectos relacionados ao desenvolvimento de pesquisas, em ações de planejamento, processos de gestão, manejo e à estrutura do espaço, considerando diferentes escalas e informação espacial (TÔSTO *et al.*, 2014).

Dentro das geotecnologias, o SIG é uma das tecnologias mais abrangentes, uma vez que pode englobar todas as demais, e ao se aliar ao Sensoriamento Remoto se tornam ferramentas fundamentais em estudos ambientais (SILVA *et al.*, 2017).

O SIG (Sistema de Informações Geográficas) tem capacidade para aquisição, tratamento, armazenamento, integração, processamento, recuperação, transformação, manipulação, modelagem, atualização, análise e exibição de informações digitais georreferenciadas, topologicamente estruturadas associadas ou não a um banco de dados alfanuméricos (BOIN *et al.*, 2017).

Com o avanço dos instrumentos computacionais concomitante aos métodos automatizados de análise das informações espaciais das geotecnologias tem proporcionado consideráveis contribuições para a ampliação das categorias de estudo do espaço geográfico, gerando novos conhecimentos do ambiente e das variáveis atuantes na dinâmica de transformação gerada pelo homem (SOUZA, 2015).

Diante dos benefícios dessas ferramentas, as geotecnologias, cada vez mais, vêm sendo utilizadas na gestão de um ou mais temas associados a superfície da terra. A partir do SIG pode-se analisar a variedade de ambientes e situações de desequilíbrio ambiental que requerem tratamentos eficientes e capazes de abordar diferentes escalas espaciais (LOUZADA, 2010) proporcionado também uma ampla utilização para a tomada de decisão do poder público e empresarial, pois podem apresentar a

funcionalidade de medidas de conservação de áreas protegidas, dinâmica de ocupação e transformação do uso da terra (ESCOBAR, 2016).

2.4 Geoprocessamento aplicado à ecologia da paisagem

O geoprocessamento pode ser definido como um conjunto de tecnologias voltadas à coleta e tratamento de informações espaciais para um objetivo específico. Dentre estas tecnologias, podemos destacar os produtos do Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto (PDI-SR), os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), os Sistemas de Posicionamento Global (ex: GPS), a utilização de modelos digitais de elevação (MDE), e os Bancos de Dados Geográficos (BDG). Os SIGs são destinados ao processamento de dados referenciados geograficamente (ou georreferenciados), desde a sua coleta até a geração de saídas na forma de mapas convencionais, relatórios e arquivos digitais, devendo prever recursos para sua estocagem, gerenciamento, manipulação e análise (CÂMARA *et al.*, 2001).

O geoprocessamento tem sido uma ferramenta eficaz na caracterização da estrutura da paisagem e compreensão dos efeitos da fragmentação florestal em bacias hidrográficas, municípios e unidades de conservação, o que possibilita o diagnóstico das condições dos fragmentos em termos, por exemplo, de diversidade, tamanho e grau de isolamento, facilitando, assim, a aplicação de medidas de recuperação em áreas fragmentadas (CALEGARI, *et al.*, 2010).

O geoprocessamento aplicado à ecologia da paisagem possibilita a criação de mapas de natureza físico-biótico (SANTOS *et al.*, 2011). O geoprocessamento envolve pelo menos quatro categorias de técnicas relacionadas ao tratamento da informação espacial (ROSA; BRITO, 1996).

1. Técnicas para coleta de informação espacial: cartografia, sensoriamento remoto, GPS, topografia, levantamento de dados alfanuméricos;
2. Técnicas de armazenamento de informação espacial: banco de dados – orientado a objetos, relacional, hierárquico;
3. Técnicas para tratamento e análise de informação espacial: modelagem de dados, geoestatística, aritmética lógica, funções topológicas, redes;
4. Técnicas para o uso integrado de informação espacial, como os sistemas GIS – Geographic Information Systems, LIS – Land Information Systems, AM/FM –

Automated Mapping/Facilities Management, CADD – Computer-Aided Drafting and Design.

O GIS ou SIG engloba em sua definição vários aspectos já abordados na definição de geoprocessamento. Ao GIS agregam-se ainda os aspectos institucional, recursos humanos (peopleware) e, principalmente, aplicação específica (MAGUIRE *et al.*, 1993).

2.5 Paisagem

A paisagem pode ser considerada como uma categoria de análise geográfica e ecológica que permite dar subsídios ao entendimento deste sistema complexo, que é formado a partir de transformações naturais, e das ações antrópicas na superfície terrestre. Através da evolução da paisagem é possível compreender o passado, estudar o presente, bem como dar indícios aplicando modelos capazes de apresentar tendências para estados futuros (OLIVEIRA, 2017).

A estrutura da paisagem, segundo Casimiro (2009) é composta pelos seguintes elementos: matriz, manchas e corredores, a matriz representa a cobertura de fundo da paisagem, apresentando-se com maior conectividade e com papel dominante no funcionamento da paisagem, exercendo influência sobre os demais elementos. As manchas (ou fragmentos) são áreas relativamente homogêneas que diferem das demais ao seu redor e variam em tamanho, forma, tipo e características de borda, influenciando nas relações ecológicas. Os corredores são estruturas lineares da paisagem com características diferentes das manchas e que possuem a função de ligar dois ou mais fragmentos anteriormente unidos.

A paisagem, como todo ser vivo, apresenta estrutura, função e mudança, portanto, estuda essas três características. A estrutura atua na distribuição de energia, materiais e espécies relacionados aos tamanhos, formas, números, tipos e configurações dos ecossistemas. A função é determinada pelos fluxos de energia, materiais e espécies entre ecossistemas. Enquanto que a mudança são alterações na estrutura e função do mosaico da paisagem durante o tempo (PEREIRA, 2001).

Na ciência geográfica, a paisagem é uma categoria de análise que visa entender o produto fisionômico das relações sociais e naturais em um determinado espaço e em sua dinâmica (SCHIER, 2003). Entretanto, como esta categoria não pertence exclusivamente à ciência geográfica, ela apresenta diferentes visões epistemológicas

que possibilitaram distintas abordagens, aplicações e divergências (RODRIGUEZ *et al.*, 2007).

Na Ecologia, os Ecossistemas e as Paisagens são as duas principais categorias de análise. Já na Geografia, Carl Troll, na década de 1930, analisou questões relacionadas ao uso da terra e conseguiu interpretar as paisagens produzidas através do significado dado pelas ações antrópicas. E foi através destas percepções que Troll, propôs que geógrafos e ecólogos trabalhassem em estreita contribuição (NUCCI, 2007).

Metzger (2001), afirma que a abordagem geográfica, diferente da ecológica, não se aprofunda em estudos bioecológicos (relação entre a biota e o meio abiótico), mas considera suas relações na compreensão global da paisagem, deixando evidente que é cada vez mais necessário entender não só as transformações, mas o porquê destas. Dessa forma, portanto, para descrever uma paisagem, é necessário caracterizar esses três componentes básicos: manchas, corredores e matriz (FORMAN; GODRON, 1986).

2.6 Ecologia da Paisagem

O termo Ecologia da Paisagem foi introduzido em 1939 pelo biogeógrafo alemão Carl Troll ao analisar as questões relacionadas ao uso da terra e a interpretação das imagens produzidas por esta relação (SIQUEIRA, 2013). Desenvolveu-se após a segunda Guerra Mundial nos países do centro e leste europeu, expandindo-se para uma única e dinâmica Ciência Global. Antigamente considerou-se a paisagem como “o caracter total de uma região” (FARINA, 1998).

De forma simples, a Ecologia é definida como a ciência que estuda as interações dos organismos em seu ambiente (ODUM, 1983). As interações envolvem processos e, portanto, são variáveis no tempo (dinâmicos). Por sua vez, o ambiente relaciona-se diretamente com o espaço. A competição por recursos entre os organismos depende da distância desses recursos e dos organismos. E distância implica localização espacial. Esses aspectos indicam que as variáveis estudadas na ecologia são espaço-temporais (HAWKINS; SELMAN, 2002).

Segundo Moraes (2015) a paisagem é uma unidade espacial compreendida pelos fenômenos naturais e sociais que nela ocorrem, e uma das mais novas áreas de conhecimento dentro da Ecologia para seu planejamento, manejo, conservação, desenvolvimento e melhoria é a Ecologia da Paisagem (ROCHA, 2011).

Para Forman (1995) a Ecologia de Paisagem, geralmente é definida como o estado das interações entre os organismos e seus ambientes, nesse sentido, têm-se

discutido que a Ecologia da Paisagem, nada mais é do que uma ferramenta inovadora que busca compreender como diferentes padrões de organização espacial e seus constituintes conseguem interferir na dinâmica da paisagem como um todo.

2.7 Métricas da Paisagem

As métricas da paisagem são índices que fornecem o suporte científico para evidenciar o grau de fragmentação da paisagem, ou seja, o quanto a paisagem original foi fragmentada pelas distintas classes de uso do solo. Dentre os primeiros trabalhos desenvolvidos na área, é possível destacar os estudos de Troll (1950) que definiu o termo “Ecologia da Paisagem”.

Forman; Godron (1986) que apresentaram a estruturação da paisagem, Turner (1989) retratou as análises dos padrões espaciais encontrados na paisagem e McGarigal; Marks (1995) destacaram os estudos da paisagem através do cálculo de índices contribuindo, desta forma, com a definição de métricas da paisagem.

A variedade de índices existentes em ecologia da paisagem levou autores como McGarigal; Marks (1995) a agruparem essas métricas nas seguintes categorias: métricas de área; de densidade, tamanho e variabilidade métrica dos fragmentos; de forma; borda; proximidade e área central (OLIVEIRA, 2011).

Diversas métricas têm sido desenvolvidas, tais métricas são agrupadas em duas categorias: os índices de composição e os de disposição. Os índices de composição apresentam uma ideia de quais unidades estão presentes na paisagem, da riqueza dessas unidades e da área ocupada por elas, enquanto os índices de disposição quantificam o arranjo espacial dessas unidades em termos de grau de fragmentação, grau de isolamento, conectividade de manchas de unidades semelhantes, área, formato e complexidade de formas de manchas que compõem o mosaico da paisagem. (OLIVEIRA, 2011).

Entre os trabalhos mais recentes, considerando o nível internacional que utilizam esses conceitos, citam-se os trabalhos desenvolvidos por Liu; Yang (2015), analisando as mudanças nas áreas urbanas de Atlanta, nos Estados Unidos através do uso das métricas da paisagem para examinar o tamanho, o padrão e a natureza das mudanças.

No Brasil, também existem pesquisas relacionadas à aplicação de métricas da paisagem, como por exemplo em pesquisas relacionadas à recuperação de áreas degradadas, tais como Azevedo, Gomes e Moraes (2016), que identificaram áreas

prioritárias para recuperação ambiental de uma Bacia Hidrográfica no Estado de Minas Gerais e Camelo (2016), constatando que a paisagem inicial de uma área de proteção ambiental localizada no Distrito Federal foi substituída por uma paisagem mais devastada e menos heterogênea. A nível local considerando o nordeste do Brasil, é possível destacar os trabalhos de Fernandes *et al.*, (2017), que utilizaram imagens de alta resolução para quantificar o uso do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga (SE), recomendando a construção de corredores ecológicos visando a conservação dos ecossistemas que a caracterizam; Jesus (2015), utilizou imagens ortorretificadas para analisar os efeitos da fragmentação da paisagem na Bacia Hidrográfica do Rio Poxim, um importante rio que abastece a região metropolitana de Aracaju; e Silva (2014), que utilizou as métricas da paisagem na análise dos padrões espaciais da Floresta Nacional do Ibura, em Sergipe, a qual possui importância no contexto nacional tendo em vista a preservação e conservação do que ainda existe da Mata Atlântica no Estado de Sergipe, sendo um importante reduto para algumas espécies ameaçadas de extinção.

2.8 Fragmentação florestal

Segundo Liu; Slik (2014) fragmentação florestal é a substituição de áreas de floresta nativa por outras formas de uso da terra, deixando isoladas suas partes, com consequências negativas para o conjunto de seus organismos.

A fragmentação age fundamentalmente reduzindo e isolando as áreas propícias à sobrevivência das populações, sendo apontada como a principal causa da perda de biodiversidade (METZER, 1999), porém as respostas das comunidades vegetais e de cada espécie à fragmentação variam de acordo com diversos fatores, como histórico da fragmentação, seu tamanho e forma, impactos das ações humanas atuais, grau de isolamento e a sensibilidade da comunidade e dos indivíduos de cada espécie a estes processos (CANTINHO, 2010).

Os efeitos da fragmentação alteram fenômenos e processos ecológicos e biológicos, levando à diminuição da biodiversidade e à simplificação de sistemas ecológicos e, conseqüentemente, à perda de diversos serviços ambientais (RAMBALDI; OLIVEIRA, 2003).

Vários são os efeitos negativos da fragmentação florestal sobre a sobrevivência da fauna e flora nativa; entre estes, um que merece destaque é o isolamento reprodutivo, que ocorre quando há isolamento geográfico, sendo assim, impede que ocorra o acasalamento entre as espécies, e mesmo que organismos de

diferentes espécies combinem seu DNA para produzir descendentes, estes serão estéreis, incapazes de passar seus genes. (SANTOS FILHO, 1995).

Segundo Hentz *et al.*, (2015), quando o processo de fragmentação florestal é impulsionado por atividades antrópicas, a conservação da biodiversidade fica prejudicada e com isso provoca extinções locais, redução da área de habitat, acentuação do efeito de borda, redução da variabilidade genética, além de alteração no regime hídrico de bacia hidrográfica.

A análise do padrão de fragmentação pode ser feita por meio das métricas da paisagem, métricas de classe e métricas do fragmento por classe de tamanho, os quais permitem compreender a complexa estrutura da paisagem e as influências nas relações ecológicas, bem como acompanhar a dinâmica de evolução das unidades de paisagem devido ao processo de fragmentação em decorrência do uso sem planejamento do território (JUVANHOL *et al.*, 2011).

2.9 Conectividade

Noss (2001) define a conectividade como a ligação entre habitats, comunidades e processos ecológicos, em múltiplas escalas espaciais e temporais. A conectividade, nesse contexto, influencia processos chave para a conservação da biodiversidade, como persistência das populações após distúrbios, trocas biológicas entre indivíduos em uma metapopulação e a ocupação dos fragmentos de habitats.

A conectividade é uma propriedade das paisagens que influencia fortemente a abundância e a distribuição da biodiversidade e é chave para entender as interações entre organismos e os processos ecológicos resultantes de tais interações (SANTOS, 2018).

No que se refere as medidas de manejo das paisagens, o aumento da conectividade é bastante utilizado. A conectividade pode ser de dois tipos: estrutural e funcional. A conectividade estrutural está relacionada a conexão espacial entre fragmentos florestais e pode ser aumentada com, por exemplo, criação de corredores e trampolins ecológicos. A conectividade estrutural não faz sentido sem a conectividade funcional, ou seja, a capacidade das espécies de se deslocar pela paisagem, não for restabelecida. Dessa forma, a conectividade funcional é dependente da biologia de cada espécie (CAMPOS *et al.*, 2019).

2.10 Corredores ecológicos

Corredores ecológicos são porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam, para sua sobrevivência, áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais (BRASIL, 2000).

Os corredores ecológicos já fazem parte da legislação ambiental brasileira, desde a Lei Federal Nº 9985/2000, que estabeleceu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), em cujo artigo 2º se define corredores ecológicos.

Desde a década de 1970, os corredores ecológicos são citados como parte de estratégias para a conservação de ecossistemas fragmentados (DIAMOND, 1975; WILSON; WILLIS, 1975; MEFFE; CARROLL, 1997). Desde então, vários estudos citam os potenciais benefícios dos corredores; entre eles, destaca-se a possibilidade de deslocamento das espécies nativas (NOSS, 1983; NOSS; HARRIS, 1986; HILTY *et al.*, 2006; CROOKS; SANJAYAN, 2006).

Os corredores ecológicos têm sido utilizados nos Estados Unidos com resultados empiricamente positivos desde o início do século 20, principalmente direcionados para o manejo de espécies de caça em áreas em desenvolvimento agrícola do centro-oeste norteamericano (HARRIS; ATKINS, 1991).

Hilty *et al.*, (2006) enfatizam a necessidade de se considerar a importância funcional do corredor em detrimento de sua estrutura, já que o objetivo primeiro do corredor ecológico é a facilitação da movimentação das espécies através dele; a implantação de um corredor ecológico pode levar imediatamente a uma maior conectividade estrutural, mas nem sempre a conectividade funcional é alcançada (VIEIRA *et al.*, 2002).

2.11 Área e efeito de borda

A borda está relacionada a diversos fatores que influenciam diretamente na complexidade de forma de um fragmento e, assim, na dinâmica da paisagem, visto que a borda de um fragmento recebe mais radiação solar do que seu interior e, conseqüentemente, a umidade é menor na borda, além de propiciar o estabelecimento de espécies especialistas de borda (COLLINGE, 2009).

O efeito de borda pode ser considerado um dos efeitos mais significativos numa paisagem fragmentada. A definição da zona de transição entre a matriz dominante e a área nuclear dos remanescentes depende de uma análise detalhada da floresta e pode variar entre biomas e tipologias florestais (FERREIRA, 2018).

As primeiras abordagens para quantificar a importância das bordas nos fragmentos florestais avaliavam a razão perímetro/área (FORMAN; GODRON, 1986). Ultimamente, a razão perímetro/área tem dado lugar ao modelo centro/área de Laurence e Yensen (1991), que se baseia na quantificação da distância da penetração da borda, com o objetivo de calcular a área central, não afetada pela borda, de um fragmento de tamanho ou formato qualquer.

A área correspondente à borda do fragmento recebe influência de fatores como vento, luminosidade, entrada de nutrientes trazidos pelos ventos, agrotóxicos, fogo e seus efeitos sobre a umidade e o estabelecimento das espécies, determina a composição de espécies diferenciadas em relação ao interior e à borda do fragmento (PIRES, 1995). Ou seja, as mudanças microclimáticas na borda dos fragmentos podem estimular alterações bióticas diretas, como por exemplo, mudanças na estrutura florestal da borda, uma vez que o crescimento, a mortalidade, a abundância e a distribuição das plantas, podem ser afetadas pelas mudanças abióticas (MURCIA, 1995).

2.12 Matriz

A matriz é um dos elementos fundamentais da paisagem, pois desempenha um papel dominante para o seu funcionamento e tem um maior grau de conexões entre os fragmentos. Sua definição é subjetiva, no entanto deve-se obedecer alguns critérios – área relativa, quando um tipo de elemento da paisagem é mais extenso que outros, deve-se considera-lo como matriz; conectividade, pois é o elemento mais conectado com as demais manchas; e controle da dinâmica, pois a matriz exerce um maior controle da dinâmica da paisagem, podendo predizer a configuração da paisagem futura (FORMAN; GODRON, 1986).

A matriz de uma paisagem pode ser definida como o seu elemento mais extensivo e conectado e que possui o papel dominante no funcionamento da paisagem (SOARES FILHO, 1998). Esta, por sua vez ocupa a maior extensão na paisagem e que, por esse motivo, tem maior influência no funcionamento dos outros ecossistemas (MCGARIGAL; MARKS, 1995). Em locais em que o processo de fragmentação foi significativo, ou seja, onde os ambientes estão alterados, a matriz em geral dificulta os

deslocamentos entre as manchas em função de sua permeabilidade e da capacidade de movimentação das espécies (MUCHAILH, 2007).

Segundo Sarcinelli (2006) a travessia de uma área não florestal depende da habilidade de dispersão e do comportamento migratório da espécie em questão, bem como a qualidade da matriz e da distância a ser percorrida para alcançar fragmento adjacente.

De acordo com Forman; Godron (1986) e Soares Filho (1998) a distinção de manchas e a matriz de uma paisagem consiste num grande desafio no estudo da ecologia da paisagem. Além de ter uma área mais extensa e com limites côncavos envolvendo outros elementos, a matriz também pode ser caracterizada pela sua maior conectividade e pelo seu controle preponderante no fluxo de energia e na dinâmica da paisagem. Portanto, se nenhum tipo de elemento da paisagem for predominante, o maior grau de conectividade indicará qual elemento corresponde à matriz.

2.13 Área nuclear ou central

A área central é definida como a área dentro de uma mancha além de uma distância especificada da borda. Logo, as métricas de área central refletem tanto a composição da paisagem quanto a sua configuração. Assim, como o índice de forma da paisagem (LSI), o significado principal da área central na determinação da natureza das manchas em uma paisagem está relacionado ao efeito de borda. A área central tem sido frequentemente citada pelos especialistas em áreas de florestas como sendo uma estimativa melhor da qualidade do habitat do que a área da mancha em si, pois ao contrário da área da mancha, ela é afetada pela forma da mancha (PEREIRA, 2001).

A área central é considerada uma medida muito mais forte (do ponto de vista de previsão) de qualidade de habitats por especialistas de áreas interiores, do que a área dos fragmentos. Esta é afetada pela forma, enquanto a área do fragmento não (considerando-se a área como invariável). Para se entender o problema das áreas centrais, pode-se pensar que certos fragmentos têm bastante área – o suficiente para manter uma dada espécie – mas não têm área central capaz de permitir uma manutenção daquela espécie (VOLOTÃO, 1998).

A área de um fragmento florestal é um importante aspecto que deve ser levado em consideração em abordagens que visam analisar a qualidade de uma determinada paisagem, pois este aspecto está envolvido diretamente com a capacidade de suporte de

um ambiente em abrigar maior riqueza de espécies controlando assim a densidade populacional da fauna e flora por meio das taxas de extinção (GROSS, 2017).

A área central é delimitada por meio do cálculo de uma área de amortecimento (buffer) negativa, ou seja, direcionado para dentro, e o tamanho dessa área corresponde à largura do efeito de borda admitido (LANG; BLASCHKE, 2009).

A área nuclear ou central é afetada pela forma, enquanto a área do fragmento não (considerando-se a área como invariável). Para entender o problema das áreas centrais, pode-se pensar que certos fragmentos têm bastante área, o suficiente para manter uma dada espécie, mas não têm área central capaz de permitir uma manutenção daquela espécie (VOLOTÃO, 1998).

As métricas de área central refletem tanto a composição quanto a configuração de uma paisagem e, na maioria dos casos, dependem de outros índices (densidade, número de fragmentos, índices de borda e de forma) para serem mais bem interpretados (MCGARIGAL; MARKS, 1995).

2.14 Ocupação e evolução do uso do solo

O processo de colonização da região norte do Paraná está diretamente ligado à expansão da cultura cafeeira que se efetivou em três zonas sucessivas: Norte Pioneiro (Norte Velho), Norte Novo e Norte Novíssimo; a zona Norte Pioneiro, na qual Bandeirantes está inserido, compreende desde a divisa nordeste com São Paulo até Cornélio Procópio e foi colonizada entre 1860 e 1925 (PERARO, 1978).

Até o ano 1920, o município de Bandeirantes era um sertão bruto, sendo habitado apenas por índios Caingangues. O primeiro explorador do território de Bandeirantes foi o engenheiro Carlos Borromei, a quem se deve a divisão das terras que formam hoje os municípios de Bandeirantes e Cornélio Procópio (IBGE, 1959).

Segundo Torezan (2002), a vegetação originalmente dominante no norte do Paraná era a floresta estacional semidecidual, a qual sofreu um processo intenso de fragmentação desde o século XIX, resultando numa paisagem composta por um mosaico de pequenos fragmentos, restando um percentual em torno de 2% a 4% da área antes ocupada por florestas.

Com a criação de várias algodozeiras no município de Bandeirantes, pós 1950, o município aumentou a produção de algodão atingindo o ápice em 1985 onde foram cultivados aproximadamente 9.500 hectares; a produção de algodão decaiu drasticamente a partir de 1992, sendo cultivado neste ano 7.000 ha e em 1997 apenas

para 2000 ha; a partir de 1998, praticamente, não houve plantio de algodão no município, predominando as culturas de cana-de-açúcar, milho e soja (IPARDES, 2013).

2.15 Código florestal e Novo Código florestal

O 1º Código Florestal foi criado em 1934, editado através do Decreto Federal nº 23.793 durante o governo de Getúlio Vargas, e tinha características preservacionistas, estabelecendo o uso da propriedade em função do tipo florestal remanescente (BRASIL, 1934). Este código também abordou o conceito de florestas protetoras em uma propriedade, no entanto, não indicava o tamanho dessas florestas, mas dando claras indicações da intenção de criar um conjunto de regras específicas para o meio ambiente (PERTILLE, *et al.*; 2017).

De acordo com o primeiro Código Florestal (Art.3º), as florestas são classificadas em quatro tipologias, quais sejam: “a) protetoras; b) remanescentes; c) modelo; d) de rendimento”. Quanto à conservação das florestas brasileiras, o Código Florestal de 1934 estabelece, em seu Art. 8º, que a conservação das florestas protetoras e remanescentes é considerada como perene e inalienável. Entretanto, o legislador colocou como única salvaguarda a situação do adquirente se obrigar “por si, seus herdeiros e sucessores, a mantê-las sob o regime legal respectivo [...]” (BRASIL, 1934).

O Código Florestal de 2012 após anos de debate e muita discussão política, foi publicado no Diário Oficial da União de 25 de maio de 2012, como a Lei 12.651/12 (Novo Código Florestal). A lei publicada é significativamente diferente daquela aprovada no Congresso Nacional, amplamente discutida e negociada na Câmara dos Deputados (BUENO, 2012).

O art. 3º do Novo Código Florestal traz o conceito de diversas áreas ambientais ou termos utilizados nos dispositivos de seu conteúdo.

1. Reserva Legal - área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa.
2. Área de Preservação Permanente - área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a

estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

3. Área Rural Consolidada - área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio.

4. Pequena propriedade ou posse rural familiar - aquela explorada mediante o trabalho pessoal do agricultor familiar e empreendedor familiar rural, incluindo os assentamentos e projetos de reforma agrária, e que atenda ao disposto no art. 3º da Lei 11.326, de 24 de julho de 2006.

5. Vereda - fitofisionomia de savana, encontrada em solos hidromórficos, usualmente com as palmáceas, sem formar dossel, em meio a agrupamentos de espécies arbustivo-herbáceas.

6. Nascente - afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água.

7. Olho d'água - afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente.

8. Várzea de inundação ou planície de inundação - áreas marginais a cursos d'água sujeitas a enchentes e inundações periódicas.

9. Pousio – prática de interrupção de atividades ou usos agrícolas, pecuários ou silviculturais, por no máximo 5 anos, em até 25% da área produtiva da propriedade ou posse, para possibilitar a recuperação da capacidade de uso ou da estrutura física do solo (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2012).

A proteção do meio ambiente natural continua sendo obrigação do proprietário mediante a manutenção de espaços protegidos de propriedade privada, divididos entre Área de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL), porém a grande novidade está, na verdade na implementação e na fiscalização desses espaços, agora sujeitos ao Cadastro Ambiental Rural (CAR) (BUENO, 2012).

2.16 Áreas de Preservação Permanente

A legislação ambiental brasileira contempla inúmeros dispositivos visando a preservação do meio ambiente, dentre eles: Constituição Federal, Código Florestal, Lei de Crimes Ambientais, Política Nacional de Meio Ambiente, dentre outras (LOUZADA, 2010).

Segundo o Art. 3º, II, da Lei 12.561/12 As áreas de preservação permanente são aquelas que devem ser mantidas intactas pelo proprietário ou possuidor de imóvel rural,

independentemente de qualquer outra providência ou condição em virtude da sua natural “função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (BRASIL, 2012).

Não houve grandes alterações do que eram as APP's sob a égide da Lei nº 4.771 e o que determina a Lei 12.561/12. Apenas algumas situações ficaram mais claras, tais como:

- a) ficou expressamente previsto que somente devem ser protegidas como APP's as faixas marginais dos cursos d'água naturais, eliminando a dúvida quanto aos regos e canais artificiais;
- b) a medição das faixas marginais de apps passou a ser da borda da calha do leito regular dos cursos d'água, deixando de ser a partir do nível mais alto em faixa marginal, como acontecia sob a égide da antiga lei, o que dificultava muito a sua delimitação;
- c) a situação dos lagos e lagoas naturais passou a ser expressamente definida por lei, o que não acontecia, ficando claro que, quanto aos reservatórios artificiais prevalece o disposto no respectivo licenciamento ambiental, que continua obrigatório para qualquer intervenção em curso d'água.
- d) importante mencionar o disposto no Art. 62, com disposição expressa quanto ao reservatórios artificiais de água destinados a geração de energia ou abastecimento público estabelecidos antes de 2001, cuja área de preservação permanente se estabeleceu na distância entre o nível máximo operativo normal e a cota máxima que deverá servir para regularizar muitas propriedades prejudicadas com a Resolução 302 do CONAMA.

Além das mencionadas APP's hídricas, de aplicação certamente generalizada, mantiveram-se, com alguns esclarecimentos, a proteção das encostas, dos topos de morros, restingas, manguezais, bordas de tabuleiros e chapadas e de altitude superior a 1800 metros.

A Medida Provisória fez muito bem em esclarecer que as áreas de preservação permanente em Veredas é a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado.

Sem prejuízo de serem áreas de preservação permanente as encostas, com declividade maior que 45°, foram declaradas de uso restrito, não passíveis de supressão da vegetação natural, as áreas com declividade entre 25° e 45°, garantida a manutenção

das atividades atualmente existentes, bem como da infraestrutura instalada (Art. 11 da Lei 12.651/12).

As áreas de preservação permanente (APP), ao longo dos cursos d'água eram faixas determinadas unicamente com base na largura do leito, enquanto que, no novo código, a largura dessas faixas marginais varia de acordo com o número de módulos fiscais (ANDRADE, 2014).

O Código Florestal (2012), no seu art. 4º, estabelece como áreas de preservação permanente:

I – as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

II – as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;

b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

III – as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

IV – as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;

V – as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;

VI – as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

VII – os manguezais, em toda a sua extensão;

VIII – as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

IX – no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;

X – as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;

XI – em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado.

2.17 Reserva Legal

As reservas legais foram inseridas em nossa legislação no Código Florestal de 1965, mas no Código anterior, de 1934, já havia um mecanismo para evitar o uso indiscriminado das florestas, embora sem uma preocupação específica com a biodiversidade. Determinava-se aos proprietários de terras com matas nativas a proibição de “abater mais de 75% da vegetação existente, exceto se fossem propriedades pequenas situadas próximas de florestas ou zona urbana, ou se transformassem a vegetação florestal heterogênea em homogênea” (BACHA, 1993).

De acordo com o novo Código Florestal (Lei 12.651/2012), reserva legal está no art. 3º, III, como: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa (BRASIL, 2012).

Segundo o novo código florestal (2012), a área de reserva legal deverá ser mantida e conservada pelos proprietários, possuidores ou ocupante a qualquer título, mas será admitido a exploração econômica através de manejos sustentáveis, onde serão adotadas práticas de exploração seletiva nas modalidades de manejo sustentável sem propósito comercial para consumo na propriedade e manejo sustentável para exploração florestal com propósito comercial estabelecidos pelo art. 20 do novo código florestal e previamente aprovados pelos órgãos competentes do Sistema Nacional de Meio Ambiente – Sisnama (BRASIL, 2012).

Vale observar que a Lei 12.651/12 manteve os mesmos percentuais de proteção do antigo Código Florestal, sendo importante destacar que as áreas de Reserva Legal poderão ser ampliadas pelo Poder Público federal em até 50% para cumprimento de metas nacionais de proteção à biodiversidade ou de redução de emissão de gases de efeito estufa quando ocorrer indicação do Zoneamento Ecológico-Econômico – ZEE estadual (FARIAS, 2019).

O Código vigente a partir de 2012 não alterou a área que o proprietário rural deve manter com cobertura vegetal nativa a título de RL. O § 8º do art. 16, do Código Florestal revogado (Lei nº 4.771/1965), após redação dada pela Medida Provisória nº 2.166-67/2001, determinava que a área de RL deveria ser averbada à margem da inscrição de matrícula do imóvel, no registro de imóveis competente. O objetivo era mostrar os limites da reserva em um instrumento público, cujo acesso às informações fosse livre para quem tivesse interesse (STEPHANES, 2012).

Tamanha era a importância da averbação da RL no registro de imóveis que o Decreto Federal nº 6.686/2008 passou a tipificar como infração a não averbação da RL. Contudo, o Novo Código Florestal (Lei nº 12.561/2012) desobrigou a averbação à margem da matrícula do imóvel, o que pode ser observado em seu art. 18: Art. 18. A área de Reserva Legal deverá ser registrada no órgão ambiental competente por meio de inscrição no CAR de que trata o art. 29, sendo vedada a alteração de sua destinação, nos casos de transmissão, a qualquer título, ou de desmembramento, com as exceções previstas nesta Lei (BRASIL, 2012).

As áreas de Reserva Legal também continuam seguindo a mesma lógica da Lei de 1.965, alterada pela Medida Provisória 2.166/01. No Artigo 12. Fica definido que todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal, sem prejuízo da aplicação das normas sobre as Áreas de Preservação Permanente, observados os seguintes percentuais mínimos em relação à área do imóvel, excetuados os casos previstos no artigo 68 desta Lei: (Redação dada pela Lei nº 12.727, de 2012).

I – localizado na Amazônia Legal:

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

II – localizado nas demais regiões do País: 20% (vinte por cento).

Ainda, de acordo com o art. 17, §3º é obrigatória a suspensão imediata das atividades em área de reserva legal desmatada irregularmente após 22 de julho de 2008. Nas áreas de reserva legal desmatadas após 22 de julho de 2008, é obrigatória a desocupação e suspensão imediata de todas as atividades, esse prazo tem início a partir da publicação da lei 12.651 em 25 de maio de 2012, sendo necessário assim a sua recomposição que deve obedecer o previsto no Programa de Regularização Ambiental – PRA regulamentado pelo Decreto 8.235/2014 que estabeleceu no artigo 5º, § 3º o prazo máximo de vinte anos.

Ficando estabelecido a regularização imediata da Reserva Legal, independentemente de adesão ao PRA, conforme previsto no artigo 66:

Art. 66. O proprietário ou possuidor de imóvel rural que detinha, em 22 de julho de 2008, área de Reserva Legal em extensão inferior ao estabelecido no art. 12, poderá regularizar sua situação, independentemente da adesão ao PRA, adotando as seguintes alternativas, isolada ou conjuntamente:

I - recompor a Reserva Legal;

II - permitir a regeneração natural da vegetação na área de Reserva Legal;

III - compensar a Reserva Legal.

...

§ 2º A recomposição de que trata o inciso I do caput deverá atender os critérios estipulados pelo órgão competente do Sisnama e ser concluída em até 20 (vinte) anos, abrangendo, a cada 2 (dois) anos, no mínimo 1/10 (um décimo) da área total necessária à sua complementação.”

Ainda, para melhor entendimento devemos analisar o art. 67 da referida lei:

Art. 67. Nos imóveis rurais que detinham, em 22 de julho de 2008, área de até 04 (quatro) módulos fiscais e que possuam remanescente de vegetação nativa em percentuais inferiores ao previsto no art. 12, a Reserva Legal será constituída com a área ocupada com a vegetação nativa existente em 22 de julho de 2008, vedadas novas conversões para uso alternativo do solo.

Antes de explanar as mudanças que este artigo trouxe aos pequenos proprietários, devemos entender o que é um módulo fiscal: é uma unidade de medida de

área expressa em hectares, que são determinadas de forma diferente para cada município do Brasil, onde leva-se em conta suas particularidades, o tipo de produção agrícola predominante, renda e outros fatores, sendo definido por uma área mínima em que uma propriedade possa produzir de forma que se mantenha economicamente viável. Esses módulos fiscais foram fixados através de Instruções Especiais que foram expedidas pelo INCRA.

2.18 CAR - Cadastro Ambiental Rural

A implantação do Cadastro Ambiental Rural (CAR) pelo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) desobrigou a averbação da reserva legal no registro de imóveis. Agora os proprietários de imóvel com RL conservada e inscrita no CAR cuja área ultrapasse o mínimo exigido pela lei 12.651/2012, poderá utilizar a área excedente para Cota de Reserva Legal, sem a necessidade da averbação (BRASIL, 2012).

O Cadastro Ambiental Rural é o primeiro passo para a adesão aos Programas de Regularização Ambiental - PRA, a serem coordenados pelo Governo Federal e os Estados. Neste, o cálculo de quanto cada produtor deve em termos florestais, possibilita que os pequenos se tornem os maiores beneficiados.

Quanto à natureza do CAR, cumpre esclarecer que é um ato declaratório obrigatório (art. 6º, Decreto nº 7.830/2012) que todo proprietário, possuidor rural, ou representante legalmente constituído deve fazer no prazo de um ano (art. 6º, §2º, Decreto nº 7.830/2012) contado a partir do dia 06/05/2014, quando foi implantado (art. 64 da IN nº 02/2014 do MMA). Porém, desde então, o prazo para a realização do CAR já passou por várias prorrogações e, com a Lei nº 13.335/2016, o prazo para a realização do CAR, foi estendido para 31 de Dezembro de 2017, prazo este que é válido apenas para os pequenos produtores rurais e agricultores familiares, com área de até quatro módulos fiscais. O Novo Código Florestal não alterou o conceito de averbação da RL, somente garantiu direito a sua gratuidade (§4º, art. 18, BRASIL, 2012).

2.19 Serviços ambientais

São definidos como serviços ambientais aqueles prestados por diversos agentes econômicos para conservação e/ou recuperação dos recursos naturais, podendo ser destacados a conservação e tratamento natural dos recursos hídricos, preservação e conservação da biodiversidade, a proteção do solo contra a erosão, a manutenção das florestas entre outros (MILLENIUM, 2005). Em outras palavras, são benefícios gerados

através das ações humanas de manejo nos sistemas naturais (TÔSTO; *et al.*, 2012). Muradian *et al.*, (2010) complementa ainda que, os serviços ambientais oferecem associações benéficas de gestões dos ecossistemas, como agricultura sustentável e gestão de paisagens rurais.

Pagamentos por Serviços Ambientais – PSA estão sendo discutidos em âmbito global, tendo sido apontados como promissores instrumentos para gestão ambiental em diferentes escalas. Experiências pioneiras como, por exemplo, o esquema nacional de PSA na Costa Rica ou mecanismos locais em várias microbacias hidrográficas na região andina apontam que PSA podem ser uma alternativa efetiva e economicamente eficaz para complementar tradicionais instrumentos de comando e controle que ainda dominam a política ambiental da região (SERÔA DA MOTTA *et al.*, 1996; SOUTHGATE ; WUNDER, 2007).

A partir de 2000, iniciou-se no Brasil uma discussão mais intensa sobre o potencial de PSA com o lançamento do programa Proambiente, cuja experiência pioneira em várias localidades da região amazônica mostrou uma série de barreiras a serem superadas na implementação de esquemas de PSA na Amazônia (HALL, 2007). Desde então, vários projetos de lei foram propostos visando à inclusão de PSA no portfólio de instrumentos de política ambiental do país.

Além dos serviços ambientais trazerem benefícios diretos e indiretos providos do sistema natural, existe também os benefícios monetários que se pode adquirir do manejo sustentável. Exemplo disso é o pagamento por serviços ambientais (PSA), que tem como objetivo, estimular a conservação dos atributos naturais com a estratégia de compensar financeiramente os agentes (públicos e privados) que praticarem manejos sustentáveis.

Wünder *et al.*, (2008) afirmam que o mecanismo do PSA é um instrumento auxiliar eficaz de gestão ambiental e inclusão social, quando inserido nos propósitos políticos ambientais. A atual legislação florestal confere no Art. 41 a possibilidade de pagamentos ou incentivos por serviços ambientais prestados, de forma monetária ou não (BRASIL, 2012). Através dessa iniciativa legal, proprietários rurais poderão usufruir de uma renda extra, além é claro, de estar contribuindo com a melhoria dos atributos ecológicos de sua região.

2.20 Serviços ecossistêmicos

Daily (1997) define serviços ecossistêmicos como condições e os processos através dos quais os ecossistemas naturais e as espécies que a compõem, sustentam e preenchem a vida humana. Andrade; Romero (2010) complementam afirmando que os serviços ecossistêmicos são definidos como os benefícios diretos e indiretos, provenientes do funcionamento dos ecossistemas, apropriados pelo ser humano, ou seja, quando apresentam possibilidade/potencial de serem utilizados para fins humanos, porém, sem a interferência do homem.

Segundo o Millennium (2005), os serviços ecossistêmicos são classificados em quatro categorias:

- 1) Serviços de provisão - relacionados com a capacidade dos ecossistemas em prover bens, sejam eles alimentos (frutos, raízes, pescado, caça, mel), matéria-prima para a geração de energia (lenha, carvão, resíduos, óleos), fibras (madeiras, cordas, têxteis), fitofármacos, recursos genéticos e bioquímicos, plantas ornamentais e água;
- 2) Serviços reguladores - benefícios obtidos a partir de processos naturais que regulam as condições ambientais que sustentam a vida humana, como a purificação do ar, regulação do clima, purificação e regulação dos ciclos das águas, controle de enchentes e de erosão, tratamento de resíduos, desintoxicação e controle de pragas e doenças;
- 3) Serviços culturais - relacionados com a importância dos ecossistemas em oferecer benefícios recreativos, educacionais, estéticos e espirituais;
- 4) Serviços de suporte - processos naturais necessários para que os outros serviços existam, como presença de diversidade biológica, a ciclagem de nutrientes, a produção primária, a formação de solos, a polinização e a dispersão de sementes.

Atualmente tem crescido a ideia de valorar os serviços ecossistêmicos, justamente por reconhecê-los como essenciais na manutenção da vida na Terra, sua importância econômica e o bem-estar humano (TÔSTO, 2010).

Segundo Gomez-Baggethun *et al.*, (2010), as práticas agrícolas, representam uma forma de gestão sistemática de seus atributos, não somente a qualidade e a quantidade dos produtos são importantes, mas também o manejo dos componentes naturais que cada tipo de ambiente oferece. Por isso é necessário a compreensão da dinâmica dos serviços ecossistêmicos, buscando assim a maneira mais sustentável de gestão. Atualmente a estrutura de serviços ecossistêmicos é amplamente estudada de forma a entender como as práticas agrícolas podem impactar os ecossistemas, e vice-versa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, D. C. DE. **Análise da fragilidade e do conflito de uso do solo em área de recarga do Aquífero Guarani**. Dissertação de Mestrado, Bandeirantes-PR, 2014.

ANDRADE, D. C., ROMEIRO, R. A. **A utilização dos instrumentos de política ambiental para a preservação do meio ambiente: o caso dos Pagamentos por Serviços Ecossistêmicos (PSE)**. Revista Economia Ensaios. v. 24, n. 1, 2010.

AZEVEDO, D. G.; GOMES, R. L.; DE MORAES, M. E. B. **Estudos da fragmentação da paisagem na definição de áreas prioritárias para a recuperação ambiental da bacia hidrográfica do rio Buranhém**. Boletim de Geografia, v. 34, n. 2, p. 127, 2016. Disponível em: <http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/25554>. Acesso em: 18 de abr. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/bolgeogr.v34i2.25554>

BACHA, C. J. C. **A dinâmica do desmatamento e do reflorestamento no Brasil**. (Tese de Livre – Docência). ESALQ/USP. Set. 1993.

BRASIL. **Decreto Federal nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934**. Decreta o Código Florestal. Brasília, DF, 1934.

BRASIL, **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC. 2000. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7661.htm. Acesso em 20 out. 2021.

BRASIL. **Lei 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 maio 2012.

BOIN, M. N.; MARTINS, P. C. S.; MIRANTE, M. H. P. **Geotecnologias aplicadas às questões ambientais**. 2. ed. Tupã: ANAP, 2017.

BUENO, F. G. **O novo código florestal entenda ponto-aponto 2012**. Disponível em: <http://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/agronegocio/106770-o-novo-codigo-florestal--entenda-ponto-a-ponto--na-analise-do-escritorio-csmg.html>. Acesso em: 26 ago. 2020

CALEGARI, L. ; MARTINS, S. V.; GLERIANI, J. M.; SILVA, E.; BUSATO, L. C. **Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal**. Revista Árvore, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 871-880, 2010.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Informativo Online**. Disponível em: <http://www.2camara.gov.br/>. Acesso em: 02 jun. 2021

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V.; DAVIS, C.; MEDEIROS, J. S. de. **Fundamentos epistemológicos da ciência da Geoinformação. (Ed.). Introdução à ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. p. 16. Publicado como:

INPE-8565-PRE/4309. Disponível na biblioteca digital URLib: <http://mtc12.sid.inpe.br/rep/sid.inpe.br/sergio/2004/04.19.14.42>. Acesso em: 24 nov. 2020.

CAMPOS, M.; ASSIS L. S. de; GIRÃO, V, J. **Manejo de fragmentos florestais degradados** – Campinas (SP): The Nature Conservancy, 2019. 172 p. Bibliografia: p. 147-171 ISBN 978-85-60797-32-5

CANTINHO, R. Z. **Definição de áreas prioritárias para restauração Florestal no Vale do Paraíba**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. São José dos Campos-SP, 2010.

CARRÃO, H.; CAETANO, M.; NEVES, N. LANDIC – **Cálculo de indicadores de paisagem em ambiente SIG**. In: Encontro de utilizadores de Informações Geográficas (ESIG), 6., 2001. Anais Oeiras – Portugal, 2001.

CASIMIRO, P. C. **Estrutura, composição e configuração da paisagem: conceitos e princípios para a sua quantificação no âmbito da ecologia da paisagem**. Revista Portuguesa de Estudos regionais, Angra do Heroísmo-Portugal, nº. 20, p. 75-99, 2009.
COLLINGE, S. K. **Ecology of fragmented landscapes**. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland. 2009.

CONTE, I. I.; BOFF, L. A. **As crises mundiais e a produção de alimentos no Brasil**. Acta Scientiarum: Human and Social Sciences, v.35, n.1, p.49-59, 2013.

COSTA, V.; CONCEIÇÃO, R. S. **Cartografia e geoprocessamento**. Vol 02, Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 264 p. 2013.
CROOKS, K. R.; SANJAYAN, M. (eds.). **Connectivity Conservation**. Cambridge University Press, 710 p. 2006.

DIAMOND, J. M. **The island dilemma: lessons of modern biogeography studies for the design of natural reserves**. Biological Conservation, v. 7, p. 129-146, 1975.

ESCOBAR, F. B. **Padrões estruturais fitossociológicos e áreas potenciais para corredores ecológicos na bacia do puraquequara Manaus - AM**. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.

DAILY, G. C. **Introduction: what are ecosystem services**. In: Daily, G.C. (Ed.), *Nature's Services*. Island Press, Washington, DC, p. 1–10, 1997.

FARIAS, T. A.; **Reserva Legal Ambiental no novo Código Florestal**. Revista Consultor Jurídico, 2019.

FARINA, A. **Principles and methods in landscape ecology**. London: Chapman & Hall 1998.

FERNANDES, M. et al. **Ecologia da Paisagem de uma Bacia Hidrográfica dos Tabuleiros Costeiros do Brasil**. Floresta e Ambiente, v.24, e00025015, 2017.

FERREIRA, R. S., **Viabilidade de um Segmento Espacial Dedicado ao Monitoramento da Floresta Amazônica** – Brasília-DF, 85p. 2018.

FIGUEIREDO, D. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto**. São Paulo, 2005. Disponível em: Acesso em 12 de nov. de 2020.

FORMAN, R. T.; GODRON, M. **Landscape Ecology**. Ed. John Willey, Nova Iorque, 619 p., 1986.

FORMAN, R. T. T. **Land Mosaics: The ecology of landscapes and regions**. Cambridge University Press. 1995.

GOMES, J.; VELHO, L. **Computação Gráfica: Imagem**. Rio de Janeiro: IMPA, 2002.

GOMEZ-BAGGETHUN, E.; GROOT, R.; LOMAS, P. L.; MONTES, C. **The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes**. Ecological Economics. v. 69, p. 1209–1218, 2010.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. **Processamento Digital de Imagens**. 2ª edição, Editora Edgard Blücher, São Paulo, 2010.

GROSS, M. **Brazil's fragmented forests**. *Current Biology*, v. 27, n. 14, p. 681–684, 2017.

HALL, A. **From Fome Zero to Bolsa Família: Social policies and poverty alleviation under Lula**. *Journal of Latin American Studies*, v. 38, p. 689-709, 2006.

HARRIS, L. D.; ATKINS, K. **Faunal movement corridors in florida**. *Landscape Linkages and Biodiversity*, 1991.

HAWKINS, V; SELMAN, P. **Landscape scale planning: exploring alternative land use scenarios**. *Landscape Urban Planning*, Amsterdam, v.60 , p. 211-224, 2002.

HENTZ, A. M.; CORTE, A P.; DOUBRAWA, B.; SANQUETTA, C. R.; **Avaliação da fragmentação dos remanescentes florestais da Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu - PR**, Brasil. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 11 n. 21, p. 2842-2858, 2015.

HILTY, J. A.; LIDICKER, W. Z.; MERENLENDER, A. M. **Corridor Ecology: the science and practice of linking landscapes for biodiversity conservation**. Island Press, 2006. 325 p.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Enciclopédia dos Municípios Brasileiros**. Rio de Janeiro. v. XXXI. 1959.

IPAM - INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. **Código Florestal: por um debate pautado em ciência**. LIMA, A.; BENSUSAN, N.; RUSS, L. 2014.

IPARDES (Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social). **Base de Dados do Estado**. 2013. Disponível em: Acesso em: 16 março de 2021.

JESUS, E. N.; FERREIRA, R. A.; ARAGÃO, A. G.; SANTOS, T. I. S.; ROCHA, S. L. **Estrutura dos Fragmentos Florestais da Bacia Hidrográfica do Rio Poxim-SE, Como Subsídio à Restauração Ecológica.** Revista Árvore, Viçosa, v. 39, n. 3, p. 467-474, jun. 2015. Disponível em: . Acesso em: 14 abr. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000300007>

JUVANHOL, R. S.; FIEDLER, N. C.; SANTOS, A. R.; PIROVANI, D. B.; LOUZADA, F. L. R. O.; DIAS, H. M.; TEBALDI, A. L. C. **Análise Espacial de Fragmentos Florestais: caso dos Parques Estaduais de Forno Grande e Pedra Azul, Estado do Espírito Santo.** Floresta e Ambiente, Rio de Janeiro, v. 18, n. 4, p. 353-364, 2011.

KRAGT, M. E.; ROBERTSON, M. J. **Quantifying ecosystem services trade-offs from agricultural practices.** Ecological Economics. v. 102, p. 147-157, 2014.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG.** Tradução: Hermann Kux, São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

LAURENCE, W. F.; YENSEN, E. **Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats.** Biological Conservation, California, v. 55, n. 1, p. 77-92, 1991.

LIU, J. J.; SLIK, J. W. F. **Forest Fragment spatial distribution matters for tropical tree conservation.** Biological Conservation, v. 171, p. 99–106, 2014

LIU, T.; YANG, X. **Monitoring land changes in an urban area using satellite imagery, GIS and landscape metrics.** ELSEVIER. Applied Geography n. 56.42 – 54. 2015.

LOUZADA, F. L. R. de O.; SANTOS, A. R. dos; SILVA, A. G. da. **Delimitação de corredores ecológicos no ArcGIS 9.3.** 1. Ed. Alegre: CAUFES, V. 91, 2010.

MAGUIRE, D.; GOODCHILD, M.F.; RHIND, D.W. **Geographical Information Systems.** Longman Scientific & Technical, Vol. 1 e 2, NY, 1993.

MAILLARD, P. **Introdução ao processamento digital de imagens.** Belo Horizonte-MG: Universidade Federal de Minas Gerais. 2001.

MARQUES FILHO, O; VIEIRA NETO, H. **Processamento digital de imagens.** Rio de Janeiro: Brasport, 1999.

MARCHESAN, J. **Análise espacial da fragmentação florestal em áreas do bioma Mata Atlântica utilizando linguagem R.** Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós graduação em Engenharia Florestal, RS, 2017.

MCGARIGAL, K., MARKS, B. J. **FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying categorical maps.** Forest Science Department, Oregon State University, Corvallis, 1995, 112p.

MEFFE, G. K.; CARROLL, C. R. **Principles of Conservation Biology**. Sinauer Associates, 1997. 600 p.

METZGER, J. P. **Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v.71, n.3, p.445-463, 1999.

METZGER, J. P. **O que é Ecologia de Paisagens**. Biota neotropica, v.1, n.1, p. 1-9, 2001.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MA). **Ecosystem and Human Well-Being: Synthesis**. Island Press, Washington, DC. 2005.

MORAES, R. M., **Sensoriamento Remoto e Classificação de Imagens**. Departamento de Estatística - CCEN – UFPB, campus I - João Pessoa, 1999.

MORAES, M. E. B. de et al. Análise métrica da paisagem na microbacia do rio água preta do mocambo, Uruçuca, sul da Bahia. **REDE – Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 9, n. 1, p.62-72, jan./jun. 2015. Disponível em: <<http://www.revistarede.ufc.br/revista/index.php/rede/article/download/282/73>>. Acesso em: 10 nov. 2020.

MUCHAILH, M.C. **Análise da paisagem visando à formação de corredores de biodiversidade**. Estudo de caso da porção superior da bacia do rio São Francisco Falso, Paraná. Curitiba, 2007.

MURADIAN, R.; CORBERA, E., PASCUAL, U.; KOSOY, N.; MAY, P. H. **Reconciling theory and practice: An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services**. Ecological Economics, Amsterdam, n. 69, p. 1202-1208, 2010.

MURCIA, C. **Edge effects in fragmented Forest: implications for conservation**. Tree, Columbia, v.36, n. 2, p. 58-62, 1995.

NOSS, R. F. **Corridors in real landscapes: a reply to Simberloff & Cox**. Conservation Biology, v. 1, p. 159-164, 1983.

NOSS, R. F.; HARRIS, L. D. **Nodes, networks, and mums - preserving diversity at all scales**. Environmental Management, v. 10, n. 3, p. 299-309, 1986.

NOSS, R. F., **Beyond Kyoto: forest management in a time of rapid climate change**. Conservation Biology, v.15, n. 3, p. 578-590, 2001

NOVO, F. J. P.; LEÃO, E. M. de M. **Introdução ao sensoriamento remoto**. INPE - São José dos Campos, 2001.

NUCCI, J.C. **Origem e desenvolvimento da ecologia e da ecologia da paisagem**. Revista Eletrônica Geografia, v. 2 (1), p.77-99, 2007.

ODUM, E. P. **Ecologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 434 p., 1983.

OLIVEIRA, L. T. **Caracterização da fragmentação florestal para produção de Sementes no entorno Capixaba do Parque Nacional do Caparaó**, Jerônimo Monteiro- ES. 55p., 2011.

OLIVEIRA, L. S.; SOUZA, R. M. **Análise Geoecológica a Paisagem Costeira do município de Aracaju/Sergipe**. RA'E GA (UFPR), v. 42, p. 86-103, 2017.

PERARO, M. A. **Estudo do povoamento, crescimento e composição da população do norte do Paraná de 1940 a 1970. 1978**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

PEREIRA, J. L. G.; BATISTA, G. T.; THALÊS, M. C.; ROBERTS, D. A. VENTURIERI, A. **Métricas da Paisagem na caracterização da evolução da ocupação da Amazônia**. GEOGRAFIA, Rio Claro, Vol. 26(1): 59-90, abril 2001.

PERTILLE, C. C.; GERBER, D.; FARIA, A. B. C.; BRUN, E. J. **Estudo Comparativo das Diretrizes dos Códigos Florestais de 1965 e 2012**. Extensão Rural, DEAER – CCR – UFSM, Santa Maria, v.24, n.2, abr./jun. 2017.

PIRATELLI, A. J.; FRANCISCO, M. R. **Biologia da conservação: dos conceitos às ações**. Technical Books, p. 103-115. Rio de Janeiro, 2013.

PIRES, J. S. R. **Análise ambiental voltada ao planejamento e gerenciamento do ambiente rural: abordagem metodológica aplicada ao município de Luiz Antonio – SP**. 1995. 202 p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade de São Carlos, São Carlos, 1995.

PIROVANI, D. B. **Fragmentação florestal, dinâmica e ecologia da paisagem na bacia hidrográfica do Rio Itapemirim, ES**. 121p. Dissertação (mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro – Es, 2010.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento remoto da vegetação**. Oficina de Textos, 2015.

RAMBALDI, D. M., OLIVEIRA, D. A. S. **Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. MMA/SBF, Brasília. 510p, 2003.

ROCHA, J. G. **Modelagem de conhecimento e métricas de paisagem para identificar e analisar padrões espaciais em ambiente de caatinga**. 2011. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

RODRIGUES, C. F. A.; RUSCHEL, A. R.; MENDES, F. S.; CARNEIRO, F. S.; SANTOS, J. C. DOS; SOUSA, M. A. R. **Fitossociologia e análise temporal do fragmento florestal urbano Capoeira do Black, Belém, Pará**, Research, Society and Development, v.10, n.2, e 11010212301, 2021.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das paisagens: uma visão geossitêmica da análise ambiental**. 2 ed. Fortaleza: Edições UFC, 222 p. 2007.

ROSA, R.; BRITO, J.L.S.; **Introdução ao Geoprocessamento: Sistema de Informações Geográficas**. Uberlândia-MG, EDUFU. 104p, 1996.

SALLES, A. T.; FILHO, M. V.; FLORENZANO, T. G. **Monitoramento da cobertura vegetal e do uso do solo da reserva indígena Caarapó-MS, através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento**. Multitemas, n. 12, 2016.

SANTOS, A. R. EUGENIO, F. C.; FIGUEIREDO, A. C. **Uso da geotecnologia para análise temporal da cobertura florestal**. Cerne, Lavras, v. 22, n. 1, p. 11-18, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/01047760201622011935>

SANTOS FILHO, P. S. **Fragmentação de habitats: implicações para a conservação in situ**. O ecologia Brasiliensis, v. 1., n. 1, p. 365-393, 1995.

SANTOS, B. B. N. DOS, **Combinando ecologia de paisagens e ecologia do movimento para entender conectividade e processos ecológicos/** Bernardo Brandão Niebuhr dos Santos - (Tese de Doutorado) Universidade Estadual Paulista Rio Claro, 213 p. 2018.

SANTOS, J. T. S.; PENA, H. W. A. **Geoprocessamento aplicado a ecologia da paisagem: Uma análise da dinâmica espacial da Ilha do Papagaio – Pa, Amazônia Brasil**. Observatorio Iberoamericano del desarrollo local y la economía social, Revista académica, editada y mantenida por el Grupo EUMED.NET de la Universidad de Málaga ISSN: 1988-2483 Año 5 – Nro.11 – Diciembre de 2011.

SARCINELLI, T. S. **Representatividade ambiental e fragmentação florestal em áreas dominadas por plantios homogêneos: uma proposta para o arranjo espacial de fragmentos florestais**. 2006. Dissertação (Mestrado em solos e nutrição de plantas). Universidade Federal de Viçosa- UFV. Viçosa, 2006.

SCHIER, R. A. **As concepções da paisagem no código florestal**. Curitiba. 2003 a. 117 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

SERÔA da MOTTA, R.; RUITENBEEK, J.; HUBER, R. **Uso de instrumentos econômicos na gestão ambiental da América Latina e Caribe: lições e recomendações**. IPEA, 1996.

SILVA, B. B. **Aplicações Ambientais Brasileiras de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto**. Embrapa Algodão-Livros científicos (ALICE), 2013.

SILVA M. S. F., SOUZA R. M. **Spatial patterns of forest fragmentation in the Flona Ibura - Sergipe**. Mercator 2014; 13(3): 121-137. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-22012014000300121> Acesso em: 18 de Abr. 2021. <http://dx.doi.org/10.4215/RM2014.1303.0009>.

SILVA, F. J. L. T.; ROCHA, D. F.; AQUINO, C. M. S. de. **Geografia, geotecnologias e as novas tendências da geoinformação: indicação de estudos realizados na região Nordeste**. InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade, v. 2, n. 6, p. 176–197, 2017.

SIQUEIRA M. N.; CASTRO S. S.; FARIA K. M. S. **Geografia e Ecologia da Paisagem: pontos para discussão** Soc. & Nat., Uberlândia, 25 (3): 557-566, set/dez/2013.

SOARES FILHO, B. S. **Análise de Paisagem: Fragmentação e mudanças**. Departamento de Cartografia, Centro de Sensoriamento Remoto – Instituto de Geociências – UFMG, 1998.

SOUTHGATE, D.; WUNDER, S. **Paying for watershed services in Latin America: A review of current initiatives**. Sustainable Agriculture and Natural Resource Management Collaborative Research Support Program (SANREM CRSP) and Office of International Research, Education, and Development (OIRE), Virginia Tech, 2007.

SOUZA, R. B. **Sensoriamento remoto: conceitos fundamentais e plataformas**. centro regional sul de pesquisas espaciais. INPE, 2010.

SOUZA, S. O. **Geotecnologias aplicadas à análise espaço tempo do uso e da ocupação da terra na planície costeira de Caravelas (BA)**. Boletim Goiano de Geografia, v. 35, n. 1, p. 71–89, 2015.

SPAROVEK, G.; BARRETTO, A.; KLUG, I.; PAPP, L.; LINO, J. **A revisão do Código Florestal brasileiro**. Novos Estudos (CEBRAP), v. 89, p. 111-135, mar. 2011.

STEPHANES, R. **Código Florestal: a lei e considerações**. Brasília: Editora Brasília, 2012.

TOREZAN, J. M. **Nota sobre a vegetação do rio Tibagi**. In: MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O. A.; PIMENTA, J. A. (eds) Abacia do rio Tibagi. Londrina, 2002, p.103-107.

TÔSTO, S. G. **Sustentabilidade e valoração de serviços ecossistêmicos no espaço rural do município de Araras, SP**. Tese de Doutorado. Instituto de Economia, UNICAMP, Campinas, p.217. 2010.

TÔSTO, S.G; PEREIRA, L.C; MANGABEIRA, J.A.C. **Serviços ecossistêmicos e Serviços ambientais: Conceitos e importância**. EcoDebate, Cidadania e Meio ambiente, 2012.

TÔSTO, S. G. RODRIGUES, C. A. G.; BOLFE, E. L.; BATISTELLA. M. **Geotecnologias e Geoinformação : o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 248 p. Brasília - DF: Embrapa, 2014.

TURNER, M. G.; O'NEILL, R. V.; GARDNER, R. H.; MILNE, B. T. **Effects of changing spatial scale on the analysis of landscape pattern**. Landscape Ecology. V. 3. n. 3/4. 1989. p. 153- 162.

VALENZUELA, G. B., **Análise Multi-Temporal da Fragmentação da Paisagem da Região Metropolitana de Aracaju**. Dissertação (Mestrado) – UFPE. CTG. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 76 p. 2018.

VIEIRA, M. W.; CARAUTA, J. P. P.; DELGADO, W. A. **Restauração de Áreas Semidegradadas Através da Implantação de Corredores Ecológicos.** In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 5., 2002, Lavras. Anais. Lavras: UFLA, 2002. p.160-164.

VOLOTÃO, C. F. S. **Trabalho de análise espacial: métricas do Fragstats.** São José dos Campos: INPE. 1998. 45 p.

WILSON, E. O.; WILLIS, E. O.; CODY, M. L.; DIAMOND, J. M. **Applied biogeography. In: Ecological structure of species in communities.** (eds.) Cambridge, Mass., Harvard University Press, p. 522-534, 1975.

WUNDER, S.; BÖRNER, J.; TITO, M. R.; PEREIRA, L. **Pagamentos por Serviços Ambientais: perspectivas para a Amazônia Legal.** Brasília: MMA, 2008.

Fragmentos florestais e métricas de ecologia da paisagem no município de Bandeirantes - Pr

1. INTRODUÇÃO

Tendo em vista que vivemos em um mundo de constante mudança, no qual ambientes inalterados são frequentemente reduzidos a manchas menores de vegetação, é de extrema importância entender as implicações da fragmentação de habitat na conservação da biodiversidade (CAMPOS *et al.*, 2019).

A perda de um habitat em si não resulta necessariamente em fragmentação, mas a perda de uma mancha em uma matriz maior em que esta encontrava-se inserida faz com que as manchas remanescentes tornem-se mais isoladas entre si e permeadas por uma matriz de habitat desfavorável (TONETTI *et al.*, 2019), podendo resultar em perda de biodiversidade e aumentos na vulnerabilidade ecológica de fragmentos florestais (SANTOS *et al.*, 2016).

A legislação brasileira tem sido de fundamental importância para a redução da degradação ambiental, uma vez que envolve os atores sociais em diversas ações relativas à restauração de ecossistemas degradados. Isso coloca o Brasil em posição pioneira entre os países que almejam harmonizar a produção econômica, o crescimento e a conservação da biodiversidade (CALMOM *et al.*, 2011).

Originalmente o estado do Paraná possuía 85% de sua área coberta por formações florestais (MAACK, 1981). A vegetação dominante do norte do Paraná (Floresta Estacional Semidecídua) sofreu um processo intenso de fragmentação e perda de habitat resultando numa paisagem composta por um mosaico de pequenos fragmentos (TOREZAN, 2002).

O desenvolvimento de estratégias, metodologias e tecnologias para a restauração de fragmentos, considerando o contexto da conectividade, tem se mostrado uma tendência entre pesquisadores e especialistas (CAMPOS *et al.*, 2019).

A busca de conhecimento ecológico sobre os fragmentos florestais de uma área permite aplicar a gestão ambiental correta quanto ao manejo florestal, este podendo ser estudado pela Ecologia da Paisagem, através da cartografia de uso e cobertura das terras. Dessa forma, a avaliação da paisagem torna-se importante para diagnosticar os

problemas atuais, estimar influências futuras e apontar as mudanças necessárias para manter o equilíbrio natural (CALLEGARI, 2010).

Com o aporte de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) e de técnicas de Sensoriamento Remoto (SR) tornou-se possível calcular os índices espaciais utilizados em Ecologia da Paisagem, que são capazes de descrever o nível de uniformidade ou fragmentação da paisagem (FERNANDES *et al.*, 2017). Esse tipo de análise pode permitir a realização de estudos da paisagem relacionados à biodiversidade, os quais não seriam possíveis de serem realizados somente em campo (SOUZA *et al.*, 2014).

A aliança entre o geoprocessamento e a Ecologia da paisagem é uma ferramenta importante para auxiliar na compreensão de padrões espaciais ecológicos. Desta maneira, é preciso estabelecer a escala espacial e temporal com afinco. Em noções e conceitos de tratamento de dados espaciais, a investigação pode perpassar por três linhas: modelagem cartográfica, matemática e métodos estatísticos (REIS; NISHYAMA, 2017).

Saito *et al.* (2016), em estudo sobre análise temporal da cobertura florestal, concluíram que as métricas de paisagens associadas à mineração de dados são eficazes para aumentar aplicabilidades de dados de Sensoriamento Remoto, sendo importante estratégia para tomadas de decisões.

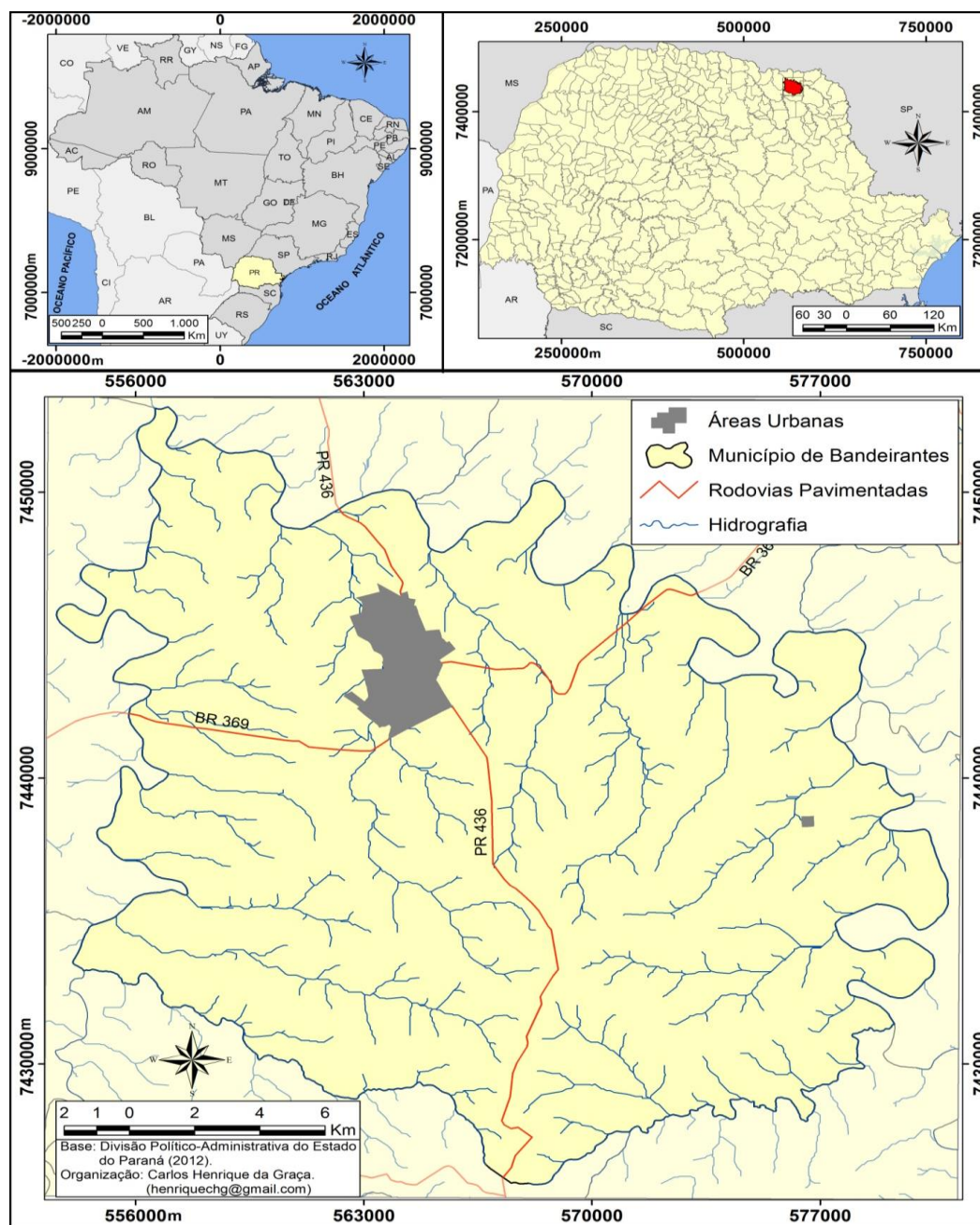
Deste modo, o presente estudo teve como objetivo analisar quantitativamente a evolução temporal dos fragmentos florestais da paisagem no período correspondente aos anos 1970 e 2012 (42 anos) do município de Bandeirantes Paraná, utilizando Métricas de Ecologia da Paisagem, comparando os resultados das métricas quanto a sua capacidade de demonstrar causas e consequências da fragmentação florestal. Complementarmente, objetiva-se oferecer subsídio ao planejamento de futuras medidas de manejo, intervenções ou técnicas que busquem promover a conservação, recuperação e o desenvolvimento sustentável no território avaliado.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Localização e caracterização da área de estudo

A área de estudo localiza-se no município de Bandeirantes - PR, situado entre as coordenadas 50°25'44" a 50°16'43" W e 23°14'05" a 23°05'59" S (Figura 4). O clima da região é classificado como Cfa (subtropical) com verões quentes e chuvosos e baixa

frequência de geadas. A região apresenta precipitação média anual em torno de 1600 a 1800 mm e umidade relativa do ar entre 75 e 80% (CAVIGLIONE *et al.*, 2010).

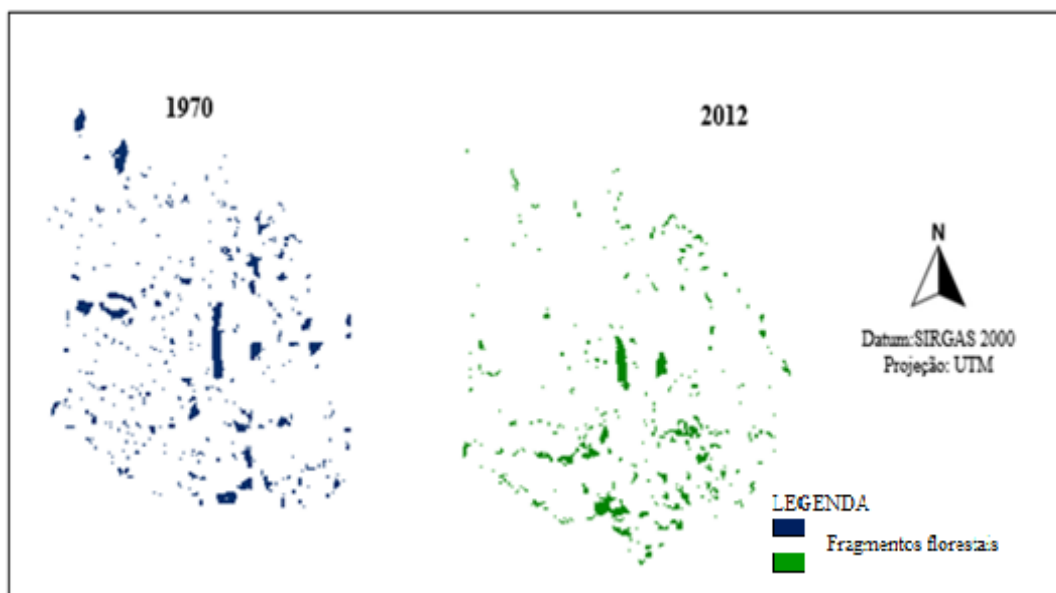


Fonte: Pavelhão, 2015.

Figura 4. Mapa de localização da área de estudo no município de Bandeirantes.

Para a realização das análises da área de estudo, foram utilizadas imagens do ano 1970 e 2012 (Figura 5), que encontram-se disponíveis no banco de dados do Laboratório de Geomática do Centro de Ciências Agrárias do *campus* Luiz Meneghel,

Bandeirantes Paraná, as imagens fazem parte de um acervo de ortofotografia de propriedade do Professor Luiz Carlos Reis.



Fonte: Reis, 2012 (adaptado pela autora).

Figura 5: Área dos fragmentos em 1970; 2012.

O estudo foi realizado nas seguintes etapas: para aquisição, pré-processamento e classificação das imagens foram utilizados o Sistema de Informações Geográficas (SIG) denominado Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING) versão 5.3, desenvolvido e disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o banco de dados do Laboratório de Geomática do Centro de Ciências Agrárias do *campus* Luiz Meneghel; e o plugin do software QGIS 3.16.2 Landscape ecology Statistic (LecoS), sendo o primeiro utilizado para manipulação dos dados georreferenciados e para a diagramação dos mapas e o segundo para o cálculo das métricas de paisagens.

A etapa 1 (SPRING 5.3) refere-se à aquisição das imagens de satélite Rapid Eye AG 2012 e fotografia aérea pancromática do ano de 1970, as fotografias aéreas foram inseridas no sistema, processadas e disponibilizadas. As imagens foram classificadas separadas e recortadas, foram modificadas para o formato raster, separando a área de interesse.

Na etapa 2, foi selecionada a classe para a realização da interpretação das imagens, e exportados os arquivos ao QGIS 3.16.2.

Na etapa 3, foram realizados os cálculos das métricas utilizando um plugin do Qgis chamado Landscape ecology statistic (Lecos).

Na etapa 4, obtiveram-se os resultados das métricas.

2.2 Métricas de área e borda

A área apresenta uma importante base para o cálculo de várias métricas de manchas, classe e paisagem, possuindo assim grande influência em inúmeros processos ecológicos. Existe, por exemplo, evidências de que o tamanho de determinadas manchas pode influenciar na riqueza de aves e na ocorrência de algumas espécies no local (ROBBINS *et al.*, 1989).

- **Área de cada classe na camada (m^2):** área total da paisagem ocupada por uma classe, manchas maiores tem maior probabilidade de conter espécies de interior, dependendo da sua configuração (MCGARIGAL; MARKS *et al.*, 1995).
- **Comprimento de borda (m):** somatório de todos os comprimentos de todos os segmentos de borda contidos em uma área, métrica derivada do perímetro, sendo o total de borda (MCGARIGAL; MARKS, 1995).
- **Densidade de borda (m/m^2):** calculado a partir do comprimento total de borda da paisagem pela área total da paisagem (MCGARIGAL; MARKS, 1995).
- **Área do maior e menor fragmento (m^2):** porção da paisagem ocupada pela maior/menor mancha, permite observar se a paisagem é dominada por uma só mancha e assim avaliar a sua homogeneidade (MCGARIGAL; MARKS, 1995).
- **Média da área dos fragmentos (m^2):** tamanho médio das manchas de uma classe ou paisagem, permitindo perceber como se comporta o tamanho das manchas na classe ou paisagem (MCGARIGAL; MARKS, 1995).
- **Mediana da área dos fragmentos (m^2):** representa 50 % do tamanho médio das manchas de uma classe ou paisagem, permitindo perceber como se comporta o tamanho das manchas na classe ou paisagem (MCGARIGAL; MARKS, 1995).
- **Distância do vizinho mais próximo (m):** expressa a distância do fragmento vizinho mais próximo. Valor menor expressa maior aglutinação dos fragmentos, favorecendo ao fluxo gênico (MCGARIGAL; MARKS, 1995).
- **Área núcleo:** corresponde a soma de todas as áreas de núcleo dos fragmentos encontrados na classe estudada. Valor maior indica melhor qualidade da paisagem, pois corresponde a área total do habitat preservado nos fragmentos (MCGARIGAL; MARKS, 1995).

2.3 Métricas de fragmentação

A fragmentação de um habitat pode afetar várias espécies da fauna e flora e também o fluxo dos processos ecológicos, tendo em vista que, populações de uma espécie pode se isolar nos fragmentos e conectar-se eventualmente com outras, através de poucos indivíduos que se movem para outros fragmentos (GILPIN; HANSKI *et al.*, 1991).

Quanto maior a distância entre as manchas, maior será a fragmentação do ambiente, tendo menos áreas contínuas de vegetação, menores serão os espaços para a reprodução de fauna e flora, reduzindo populações das mesmas. As métricas de fragmentação são muito utilizadas na análise de adequação da paisagem como habitats para espécies de fauna, relacionadas com análises binárias de presença ou ausência de um determinado tipo de habitat essencial para a espécie em causa (HAILA *et al.*, 1987; GUSTAFSON *et al.*, 1994).

- **Número de manchas:** representa o número total de manchas em uma paisagem, quanto maior o número de manchas maior será a fragmentação do local (ALVES *et al.*, 2016).
- **Densidade de manchas:** número total de manchas numa classe ou paisagem por unidade de área (ALVES *et al.*, 2016).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das análises nas imagens 1 (1970) e 2 (2012), obtiveram-se os seguintes resultados: na área 1 (1970), verificou-se 634 fragmentos com 3.141,56ha de área florestada, enquanto que a área 2 (2012) contava com um total de 312 fragmentos e 2.192ha de área florestada, servindo essas informações como suporte para a realização dos cálculos de outras métricas.

Observa-se que houve uma redução no número de fragmentos, quando comparando a quantidade de antes, que era equivalente a 634 fragmentos (1970) para 312 fragmentos (2012), o que corresponde a nível de fragmentos o equivalente à 322 fragmentos a menos, sendo que em porcentagem isso equivale a 49% da área examinada, sendo praticamente a metade.

Apresentadas as métricas da Ecologia da paisagem propostas por McGarigal (2015), selecionadas para este estudo (tabela 1).

Tabela 1 – Métricas da Ecologia da Paisagem.

MÉTRICAS	1 (1970)	2 (2012)
COBERTURA DA TERRA (TA)	3.141,56 ha (31.415.625 m ²)	2.192,81ha (21.928.125m ²)
COMPRIMENTO DE BORDA (TE)	573.500 m	449.300 m
DENSIDADE DA BORDA (ED)	0,0182 m/m ²	0,0204 m/m ²
NÚMERO DE FRAGMENTOS (NP)	634	312
DENSIDADE DOS FRAGMENTOS (PD)	0,202/ ha	0,142/ha
ÁREA DO MAIOR FRAGMENTO (LPI)	273.8125 m ²	224.0625m ²
ÁREA DO MENOR FRAGMENTO	625m ²	625 m ²
ÁREA MEDIA DE FRAGMENTOS (MPS)	6,64ha (66.490 m ²)	6,32ha (63.164 m ²)
ÁREA MEDIANA DE FRAGMENTOS (MedPS)	1,18ha (11.825 m ²)	1,906ha (19.062,5m ²)
DISTÂNCIA DO VIZINHO MAIS PROXIMO (ENN_MN)	1,400m	1,750m
ÁREA NÚCLEO / CENTRAL (TCA)	1.993,06ha (19.930.625m ²)	1.220,75ha (12207500m ²)

O maior fragmento de 2012, possui uma área de 224,06 ha, sendo que em 1970 este fragmento tinha 273,8ha, ou seja houve um decréscimo de 49ha, 18%. O menor fragmento observado apresentou 625m² para ambas as épocas. Este fato pode estar relacionado ao modelo raster de avaliação, cujo pixel era de 25x25m (tabela1).

Dessa forma, paisagens que apresentam menores valores para tamanho médio de fragmento devem ser consideradas como mais fragmentadas (MCGARIGAL *et al.*, 2002).

A área de estudo contava em 1970 com a quantidade de 634 fragmentos, em 2012 essa quantia passou para 312, para McGarigal *et al.*, 2002, o número de fragmentos (NP) é de fundamental importância para os aspectos dos padrões da paisagem, uma vez que constitui uma medida do seu grau de subdivisão ou fragmentação. O tamanho médio dos fragmentos também é considerado bom indicativo do grau de fragmentação, por ser função do número de fragmentos e da área total ocupada.

Em relação ao tamanho médio dos fragmentos (MPS) ocorreu redução na área, pois em 1970 havia um total de 6,64ha, que passou para 6,32ha em 2012. Segundo Gibson *et al.*, 2013, muitas comunidades de animais são sensíveis ao tamanho médio dos fragmentos de floresta. Estudos apontam que pequenos fragmentos apresentam

maior efeito de borda e consequentemente tendem a apresentar biodiversidade menor de pequenos mamíferos em comparação a fragmentos de maior tamanho.

Sendo assim, verificou-se que a amplitude dos valores de média e mediana para os fragmentos em ambas as épocas foi expressivo, ressaltando que a mediana representa o tamanho médio de 50% dos fragmentos e, desta forma evidencia o predomínio de pequenos fragmentos na paisagem.

Na tabela 2, observa-se como estava distribuída a cobertura vegetal e ocupação do solo no município de Bandeirantes-PR, no ano de 1985, 15 anos após a realização da imagem 1 (1970) segundo o IPARDES.

Tabela 2. Uso do solo no município de Bandeirantes, durante o ano de 1985.

Cobertura vegetal e uso do solo	Área (km²)	Área (ha)	Área (%)
Vegetação densa ou Matas	20,58	2.057	4,61
Áreas Urbanas	3,3	329	0,74
Lavouras Permanentes	3,17	316	0,71
Lavouras Temporárias	231,31	23.131	51,87
Pastagem	187,62	18.761	42,07
Total	446	44.600	100

Fonte: IPARDES (2013), adaptado pela autora.

Em 1985, a vegetação densa ou de matas correspondia a 2.057ha, (4,61%), a lavoura de soja, que teria iniciado no final da década de 1970, apresentava uma área de plantio por volta de 2.000ha, 4%, as lavouras permanentes que destacavam-se nesse período (1985) eram, as culturas do café e alfafa que ocupavam uma área pequena de aproximadamente 0,71%, ou seja, 316ha (IPARDES, 2013).

Segundo Andrade (2015), as matas ciliares proporcionam a realização de importantes funções que garantem a homeostase entre a agropecuária, o meio ambiente e as áreas urbanas. Desse modo, assegurar quantidade e qualidade desses locais torna-se vital e, portanto, é assunto pautado por lei no Brasil. Essas e outras condições são regulamentadas pela Lei de Proteção de Vegetação Nativa (LPVN).

Na análise da área núcleo (TCA) de fragmentos de 2012, obteve-se o resultado de 12.207.500m² o que equivale a 1.220,75ha, ou seja, 41% da área florestada pode ser

considerada como área núcleo. Já em 1970 este valor era de 19.930.625m², equivalente a 63% da área florestada. Segundo Cemin *et al.*; (2009) a métrica área total do núcleo (TCA) é um parâmetro importante para a manutenção da fauna, visto que é onde normalmente se concentra a riqueza do fragmento, ou seja, a diversidade de espécies (GUISARD *et al.*, 2007), por essa razão a área central é um bom indicador da qualidade dos fragmentos do que a sua área total (MCGARIGAL, 2015).

As métricas de área central dos fragmentos tiveram como resultados de área central total (TCA), um valor de 1.993,06ha (1970) e 1.220,75ha (2012), segundo Borges (2011), a área central reforça o núcleo da expressiva cobertura vegetal. Quanto maior a área central, mais equilibrado é o ecossistema ali presente.

O valor obtido para a Densidade da borda (ED) em 2012 foi 0,02049 m/m², já para 1970 foi de 0,0182 m/m², para Calegari *et al.*, (2010), quanto maior a densidade de borda maior a fragmentação da paisagem. Guisard *et al.*; (2007), também verificaram aumento da (ED) no período analisado, expondo como consequências desse aumento, mudanças na composição de espécies, assim como nas relações entre elas (aumento de competição, predação, etc). Segundo Guimarães; Lobão (2013), a métrica de densidade de borda varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de zero maior é a heterogeneidade ecológica do ambiente. Logo, é possível observar que a área em estudo atualmente apresenta heterogeneidade na paisagem, o que prejudica recuperação do bioma.

A métrica do vizinho mais próximo (ENN_MN), tomando como parâmetro a menor distância de borda, observou-se em 2012 o valor de 1,750m e 1,400m para 1970, de acordo com Almeida (2008), a métrica do vizinho mais próximo (ENN_MN), quantifica a composição da paisagem, muito importante para os processos ecológicos, visto que segundo Cemin *et al.*, (2007), o grau de isolamento dos fragmentos afeta sua qualidade, por afetar a movimentação de organismos e a dispersão das espécies.

Almeida (2008) considerou as distâncias de 60, 120, 200 e >200m como de baixo, médio, alto e muito alto isolamento, respectivamente. Portanto, de acordo com essa classificação, a paisagem deste estudo demonstrou isolamento muito alto, com grande distância entre os fragmentos, por conseguinte, evidenciou-se menor capacidade de colonização de espécies em direção a outros fragmentos florestais, prejudicando o fluxo gênico entre populações de animais e vegetais.

Castro (2008), afirma que a perda de habitat e o isolamento, associados a conversão de terras para atividades humanas, constituem a mais séria ameaça à

diversidade biológica do Planeta. Além disso, promove uma alteração no movimento energético, material e no fluxo de organismos entre tais ambientes (PACIÊNCIA; PRADO, 2004).

Pode-se dizer que com mais áreas agricultáveis, maiores os níveis de produção agropecuária, fator importante para o quadro socioeconômico. Porém surgem questionamentos sobre fatores ambientais, até porque, a característica fundiária do município segue o mesmo padrão da área de estudo, ou seja, com predomínio dos pequenos imóveis (REIS, 2011). Esta característica fundiária não se limita ao município Bandeirantes, segundo o censo agropecuário de 2006, no Brasil, 90% das propriedades são de pequeno porte (SPAROVEK *et al.*, 2011).

O município de Bandeirantes, possui 91% dos imóveis rurais classificados como minifúndio e pequena propriedade. A economia da região é baseada na agricultura, em sua maioria produtores de uva de mesa, tendo destaque socioeconômico no município (REIS; REIS; ABI SAAB, 2008).

Essas 273 propriedades, representa (22,47%) do total de propriedades do município. A hidrografia é composta por 70 nascentes, 71 córregos menores que 10 metros de largura e o Rio Laranjinha, afluente de maior representatividade nas microbacias, com largura de leito que variando entre 50 e 80 metros. Devido à conformação do relevo suave ondulado, não existem APP's de topo de morro nem encostas íngremes (BALDECERRA, 2016).

Os Imóveis que não possuem passivos ambientais chegam a 44,02% (103 propriedades), os outros 55,92% (131 propriedades) são passivos e serão anistiados pelas regras transitórias do atual Código Florestal. Algumas propriedades não apresentam nenhum fragmento de mata nas APP's, chegando 23,50% do total de imóveis (55 propriedades) (BALDECERRA, 2016). O motivo de haver tantas propriedades com passivos ambientais deve-se a morosidade da justiça e dos agentes fiscalizadores, corrupções e fraudes, pouco incentivo econômico entre outros (SPAROVEK *et al.*, 2011).

Deste modo, o presente estudo teve como objetivo analisar quantitativamente a evolução temporal dos fragmentos florestais da paisagem no período correspondente aos anos 1970 e 2012 (42 anos) do município de Bandeirantes Paraná, utilizando Métricas de Ecologia da Paisagem, comparando os resultados das métricas quanto a sua capacidade de demonstrar causas e consequências da fragmentação.

4. CONCLUSÃO

A partir desse trabalho de dissertação, pôde-se verificar a ampla importância e viabilidade do uso de métricas ligadas ao entendimento da Ecologia de Paisagens, seja do ponto de vista geográfico ou ecológico, apontando resultados tanto em estudos regionais ou locais.

Portanto, pode-se sugerir a utilização da metodologia aplicada neste estudo para a elaboração de classificação e monitoramentos da degradação florestal e dinâmicas de uso e cobertura do solo, utilizando softwares, relacionados à Ecologia da Paisagem, uma vez que a mesma atingiu as expectativas e os objetivos esperados.

Os resultados apresentados no presente estudo, bem como a base de dados utilizada são de propriedade pública e poderão servir de base para estudos futuros que o complementem, admitindo a atualização das informações e um melhor conhecimento.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, G. C. C.; ALMEIDA, P. V. F.; SANTOS, V. L.; FERREIRA, A. S.; COUTO, E. V.; **Planejamento, Ordenamento e Gestão Integrada Ecologia de Paisagem e Análise Integradora da Paisagem da Sub-Bacia do Rio dos Patos - XIV ENEEA, II Fórum Latino e I SBEA – Centro-Oeste, Brasília 2016.**

ALMEIDA, C. G. **Análise espacial dos fragmentos florestais na área do Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná.** 2008. 74p. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território) – Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.

ANDRADE, D. C. **Metodologia para dimensionamento de Área de Preservação Permanente ripária.** 108p. (Tese de doutorado em agronomia) Londrina, Pr2018

BALDECERRA, V. F. **Geoespacialização e estoque de carbono das Áreas de Preservação Permanentes frente às alterações do Código Florestal.** 2016. Dissertação de mestrado em Agronomia, Bandeirantes, PR, 53p., 2016.

BORGES, L. A. C., REZENDE, J. L. P., PEREIRA, J. A. A., COELHO JÚNIOR, L. M., BARROS, D. A. **Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira.** Cienc. Rural, Santa Maria, v. 41, n. 7, p. 1202- 1210, Julho de 2011.

BORGES, J. **Estudo da conformação da paisagem de Sabará-MG para compreensão das métricas do fragstats em padrões de uso do solo.** XXIV Congresso Brasileiro de Cartografia - Aracaju - SE - Brasil, 16 a 20 de maio de 2011.

CALEGARI, L. ; MARTINS, S. V.; GLERIANI, J. M.; SILVA, E.; BUSATO, L. C. **Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal.** Revista Árvore, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 871-880, 2010.

CALMON, M., BRANCALION, P. H., PAESE, A., ARONSON, J., CASTRO, P., SILVA, S. C., RODRIGUES, R. R. **Emerging Threats and Opportunities for Large-Scale Ecological Restoration in the Atlantic Forest of Brazil.** Restoration Ecology, 19(2), 154-158. 2011. Disponível em: . Acesso em: 20/12/2020.

CAMPOS, M.; ASSIS L. S. de; GIRÃO, V, J. **Manejo de fragmentos florestais degradados – Campinas (SP): The Nature Conservancy, 2019.** 172 p. Bibliografia: p. 147-171 ISBN 978-85-60797-32-5

CASTRO, D. M. **Efeito de borda em ecossistemas tropicais: síntese bibliográfica e estudo de caso em fragmentos de Cerrado, na região Nordeste do Estado de São Paulo.** Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, SP, 2008.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná.** Londrina : IAPAR, 2000. CD.

CEMIN, G.; PERICO, E.; REMPEL, C. **Composição e configuração da paisagem da sub-bacia do Arroio jacaré, Vale do Taquari, RS, com ênfase nas áreas de florestas.** Revista Árvore, v.33, n.4, p.705-711, 2009.

FERNANDES, M. ALMEIDA, A. GONZAGA, M. I. S.; GONÇALVES, F. **Ecologia da Paisagem de uma Bacia Hidrográfica dos Tabuleiros Costeiros do Brasil.** Floresta e Ambiente, v.24, e00025015, 2017.

GIBSON, L.; LYNAM, A.J.; BRADSHAW, C.J.A.; HE, F.; BICKFORD, D.P.; WOODRUFF, D.S.; BUMRUNGSRI, S.; LAURENCE, W. F. **NEAR-Complete Extinction of Native Small Mammal Fauna 25 Years After Forest Fragmentation.** Science, v. 341, n. 6153, p. 1508-1510, 2013

GILPIN, M. E.; HANSKI, I. (EDS). **Metapopulation Dynamics: Empirical and Theoretical Investigations.** Academic Press, San Diego, p. 336. 1991.

GUIMARÃES, T. L. B.; LOBÃO, J. S. B. **Sistemas de Informações Geográficas para análise de fragmentos de vegetação no Polo de Jeremoabo.** Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, abril de 2013. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0927.pdf>

GUISARD, D. M. P.; KUPLICH, T. M.; MORELLI, A. F. **Análise da cobertura florestal do município de São José dos Campos entre 1973 e 2004 utilizando sensoriamento remoto e ecologia de paisagem.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. (SBSR)., 2007, Florianópolis. Anais São José dos Campos: INPE, 2007. P. 1691-1698. CD-ROM; On-line. ISBN 978-85-17-00031- 7. (INPE-16391-PRE/10969). Disponível em: <http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/10.31.03.37>>. Acesso em: 15 set. 2020.

GUSTAFSON, E.J.; PARKER, G.R. **Relationships between landcover proportion and indices of landscape spatial pattern.** Landscape Ecology, 1992. p. 101-110.

HAILA, Y.; HANSKI, I.K.; RAIVIO, S. **Breeding bird distribution in fragmented coniferous taiga in southern Finland.** Ornis Fennica, p. 90-106., 1987.

IPARDES (Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social). Base de Dados do Estado. 2013. Disponível em: Acesso em: 16 março de 2021.

MCGARIGAL, K., MARKS, B. J. **FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying categorical maps.** Forest Science Department, Oregon State University, Corvallis, 1995, 112p.

MCGARIGAL, K., CUSHMAN, S.A.; NEEL, M.C.; ENE, E. **Fragstats: Spatial pattern analysis program for categorical maps - version 3.3 build 5.** Manual do programa. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst, 2015.

METZGER, J. P. **O que é Ecologia de Paisagens.** *Biota neotropica*, v.1, n.1, p. 1-9, 2001.

MMA, **Ministério do Meio Ambiente, Brasília.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/sbf/dap/doc/snuc>>.

OLIVEIRA, A. L. DE; BORGES, L. A. C.; BARROS, D. A. DE; LAUDARES, S. S. DE A.; **A reserva legal no âmbito do cadastro ambiental rural: breve análise do sistema de regularização ambiental do imóvel rural.** FLORESTA, Curitiba, PR, v. 48, n. 1, p. 27-36, jan. /mar. 2018. ISSN eletrônico 1982-4688 DOI: 10.5380/rev.v48i1.49110

PACIÊNCIA, M. L. B.; PRADO, J. **Efeitos de borda sobre a comunidade de pteridófitas na Mata Atlântica da região de Uma, sul da Bahia, Brasil.** Revista Brasil Botânica, São Paulo, v.27, n.4, p.641-653, out-dez. 2004.

PAVELHAO, T. R., **Valores orientadores de qualidade para metais pesados em solos cultivados no município de Bandeirantes – PR,** Tese (doutorado), 156 f. – Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós – Graduação em Geografia. Maringá - PR, 2015.

PEREIRA, J. L. G.; BATISTA, G. T.; THALÊS, M. C.; ROBERTS, D. A. VENTURIERI, A. **Métricas da Paisagem na caracterização da evolução da ocupação da Amazônia.** GEOGRAFIA, Rio Claro, Vol. 26(1): 59-90, abril 2001.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento remoto da vegetação.** Oficina de Textos, 2015.

REIS, L.C.; REIS, T.E.S.; ABI SAAB, O. J. G. **Caracterização da estrutura fundiária do município de Bandeirantes - PR,** utilizando geoprocessamento. Engenharia. Agrícola, Jaboticabal, v. 28, p. 345-354, abr./jun. 2008.

REIS, L.C. **Revisão do código florestal brasileiro: impactos no município de bandeirantes – PR.** 163 f. Tese de Doutorado em Agronomia - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

REIS, L. N. G. dos.; NISHYAMA L. **A estrutura espacial dos fragmentos de vegetação nativa da bacia hidrográfica do rio Araguari em Minas Gerais,** Geosul, Florianópolis, v. 32, n. 65, p. 30-48, set./dez. 2017.

ROBBINS C.; DAWSON, D.; DOWELL, B. **Habitat area requirements of breeding forest birds of the Middle Atlantic States.** Wildl. Monogr. 1989. p. 34.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das paisagens: uma visão geossitêmica da análise ambiental.** 2 ed. Fortaleza: Edições UFC, 2007. 222 p.

ROSA, R.; BRITO, J.L.S.; **Introdução ao Geoprocessamento: Sistema de Informações Geográficas.** Uberlândia-MG, EDUFU. 104p, 1996.

SAITO, N. S.; MOREIRA, M. A.; SANTOS, A. R.; EUGENIO, F. C.; FIGUEIREDO, A. C. **Geotecnologia e ecologia da paisagem no monitoramento da fragmentação florestal**. Floresta e Ambiente, v. 23, n. 2, p. 201–210, 2016.

SANTOS, A. R. EUGENIO, F. C.; FIGUEIREDO, A. C. **Uso da geotecnologia para análise temporal da cobertura florestal**. Cerne, Lavras, v. 22, n. 1, p. 11-18, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/01047760201622011935>

SILVA, B. B. **Aplicações Ambientais Brasileiras de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto**. Embrapa Algodão-Livros científicos (ALICE), 2013.

SILVA, F. J. L. T. da; ROCHA, D. F.; AQUINO, C. M. S. de. **Geografia, geotecnologias e as novas tendências da geoinformação: indicação de estudos realizados na região Nordeste**. InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade, v. 2, n. 6, p. 176–197, 2017.

SOUZA, S. O. **Geotecnologias aplicadas à análise espaço tempo do uso e da ocupação da terra na planície costeira de Caravelas (BA)**. Boletim Goiano de Geografia, v. 35, n. 1, p. 71–89, 2015.

SOUZA, C. G.; ZANELLA L.; BORÉM, R. A. T.; CARVALHO, L. M. T. de.; ALVES H. M. R.; VOLPATO M. M. L. **Análise da fragmentação florestal da área de proteção ambiental Coqueiral, Coqueiral – MG**, Ciência Florestal, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 631-644, jul.-set., 2014.

SPAROVEK, G.; BARRETTO, A.; KLUG, I.; PAPP, L.; LINO, J. **A revisão do Código Florestal brasileiro**. Novos Estudos (CEBRAP), v. 89, p. 111-135, mar. 2011.

et al. A revisão do Código Florestal brasileiro. Novos Estudos (CEBRAP), v. 89, p. 111-135, mar. 2011.

TONETTI, V. R.; MUYLAERT R. L.; RIBEIRO M. C. **Fragmentação de Habitat**. In: ASSIS L. S.; CAMPOS M.; GIRÃO V. J. (Orgs.), Manejo de Fragmentos Florestais Degradados (pp. 28–47). Campinas, SP: The Nature Conservance, 2019.

TOREZAN, J. M. **Nota sobre a vegetação do rio Tibagi**. In: MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O. A.; PIMENTA, J. A. (eds) Abacia do rio Tibagi. Londrina, p.103-107, 2002.