



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL

MAIARA JAQUELINI WENDLAND

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA INFLUÊNCIA DE RODOVIAS NA
COBERTURA FLORESTAL EM SEU ENTORNO

ERECHIM

2021

MAIARA JAQUELINI WENDLAND

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA INFLUÊNCIA DE RODOVIAS NA
COBERTURA FLORESTAL EM SEU ENTORNO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Erechim, como requisito final para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Orientador: Profº. Dr. Paulo Afonso Hartmann

ERECHIM

2021

MAIARA JAQUELINI WENDLAND

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA INFLUÊNCIA DE RODOVIAS NA
COBERTURA FLORESTAL EM SEU ENTORNO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Erechim, como requisito final para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Esta dissertação foi apresentada e aprovada pela banca em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Afonso Hartmann

Orientador

Prof. Dr. Éverton de Moraes Kozenieski

Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS

Prof^a. Dr. Geraldo Ceni Coelho.

Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Wendland, Maiara Jaqueline

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA INFLUÊNCIA DE RODOVIAS NA
COBERTURA FLORESTAL EM SEU ENTORNO / Maiara Jaqueline
Wendland. -- 2021.

42 f.:il.

Orientador: Doutor Paulo Afonso Hartmann

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da
Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia Ambiental, Erechim, RS, 2021.

1. Análise a influência de duas rodovias na cobertura
florestal no seu entorno em uma região de floresta
subtropical no sul do Brasil.. I. Hartmann, Paulo
Afonso, orient. II. Universidade Federal da Fronteira
Sul. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a minha família, meus pais Izanete e Nelson por todo apoio e incentivo, meu irmão Thiago por estar ao meu lado e auxiliar em tudo que pode, meu companheiro Dionatan por estar presente e ao meu lado nas muitas vezes que abdicou de afazeres para ficar em casa para que eu pudesse me dedicar ao mestrado. Agradeço principalmente ao meu filho, que veio para me dar força e fazer com que eu buscasse ser o melhor exemplo, melhorando a cada dia por ele e para ele, obrigada.

Gostaria de agradecer ao meu orientador Paulo, que sem medir esforços aceitou o desafio comigo, que ultrapassou as barreiras e foi o melhor orientador que eu poderia imaginar, que além de excelente orientador é uma pessoa incrível. Tive muita sorte em ter sido orientada por um professor dedicado e incentivador, obrigada.

Também quero agradecer aos membros da banca, que aceitaram participar deste momento tão importante na minha vida e também por avaliar e contribuir com o nosso trabalho.

Agradeço a Universidade Federal da Fronteira Sul e a todos os professores por todos os ensinamentos compartilhados e aprendizado, obrigada.

Por último, mas não menos importante, agradeço a todos que estiveram ao meu lado ou que de alguma forma auxiliaram para que eu chegasse até aqui, mas principalmente: Márcia, Gilberto, Lucimara e Laura.

RESUMO

Os empreendimentos lineares, dentre eles as estradas e rodovias, provocam alterações físicas e biológicas no seu eixo de implantação e influenciam fortemente na dinâmica da paisagem em seu entorno. Os impactos ocorrem no momento da implantação da rodovia e continuam influenciando ao longo dos anos, principalmente na cobertura florestal. Neste sentido, compreender como as rodovias influenciam no uso e cobertura da terra é importante para entender e estimar os impactos nas paisagens ao seu redor. O objetivo deste estudo foi analisar a influência de duas rodovias na cobertura florestal no seu entorno em uma região de floresta subtropical no sul do Brasil. Foram selecionados dois trechos de rodovias que diferissem em termos de estrutura da rodovia e volume e características de tráfego. Com base nestes critérios, foram analisados trechos de 20 km de extensão das rodovias BR 153 e RS 420. Por meio do uso de ferramentas de geoprocessamento e dados disponibilizados pelo sistema MapBiomas foram realizados mapas espaço-temporais, a partir de buffers a cada 1 km, chegando a 3 km da rodovia e em diferentes anos (1985 e 2019). Para o cálculo das métricas dos fragmentos utilizou-se a calculadora do *software* Qgis, mensurando a área de cada fragmento, a distância da rodovia ao centroide e o índice de circularidade. As médias dos diferentes conjuntos de dados para as rodovias e entre os anos foram comparados com a análise de variância simples (ANOVA). Para verificar se houve diferenças na área florestal entre os anos utilizou-se o teste de qui quadrado (χ^2), com o programa Statistica. Ao longo dos anos, houve uma redução de área de floresta nativa e aumento da área de floresta plantada, principalmente na área mais próxima da rodovia. De forma geral, o entorno das rodovias apresentou menor fragmentação, maior área florestal e fragmentos maiores, com maior índice de circularidade, nos buffers mais distantes da rodovia. Ou seja, áreas mais próximas as rodovias tendem a ter maior fragmentação, menor cobertura florestal e, como consequência, mais impactos ambientais. Ambas as rodovias influenciaram entorno, sendo maiores os impactos na rodovia de maior porte.

Palavras-Chave: Estradas, Paisagem, Conservação, Uso do terra.

ABSTRACT

Linear projects, including roads and highways, cause physical and biological changes in their implementation axis and strongly influence the dynamics of the surrounding landscape. The impacts occur at the time of the highway's implementation and continue to influence over the years, mainly in the forest cover. In this sense, understanding how the distribution of roads influences land use and land cover is important to estimate impacts on natural landscapes. This study aimed to analyze the influence of two highways on the surrounding forest cover in a subtropical forest region in southern Brazil. Two stretches of highways that differed in terms of highway structure, traffic volume, and characteristics were selected. Based on these criteria, stretches of 20 km of extension of the BR 153 and RS 420 highways were analyzed. Through the use of geoprocessing tools and data provided by the MapBiomass system, spatiotemporal maps were created from buffers every 1 km, reaching 3 km from the highway and in different years (1985 and 2019). To calculate the metrics of the fragments, the QGIS software calculator was used, where the area of each fragment, the distance from the road to the centroid, and the circularity index were measured. To analyze the means of the different sets of data for the highways and between the years, the simple analysis of variance (ANOVA) was used. To verify if there were differences in the forest area between years, the chi qui test (χ^2) was performed, by applying the Statistica program. Over the years, there has been a reduction in the area of native forest and an increase in the number of planted forest, especially in the area closest to the highway. In general, the highways presented less fragmentation, larger forest area, and larger fragments, with a higher circularity index in the buffers further away from the highway. In other words, areas closer to highways tend to have greater fragmentation, less forest cover, and, as a consequence, more environmental impacts. Both highways influenced the surroundings, with greater impacts on the larger highway.

Keywords: Highways, Landscape, Conservation, Use of the Soil.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Potenciais impactos da instalação e operação de empreendimentos viários.....	12
Figura 2: Localização dos trechos das rodovias BR 153 e RS 420 analisados. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.....	16
Figura 3: Uso e ocupação da terra no entorno do trecho da BR 153 analisado (<i>buffer</i> de 3 km) para os anos 1985 e 2019. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.	20
Figura 4: Uso e ocupação da terra no entorno do trecho da RS 420 analisado (<i>buffer</i> de 3 km) para os anos 1985 e 2019. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.	21
Figura 5: Transição de áreas de agricultura/pastagem para floresta, agricultura/pastagem para floresta plantada, agricultura/pastagem para outras classes, floresta para agricultura/pastagem, floresta para floresta plantada, floresta para outras classes e sem alteração, no entorno do trecho da BR 153 analisado (<i>buffer</i> de 3 km) entre os anos de 1985 e 2019. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Barra central (média), caixas (quartis) e barras verticais (valores máximos e mínimos).	23
Figura 6: Transição de áreas de agricultura/pastagem para floresta, agricultura/pastagem para floresta plantada, agricultura/pastagem para outras classes, floresta para agricultura/pastagem, floresta para floresta plantada, floresta para outras classes e sem alteração, no entorno do trecho da RS 420 analisado (<i>buffer</i> de 3 km) entre os anos de 1985 e 2019. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Barra central (média), caixas (quartis) e barras verticais (valores máximos e mínimos).	23
Figura 7: Transição para floresta plantada (em números de fragmentos e em área) entre os anos de 1985 e 2019 no entorno das rodovias BR 153 (acima) e RS 420 (abaixo). Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.....	24
Figura 8: Área e número de fragmentos florestais nos <i>buffers</i> de até 3 km, no entorno da BR 153 para o ano de 1985. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.	26
Figura 9: Área e número de fragmentos florestais nos <i>buffers</i> de até 3 km, no entorno da BR 153 para o ano de 2019. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.	26
Figura 10: Área e número de fragmentos florestais nos <i>buffers</i> de até 3 km, no entorno da RS 420 para o ano de 1985. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.	28
Figura 11: Área e número de fragmentos florestais nos <i>buffers</i> de até 3 km, no entorno da RS 420 para o ano de 2019. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.	28
Figura 12: Distribuição da área dos fragmentos florestais em função da distância da rodovia (BR 153 e RS 420), para os anos de 1985 e 2019. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.	29

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Área (em ha) e porcentagem de ocupação de floresta, floresta plantada, agricultura/pastagem e outras classes para os trechos da BR 153 e RS 420 analisados, nos anos de 1985 e 2019. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. 22
- Tabela 2: Número, área florestal (ha) e porcentagem de área florestal (relativa ao tamanho de cada *buffer*) nos *buffers* de até 3 km, no entorno da BR 153. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. 25
- Tabela 3: Número, área florestal (ha) e porcentagem de área florestal (relativa ao tamanho de cada *buffer*) nos *buffers* de até 3 km, no entorno da RS 420. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. 27
- Tabela 4: Número e porcentagem de fragmentos florestais por classe de tamanho no entorno das rodovias BR 153 e RS 420, para os anos de 1985 e 2019. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Em negrito os *buffers* com maior número de fragmentos florestais com mais de 50 ha. 30
- Tabela 5: Porcentagem de fragmentos florestais com Índice de Circularidade maior que 0,5 (>0,5ha) no entorno das rodovias BR 153 e RS 420, nos anos de 1985 e 2019. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Em negrito os *buffers* com maior porcentagem com Índice de Circularidade maior que 0,5 (>0,5ha)..... 31

APRESENTAÇÃO

O presente estudo intitulado “Análise espaço-temporal da influência de rodovias na cobertura florestal em seu entorno” foi desenvolvido no âmbito do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPGCTA), nível de mestrado, da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim. O PPGCTA faz parte da área 49 da CAPES, Ciências Ambientais (CiAmb), que tem por objetivo produzir e discutir conhecimentos de forma interdisciplinar. No PPGCTA o projeto está associado a área de concentração “Produção Sustentável e Conservação Ambiental” e a linha de pesquisa “Conservação do Recursos Naturais”. Esta dissertação está vinculada ao Laboratório de Ecologia e Conservação e ao Grupo de Pesquisa Biodiversidade e Conservação da Fauna – GPCON, e faz parte do projeto guarda-chuva “Efeitos da fragmentação da paisagem na distribuição da diversidade de fauna no sul do Brasil”. Este projeto tem por objetivo identificar os impactos que a fragmentação da paisagem exerce sobre a diversidade e propor soluções que visem a manutenção ou recuperação da biodiversidade local e regional. Os projetos desenvolvidos devem proporcionar o acúmulo de dados para avaliação e análise das relações resultantes da interface entre ambiente e desenvolvimento. Os estudos englobam teses, dissertações, trabalhos de conclusão de curso e de iniciação científica.

Nesta dissertação partimos da premissa, suportada por estudos de ecologia da paisagem e ecologia de estradas, que rodovias atuam como agentes promotores de fragmentação e degradação da paisagem no seu entorno. Neste sentido, examinamos as variações temporais e espaciais na paisagem no entorno de duas rodovias em uma região altamente fragmentada no limite sul da distribuição da Floresta Atlântica. Além disto, analisamos se o porte e volume de tráfego da rodovia influenciam na paisagem no seu entorno. Para tal integramos conhecimentos de sensoriamento remoto e mapeamento com informações sobre impactos das rodovias e dinâmica florestal. Os resultados obtidos podem servir para planejamento e gestão do território e para embasar propostas de mitigação e recuperação dos impactos ambientais. Pretendemos divulgar os resultados obtidos para além do público acadêmico e científico, por meio de reportagens nos meios de comunicação locais e regionais e notícias da página da UFFS.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 OBJETIVO	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
2 MATERIAIS E MÉTODOS	15
2.1 ÁREA DE ESTUDO E RODOVIAS ANALISADAS.....	15
2.2 OBTENÇÃO DOS DADOS.....	17
2.3 PROCESSAMENTO DOS DADOS.....	17
2.4 CÁLCULO DAS MÉTRICAS DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS.....	18
2.5 MAPAS DE TRANSIÇÃO	19
2.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	19
3 RESULTADOS	19
3.1 TRANSIÇÃO DA PAISAGEM	19
3.2 COBERTURA FLORESTAL	25
4 DISCUSSÃO	31
4.1 TRANSIÇÃO DA PAISAGEM	31
4.2 COBERTURA FLORESTAL	33
5 CONCLUSÕES	34
REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

As mudanças nas paisagens naturais têm sido amplamente estudadas nas últimas décadas, sobretudo nos casos que geram impactos ambientais em larga escala (BAGER, 2013; JUVANHOL *et al.*, 2011; FORMAN *et al.*, 2003). As paisagens atuais são resultado de processos naturais passados e intervenções humanas. São fruto de processos de atuação antigos e recentes, que remodelam a paisagem diante de forças da natureza, em uma escala de tempo de milhões a dezenas de milhões de anos (AB'SABER, 2003). Além dos processos históricos, a paisagem atual está sujeita a pressões antrópicas, que são mais recentes, intensas e frequentes. Neste sentido, o estudo das alterações da paisagem deve considerar uma perspectiva histórica dos agentes causadores das alterações (BÜRGI *et al.*, 2005).

Uma das principais causas de alteração de paisagem natural é a implantação de estradas e rodovias (FORMAN *et al.*, 2003; BUJOCZEK. *et al.*, 2011; LAURANCE. *et al.*, 2009). As rodovias são projetadas e construídas com objetivo de interligar regiões e centros urbanos e com isso auxiliam no acesso ao sistema de saúde, comércio e educação, bem como em diversas atividades econômicas, que incluem o uso e ocupação da terra no seu entorno (FORMAN *et al.*, 2003; FAN; CHAN- KANG, 2005). As rodovias são notadas facilmente em vistas aéreas, assim como a paisagem em sua área de influência, a qual é afetada pelos efeitos ecológicos das mesmas (FORMAN; ALEXANDER, 1998). Sendo assim, as rodovias não tratam somente de sistemas de tráfego, mas sim de processos físicos, biológicos e sociais que influenciam fortemente na dinâmica da paisagem (MCHARG, 2000). Em locais com maior presença de rodovias, o uso da terra é mais intensivo (FREITAS; METZGER, 2009). Neste sentido, compreender como as rodovias influenciam no uso e cobertura da terra é importante para entender e estimar os impactos nas paisagens naturais no seu entorno.

As estradas e rodovias, juntamente com atividades industriais e agrícolas, são responsáveis por 10% de área degradada no Brasil, sendo estas atividades associadas ao crescimento econômico de uma região (OLIVEIRA; SOUTO, 2011; MACHADO *et al.*, 2013). Neste sentido, para que projetos como o de rodovias sejam justificáveis do ponto de vista econômico e social, causando danos ao meio ambiente quando executadas, é necessário o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), que possui como objetivo evitar e mitigar impactos ambientais (MILARÉ, 2007; PERIOTTO; JAEGER, 2015).

Para Bürgi, *et al.* (2005), a execução de uma estrada, logo que iniciada, provoca modificação da paisagem, que acontece de forma evidente. A compreensão das consequências que advém dessa mudança inicia-se na locação. Porém, a abordagem histórica também é relevante, por ter potencial para análise dos processos subjacentes dessas alterações que ocorrem ao longo do tempo na paisagem.

A construção e a operação de rodovias trazem uma série de ameaças à biodiversidade, pois causam diversos impactos em ambientes aquáticos e terrestres. Por exemplo, acarretam perda e degradação de habitat, aumento na mortalidade direta de espécies por atropelamento, diminuição da população de diversas espécies de animais nas áreas próximas às rodovias, incluindo aves e mamíferos (BENÍTEZ-LÓPEZ; ALKEMADE; VERWEIJ, 2010; SILVA *et al.*, 2017). A proximidade de rodovias a manchas florestais pode alterar a riqueza biótica e a composição de espécies das comunidades que vivem na floresta, pois pode promover a redução no tamanho e divisão de fragmentos florestais (TURNER, 1989; METZGER, 1999; REZZADORI *et al.*, 2016). A figura 1 mostra os principais impactos da execução de uma estrada.

Figura 1: Potenciais impactos da instalação e operação de empreendimentos viários.



Fonte: Teixeira, Gonçalves, 2020.

Harper *et al.* (2005) citam como fatores importantes para análise da paisagem as características da via: suas dimensões, topografia, densidade de tráfego, pavimentação, entre outras variáveis. Sendo assim, fatores como estrutura das rodovias pode ter influência direta nos padrões de fragmentação e cobertura florestal (MILLER *et al.*, 1996; CABRAL; FISZON, 2004; SILVA *et al.*, 2007; CABRAL *et al.*, 2007; FREITAS; METZGER, 2009).

Junto a isto, as atividades de uso e ocupação da terra, que podem ocorrer a partir de modelos econômicos exploratórios dos recursos naturais e em função ciclos de crescimento e dispersão populacional, acarretam no desencadeamento do processo alteração na paisagem e consequente fragmentação florestal no entorno das rodovias (JUVANHOL *et al.*, 2011; TABARELLI *et al.*, 2010; RIBEIRO *et al.*, 2009; TABARELLI; GASCON, 2005; TABANEZ; VIANA, 2000; NASCIMENTO *et al.*, 1999).

Para Fearnside (2015) as rodovias são meios facilitadores de desmatamento, o que acontece devido à sua função ser dar acessibilidade a diferentes locais, ou seja, a partir da estrada ocorre a expansão da pecuária e da agricultura, tornando-se assim, um atrativo para o desmatamento. A contribuição das rodovias para o desenvolvimento econômico impacta na cobertura florestal, em que inicialmente ocorre o desmatamento e expansão das áreas de agropecuária no entorno, com consequente perda de cobertura florestal (HECHT, 2011; FEARNSSIDE, 2015). Assim, implantação e operação de rodovias são fatores de que influenciam no desmatamento no seu entorno. Em paisagens próximas às rodovias o grau de fragmentação tende a ser maior, possivelmente pela facilidade de acesso e de uso da terra (REZZADORI., *et al.*, 2016; VAN DER REE., *et al.*, 2011).

Para Guariz *et al.* (2011) os fragmentos florestais que não estão conectados a outras formações de floresta podem ser considerados como ilhas de diversidade. A fragmentação resulta em uma paisagem fraca em riqueza biológica, sendo aliada na perda de ambientes naturais (FAHRIG; 2003). Além disto, impactos decorrentes do uso da rodovia se espalham pelo entorno para além dos efeitos de fragmentação, como por exemplo, ruído, poluição por resíduos e luminosidade (SILVA *et al.*, 2017). Todos estes impactos podem resultar em perda de biodiversidade na paisagem no entorno de rodovias (VAN DER REE., *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2017).

Com o auxílio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) torna-se possível realizar mapas temporais das mudanças de uso da terra, e com isso torna-se factível visualizar e avaliar as alterações não somente no espaço, mas também ao longo do tempo. Estes mapas tornam-se imprescindíveis para a visualização da influência das rodovias na alteração do uso da terra (DEVENDRAN; LAKSHMANAN, 2018).

O SIG possui alta consideração para a gestão do território, já que pode gerar e ordenar as informações geográficas sobre a sociedade e o espaço que ela ocupa. Então, os processos ambientais são sistematizados e organizados de acordo com a situação temporal (passado e presente), possibilitando a compreensão dos processos de apropriação e transformação do meio (VALENTINI *et al.*, 2020).

Este estudo teve como objetivo analisar a influência de duas rodovias na cobertura florestal no seu entorno em uma região de floresta subtropical no sul do Brasil. Para atingir este objetivo foram avaliadas as alterações na paisagem, entre dois anos (1985 e 2019), no entorno de trechos de duas rodovias estruturalmente diferentes (BR 153 e RS 420).

1.1 OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi analisar a influência de duas rodovias na cobertura florestal no seu entorno em uma região de floresta subtropical no sul do Brasil.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar se o uso e ocupação da terra entorno de duas rodovias sofreu alteração entre os dois períodos amostrais em uma região de floresta subtropical no sul do Brasil;

Analisar se proximidade da rodovia influencia na área de florestal, número de fragmentos e integridade dos fragmentos florestais no entorno de duas rodovias em uma região de floresta subtropical no sul do Brasil;

Avaliar se a estrutura e porte das rodovias influencia na área de florestal, número de fragmentos e integridade dos fragmentos florestais no entorno de duas rodovias em uma região de floresta subtropical no sul do Brasil;

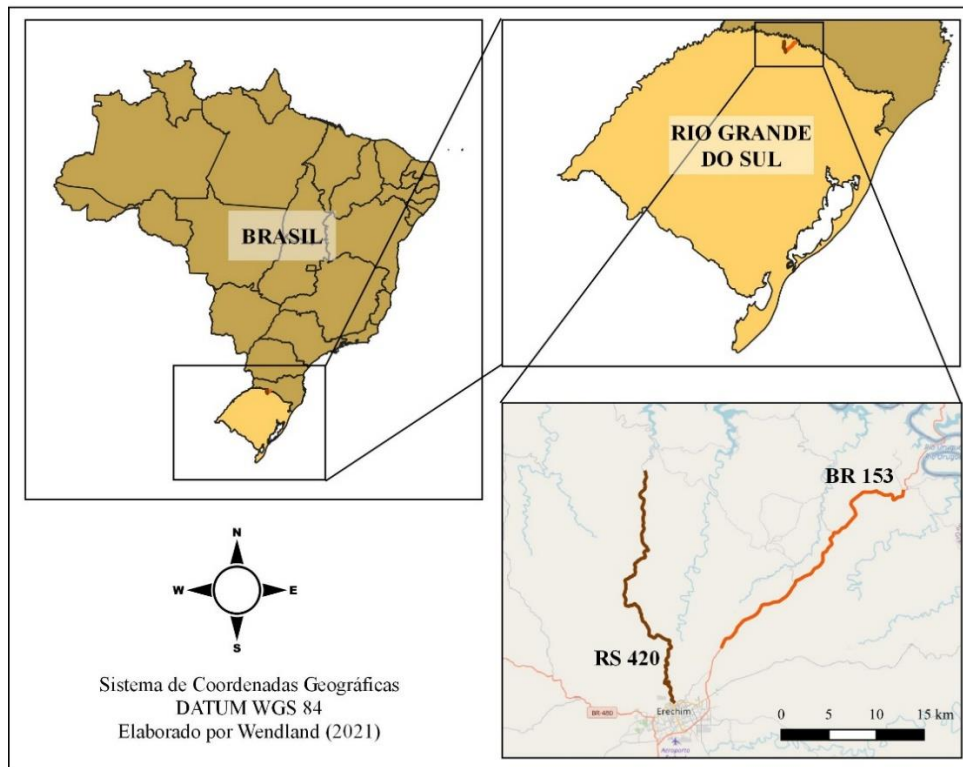
2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO E RODOVIAS ANALISADAS

O estudo foi desenvolvido no limite sul da distribuição da Floresta Atlântica no Brasil, mais especificamente na região norte do Estado do Rio Grande do Sul, denominada Alto Uruguai. A região integra, em parte, área da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e foi marcada historicamente pelo desmatamento intenso e conseqüente fragmentação ambiental (MARTINAZZO, 2011). A vegetação na área de estudo é caracterizada como ombrófila mista e o clima é subtropical úmido (AB'SABER; MARIGO, 2006). A temperatura média máxima na região é de 23,3°C e a média mínima é de 13,5°C com uma precipitação média de 1.607,2 mm por ano (dados referentes ao ano de 1999 a 2013; FEPAGRO/INMET, 2014). A rede viária na região perpassa relevos planos e ondulados, rios, fragmentos florestais e áreas protegidas.

Nesta região foram selecionados dois trechos de rodovias que diferem em termos de estrutura da rodovia e volume e características de tráfego. Foram evitados trechos urbanos e possíveis sobreposições entre as rodovias e entre os *buffers* no seu entorno (ver descrição detalhada no item 2.3 Processamento dos dados). Com base nestes critérios, foram selecionados e analisados trechos de 20 km de extensão das rodovias BR 153 e RS 420 (Figura 2).

Figura 2: Localização dos trechos das rodovias BR 153 e RS 420 analisados. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.



FONTE: Elaborado pelos autores.

A BR 153 é uma rodovia de pistas simples e pavimentada, com acostamentos de cerca de 1,5 m, com presença de terceira pista em alguns trechos e limite de velocidade entre 80 e 100 km/h. A rodovia é amplamente utilizada para escoamento produção agrícola da região central e sul do Estado do Rio Grande do Sul para demais regiões do país. O tráfego na estrada é alto (>3000 veículos/dia) e caracterizado principalmente por carros, seguidos de caminhões, ônibus e motos. Segundo dados da Polícia Rodoviária Federal, são em média 4.500 veículos/dia no trecho analisado, sendo 1.800 de veículos de carga (dados de 2019).

A RS 420 é uma rodovia de pista simples e pavimentada, com acostamentos reduzidos (cerca de 80 cm), e limite de velocidade de 80 km/h. A rodovia é utilizada principalmente escoamento da produção local, marcada por pequenas propriedades rurais, e para o deslocamento de pessoas entre Erechim e municípios menores no seu entorno. O tráfego é considerado baixo (<1000 veículos/dia) e caracterizado por automóveis, ônibus, caminhões e máquinas agrícolas (estimativa feita em 2018). O trecho analisado apresenta relevo com ondulações acentuadas e predomínio de vegetação florestal na encosta dos morros, intercalada com pequenas áreas agrícolas nas áreas planas.

2.2 OBTENÇÃO DOS DADOS

Para possibilitar a análise das alterações na paisagem no entorno das duas rodovias de interesse, foram obtidas informações matriciais referentes ao uso e cobertura da terra a partir do banco de dados disponibilizado pelo sistema MapBiomas (SOUZA *et al.*, 2020). A classificação em diferentes usos e ocupação da terra, em escala nacional, é dada a partir do processamento de imagens do satélite Landsat e aplicação de algoritmo de aprendizado de máquina denominado Random Forest. As classes mapeadas pelo algoritmo são: floresta, formação natural não florestal, agropecuária, áreas sem vegetação e água. Essas classes são ainda divididas em dois níveis de subclassificação, levando ao mapeamento mais abrangente e detalhado para o país com uma resolução de pixel de 30 m (SOUZA *et al.*, 2020).

Para este estudo foram utilizados dados da Coleção 5 do mapeamento de uso e cobertura da terra. Essa coleção abrange o período de 1985-2019 e foi a última lançada até o momento de desenvolvimento deste estudo. De forma a abranger o maior período possível para avaliação das alterações dos fragmentos de floresta, coletou-se uma imagem classificada para o ano de 1985 e outra para o ano de 2019.

2.3 PROCESSAMENTO DOS DADOS

Os trechos analisados das duas rodovias foram delimitados utilizando técnicas de geoprocessamento com o auxílio de imagem do Google Earth como sobreposição. A partir do uso da ferramenta “Criação de vetor” no *software* QGIS, mapeou-se cada uma das rodovias, com *shapefile* em formato de linha, em uma extensão de 20 km, iniciando ambas em regiões limítrofes à malha urbana de Erechim e indo direção à área rural.

Após a delimitação das rodovias de interesse, gerou-se uma camada *buffer* de 3 km no entorno de cada linha vetorial. Com o objetivo de analisar e identificar diferentes padrões dos fragmentos florestais ao longo do tempo e em diferentes distâncias, gerou-se três novos *buffers* inseridos dentro do *buffer* de 3 km, cada um deles com uma distância de 1 km. Assim, a análise comparativa deu-se para as distâncias (a partir do contorno da rodovia): 0-1 km, 1-2 km, 2-3 km.

Criados os *buffers*, os mapas matriciais de uso e ocupação da terra para cada um dos anos (1985 e 2019) foram recortados para abranger apenas as áreas definidas ao entorno de cada rodovia. A partir disso, dentre as classes existentes mapeadas pelo MapBiomas, foram

selecionadas apenas as classes floresta, agricultura/pastagem e floresta plantada, sendo as demais não consideradas e classificadas como “outras classes”. Em seguida, cada uma dessas novas camadas matriciais reclassificadas foi então transformada para formato vetorial, de forma a possibilitar os cálculos das características dos fragmentos florestais para avaliação.

2.4 CÁLCULO DAS MÉTRICAS DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS

De modo a possibilitar a avaliação das alterações dos fragmentos florestais para cada uma das rodovias ao longo do período considerado (1985-2019), foram registradas as seguintes métricas para a classe “floresta”: número de fragmentos (geral e por *buffer*), área e perímetro de cada fragmento, e distância da rodovia ao centróide do fragmento. Com base na área e perímetro do fragmento foi calculado o índice de circularidade (IC), que indica o grau de proximidade do formato dos fragmentos florestais com o de uma circunferência. Quanto menor a relação perímetro-área, maior a proporção de área central, sendo assim mais adequados para a preservação, por possuírem mais áreas livres do efeito de borda (FENGLER *et al.*, 2015; SILVÉRIO NETO *et al.*, 2015). O IC foi calculado por meio da Equação 1 (Etto *et al.*, 2013):

$$IC = \frac{(2 \cdot \sqrt{\pi \cdot A})}{L}$$

Sendo: IC = Índice de Circularidade; A = Área do fragmento florestal; L = Perímetro do fragmento florestal.

Os valores de IC variam entre 0 e 1, sendo que, quanto mais próximo de 1, menor a susceptibilidade aos efeitos de borda. Para os cálculos do IC optamos por utilizar somente os fragmentos florestais com área de mínima de cinco hectares, pois fragmentos menores tendem a ser muito recortados e menos representativos para conservação da biodiversidade.

Todos os cálculos foram realizados no *software* QGIS a partir da calculadora da tabela de atributos de cada camada vetorial e utilizando como unidade de distância o metro. Ainda, a determinação desses valores foi dada para os fragmentos contidos em cada um dos *buffers* internos (0-1 km, 1-2 km e 2-3 km), bem como para os fragmentos inteiros, considerando o *buffer* de 3 km.

2.5 MAPAS DE TRANSIÇÃO

Com a finalidade de identificar a transição entre as diferentes classes consideradas, um mapa de transição para cada rodovia foi construído a partir da diferença entre as camadas matriciais de uso e classificação da terra nos anos de 1985 e 2019. Sete zonas de transição principais foram identificadas, sendo elas: agricultura/pastagem para floresta, agricultura/pastagem para floresta plantadas, agricultura/floresta para outras classes, floresta para agricultura/pastagem, floresta para floresta plantada, floresta para outras classes e sem alteração. Essas zonas de transição foram também quantificadas e analisadas quanto as mudanças (transição) na área entre os dois períodos.

2.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os padrões de uso e ocupação da terra, transição da paisagem e tamanho dos fragmentos foram descritos em porcentagem, proporcional ao tamanho do *buffer* de 3 km e quando pertinente dentro de cada *buffer* de 1 km. A distribuição dos fragmentos florestais nos buffers foi categorizada em três classe de tamanho: fragmentos florestais até 10 hectares, entre 10 e 50 hectares e maiores que 50 hectares.

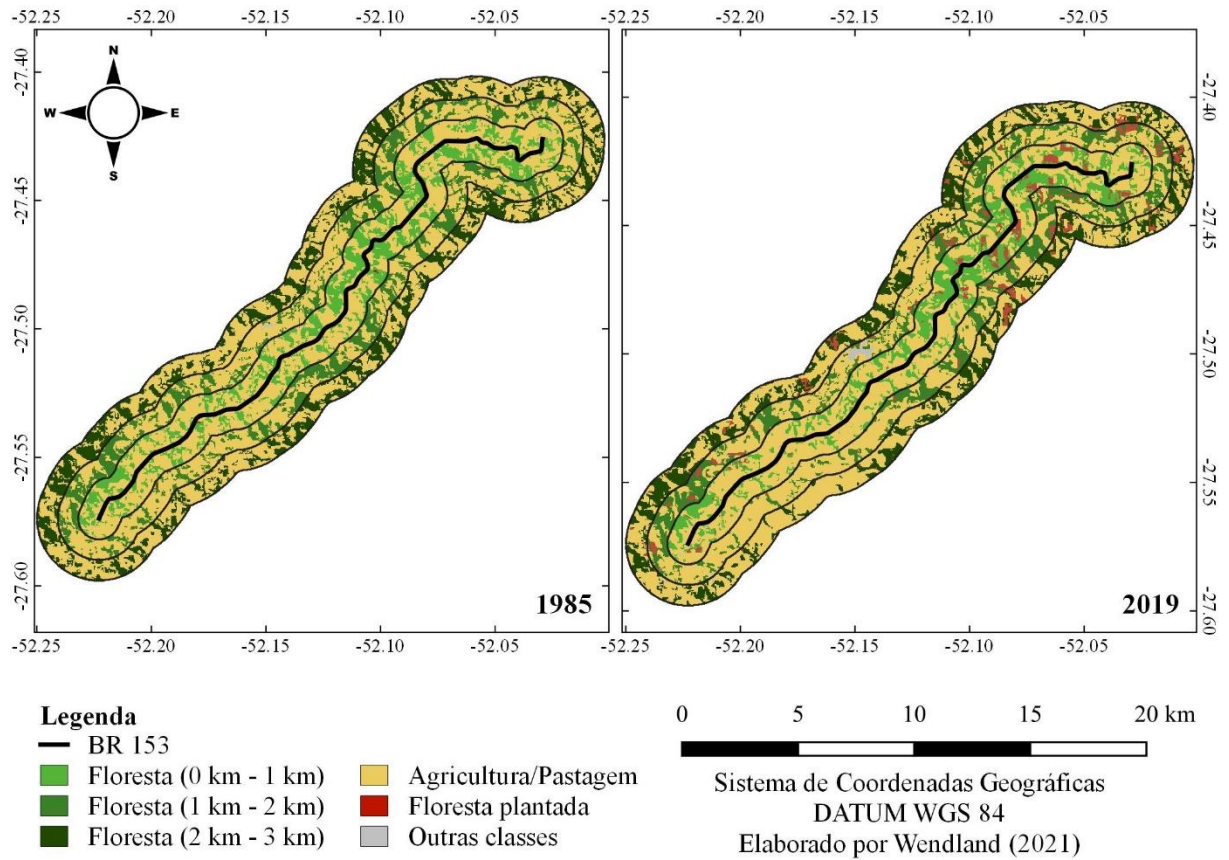
Análise de Variância simples (ANOVA) foi aplicada para verificar diferenças no tamanho médio dos fragmentos florestais e no índice de circularidade (IC), entre os *buffers* e entre os anos. Para verificar se houve diferenças na área florestal entre os anos utilizou-se o teste de qui quadrado (χ^2). Para estas análises foi utilizado o programa Statistica.

3 RESULTADOS

3.1 TRANSIÇÃO DA PAISAGEM

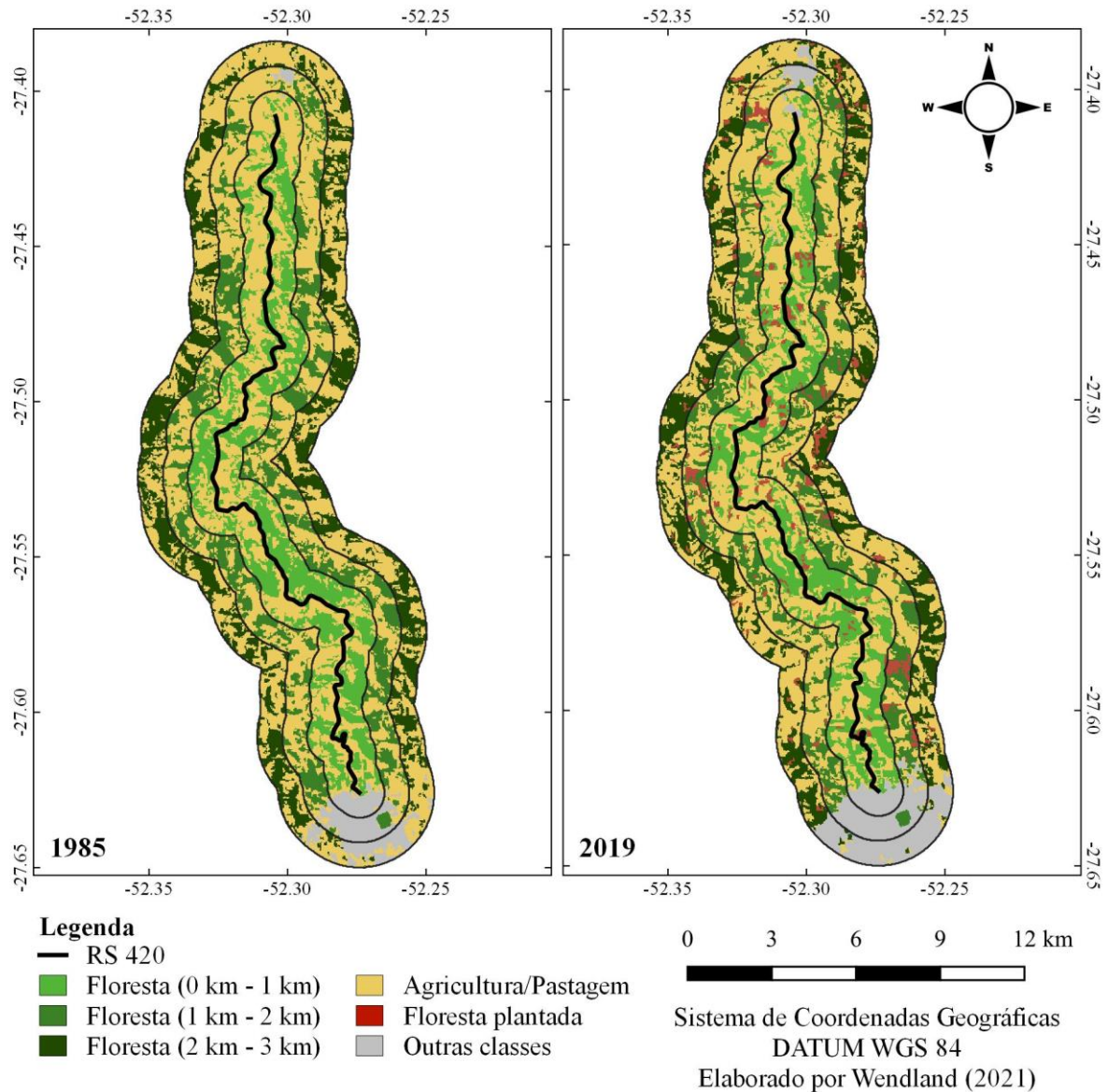
O uso e ocupação da terra no entorno das duas rodovias analisadas é caracterizado pela forte presença agrícola, intercalada com áreas de floresta nativa, floresta plantada e, em menor quantidade, de outras classes de uso (Figuras 3 e 4; Tabela 1). A RS 420 apresentou maior área florestal e menor área de agricultura/pastagem que a BR 153 nos dois anos (Tabela 1).

Figura 3: Uso e ocupação da terra no entorno do trecho da BR 153 analisado (*buffer* de 3 km) para os anos 1985 e 2019. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.



FONTE: Elaborado pelos autores.

Figura 4: Uso e ocupação da terra no entorno do trecho da RS 420 analisado (*buffer* de 3 km) para os anos 1985 e 2019. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.



FONTE: Elaborado pelos autores.

Houve redução na área total de floresta e, em menor proporção, na área de agricultura/pastagem, no entorno das duas rodovias entre os anos de 1985 e 2019. A área total de floresta plantada aumentou no entorno das duas rodovias (Tabela 1).

Tabela 1: Área (em ha) e porcentagem de ocupação de floresta, floresta plantada, agricultura/pastagem e outras classes para os trechos da BR 153 e RS 420 analisados, nos anos de 1985 e 2019. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

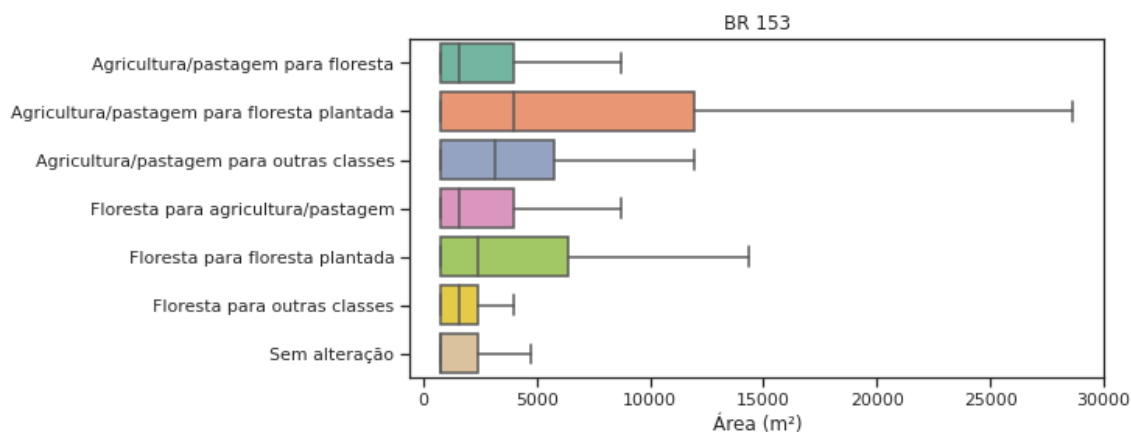
Classes	BR 153		RS420	
	1985	2019	1985	2019
Agricultura/Pastagem	10.610,06 (60,78%)	10.515,44 (60,24%)	9.243,36 (52,85%)	8.728,06 (49,90%)
Floresta	6.824,61 (39,10%)	6.231,43 (35,70%)	7.628,23 (43,62%)	6.912,59 (39,52%)
Floresta Plantada	5,09 (0,03%)	629,19 (3,60%)	4,37 (0,03%)	694,13 (3,97%)
Outras	16,23 (0,09%)	79,93 (0,46%)	614,47 (3,52%)	1.154,75 (6,61%)
Total	17.456,00 (100%)	17.456,00 (100%)	17.489,45 (100%)	17.489,55 (100%)

FONTE: Elaborado pelos autores.

No entorno da BR 153 as maiores transições foram de agricultura/pastagem para floresta plantada, e floresta para floresta plantada (Figura 5). Em seguida foi transição de agricultura/pastagem para outras classes, floresta para agricultura/pastagem, floresta para outras classes e sem alteração.

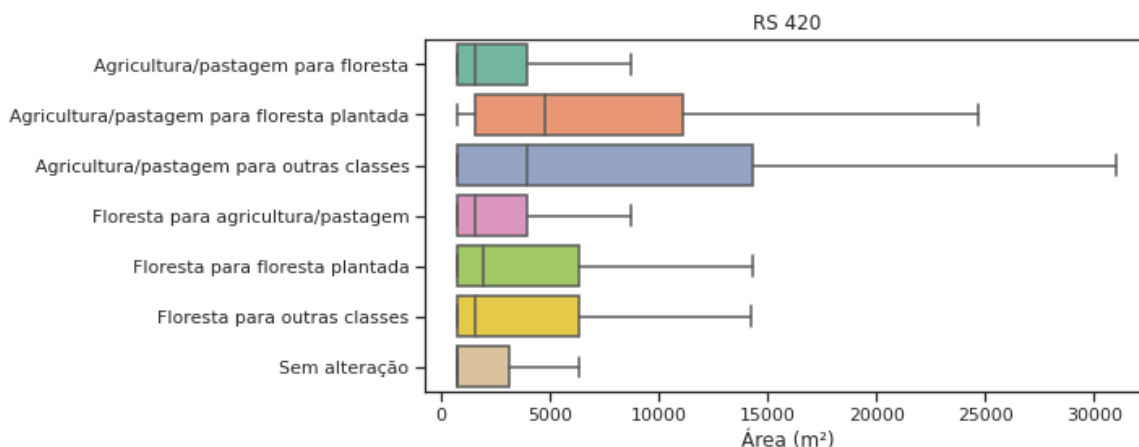
O entorno da RS 420 mostrou maior transição na zona agricultura/pastagem para outras classes, sendo assim, pode-se dizer que houve redução de agricultura/pastagem no trecho estudado (Figura 6). A transição de agricultura/pastagem para floresta plantada é a segunda zona de transição com maior alteração, em seguida está floresta para floresta plantada. Floresta para outras classes também mostrou mudanças expressivas. Posteriormente está a agricultura/pastagem para floresta que está um pouco à frente do oposto floresta para agricultura pastagem.

Figura 5: Transição de áreas de agricultura/pastagem para floresta, agricultura/pastagem para floresta plantada, agricultura/pastagem para outras classes, floresta para agricultura/pastagem, floresta para floresta plantada, floresta para outras classes e sem alteração, no entorno do trecho da BR 153 analisado (*buffer* de 3 km) entre os anos de 1985 e 2019. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Barra central (média), caixas (quartis) e barras verticais (valores máximos e mínimos).



FONTE: Elaborado pelos autores.

Figura 6: Transição de áreas de agricultura/pastagem para floresta, agricultura/pastagem para floresta plantada, agricultura/pastagem para outras classes, floresta para agricultura/pastagem, floresta para floresta plantada, floresta para outras classes e sem alteração, no entorno do trecho da RS 420 analisado (*buffer* de 3 km) entre os anos de 1985 e 2019. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Barra central (média), caixas (quartis) e barras verticais (valores máximos e mínimos).

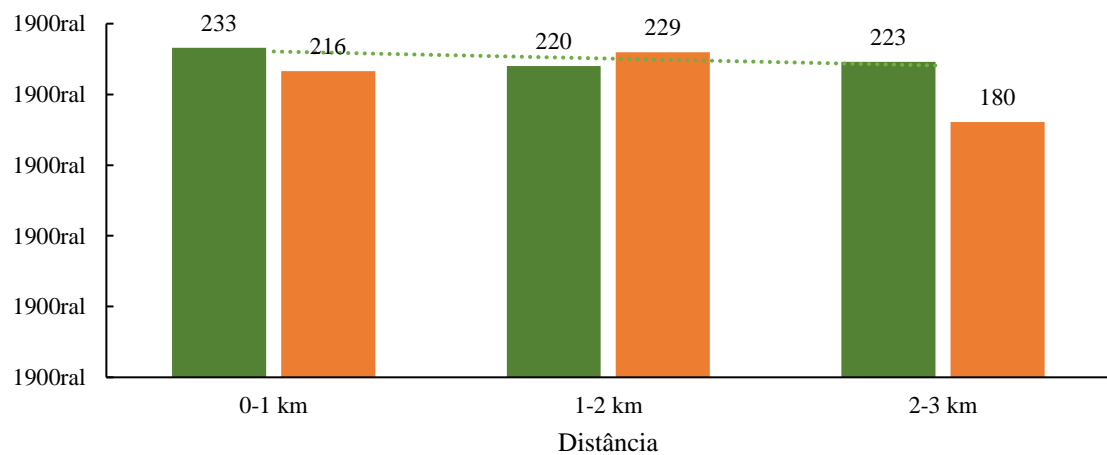


FONTE: Elaborado pelos autores.

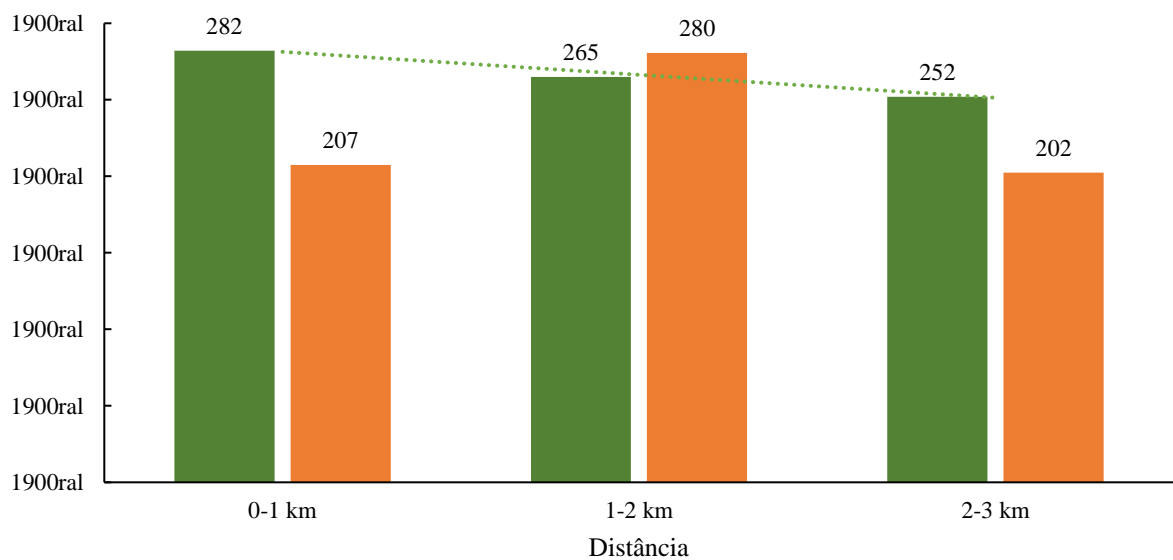
A perda de área de agricultura/pastagem e de floresta está associada predominantemente ao aumento da área de floresta plantada, no entorno das duas rodovias (Tabela 1). O aumento de floresta plantada ao longo dos anos no entorno nas duas rodovias ocorreu em grande parte em função da transição da agricultura/pastagem e floresta nativa para floresta plantada. Na BR 153 houve menor abandono da agricultura/pastagem.

A transição de outras classes para floresta plantada foi menor no *buffer* mais distante (2-3 km), nas duas rodovias. No entorno da BR 153 houve maior transição para floresta plantada, tanto em números de fragmentos quanto em área, nos dois *buffers* mais próximos da rodovia (0-1 e 1-2 km), reduzindo no *buffer* mais distante (figura 7). Da mesma forma, no entorno da RS 420 ocorreu menor transição para floresta plantada, no número de fragmentos e na área, no *buffer* mais distante da rodovia (2-3 km; Figura 7).

Figura 7: Transição para floresta plantada (em números de fragmentos e em área) entre os anos de 1985 e 2019 no entorno das rodovias BR 153 (acima) e RS 420 (abaixo). Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.



■ Número floresta plantada ■ Área (ha) Linear (Número floresta plantada)



■ Número floresta plantada ■ Área (ha) Linear (Número floresta plantada)

FONTE: Elaborado pelos autores.

3.2 COBERTURA FLORESTAL

3.2.1 NÚMERO DE FRAGMENTOS E ÁREA FLORESTAL

BR153

O número de fragmentos florestais é maior nos *buffers* mais distantes da rodovia para o ano de 1985. Já no ano de 2019 o terceiro *buffer* mostra menor número de fragmentos florestais (Tabela 2, Figuras 8 e 9). A proporção de área florestal (relativa ao tamanho de cada *buffer*) é maior nos *buffers* mais distantes da rodovia (Tabela 2). Não houve diferença no tamanho médio dos fragmentos florestais entre os *buffers* (1985 e 2019, $F=0,36$ e $p=0,69$ e $F=1,02$; $p=0,35$; respectivamente).

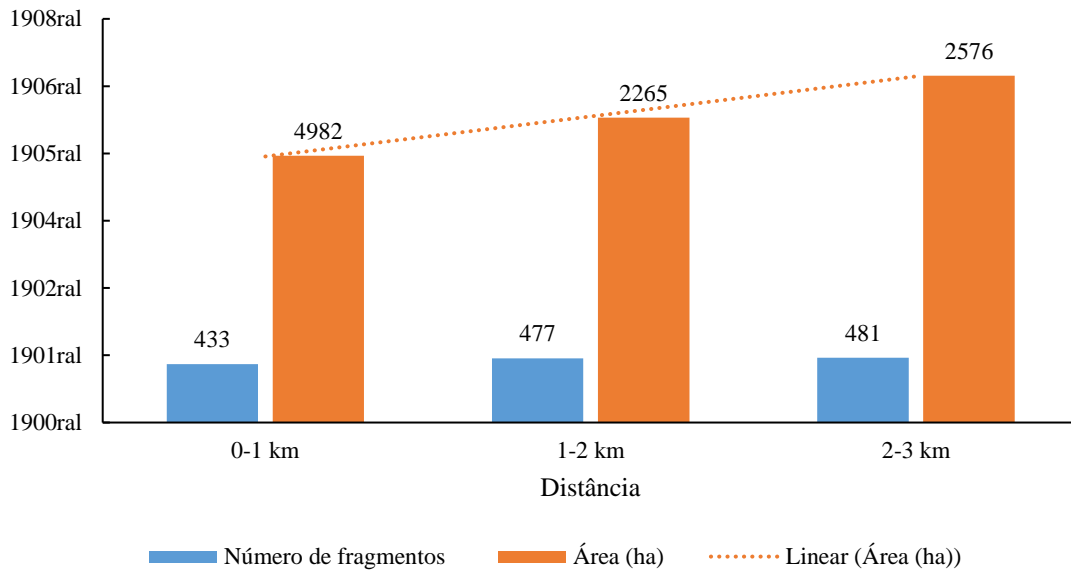
Houve redução na área florestal nos três *buffers* entre os anos de 1985 e 2019, o que se reflete numa perda de cobertura florestal total de 8,69% ($\chi^2=13,47$, $df=1$, $P<0,001$; Tabela 2).

Tabela 2: Número, área florestal (ha) e porcentagem de área florestal (relativa ao tamanho de cada *buffer*) nos *buffers* de até 3 km, no entorno da BR 153. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

BR153	Número de fragmentos	Área total hectares
1985		
<i>Buffer</i> 0-1	433	1.981,98 (36,11%)
<i>Buffer</i> 1-2	477	2.265,71 (38,96%)
<i>Buffer</i> 2-3	481	2.576,91 (41,50%)
Total	1.391	6.824,61 (100%)
2019		
<i>Buffer</i> 0-1	460	1.818,69 (33,13%)
Buffer 1-2	466	2.089,98 (35,94%)
Buffer 2-3	424	2.322,76 (37,35%)
Total	1.350	6.231,43 (100%)

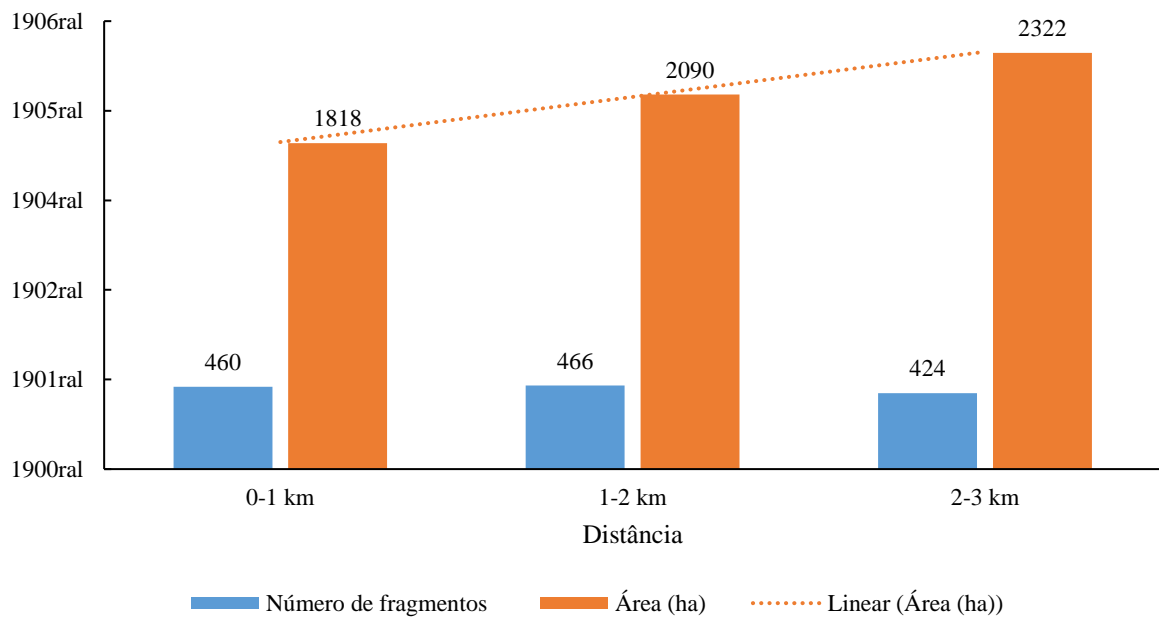
FONTE: Elaborado pelos autores.

Figura 8: Área e número de fragmentos florestais nos *buffers* de até 3 km, no entorno da BR 153 para o ano de 1985. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.



FONTE: Elaborado pelos autores.

Figura 9: Área e número de fragmentos florestais nos *buffers* de até 3 km, no entorno da BR 153 para o ano de 2019. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.



FONTE: Elaborado pelos autores.

RS420

O número de fragmentos é maior no *buffer* mais distante da rodovia para o ano de 1985. No ano de 2019 foram registrados menos fragmentos florestais quanto mais distante da rodovia (Figura 10 e 11). No entanto, esta redução não se reflete na proporção da área florestal (relativa ao tamanho de cada *buffer*) entre os *buffers* (Tabela 3). Não houve diferença no tamanho médio dos fragmentos florestais entre os *buffers* (1985 e 2019, $F=0,01$; $p=0,98$ e $F=0,29$; $p=0,74$; respectivamente).

Houve redução na área florestal nos três *buffers* entre os anos de 1985 e 2019, o que se reflete uma perda de cobertura florestal total de 9,38% ($\chi^2=17,64$, $df=1$, $P<0,001$; Tabela 3).

Tabela 3: Número, área florestal (ha) e porcentagem de área florestal (relativa ao tamanho de cada *buffer*) nos *buffers* de até 3 km, no entorno da RS 420. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

RS 420	Número de fragmentos	Área total hectares
1985		
<i>Buffer</i> 0-1	398	2.536,30 (43,81%)
<i>Buffer</i> 1-2	392	2.431,84 (42,18%)
<i>Buffer</i> 2-3	412	2.660,09 (43,36%)
Total	1.202	7.628,23 (100%)
2019		
<i>Buffer</i> 0-1	452	2.306,16 (40,80%)
<i>Buffer</i> 1-2	448	2.210,62 (38,34%)
<i>Buffer</i> 2-3	411	2.395,81 (39,05%)
Total	1.311	6.912,59 (100%)

FONTE: Elaborado pelos autores.

Figura 10: Área e número de fragmentos florestais nos *buffers* de até 3 km, no entorno da RS 420 para o ano de 1985. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

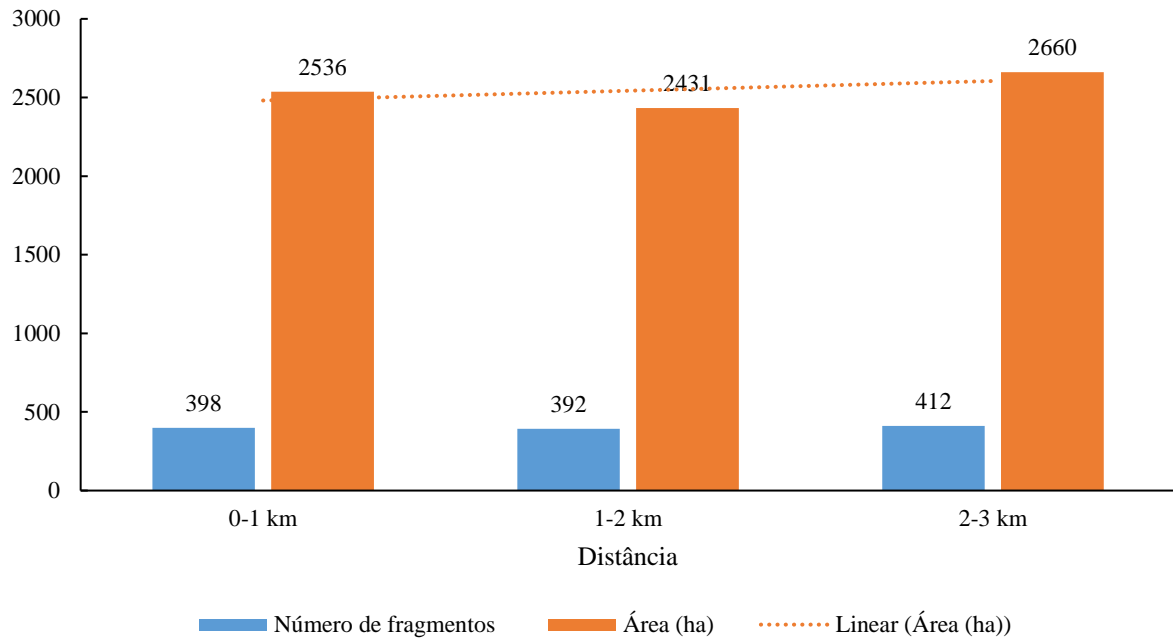
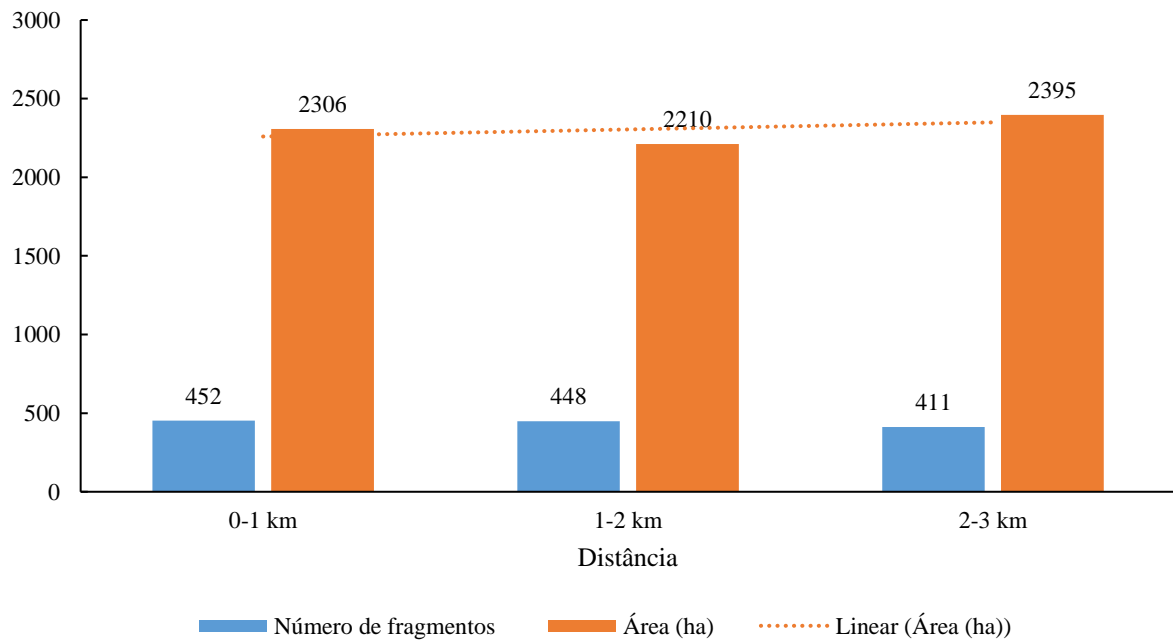


Figura 11: Área e número de fragmentos florestais nos *buffers* de até 3 km, no entorno da RS 420 para o ano de 2019. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

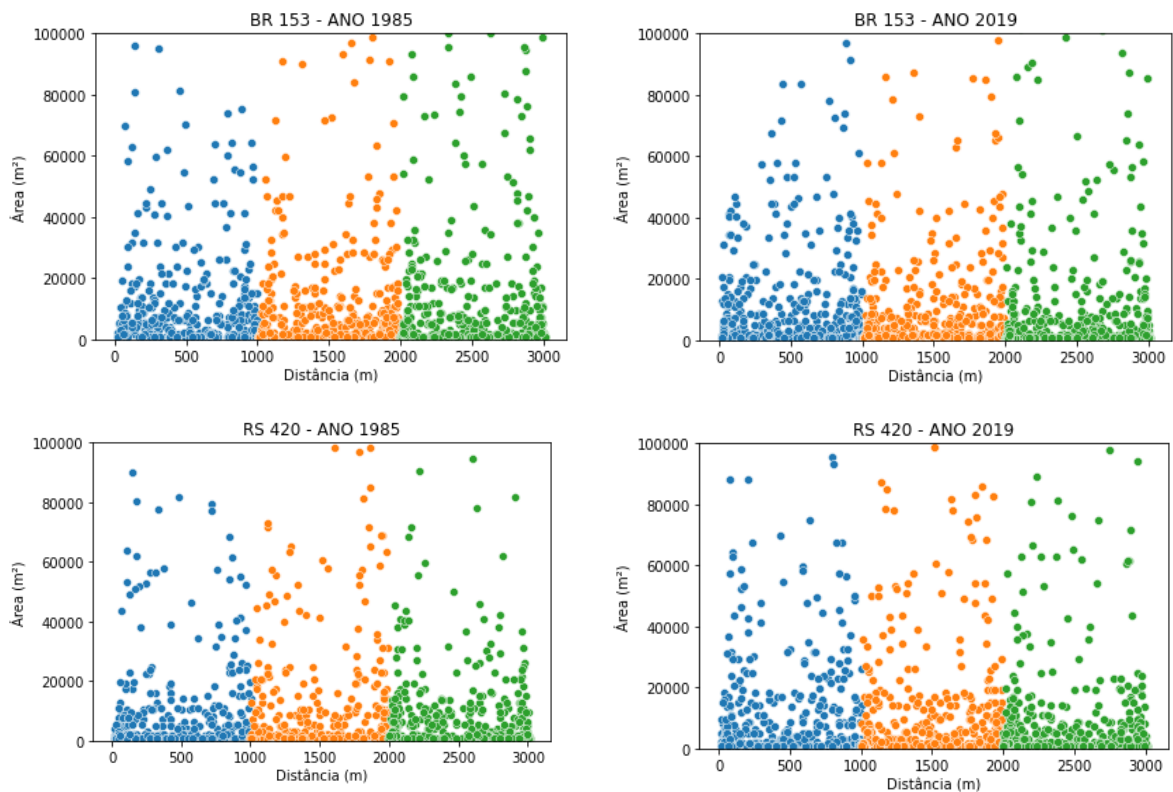


FONTE: Elaborado pelos autores.

3.2.2 Tamanho do fragmento

De forma geral os fragmentos florestais são de pequeno porte, independente do ano, rodovia analisada ou distância do ponto central (Figura 12). Cerca de 90% dos fragmentos mostram tamanho menor que 10 hectares no entorno das duas rodovias (Tabela 5).

Figura 12: Distribuição da área dos fragmentos florestais em função da distância da rodovia (BR 153 e RS 420), para os anos de 1985 e 2019. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.



FONTE: Elaborado pelos autores.

A porcentagem e o número de fragmentos florestais com mais de 50 hectares são maiores nos *buffers* mais distantes da rodovia, nas duas rodovias e nos dois anos analisados (Tabela 4). Houve diferença entre no número de fragmentos maiores de 50 hectares entre o *buffer* mais próximo e o mais distante da rodovia ($F=6,39$; $p=0,04$)

Tabela 4: Número e porcentagem de fragmentos florestais por classe de tamanho no entorno das rodovias BR 153 e RS 420, para os anos de 1985 e 2019. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Em negrito os *buffers* com maior número de fragmentos florestais com mais de 50 ha.

BR153 -1985						
Tamanho (ha)	<i>Buffer</i> 0-1 N (%)		<i>Buffer</i> 1-2 N (%)		<i>Buffer</i> 2-3 N (%)	
Até 10	386	(89,15)	424	(88,89)	427	(88,77)
10 - 50	38	(8,78)	43	(9,01)	41	(8,52)
50+	9	(2,08)	10	(2,10)	13	(2,70)
BR153 - 2019						
Tamanho (ha)	<i>Buffer</i> 0-1 N (%)		<i>Buffer</i> 1-2 N (%)		<i>Buffer</i> 2-3 N (%)	
Até 10	422	(91,74)	428	(91,85)	369	(87,03)
10 - 50	31	(6,74)	27	(5,79)	44	(10,38)
50+	7	(1,52)	11	(2,36)	11	(2,59)
RS420 -1985						
Tamanho (ha)	<i>Buffer</i> 0-1 N (%)		<i>Buffer</i> 1-2 N (%)		<i>Buffer</i> 2-3 N (%)	
Até 10	359	(91,58)	349	(89,03)	372	(90,29)
Até 50	26	(6,53)	27	(6,89)	22	(5,34)
50+	13	(3,27)	16	(4,08)	18	(4,37)
RS420 - 2019						
Tamanho (ha)	<i>Buffer</i> 0-1 N (%)		<i>Buffer</i> 1-2 N (%)		<i>Buffer</i> 2-3 N (%)	
Até 10	412	(91,15)	404	(90,18)	369	(89,78)
10 - 50	30	(6,64)	33	(7,37)	26	(6,33)
50+	9	(1,99)	11	(2,46)	16	(3,89)

FONTE: Elaborado pelos autores.

3.2.3 Índice de Circularidade (IC)

Não houve diferença no Índice de Circularidade entre os três *buffers* na rodovia BR 153 (1985 e 2019; $F=127$; $p=0,27$ e $F=0,76$; $p=0,46$; respectivamente) e na RS 420 (1985 e 2019 $F=0,38$; $p=0,68$ e $F=0,14$; $p=0,86$; respectivamente). No entanto, a porcentagem de fragmentos com índice de circularidade maior que 0,5 e com mais de 05 hectares, foi maior nos *Buffers* mais distantes da rodovia, nos dois anos, no entorno da rodovia BR 153 (Tabela 5). Para o entorno da rodovia RS 420 os maiores valores foram no *Buffer* intermediário (1-2 km).

Tabela 5: Porcentagem de fragmentos florestais com Índice de Circularidade maior que 0,5 (>05ha) no entorno das rodovias BR 153 e RS 420, nos anos de 1985 e 2019. Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Em negrito os *buffers* com maior porcentagem com Índice de Circularidade maior que 0,5 (>05ha).

BR153			
Ano	<i>Buffer</i> 0-1	<i>Buffer</i> 1-2	<i>Buffer</i> 2-3
1985	14,49%	14,29%	22,62%
2019	16,07%	7,41%	18,18%
RS 420			
Ano	<i>Buffer</i> 0-1	<i>Buffer</i> 1-2	<i>Buffer</i> 2-3
1985	18,90%	19,70%	12,00%
2019	11,48%	23,61%	11,50%

FONTE: Elaborado pelos autores.

4 DISCUSSÃO

4.1 TRANSIÇÃO DA PAISAGEM

Historicamente o avanço da colonização da região do Alto Uruguai teve início com um decreto no ano de 1900 onde cada imigrante receberia 25 ha para o cultivo (BIANCHINI *et al.*, 2008). A agricultura foi praticada com base na exploração dos recursos naturais, essencialmente de recursos florestais nativos, até que houve a sua modernização, quando se iniciou a utilização de máquinas agrícolas e insumos industriais (KOZENIESKI, 2021). Acompanhado desta modernização ocorreu a expansão dos sistemas de monocultura e do uso de agrotóxicos para a produção e exportação de culturas (TEIXEIRA, 2005), com ampliação da área de plantio sobre áreas florestais.

A forte presença da agropecuária na região tem como principal característica a agricultura familiar (SIMON *et al.*, 2016), com propriedades em geral pequenas, com pequenas plantações e de mão de obra essencialmente familiar (MAIA, 2008). Os grãos mais plantados na região segundo o IBGE (2006) são: milho, soja, trigo. O predomínio de propriedades de pequeno e médio porte, como decorrência do histórico de colonização região, parece ser um dos fatores responsáveis pela alta fragmentação da paisagem registrada neste estudo.

A perda de área florestal entre os anos analisados, no entorno das duas rodovias, corrobora com percepção que a expansão das áreas de produção ocorreu, pelo menos em parte,

sobre as áreas florestais. Para Forman (1998) a redução de área nativas pode ser intensificada pela presença de rodovias, que possuem efeitos sobre a cobertura florestal dentro da chamada zona de efeito de estrada (Road-effect zone), que é a área que sofre as consequências ecológicas promovidas pelo uso e operação das rodovias (VAN DER REE., *et al.*, 2015).

A BR 153 mostrou menor cobertura florestal que a RS 420, o que pode ser consequência de diferentes fatores, entre eles as diferenças na estrutura da rodovia e no volume e características de tráfego. A BR 153 é uma rodovia mais antiga, de maior porte e com alto volume de tráfego. Segundo Southworth *et al.* (2011), o desmatamento está ligado não só ao surgimento das rodovias, mas também ao seu desenvolvimento, isso devido às mudanças de uso da terra, como o aumento de área agrícola em seu entorno. Para Freitas *et al.* (2009), as rodovias mais antigas podem possuir preditores de desmatamento e fragmentação com maior influência que as novas rodovias, pois muitas vezes as novas são apenas a continuação de uma já existente, que conecta a estrada principal que já está estabelecida. Sendo assim, a rede rodoviária mais antiga pode dominar a paisagem. Para Souza *et al.* (2009), rodovias que possuem tráfego acentuado são também as que mais influenciam a paisagem no seu entorno.

O entorno da RS 420 apresenta menor área de agricultura/pastagem e maior cobertura florestal quando comparado com o trecho da BR 153. Segundo Toledo e Zonin (2021), que em seu estudo buscou avaliar sucessores de áreas rurais e sua permanência, cerca de 55,7% dos jovens possuem interesse em continuar em estabelecimentos rurais. Porém, fatores externos os fazem mudar para a cidade, deixando em muitos casos as atividades na agricultura, já os outros 45,3% almejam ir em busca de outras fontes de renda. Com isso, pode-se o êxodo rural como um dos fatores responsáveis por essa transição de agricultura/pastagem para outras zonas.

Na RS 420 houve um aumento significativo da zona “outras classes”, que se deve ao aumento de edificações nas proximidades da cidade de Erechim, ampliando a área urbana, com isso reduzindo áreas de agricultura/pastagem e floresta. Para Maithani (2009) a infraestrutura é um dos principais fatores de influência para o crescimento urbano. Bielavsky (2007), leva em consideração que a facilidade de locomoção chama a atenção da população, e que o crescimento das cidades está relacionado com a mobilidade urbana e nos seus acessos as regiões periféricas.

As duas rodovias mostraram aumento na zona de floresta plantada, o que também pode estar associada ao êxodo rural, tendo em vista que diferentes zonas terem sofrido a transição para floresta plantada. Segundo IBA (2020) o aumento de florestas plantadas está associado a grande influência do setor de floresta e madeireiro na economia do Brasil. O Plano Nacional de Florestas Plantadas (2018) indica que além de representar desenvolvimento econômico as

florestas plantadas também influenciam no desenvolvimento social, levando em consideração que as mesmas promovem mudanças locais, abrindo oportunidade de trabalho e gerando renda. No entanto, o aumento de floresta plantadas pode ser considerado uma ameaça para a conservação (PILLAR, 2003), quando são estabelecidas em substituição a florestas nativas.

Por outro lado, as florestas plantadas podem desempenhar um papel socioambiental favorável e contribuir para o desenvolvimento sustentável (BUSCHINELLI *et al.*, 2015), se manejadas de forma correta. Para Silva *et al.* (2011), a expansão de florestas plantadas pode ser associada à facilidade de implantação em áreas de relevo acidentado, com baixa fertilização natural do solo e degradadas pela agricultura. A necessidade de escoamento dos produtos com uso de caminhões, para carregar as toras, faz com que as florestas plantadas sejam implantadas prioritariamente em áreas próximas as rodovias. Neste sentido, a transição para floresta plantada foi maior nos *buffers* mais próximos das rodovias, o que pode acontecer devido a facilidade de acesso para o manejo das plantações (DALLE *et al.*, 1994; FORMAN, 1995).

4.2 COBERTURA FLORESTAL

Os resultados indicam que quanto mais próximo da rodovia, menor é a área florestal na BR 153. Na RS 420 este padrão não se repete. Da mesma forma que as diferenças na estrutura da rodovia e no volume e características de tráfego podem influenciar na área florestal total no seu entorno, pode influenciar na área florestal em cada *buffer*. Rodovias de maior porte e alto volume de tráfego podem gerar maior efeito de borda, que se manifesta nas áreas mais próximas das rodovias (MURCIA, 1995). A rodovia RS 420 é mais recente, com volume de tráfego menor e menor velocidade de rodagem, o que pode reduzir o efeito de borda no seu entorno. Além disto, a RS 420 apresenta relevo mais ondulado, e tal característica pode influenciar na cobertura florestal, pois quanto mais íngreme mais difícil a alteração do uso da terra devido à dificuldade de acesso aos locais (CABRAL; FISZON, 2004; MUNROE *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2007, TEIXEIRA *et al.*, 2009; FREITAS *et al.*, 2010).

A alta fragmentação no entorno das rodovias se reflete no grande número de fragmentos florestais de pequeno porte, que chega aos impressionantes valores de cerca de 90% dos fragmentos com menos de 10 hectares. Fragmentos florestais acima de 50 hectares são poucos e mais comuns nos *buffers* mais distantes das rodovias, ou seja, quanto mais próximo da rodovia, menos fragmentos de maior porte. Para Spellerberg (1998), os efeitos das rodovias a médio e longo prazo podem se estender por distâncias variáveis da beira da estrada, reduzindo

conforme a maior distância. Neste sentido, nossos dados corroboram a proposta que impactos são geralmente maiores perto da estrada e diminuem gradualmente com o aumento da distância da estrada (EIGENBROD *et al.*, 2009).

Os fragmentos com maior índice de circularidade ($e > 5$ ha) foram mais comuns nos *buffers* mais distantes da rodovia. Novamente este efeito se manifesta de forma mais acentuada na BR 153. O efeito de borda nos fragmentos florestais é mais forte quando há um índice de circularidade menor, reduzindo a área efetivamente preservada do fragmento (JUVANHOL *et al.*, 2011). Neste sentido, a menor quantidade de fragmentos florestais, com maior índice de circularidade, nas áreas próximas da rodovia implica em menor quantidade de áreas mais preservadas.

De forma geral, as rodovias apresentaram menor fragmentação, maior área florestal e fragmentos maiores, com maior IC nos *buffers* mais distantes da rodovia. Ou seja, áreas mais próximas as rodovias tendem a ter maior fragmentação, menor cobertura florestal e, como consequência, mais impactos ambientais. Essa característica confirma que a paisagem no entorno de rodovias pode variar no espaço e no tempo, o que acontece segundo Freitas *et al.* (2009) de acordo com os fatores econômicos de uso e ocupação da terra, dentre eles a presença e estrutura das rodovias (SHANLEY; PYARE, 2011).

O uso e operação das rodovias desencadeia uma sucessão de alterações no uso da terra (FORMAN *et al.*, 2003). Ou seja, a alteração da paisagem tende a ser maior nas proximidades das rodovias, com maior potencial de impactos negativos para as formas de vida que dependem preservação destes sistemas (SPELLERBERG, 1998; FORMAN *et al.*, 2000; HANSEN; CLEVINGER, 2005; PALOMINO; CARRASCAL, 2007; LAURENCE *et al.*, 2009; SOUTHWORTH *et al.*, 2011). Na região estudada a alta fragmentação florestal parece ser potencializada pela proximidade das rodovias, com potenciais reflexos na diversidade no entorno destas rodovias.

5 CONCLUSÕES

A cobertura florestal no entorno dos trechos da BR 153 e da RS 420 sofreu alterações no decorrer dos anos, sendo que houve a alteração do uso da terra que resultou no aumento de floresta plantada e na redução de floresta nativa. Ocorre uma tendência de ambas as rodovias para a redução do número de fragmentos de floresta plantada conforme aumenta a distância da rodovia, ou seja, quanto mais próximo da rodovia maior a área de floresta plantada. Pode-se perceber que, apesar de ambas as rodovias terem redução na cobertura florestal, sendo que a

BR 153, por ser uma rodovia de maior porte, com maior volume de tráfego mostra maior potencial de impactos no seu entorno.

Os nossos resultados mostram a importância de avaliar com cautela a implantação e operação de rodovias. Principalmente rodovias estruturalmente maiores e com maior volume de tráfego podem acarretar maiores impactos ambientais negativos, e em distâncias maiores da rodovia. As alterações na paisagem promovidas pela operação das rodovias acarretam redução de áreas integras e com potencial de manter a biodiversidade. Esta situação pode ser especialmente delicada em áreas destinadas a preservação ambiental, como Unidades de Conservação. Neste sentido, torna-se essencial identificar os impactos ambientais no entorno das rodovias, notadamente, seu alcance e grandeza, para que possamos propor medidas que possibilitam que as rodovias que sejam úteis para pessoas e ao mesmo tempo suficientes para manutenção da biodiversidade.

Como sugestão para a continuação deste trabalho, pode-se incluir o relevo como fator de influência, assim como a pecuária e estradas secundárias. Além disso, podem ser testadas outras rodovias de alto e baixo tráfego, com isso compará-las buscando um padrão de resultados.

REFERÊNCIAS

- AB’SÁBER, A. **Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- AB’SABER, A. **Ecossistemas do Brasil**. 1 ed. São Paulo: Metalivros, 2006.
- BAGER, A. **Centro brasileiro de estudos em ecologia de estradas**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2013.
- BENÍTEZ-LÓPEZ, A.; ALKEMADE, R.; VERWEIJ, P. A. **The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: A meta-analysis**. *Biological Conservation*, v. 143, n. 6, p. 1307-1316, 2010.
- BIELAVSKY, M. **Para onde cresce a cidade: Dinâmica de expansão urbana e caracterização urbano-ambiental em área da bacia do Guaraparinga**. 2006. Dissertação (Mestrado em Geografia e Física). USP. São Paulo. 2007.
- BIANCHINI, G. M.; SANTOS, V. R.; CAVALCANTI, J.; BRESOLIN, R. R.; CIOTTI, C. S.; **Erechim: A trajetória de Formação Urbana do Município**. 1º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente. Siambiental. 2008.
- BUJOCZEK, M., M.; CIACH, M. YOSEF, R. **Road-kills affect avian population quality**. *Biological Conservation*, v. 144, n. 3, p. 1036–1039, 2011.
- BUSCHINELLI, C. C.; GIROTTO, S. B. F. T.; PASSOS, B. M. dos.; SIMIONI, F. J. **Impactos socioambientais da introdução de florestas de eucalipto em propriedades rurais**. Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Porto Alegre. 2015. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/138220/1/2015AA035.pdf>>. Acesso em: 23 de mai. de 2021.
- BÜRGI, M.; HERSPERGER, A. M.; SCHNEEBERGER, N. **Driving forces of landscape change – current and new directions**. *Landscape Ecology*, v. 19, p. 857–868, 2005.
- CABRAL, D. C.; FREITAS, S. R.; FISZON, J. T. **Combining Sensors in Landscape Ecology: Imagery-Based and Farm-Level Analysis in the Study of Human-Driven Forest Fragmentation**. *Sociedade & Natureza*, v. 19, p. 69–87, 2007.
- CABRAL, D. C.; FISZON, J. T. **Padrões sócio-espaciais de desflorestamento e suas implicações para a fragmentação florestal: Estudo de caso na Bacia do Rio Macacu, RJ**. *Scientia Forestalis*, n. 66, p. 13-24, 2004.
- DALLE, V. H.; PEARSON, S. M.; OFFERMAN, H. L.; O’NEILL, R. V. **Relating Patterns of Land- Use Change to Faunal Biodiversity in the Central Amazon**. *Conservation Biology*. v. 8, n. 4, p. 1027-1036. 1994.
- DEVENDRAN, A. A.; LAKSHMANAN, G. **Urban growth prediction using neural network coupled agents-based Cellular Automata model for Sriperumbudur Taluk**. Tamil Nadu,

India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, v. 21, n. 3, p. 353-362, 2018.

EIGENBROD, F.; HECNAR, S.; FAHRIG, L. **Quantifying the road-effect zone: threshold effects of a motorway on anuran populations in Ontario**. Canada. *Ecology and Society*, v. 14, n. 1, p. 487-515, 2009.

FAHRIG, L. **Effects of habitat fragmentation on biodiversity**. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematic*, v. 34, p. 487-515. 2003.

FAN, S.; CHAN-KANG, C. **Road development, economic growth, and poverty reduction in China**. Research report. Washington, v. 38, n. 2, p. 487-515, 2005.

FENGLER, F.H.; MORAES, J. F. L.; RIBEIRO, A. L.; FLHO, A. F.; STORINO, M.; MEDEIROS, G. A. **Environmental quality of forest fragments in jundiá-mirim river basin between 1972 and 2013**. V. 13, n 4, p- 402-408. 2015. Disponível em: <http://ebrary.ifpri.org/utils/getfile/collection/p15738coll2/id/70020/filename/70021.pdf>
Acessado em: 23 de mai. de 2021.

FEARNSIDE, P. M. Highway construction as a force in the destruction of the amazon forest. In: VAN DER REE, R. V.; SMTHI, D. J.; GRILLO, C. (org.). **Handbook of road ecology**. Oxford: Wiley, 2015.

FORMAN, R. T. T. **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions**. NDUBIDI, F. O. (org.). Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

FORMAN, R. T. T.; ALEXANDER L. E. **Roads and their major ecological effects**. *Ecology and Systematics*, v. 29, p. 207-231, 1998.

FORMAN, R. T. T; SPERLING, D.; BISSONETTE, J. A.; CLEVINGER, A. P.; CUTSHALL, C. D.; DALE, V. H.; FAHRIG, L.; FRANÇA, R.; GOLDMAN, C. R.; HEANUE, K.; JONES, J.Á.; SWANSON, F. J.; TURRENTINE T.; WINTER, T.C. **Road Ecology Science and Solutions**. Washington: Island Press, 2003.

FREITAS, S.; HAWBAKER, T. J.; METZGER, J. P. **Effects of roads, topography, and land use on forest cover dynamics in the Brazilian Atlantic Forest**. *Forest Ecology and Management*, v. 259, n. 3, p. 410–417. 2010.

FREITAS, S., METZGER, J. P. **Estudo da relação entre estradas, relevo, uso da terra e vegetação natural no planalto de Ibiúna SP, com enfoque na ecologia da paisagem**. *Natureza & Conservação*, v. 7. n. 2. p. 136-148. 2009.

GUARIZ, H. R.; CAMPANHARO, W. A.; PICOLI, M. H. S. **Avaliação do Tamanho e Forma de Fragmentos Florestais por meio de Métricas de Paisagem**. Congresso Brasileiro de Reflorestamento Ambiental. Guarapari – ES. 2011.

HANSEN, M. J.; CLEVINGER, A. P. **The influence of disturbance and habitat on the presence of non-native plant species along transport corridors**. *Biological Conservation*, v. 125, p. 249-259, 2005.

HARPER, K. A.; MACDONALD, E.; BURTON, P. J.; CHEN, K.; BROSOFSKE, K.D.; SAUNDERS, S.C.; EUSKIRCHEN, E.S.; ROBERTS, D.; JAITEH, M.S.; ESSEEN, P.A. **Edge Influence on Forest Structure and Composition in Fragmented Landscapes**. *Conservation Biology*, v. 19, n. 3, p. 768-782, 2005.

HECHT, S. B. **From eco-catastrophe to zero deforestation? Interdisciplinarity, politics, environmentalisms and uced clearing in Amazonia**. *Environmental Conservation*, v. 39, n. 1, p. 4-19. 2011.

IBA. Indústria Brasileira de Árvores. *Relatório Anual*. 2020. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-iba-2020.pdf>> Acesso em 20 de jul. de 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. IBGE cidades: **Histórico de Erechim**. 2015c. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/erechim/panorama>> Acessado em: 07 de ag. de 2021.

JAEGER, J. A. G. Improving Environmental Impact Assessment and Road Planning at the Landscape Scale. In: VAN DER REE, R. V.; SMTHI, D. J.; GRILLO, C. (org.). **Handbook of road ecology**. Oxford: Wiley, 2015.

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

KOZENIESKI, E. M. **Tempo e a produção do espaço: diálogos com Milton Santos e Henri Lefebvre sob o horizonte do rural na região de Erechim**. *Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul*, n. 37, p. 95-119, 2021.

LAURENCE, W. F.; GOOSEM, M. LAURANCE, S. G. W. **Impacts of roads and linear clearings on tropical forests**. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 24, n. 12, p. 487-515. 2009.

MACHADO, C. J. S.; VILANI, R. M.; FRANCO, M. G.; LEMOS, S. D. C. **Legislação ambiental e degradação ambiental do solo pela atividade petrolífera no Brasil**. Curitiba: Desenvolvimento e Meio Ambiente, 2013.

MAIA, R. M. **Identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade na microrregião geográfica de Erechim, RS**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). São Carlos. 2008.

MAITHANI, S. **A neural network based urban growth model of an Indian City**. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, v. 37, n. 3, p. 363-376. 2009.

MARTINAZZO, Luana Nunes. **História ambiental do Alto Uruguai: colonização, desenvolvimento e transformações na paisagem**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ambiente e Desenvolvimento. Lajeado. 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10737/237> Acesso em 05 de jun. de 2021.

- MCHARG, I. L. **Proyectar Com La Naturaleza**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2000.
- METZGER, J. P. **Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica**. Anais da Academia Brasileira de Ciências. v. 71, n. 3, p. 445-463, 1999.
- MILARÉ, E. **Direito do ambiente**. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2007.
- MILLER, J. R.; JOYCE, L. A.; KNIGHT, R. L.; KING, R. M. **Forest roads and landscape structure in the southern Rocky Mountains**. Landscape Ecology, v. 11, p. 115–127. 1996.
- MUNROE, D.K., NAGENDRA, H., SOUTHWORTH, J. **Monitoring landscape fragmentation in an inaccessible mountain area: Celaque National Park, Western Honduras**. Landscape and Urban Planning, v. 83, p. 154-167. 2007.
- MURCIA, C. **Edge effects in fragmented forests: implications for conservation**. Trends in Ecology and Evolution, v. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.
- NASCIMENTO, H. E. M.; DIAS A. S.; TABANEZ A. A. J.; VIANA V. M. **Estrutura e dinâmica de populações arbóreas de um fragmento de floresta estacional semidecidual na região de Piracicaba, SP**. Revista Brasileira de Biologia, v. 52, n. 2, p. 329-342, 1999.
- OLIVEIRA, E. M.; SOUTO, J. S. **Mesofauna edáfica como indicadora de áreas degradadas**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 6, n. 1, p. 1-9, 2011.
- PALOMINO, D.; CARRASCAL, L. M. **Threshold Distances to Nearby Cities and Roads Influence the Bird Community of a Mosaic Landscape**. Biological Conservation, v. 140, p. 100-109. 2007.
- PERIOTTO, F., MARTENSEN, A. C. **Restauração de Áreas Degradadas: Impactos Geradores e Processos de Restauração Ecológica** In: ZABOTTO, A. R. Estudos Sobre Impactos Ambientais: Uma Abordagem Contemporânea. Botucatu: FEPAF, 2019.
- PILLAR, V. P. Dinâmica da expansão florestal em mosaicos de floresta e campos no sul do Brasil. ecossistemas brasileiros: manejo e conservação. SALES C. **Ecossistemas Brasileiros: manejo e conservação**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2003.
- _____. **Plano nacional de desenvolvimento de florestas plantadas**. Brasília. 2018. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/outras-publicacoes/plano-nacional-de-desenvolvimento-de-florestas-plantadas.pdf>> Acesso em: 18 de jul. de 2021.
- REZZADORI, T.; HARTMANN, M. T.; HARTMANN, P. A. **Proximidade de rodovias pode influenciar a fragmentação florestal? Um estudo de caso no norte do Rio Grande do Sul**. Biotemas, v. 19, p. 21-28, 2016.
- RIBEIRO, M. C.; METZGER J. P.; MARTENSEN A. C.; PONZONI F. J.; HIROTA M. M.; **The brazilian atlantic forest: how much is left, and how is the remaining forest**

distributed? implications for conservation. *Biological conservation*, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

SHANLEY, C. S. AND S. PYARE. **Evaluating the road-effect zone on wildlife distribution in a rural landscape.** *Ecosphere*, v. 2, n. 16, p. 1143-1148. 2011.

SILVA, V. P.; DEFFACI, A. C.; HARTMANN, M. T.; HARTMANN, P. A. **Birds around the road: effects of a road on a savannah bird community in southern Brazil.** *Ornitologia Neotropical*, v. 2017, n. 28, p. 119-129, 2017.

SILVA, W. G., METZGER, J. P., SIMÕES, S., SIMONETTI, C. **Relief influence on the spatial distribution of the Atlantic Forest cover on the Ibiúna Plateau, SP.** *Brazilian Journal of Biology*. V. 67, n. 03, p. 403-411, 2007.

SILVA, M. A.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; AVANZI, J. C.; LEITE, F. P. **Management systems in the eucalyptus forest plantations and the soil and water losses in vale do Rio Doce, MG State.** *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 765-776, 2011.

SILVÉRIO NETO, R. BENTO, M. de C.; MENEZES, S. J.M. da C.; ALMEIDA, F. S. **Caracterização Da Cobertura Florestal De Unidades De Conservação Da Mata Atlântica.** *Floresta e Ambiente*, v. 22, n. 1, p. 32-41. 2015.

SIMON, L. W.; SILVA, C. C.; PACHECO, A. S. D.; TOSTA, K. C. B. T.A. **A UFFS como espaço de desenvolvimento, transformação social e preservação da identidade regional.** XVI Colóquio Internacional de Gestão Universitária – CIGU. Arequipa, Peru, 2016. Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/171009>> Acesso em: 2 de ag. de 2021.

SOUZA, C. M.; SHIMBO, J. Z.; ROSA, M. R.; PARENTE, L. L.; ALENCAR, A. A.; RUDORFF, B. F. T.; HASENACK, H.; MATSUMOTO, M.; FERREIRA, L. G.; SOUZA-FILHO, P. W. M.; DE OLIVEIRA, S. W.; ROCHA, W. F.; FONSECA, A. V.; MARQUES, C. B.; DINIZ, C. G.; COSTA, D.; MONTEIRO, D.; ROSA, E. R.; VÉLEZ-MARTIN, E.; WEBER, E. J.; LENTI, F. E. B.; PATERNOST, F. F.; PAREYN, F. G. C.; SIQUEIRA, J. V.; VIERA, J. L.; NETO, L. C. F.; SARAIVA, M. M.; SALES, M. H.; SALGADO, M. P. G.; VASCONCELOS, R.; GALANO, S.; MESQUITA, V. V.; AZEVEDO, T. **Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine.** *Remote Sensing*, v. 12, n. 17, p. 2-27. 2020.

SOUTHWORTH, J.; MARSIK, M.; QIU, Y; PERZ, S.; CUMMING, G.; STEVENS, F.; ROCHA, K.; DUCHELLE, A.; BARNES, G. **Roads as drivers of change: trajectories across the tri-national frontier in map, the southwestern amazon.** *Remote Sensing*, v. 3, p. 1047-1046. 2011.

SPELLERBERG, I. F. **Ecological effects of roads and traffic: a literature review.** *Global Ecology and Biogeography Letters*, v.7, p. 317–333. 1998.

TABANEZ, A. A. J.; VIANA V. M. **Patch structure within Brazilian Atlantic Forest fragments and implications for conservation.** *Biotropica*, v. 32, n. 4, p. 925-933. 2000.

TABARELLI, M.; AGUIAR, A. V.; RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; PERES C. A. **Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: lessons from aging human-modified landscapes.** *Biological Conservation*, v. 143, n. 10, p. 2328-2340, 2010.

TABARELLI, M.; GASCON, C. **Lições da Pesquisa Sobre Fragmentação: Aperfeiçoando Políticas e Diretrizes de Manejo Para a Conservação da Biodiversidade.** *Megadiversidade*, v1, n 1, p. 181-188, 2005.

TEIXEIRA, F., Z.; GONÇALVES, L. O. **Planejamento e gestão territorial: inovação, tecnologia e sustentabilidade.** In: LADWIG, N. I.; CAMPOS, J. B. (org.). Criciúma, SC: UNESC, 2020.

TEIXEIRA, A. M. G.; SOARES-FILHO, B. S.; FREITAS, S. R.; METZGER, J. P. **Modeling landscape dynamics in an Atlantic Rainforest region: implications for conservation.** *Forest Ecology and Management*, v 257, n. 4, p. 1219-1230. 2009.

TEIXEIRA, J. C. **Modernização da agricultura no Brasil: impactos Econômicos, sociais e ambientais.** *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros. Três Lagoas-MS*: v 2, n. 2, p. 21-42, 2005.

TOLEDO, E. N. B.; ZONIN, V. J. **A Sucessão Geracional No Meio Rural Em Cinco Estados Brasileiros: Possibilidades E Limites.** *Emancipação*, v. 21, p. 01-16. 2021.

TURNER, M. G. **Landscape ecology: the effect of pattern on process.** *Annual Reviews in Ecology & Systematics*, v. 20, p. 171-197, 1989.

VALENTINI, D. R.; FAVARETTO, A.; GOETTEMES, R. F.; ANDRADE, S. P. de. **Planejamento e gestão territorial [recurso eletrônico]: inovação, tecnologia e sustentabilidade.** In: LADWIG, N. I.; CAMPOS, J. B. (org.). Criciúma, SC: UNESC, 2020.

VAN DER REE, R. The ecological effects of linear infrastructure and traffic: challenges and opportunities of rapid global growth. In: VAN DER REE, R. V.; SMTHI, D. J.; GRILLO, C. (org.). **Handbook of road ecology.** Oxford: Wiley, 2015.