

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
PRÓ-REITORIA ACADÊMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS
MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

CRISTIANE SCUSSEL

**FRAGMENTAÇÃO DE HABITAT EM FLORESTA
OMBRÓFILA DENSA NO SUL DO BRASIL: UMA ANÁLISE
BASEADA EM MÉTRICAS DA PAISAGEM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Ecologia e Gestão de Ambientes Alterados

Orientador: Prof. Dr. Jairo José Zocche

Coorientador: Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig

**CRICIÚMA
2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

S437c Scussel, Cristiane.

Fragmentação de habitat em Floresta Ombrófila Densa no sul do Brasil: uma análise baseada em métricas da paisagem / Cristiane Scussel. - 2018.

63 p. : il.; 21 cm.

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Criciúma, 2018.

Orientação: Jairo José Zocche.

Coorientação: Nilzo Ivo Ladwig.

1. Floresta Ombrófila Densa. 2. Paisagens fragmentadas – Influência do homem. 3. Diversidade das plantas – Mata Atlântica. 4. Ecologia da paisagem. I. Título.

CDD 23. ed. 577.30981

Bibliotecária Eliziane de Lucca Alosilla – CRB 14/1101

Biblioteca Central Prof. Eurico Back – UNESC

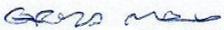


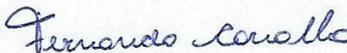
Universidade do Extremo Sul Catarinense
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

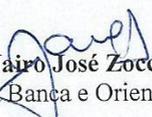
PARECER

Os membros da Banca Examinadora homologada pelo Colegiado de Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pela candidata **CRISTIANE SCUSSEL** sob o título: **“Fragmentação de habitat em floresta ombrófila densa no sul do Brasil: uma análise baseada em métricas da paisagem”**, para obtenção do grau de **MESTRA EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS** no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. Após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, os membros são de parecer pela **“APROVAÇÃO”** da Dissertação.

Criciúma/SC, 1º de fevereiro de 2018.


Prof. Dra. Geruza Leal Melo
Primeiro Examinador


Prof. Dr. Fernando Carvalho
Segundo Examinador


Prof. Dr. Jairo José Zocche
Presidente da Banca e Orientador

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, por todo o apoio concedido desde o início da minha vida acadêmica. Os motivos pelos quais cheguei até aqui se resumem na sua história de vida e na educação dela recebida.

Ao meu companheiro de todos os momentos, Rodrigo Zilli Teixeira, que sempre me incentivou e deu forças para que não desistisse da minha realização profissional.

À minha filha, Isabelli Scussel Teixeira, tão pequena e ao mesmo tempo madura o suficiente para entender a minha ausência.

À Universidade do Extremo Sul Catarinense, pelo seu corpo docente qualificado, pela segurança transmitida em seu sistema de ensino-aprendizagem, sempre comprometida em formar ótimos profissionais.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), a qual possibilitou a minha permanência no mestrado após a conquista da bolsa de estudos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jairo José Zocche, por concordar em trocar o meu tema da dissertação e aceitar o meu novo trabalho. Pela empolgação na orientação do tema relacionado à Ecologia de Paisagem, pela dedicação na correção do mesmo e pelo auxílio nos momentos difíceis.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig, pelo aceite do novo projeto e por disponibilizar o Laboratório de Planejamento e Gestão Territorial para que eu pudesse seguir com a pesquisa.

Ao meu fiel colega, Danrlei de Conto, pelos ensinamentos e ajuda incondicional na elaboração dos meus materiais de estudo.

E, por fim, não poderia deixar de relatar a importância dos meus colegas do LABECO (Laboratório de Ecologia de Paisagem e de Vertebrados) e de sala de aula, pelos momentos de descontração e de auxílio nos momentos difíceis nesses dois anos.

Obrigada a todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a minha titulação.

“Só se pode vencer a natureza
obedecendo-lhe.”

Francis Bacon

RESUMO

As ações empregadas pelo homem no manejo das áreas florestadas influenciam a dinâmica das paisagens. As microbacias hidrográficas do rio Carvão e do rio América localizadas no município de Urussanga, são cobertas por áreas florestadas em parte e servem como mananciais de abastecimento de água do município. Diversas atividades antrópicas vêm sendo desenvolvidas nestas microbacias, como por exemplo, agricultura, pecuária, mineração de carvão e o estabelecimento de núcleos urbanos. Assim, é plausível do ponto de vista da conservação estudá-las em uma escala de paisagem. O presente estudo teve por objetivo analisar a estrutura da paisagem de duas microbacias no sul de Santa Catarina, no intuito de avaliar o cenário atual da fragmentação estrutural florestal. Para tanto, foi utilizada imagem fotogramétrica ortorretificada, datada de 2011, escala de 1:10.000, para a vetorização das classes de cobertura e uso da terra e produção de mapas temáticos com uso do *software ArcGis* versão 10.3.1. Os arquivos dos mapas temáticos foram convertidos e importados no *software Fragstats* versão 4.2, que gerou o relatório das métricas da paisagem, as quais serviram de base para as análises dos parâmetros de composição e de disposição dos componentes da paisagem. Foram identificadas seis classes de cobertura e uso da terra que juntas somam 649 fragmentos, distribuídos em 4.453,9 ha. Os fragmentos florestais estão distribuídos em toda a paisagem, ocupam 45% da área total mapeada e cerca de 90% deles possuem área menor do que 6,45 ha. Os dois maiores fragmentos florestais ocupam 1.190,3 e 438,4 ha evidenciando áreas-núcleo de 702,8 e 268 ha, respectivamente. O índice de forma média das manchas florestais foi de 2,2, o que evidencia bordas altamente recortadas. A distribuição espacial das manchas florestais na paisagem e a distância do vizinho mais próximo indicam alto grau de conectividade estrutural, apesar da grande quantidade de fragmentos pequenos. A presença de talhões de silvicultura contribui para o aumento da conectividade estrutural entre as manchas florestais. Embora grande parte da área das duas microbacias seja ocupada por formações florestais e a conectividade estrutural seja elevada, a perda de habitat foi de mais de 50%, como resultado da ocupação humana desordenada, indicando que as maiores áreas em conjunto com os pequenos fragmentos devem ser motivo de conservação.

Palavras-chave: Mata Atlântica. Perda de habitat. Fragmentação florestal. Efeito de borda. Conectividade estrutural.

ABSTRACT

The human management of forested areas influence the dynamics of the landscapes. The river basins of Carvão and America, located in the municipality of Urussanga, are covered by partially forested areas and serve as sources of water supply for the municipality. Several anthropogenic activities have been developed in these basins, such as agriculture, cattle raising, coal mining and the establishment of urban centers. Thus, it is plausible from the point of view of conservation to study them on a landscape scale. The present study had the objective of analyzing the landscape structure of two basins in the south of Santa Catarina, in order to evaluate the current scenario of forest structural fragmentation. An orthorectified photogrammetric image, dated from 2011, scale of 1:10.000, was used to vectorization and photointerpretation of the coverage and use of land classes, and to the production of thematic maps. The ArcGis version 10.3.1 was used to the geoprocessing and the Fragstats version 4.2 was used to generate the landscape metrics, for the landscape analysis. Six classes of land cover and land use were identified, with a total of 649 fragments that are distributed in 4,453.9ha. The forest fragments are distributed throughout the landscape, occupy 45% of the total area and about 90% of them have an area smaller than 6.45ha. The two largest forest fragments occupy, respectively, 1,190.3 and 438.4ha showing core areas of 702.8 and 268ha, respectively. The shape index mean of forest patches was 2.2, which shows highly cut edges. The spatial distribution of forest patches in the landscape and the Euclidean nearest neighbor distance mean indicate a high degree of structural connectivity, despite the large number of small fragments. The presence of silviculture plots contributes to increased structural connectivity between forest patches. Although much of the area of the two basins is occupied by forest formations and the structural connectivity is high, the loss of habitat was more than 50% as a result of disordered human occupation, indicating that the larger areas together with the small fragments should be a reason for conservation.

Keywords: Atlantic Forest. Loss habitat. Forest fragmentation. Edge effect. Structural connectivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização do estado de Santa Catarina, da área de abrangência da bacia hidrográfica do rio Urussanga e detalhamento da área do município de Urussanga e das duas microbacias (rio Carvão e rio América), no extremo sul do estado de Santa Catarina, sul do Brasil.	31
Figura 2 – Mapa de cobertura e uso da terra na área ocupada pelas microbacias do rio Carvão e do rio América, município de Urussanga, SC.	39
Figura 3 – Mapa da classe Manchas Florestais contendo todos os fragmentos delimitados na área ocupada pelas microbacias do rio Carvão e do rio América, município de Urussanga, SC.	41
Figura 4 – Mapa de distribuição dos fragmentos da classe Manchas Florestais, com destaque aos fragmentos com área $\leq 6,45$ ha (cor preta), na paisagem das microbacias do rio Carvão e do rio América, Urussanga, SC.	43
Figura 5 – Mapa de distribuição dos dois maiores fragmentos de floresta na paisagem das microbacias do rio Carvão e do rio América, Urussanga, SC.	45
Figura 6 – Mapa temático indicando as áreas-núcleo (em verde) considerando 35 m de borda (em cinza) na paisagem das microbacias do rio Carvão e do rio América, Urussanga, SC.	47
Figura 7 – Mapa demonstrando as classes Mancha Florestal e Silvicultura presentes nas microbacias do rio Carvão e do rio América situadas no município de Urussanga, SC.	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Denominação das classes e descrição das formas de cobertura e uso da terra que as compõem, adotadas para o mapeamento de duas microbacias pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga, sul de Santa Catarina.	34
Tabela 2 – Métricas utilizadas para a análise da estrutura da paisagem das microbacias do rio Carvão e do rio América, Urussanga, SC e seus respectivos significados.....	35
Tabela 3 – Número de fragmentos (NP), área em ha (CA) ocupada e percentual de representatividade (%) de cada classe de cobertura e uso da terra em relação à área total da paisagem das microbacias do rio Carvão e do rio América, Urussanga, sul de Santa Catarina.	40
Tabela 4 – Distribuição de frequência dos fragmentos de Manchas Florestais por classe de tamanho presentes nas microbacias do rio Carvão e do rio América situadas no município de Urussanga, SC.	42
Tabela 5 – Valores das métricas selecionadas para analisar a importância dos menores fragmentos de manchas florestais presentes nas microbacias do rio Carvão e do rio América situadas no município de Urussanga, SC.	44
Tabela 6 – Valores das métricas de disposição utilizadas para analisar a classe Manchas Florestais presente nas microbacias do rio Carvão e do rio América, município de Urussanga, SC.	46
Tabela 7 – Valores das métricas selecionadas para analisar a classe Manchas Florestais em comparação com os valores resultantes depois de retiradas as bordas dos fragmentos de floresta presentes nas microbacias do rio Carvão e do rio América situadas no município de Urussanga, SC.....	48
Tabela 8 – Valores das métricas referentes a classe Manchas Florestais (MF), Silvicultura (S) e Manchas Florestais com Silvicultura (MF + S) presentes nas microbacias do rio Carvão e do rio América, município de Urussanga, SC.	50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
2 OBJETIVOS	29
2.1 OBJETIVO GERAL.....	29
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA.....	31
3.2 DESCRIÇÃO DA ÁREA ESTUDADA	32
3.3 MÉTODOS DE OBTENÇÃO E ANÁLISE DE DADOS	33
3.3.1 Base cartográfica	33
3.3.2 Estrutura da paisagem.....	34
3.3.3 Avaliação do grau de fragmentação florestal.....	37
3.3.4 Análise de dados	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
6 CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

As ações empregadas pelo homem no manejo das áreas florestadas influenciam a dinâmica das paisagens. Dentre os vários conceitos propostos para definir paisagem, essa pode ser interpretada como uma unidade espacial, resultante de fenômenos naturais ou antrópicos que nela ocorrem (MORAES et al., 2015). Em seu estudo devem ser consideradas como características principais: a estrutura, que é formada pela matriz, (elemento predominante), pelas manchas e pelos corredores; a função, que diz respeito às interações que ocorrem entre os seus elementos componentes; e a dinâmica, que é representada pelas alterações estruturais e funcionais que ocorrem ao longo do tempo (FORMAN; GODRON, 1986).

A Ecologia de Paisagem corresponde a uma ciência emergente (METZGER, 2001; FORNECK; PORTO, 2008) que estuda a estrutura, a função e as mudanças na paisagem (FORMAN; GODRON, 1986; TURNER; GARDNER, 1991; NAVEH; LIEBERMAN, 1994), bem como seus efeitos na abundância e na distribuição dos organismos (FAHRIG, 2005). Está fundamentada na premissa de que os padrões de composição e distribuição das manchas de habitat na paisagem influenciam fortemente os processos ecológicos (MCGARIGAL; MARKS, 1995), e utiliza tal premissa para a resolução de problemas ambientais gerados pelas atividades antrópicas (METZGER, 2001).

As alterações na paisagem tendem a resultar em perda de habitat naturais (FORMAN, 1995; FAHRIG, 2003; SMITH et al., 2009; JACKSON; FAHRIG, 2013), a qual pode ocorrer ao longo do tempo e levar a diminuição da quantidade de áreas disponíveis para as espécies (JACKSON; FAHRIG, 2013). Esse processo resulta em heterogeneidade da paisagem, com formação de manchas de diferentes tamanhos (LANG; BLASCHKE, 2009; MORAES et al., 2015).

A perda de habitat pode levar a fragmentação da paisagem (METZGER, 2013). Esta ocorre quando uma grande extensão de habitat é transformada em um número maior de manchas com menor tamanho, isolando-as umas das outras, por uma matriz de habitat diferente do original, sendo hoje uma das principais consequências das atividades antrópicas (WILCOVE; MCLELLAN; DOBSON, 1986; FORMAN, 1995; FAHRIG, 2003; SMITH et al., 2009; JACKSON; FAHRIG, 2013; MORAES et al., 2015; SACCO et al., 2015).

A fragmentação de habitat pode se dar por causas naturais e antrópicas. Entre as causas naturais, podem ser destacadas as enchentes,

avalanches de neve e movimentos de massas (LANG; BLASCHKE, 2009). Entre as causas antrópicas, pode ser elencada a extração de madeiras florestais; as queimadas; a mineração; a expansão das atividades agropecuárias; o crescimento e a expansão urbana desordenada e; a pressão do turismo (CONSTANTINO et al., 2003). Ainda, há a alteração de cursos de rios e o rebaixamento do lençol freático (FIZON et al., 2003; PÉRICO; CEMIN; MOHR, 2012). A própria mudança no código florestal brasileiro também poderá levar à fragmentação de habitat, aumentando a vulnerabilidade de diversas espécies e até mesmo a extinção (DE MARCO Jr., 2015) uma vez que a flexibilização do novo código favorece a expansão agrícola (METZGER, 2010). Assim, quando o homem interfere na natureza, modificando sua estrutura, que muitas vezes se encontra estabilizada ou com espécies em processo de adaptação, as consequências podem ser desfavoráveis (OLIFIERS; CERQUEIRA, 2006).

Vários autores (p. ex.: PAGLIA; FERNANDEZ; DE MARCO JUNIOR, 2006; PARDINI et al., 2010; FORTUNATO; QUIRINO, 2016) mencionam que a fragmentação de habitat é a principal causa da perda da biodiversidade, uma vez que a ruptura de áreas antes favoráveis para a sobrevivência, leva ao isolamento de populações com consequências para a persistência de muitas espécies. Por exemplo, a mudança na estrutura e conseqüentemente à alteração na composição e diversidade da paisagem podem produzir efeitos negativos, principalmente, para espécies que demandam habitat com extensas áreas ou que precisam de uma forte conectividade funcional entre as porções de habitat (STEFFEN et al., 2005). Também, impossibilita a manutenção de espécies de habitat interior (PARDINI et al., 2010), afeta o sucesso reprodutivo em determinadas plantas (AGUILAR; GALETTO, 2004) e promove a redução na diversidade da flora em paisagens neotropicais (TABARELLI; SILVA; GASCON, 2004). Um estudo realizado na Amazônia revelou que a fragmentação pode alterar a diversidade e a composição das comunidades e modificar a polinização, a ciclagem de nutrientes e o estoque de carbono (LAURANCE; VASCONCELOS, 2009).

Entretanto, há também respostas positivas relacionadas ao processo de fragmentação independentemente da quantidade de habitat considerado (FAHRIG, 2017a). A autora *op. cit.* elenca as possíveis explicações dadas pelos autores para as respostas positivas à fragmentação do habitat: aumento da conectividade funcional; maior diversidade de habitat; os efeitos de borda são positivos visto que, as bordas se tornam mais produtivas e mais diversas; estabilização ou

aumento da persistência nos sistemas predadores-presa/hospedeiro-parasitoide, por oferecer mais refúgios à presa/hospedeiro e por reduzir a eficiência de dispersão do predador/parasitoide; redução na competição intra e inter-específica; diluição do risco de extinção e; aumento da complementação da paisagem para espécies que exigem dois ou mais habitat diferenciados (FAHRIG, 2017a).

O processo de fragmentação implica em quatro efeitos sobre o padrão do habitat: redução na quantidade de habitat; aumento no número de manchas de habitat; diminuição nos tamanhos das manchas de habitat e; aumento no isolamento de manchas (FAHRIG, 2003). Em síntese, a fragmentação pode ser estrutural, ocasionando redução na área do fragmento e consequente isolamento.

Os indivíduos respondem aos efeitos da fragmentação seguindo três fatores: *o que* ele precisa (especialização de habitat); *quanto* ele precisa (requerimentos de área); e *quão longe* ele pode ir buscá-lo (capacidade de dispersão) (FERRAZ, 2013). A movimentação de indivíduos é uma característica biológica afetada pela fragmentação uma vez que a capacidade de dispersão não é somente um atributo da espécie, ela pode variar de acordo com a estrutura da paisagem (FAHRIG, 2007).

É importante considerar o contexto da mancha e da paisagem (LANG; BLASCHKE, 2009; METZGER, 2012) para analisar os efeitos da fragmentação (FAHRIG, 2017a). O que ocorre dentro de uma mancha depende de sua localização em relação à estrutura do mosaico em volta. Por exemplo, se a área florestada é cercada por áreas abertas, a variação na temperatura, na iluminação e nos ventos pode influenciar na permanência de determinadas espécies (MARCELINO, 2007).

O tamanho e a forma dos fragmentos resultantes do processo de fragmentação diferem do habitat original pela alta relação borda/área e pelo fato do centro de cada fragmento ficar mais próximo à borda (CERQUEIRA, 2003). Essa característica afeta positiva ou negativamente os seres vivos que os habitam e a modificação de tais atributos resulta em problemas nos meios físico, químico e biológico, uma vez que influencia no nível de energia e de nutrientes disponíveis (CASIMIRO, 2009).

Em estudo recente no bioma Mata Atlântica, Lagos (2017) concluiu que os efeitos de borda se concentram entre 25 e 50 m para dentro do fragmento. Outro estudo recente analisou 22 pontos distribuídos ao redor do globo (dois localizados na Mata Atlântica) e mostrou que 85% dos vertebrados que vivem em florestas são afetados, positiva ou negativamente, pelos efeitos de borda (PFEIFER et al.,

2017). Ainda, os estudos revisados por Pfeiffer et al. (2017) mostraram que o local ótimo para anfíbios e mamíferos habitarem varia entre 200 a 400 m de distância da borda dos fragmentos analisados.

Outros parâmetros que podem ser explorados para facilitar o entendimento da estrutura da paisagem são o grau de isolamento e a conectividade entre as manchas. Entende-se por conectividade a capacidade que a paisagem possui para facilitar a movimentação de indivíduos entre manchas de habitat (TAYLOR et al., 1993). A capacidade de deslocamento pela matriz difere muito de um grupo taxonômico para outro porque cada espécie percebe a paisagem de maneira diferente (METZGER, 2012). Por exemplo, a conectividade potencializa a movimentação das aves (MARTENSEN et al., 2008) e a manutenção dos pequenos mamíferos (PARDINI, et al., 2005)

As consequências dos impactos humanos sobre os ecossistemas se refletirá futuramente na evolução e no bem-estar do próprio ser humano (WESTERN, 2001). Anteriormente a colonização europeia, o domínio do bioma Mata Atlântica abrangia área de aproximadamente 130 milhões de hectares, cobrindo 17 estados brasileiros (SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2014).

Este bioma se caracteriza como um mosaico de ecossistemas florestais e ecossistemas associados, como restingas, manguezais, campos e encaves, que formavam um grande contínuo florestal na época do descobrimento do Brasil (RBMA, 2004). A Mata Atlântica foi uma das maiores florestas tropicais das Américas, porém, atualmente 88,27% desse bioma original já foram destruídos (RIBEIRO et al., 2009). A dinâmica de destruição, acelerada ao longo das últimas décadas, resultou em alterações severas nos ecossistemas associados (TABARELLI et al., 2005). Por ser considerada um dos *hotspots* mundiais, necessita de ações prioritárias para a conservação da biodiversidade (MYERS, 2000; CEPF, 2001; TABARELLI et al., 2005; PINTO et al., 2006; COLOMBO; JOLY, 2010).

Entretanto, mesmo após 500 anos de ocupação, ainda possui em termos de biodiversidade, a segunda maior riqueza de espécies da flora e da fauna brasileiras (SANTOS, 2010). Para garantir a proteção de sua biodiversidade é necessário pensar na conservação e na recuperação, mesmo que seja um grande desafio, uma vez que as estratégias, as ações e as intervenções de forma efetiva dependem do conhecimento sobre o funcionamento dos seus ecossistemas (PINTO et al., 2006).

Santa Catarina está totalmente inserida no bioma Mata Atlântica, porém, apresenta somente 2.216,131 ha dos 9.571,782 ha existente, antes do início da Colonização Europeia (SOS MATA ATLÂNTICA;

INPE, 2014) e também vem sofrendo com a redução de áreas florestadas (SEVEGNANI; SCHOREDER, 2013). Devido a variações nas condições geológicas e geomorfológicas, o Estado possui diferentes tipos de paisagens com climas e recursos variados, barreiras ecológicas, como as Serras Litorâneas e a Serra Geral, as quais propiciaram uma diversificação da flora e da fauna (AUMOND, 2013). A cobertura florestal remanescente em Santa Catarina é de aproximadamente 29%, considerando formações florestais com mais de 10 metros de altura e 15 anos de idade, sendo que a Floresta Ombrófila Densa, tem a maior representatividade, 40% (VIBRANS et al., 2013). Para o mesmo autor, sua redução resulta da degradação dos fragmentos ou à elevada frequência de áreas em regeneração, abrindo espaço para que outras formas vegetacionais, que não as primárias, se estabeleçam.

A fragmentação da cobertura florestal do sul de Santa Catarina vem ocorrendo desde a Colonização Europeia, que teve início em meados de 1800 (PIAZZA; HÜBENER, 1983), intensificou-se a partir de meados do século XIX, com a implantação da mineração do carvão (BELOLLI; QUADROS; GUIDI, 2002), ganhando notoriedade a partir do final da II Guerra Mundial, com o desenvolvimento da mineração do carvão e com o advento das novas práticas agrícolas, adotadas a partir dos anos 1970 (MARCON, 2014).

Desde 1997 o sul catarinense apresenta um dos panoramas fitossociológicos com menor cobertura vegetal do Estado (IBGE, 1997). A vegetação nativa nesta região, na sua maioria representada pela Floresta Ombrófila Densa, está associada ao uso do solo para a agricultura familiar, às atividades agropastoris, à ocupação urbana (SANTA CATARINA, 1997) e à exploração da madeira (SCHEIBE et al., 2010). Boa parte dos remanescentes florestais presentes se encontra fragilizada, trazendo como consequência o aumento no risco de extinção local (VIBRANS, 2013).

Para entender melhor os efeitos da fragmentação sobre as populações em regiões com alta redução de habitat nativo, foi pensado em um limiar de fragmentação (ANDRÉN, 1994; FAHRIG, 2003). Este limiar varia entre 20 e 30%, onde acima de 30% os efeitos seriam sobre a redução populacional e sobre a perda da biodiversidade e, abaixo desses valores, esses mesmos efeitos seriam somados à distribuição espacial dos fragmentos que tenderiam ao isolamento. Esses efeitos podem afetar diretamente a fauna, conforme detectado em estudos empíricos (p. ex.: PARDINI et al., 2010; OCHOA-QUINTERO et al., 2015). No entanto, esse limiar pode variar conforme a suscetibilidade de

cada grupo de organismo (LINDENMAYER; LUCK, 2005).

A intenção de analisar em conjunto os espaços constituídos de florestas secundárias e os de silvicultura é em razão de estas atividades auxiliarem, de alguma maneira, na conservação biológica, principalmente quando a paisagem apresenta redução dos remanescentes florestais. Outro motivo que despertou o interesse pela avaliação da influência da classe Silvicultura é pela importância destacada em pesquisas que analisaram essa temática em paisagens de Mata Atlântica.

Sabe-se que a floresta plantada possui diferenças na composição e na estrutura que devem ser observadas. Porém, quando são ecologicamente manejadas, contribuem para a conservação da biodiversidade uma vez que possibilita a dispersão de sementes e a movimentação de artrópodes e vertebrados (FONSECA et al., 2009).

Vários estudos foram realizados com intuito de analisar a influência das florestas plantadas sobre diferentes populações (p. ex.: LIMA, 2008; GABRIEL, 2013; FONSECA; DIEHL, 2004).

O cenário descrito coincide com a realidade da área do presente estudo, as microbacias hidrográficas do rio Carvão e do rio América, que drenam parte do município de Urussanga. Optou-se pelo termo microbacia seguindo o conceito de Rocha e Kurtz (2001), que determinam que as microbacias têm dimensões menores que 20.000 ha.

Apesar da reconhecida importância que detêm, uma vez que servem como manancial de abastecimento à população humana, não há registros de estudos científicos avaliando o estado da fragmentação das mesmas. As mudanças provocadas em uma paisagem afetam a biodiversidade, o que justifica a análise do seu grau de fragmentação e da heterogeneidade (FORMAN, 1995; METZGER, 1999; MORAES et al., 2015). As características estruturais de uma paisagem podem ser observadas, descritas e quantificadas, basta conhecer e compreender os caminhos que levaram às mudanças (LANG; BLASCHKE, 2009).

Uma das formas mais utilizadas para analisar o grau de fragmentação é o cálculo de métricas da paisagem (MCGARIGAL; MARKS; 1995; METZGER, 2012). Essas métricas representam medidas quantitativas de composição de uma paisagem e podem ser agrupadas em várias categorias, podendo ser analisadas em três níveis fundamentais: de mancha, de classe e de paisagem (MCGARIGAL; MARKS, 1995; LANG; BLASCHKE, 2009; METZGER, 2012).

As métricas da paisagem podem ser agrupadas em: composição – riqueza de unidades; e disposição – número de fragmentos, bordas, distância do fragmento mais próximo, isolamento ao fragmento fonte

mais próximo e conexão (METZGER, 2012).

Diante do exposto, o presente trabalho pretende responder as seguintes perguntas: 1 - qual o grau de fragmentação estrutural florestal nas microbacias do rio Carvão e do rio América? 2 – a presença de talhões de silvicultura de espécies exóticas entre fragmentos florestais favorece a conectividade estrutural florestal?

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a estrutura da paisagem de Floresta Ombrófila Densa, sul de Santa Catarina, no intuito de avaliar o cenário atual da fragmentação estrutural florestal.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

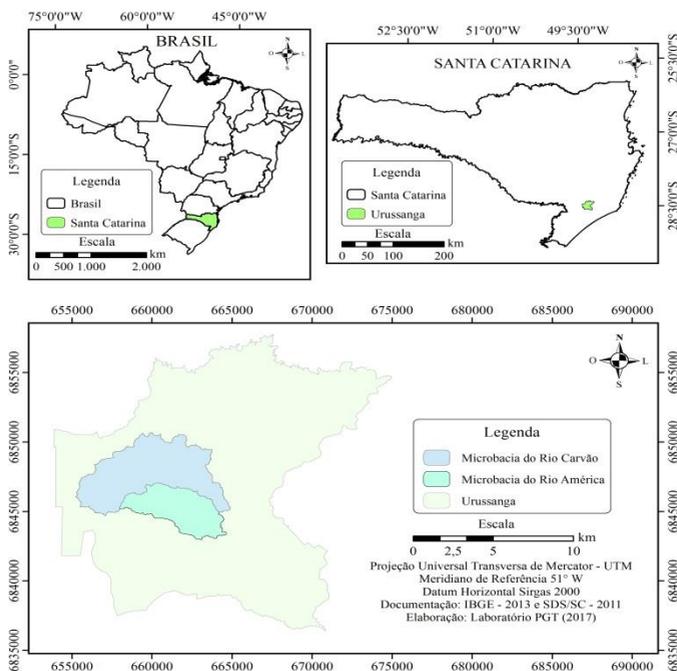
- Identificar, mapear e quantificar as classes de cobertura e uso da terra nas microbacias estudadas;
- Calcular o grau de fragmentação estrutural da cobertura florestal da área estudada;
- Avaliar a contribuição da silvicultura na conectividade estrutural florestal da paisagem da área estudada.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

O estudo foi desenvolvido na área de abrangência das microbacias do rio Carvão e do rio América, integrantes da Bacia Hidrográfica do rio Urussanga (BHRU), município de Urussanga, sul do estado de Santa Catarina. As microbacias estão localizadas entre as coordenadas geográficas $28^{\circ}27'40,17''$ – $28^{\circ}31'46,85''$ latitude sul e $49^{\circ}24'52,35''$ – $49^{\circ}18'52,95''$ longitude oeste de Greenwich, compreendendo 4.453,9 ha de área (Figura 1).

Figura 1 – Localização do estado de Santa Catarina, da área de abrangência da bacia hidrográfica do rio Urussanga e detalhamento da área do município de Urussanga e das duas microbacias (rio Carvão e rio América), no extremo sul do estado de Santa Catarina, sul do Brasil.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2 DESCRIÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

As microbacias têm suas nascentes a noroeste da BHRU, em altitude máxima de 425 m e mínima de 35 m (PEREIRA, 2016). As duas microbacias drenam em conjunto 44,54 km² de área totalizando 70,01 km de perímetro. O clima da região é do tipo Cfa, caracterizado por verão quente, sem estação seca definida, com precipitação total anual variando de 1.300 a 1.600 mm e com chuvas distribuídas ao longo de todo o ano (ALVARES et al., 2014).

A área de estudo está inserida na Unidade Geomorfológica Depressão da Zona Carbonífera Catarinense, o relevo é do tipo colinoso e varia de suave ondulado a fortemente ondulado e montanhoso, com a presença de vales encaixados e vertentes íngremes (EPAGRI, 2001). Predominam os solos das classes Podzólico Vermelho-Amarelo (variação PVa6) e Cambissolo (variação Ca14), ambos com textura média a argilosa localizados em relevo suave a fortemente ondulado e montanhoso e, em menor proporção o solo da classe Glei Pouco Húmico (variação HGPa7), textura média e argilosa, localizado em relevo de várzea e plano (EPAGRI, 2001; EMBRAPA, 2004).

Sobre tais solos desenvolveu-se originalmente a Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2012). Atualmente a maior parte da cobertura vegetal é do tipo secundária e encontra-se em diferentes estágios de regeneração, decorrentes das atividades antrópicas. Há áreas com plantio de espécies destinadas à silvicultura, como *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp., bem como áreas mineradas de carvão e em processo de recuperação. Mesmo com a redução das áreas florestadas, ainda há remanescentes florestais em estágio sucessional médio a avançado (MARTINS, 2016).

A área ocupada pelas duas microbacias e a região do entorno eram originalmente cobertas por Floresta Ombrófila Densa (KLEIN, 1978), mas com o processo de degradação originado, principalmente pela agricultura e mineração de carvão, várias características ambientais foram modificadas, tanto de ordem física (ALEXANDRE, 1999; GONÇALVES, 2008; COSTA; ZOCHE, 2009), quanto biológica (FREITAS, 2007; ZOCHE et al., 2010; ZOCHE et al., 2014).

No que se refere à classificação da vegetação, a área está inserida no bioma Mata Atlântica classificado como Floresta Ombrófila Densa com predominância (91,33%) da Floresta Submontana (30 a 400 m de altitude) sobre a Floresta Montana (9,77%) que ocupa porções mais altas entre 400 e 800 m de altitude (IBGE, 2012), parte oeste da paisagem analisada. Nas áreas mais baixas também ocorre a presença de manchas de florestas, porém, em estágios iniciais de sucessão secundária.

3.3 MÉTODOS DE OBTENÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

3.3.1 Base cartográfica

A paisagem foi analisada a partir da classificação das formas de cobertura e uso da terra com base em imagem fotogramétrica ortoretificada, composição RGB, resolução espacial de 0,39 m e modelo digital na escala 1:10.000.

No estudo da estrutura da paisagem é importante que a resolução espacial da imagem utilizada e a escala de abordagem sejam adequadas ao propósito do trabalho, e que a interpretação e análise dos dados sejam realizadas em Sistema de Informação Geográfica - SIG (LANG; BLASCHKE, 2009), os quais são amplamente utilizados em trabalhos sobre a biologia da conservação (PAESE et al., 2012).

Sobre a imagem RGB . datada de 2011 e disponibilizada pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e Sustentável de Santa Catarina (SDS), foram lançados os limites das duas microbacias, de modo a formar um único polígono. A partir do perímetro deste polígono foi adicionada distância de amortecimento de 500 m de raio que constituiu a janela de trabalho.

O mapeamento ocorreu a partir dos seguintes passos: 1 – Interpretação visual e vetorização manual em tela de computador, com uso do *software ArcGis* versão 10.3.1, dos polígonos de manchas homogêneas. A individualização dos polígonos ocorreu com base em elementos de reconhecimento das manchas como: tonalidade/cor, textura, tamanho, forma, sombra e localização (FLORENZANO, 2002); 2 – Classificação e atribuição de identificador (ID) às formas de cobertura e uso da terra (Tabela 1); 3 – Sobreposição do mapa de distribuição das massas d'água presentes nos limites da paisagem estudada, fornecido pela SDS (2011); 4 – Extração de dados numéricos sobre a área total ocupada pelo polígono formado pelas duas microbacias e pelas classes de cobertura e uso da terra mapeadas e; 5 – Produção de mapas temáticos da cobertura e uso da terra e da distribuição das classes de interesse na paisagem estudada.

Tabela 1 – Denominação das classes e descrição das formas de cobertura e uso da terra que as compõem, adotadas para o mapeamento de duas microbacias pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga, sul de Santa Catarina.

Classes	Identificador (ID)	Composição
Antrópica	1	Construções civis, estradas e solo exposto em áreas mineradas não recuperadas.
Agroecossistemas	2	Cultivos agrícolas anuais.
Pastagem	3	Campo antrópico, cobertura vegetal herbácea em áreas mineradas em processo de recuperação e vegetação herbáceo-arbustiva espontânea sobre rejeitos de mineração.
Silvicultura	4	Plantios de <i>Eucalyptus</i> spp., <i>Pinus</i> spp. e cultivos de <i>Musa paradisiaca</i> .
Manchas Florestais	5	Cobertura florestal secundária em diversos estágios de regeneração (incluindo desde o estrato arbustivo até o arbóreo).
Massas D'Água	6	Reservatórios de água artificiais.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3.2 Estrutura da paisagem

Os arquivos dos mapas temáticos (cobertura e uso da terra e das classes Manchas Florestais e Silvicultura) foram convertidos a um formato *raster* (*GeoTIFF*) e submetidos às rotinas do *software Fragstats* versão 4.2 (MCGARIGAL; CUSHMAN; ENE, 2012) para a extração das métricas em nível de mancha, de classe e de paisagem.

A estrutura da paisagem foi avaliada segundo as proposições de Metzger (2012) e teve por base a análise de métricas de composição e de disposição de elementos constituintes na paisagem (Tabela 2). Para as classes Manchas Florestais e Silvicultura, os cálculos das métricas

foram aplicados em separado e em conjunto, com a finalidade de avaliar a contribuição da silvicultura na conectividade estrutural florestal na paisagem.

Tabela 2 – Métricas utilizadas para a análise da estrutura da paisagem das microbacias do rio Carvão e do rio América, Urussanga, SC e seus respectivos significados.

(continua)

Métricas	Caracterização	Justificativa da Aplicação
<u>Composição</u>		
PR (<i>Patch Richness</i>)	Riqueza de classes na paisagem em estudo (NP \geq 1-adimensional).	As espécies dependem do grau de heterogeneidade e das dimensões das manchas que compõem a paisagem.
TA (<i>Total Area</i>)	Área total da paisagem analisada (em ha).	
CA (<i>Class Area</i>)	Área total de cada classe na paisagem (em ha).	
AREA_MN	Área média das manchas de cada classe (em ha).	
LPI (<i>Largest Patch Index</i>)	Percentual da paisagem ocupada pela maior mancha da classe de interesse (em %).	As maiores manchas podem servir como áreas-fonte de espécies.
<u>Disposição</u>		
NP (<i>Number of Patches</i>)	Número de manchas existentes em cada classe (NP \geq 1-adimensional).	Valores maiores indicam maior fragmentação.

Tabela 2 – Métricas utilizadas para a análise da estrutura da paisagem das microbacias do rio Carvão e do rio América, Urussanga, SC e seus respectivos significados.

		(conclusão)
Métricas	Caracterização	Justificativa da Aplicação
SHAPE_MN (<i>Shape Index Mean</i>)	Índice de forma média das manchas da classe de interesse (SHAPE \geq 1-adimensional).	
TCA (<i>Total Core Area</i>)	Área-núcleo total da classe de interesse (em ha).	Analisar os efeitos de borda.
CORE_MN (<i>Core Area Mean</i>)	Área-núcleo média das manchas da classe de interesse (em ha).	
CPLAND (<i>Core Area Percent of Landscape</i>)	Porcentagem da área-núcleo total da classe de interesse (em %).	
ENN_MN (<i>Euclidean Nearest Neighbor Distance Mean</i>)	Distância euclidiana média de borda-a-borda entre uma mancha e sua vizinha mais próxima da mesma classe (em m).	Analisar o grau de isolamento e de conectividade.
COHESION (<i>Patch Cohesion Index</i>)	Grau de conectividade da classe na paisagem (0 < COHESION < 100).	

Fonte: Adaptado de Metzger (2012).

Para os cálculos das áreas-núcleo das classes de interesse, levou-se em consideração o fato de que o efeito de borda é espécie-específico e, portanto, não há uma “largura padrão” para a detecção da ação das bordas, ou de outra forma, para a tomada de decisão de onde termina uma borda e se inicia uma área-núcleo (CASTRO, 2008; LANG; BLASCHKE, 2009). O efeito de borda influencia em características

relacionadas a vegetação, como por exemplo, umidade, composição e diversidade de espécies, bem como a luz até uma distância de 35 metros da borda (Rodrigues 1998). Dessa forma, como o presente estudo não está analisando nenhuma espécie ou processo específico, foi considerada uma área de amortecimento de 35 m como *buffer* negativo em direção ao interior dos fragmentos, para a execução do cálculo das métricas que analisam os efeitos de borda, conforme é exigido pelo *Fragstats*.

3.3.3 Avaliação do grau de fragmentação florestal

O grau de fragmentação florestal foi analisado seguindo a abordagem de Fahrig (2003) através da medição do padrão de habitat em escala de paisagem. Essa medição considera os quatro efeitos provocados pelo processo de fragmentação no padrão do habitat: redução da quantidade de habitat; aumento do número de manchas; diminuição nos tamanhos das manchas e aumento no isolamento das manchas. Para tanto, foram analisados os parâmetros de composição e de disposição das classes Manchas Florestais e Silvicultura (em separado e em conjunto, e, ainda, relacionando-as com a paisagem) segundo as métricas: NP, CA, AREA_MN, LPI, SHAPE_MN, TCA, CORE_MN, CPLAND, ENN_MN, e COHESION.

Após a obtenção das métricas, os fragmentos florestais foram agrupados em classes de tamanho de acordo com a fórmula de Sturges (SPIEGEL, 1987), segundo a qual, o número de classes (NC) para cada conjunto de observações com n valores pode ser calculado como:

$$NC = 1 + 3,322 \times \log_{10} n$$

$$IC = A/NC$$

Onde:

NC = número de intervalos de classes

IC = intervalo de classe

n = número total de manchas

A = amplitude de tamanho de área (área da maior mancha – área da menor mancha em ha).

3.3.4 Análise de dados

A estrutura da paisagem foi analisada a partir dos mapas temáticos produzidos, bem como, através das métricas extraídas com o

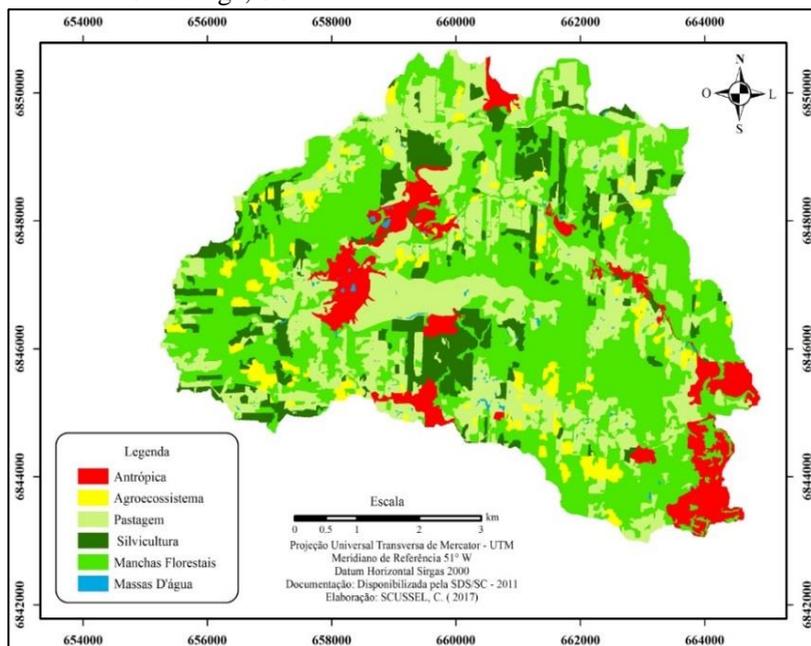
software Fragstats que serviram de base para a geração de dados.

A partir dos dados foi possível analisar a estrutura da paisagem quanto aos parâmetros de composição e de disposição, assim como avaliar o grau de fragmentação florestal e a contribuição dos talhões de silvicultura no aumento da conectividade florestal estrutural.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As duas microbacias abrangem 649 fragmentos (NP) distribuídos em seis classes de cobertura e uso da terra (PR), totalizando uma área de 4.453,9 ha (TA) (Figura 2).

Figura 2 – Mapa de cobertura e uso da terra na área ocupada pelas microbacias do rio Carvão e do rio América, município de Urussanga, SC.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A paisagem da área analisada caracteriza-se por um mosaico de unidades diferenciadas que se inter-relacionam. As formas de uso da terra predominantes estão ligadas a atividades antrópicas. Em análise mais detalhada do mapa podem-se observar alguns pontos de contato entre fragmentos de classes diferentes. É o caso, por exemplo, das pastagens e da silvicultura com as manchas florestais que em determinados locais da paisagem se conectam e formam um contínuo.

Ainda que formadas por vegetação secundária, as manchas florestais compõem a maior quantidade de área na paisagem, seguida de

pastagem. As demais classes possuem os menores percentuais de representatividade (Tabela 3).

Tabela 3 – Número de fragmentos (NP), área em ha (CA) ocupada e percentual de representatividade (%) de cada classe de cobertura e uso da terra em relação à área total da paisagem das microbacias do rio Carvão e do rio América, Urussanga, sul de Santa Catarina.

Classes	NP	CA	(%)
Antrópica	20	372,3	8,3
Agroecossistemas	90	212,1	4,8
Pastagem	118	1.348,7	30,3
Silvicultura	111	493,4	11,1
Manchas Florestais	102	2.007,3	45,1
Massas D'água	208	20,1	0,4
TOTAL	649	4.453,9	100

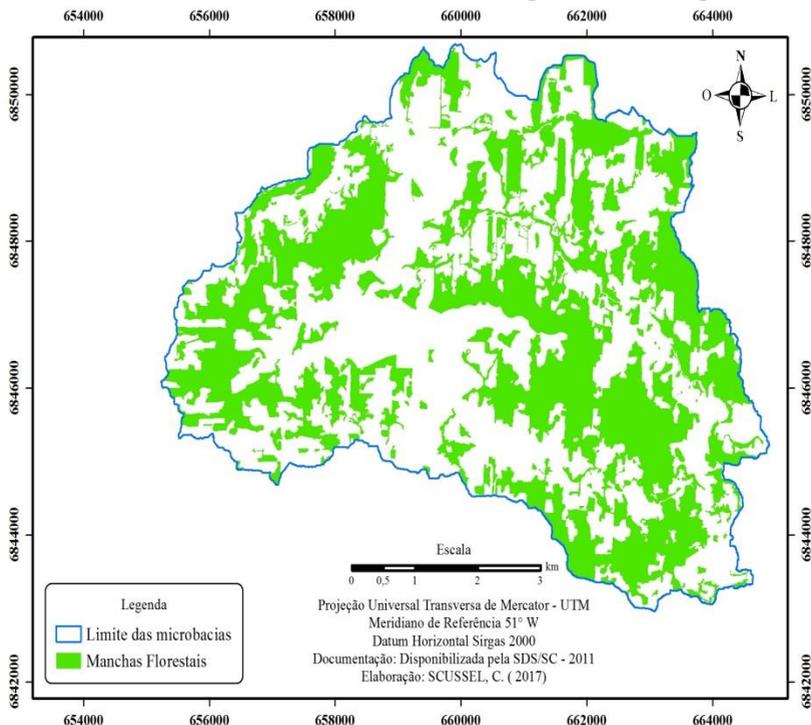
Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados das métricas indicam que as áreas florestadas somam 2.007,3 ha (CA), distribuem-se em 102 fragmentos (NP) e mesmo com o histórico de ocupação antrópica, ainda possuem 45,1% da área total da paisagem.

Segundo Andrén (1994) e Fahrig (2003), em se tratando de limiar de fragmentação, o percentual de áreas florestadas sugere que os efeitos poderão estar ligados à perda de habitat uma vez que o resultado está acima dos limites mínimos, entre 20% e 30%. Paisagens com maior cobertura florestal e com maiores fragmentos se mantêm conservadas e com menor influência da matriz no entorno (SCHAADT; VIBRANS, 2015). Ademais, florestas secundárias propiciam um ambiente adequado para várias comunidades viverem, mesmo que não possuam a mesma característica de uma floresta primária (BARLOW et al., 2007).

A quantidade de área ocupada por essa classe se encontra distribuída pela área de estudo. Dois grandes blocos de vegetação são identificados, um ocupando a porção leste e outro a porção oeste das microbacias, estando separados por um corredor sem presença de áreas florestadas (Figura 3).

Figura 3 – Mapa da classe Manchas Florestais contendo todos os fragmentos delimitados na área ocupada pelas microbacias do rio Carvão e do rio América, município de Urussanga, SC.



Fonte: Elaborado pelo autor.

As manchas florestais se apresentam de forma fragmentada em função da quantidade de fragmentos. Esse quadro de fragmentação se repete em praticamente toda a extensão do bioma Mata Atlântica, onde a redução de habitat levou a uma paisagem composta por pequenos fragmentos separados uns dos outros (TABARELLI et al., 2005).

Dentre os 102 fragmentos, há predomínio de manchas com área menor do que 6,45 ha. Estes representam 87% do total, todavia, ocupam somente 6% da área, sendo que 54% destes são inferiores a 1 ha (Tabela 4 e Figura 4).

Tabela 4 – Distribuição de frequência dos fragmentos de Manchas Florestais por classe de tamanho presentes nas microbacias do rio Carvão e do rio América situadas no município de Urussanga, SC.

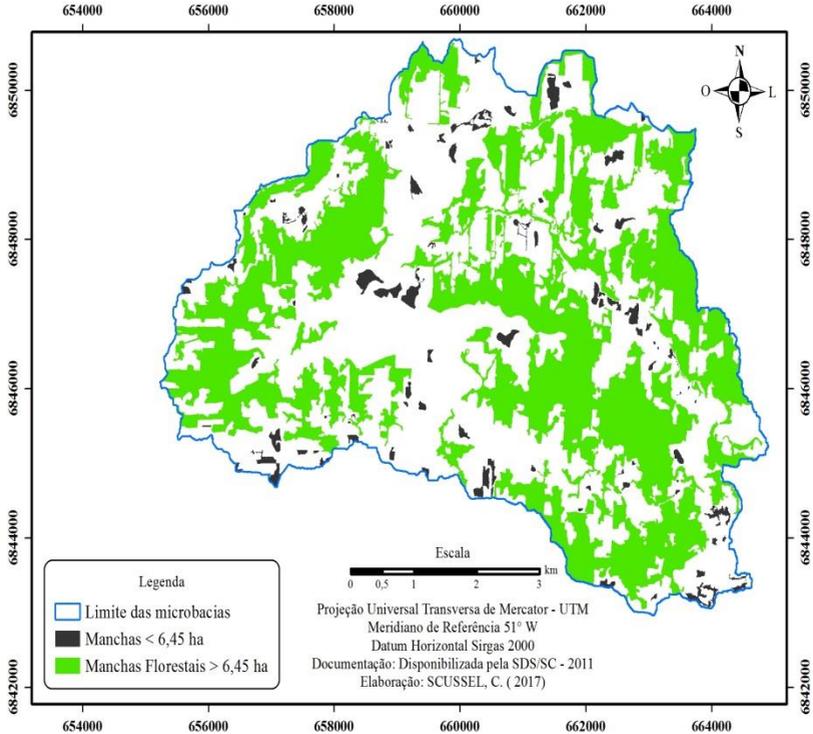
CT (ha)	NP	%	AREA	
			(ha)	%
≤ 6,45	89	87	120	6
6,46 ----- 12,9	4	4	38,2	2
13,00 ----- 19,45	2	2	32,5	1,5
19,46 ----- 25,91	1	1	20,4	1
25,92 ----- 32,37	0	0	0	0
32,38 ----- 38,83	1	1	33,5	1,5
38,84 ----- 45,29	2	2	84,6	4
45,30 ----- 51,75	1	1	49,1	2,5
51,76 ----- 440	1	1	438,4	22
440,1 ----- 1191	1	1	1.190,3	59,5
TOTAL	102	100	2.007,3	100

Nota: Onde: CT (ha) = classes de tamanho em hectare ordenadas de acordo com o valor do intervalo (6,45), sendo que para as duas últimas classes foram atribuídos valores diferenciados em função do tamanho dos dois maiores fragmentos serem discrepantes; NP = número de fragmentos para cada classe de tamanho, e seu valor percentual (%); AREA = Área total em hectares por classe de tamanho, e seu valor percentual (%).

Fonte: Elaborado pelo autor

Os resultados corroboram outros estudos na Mata Atlântica, onde também predominaram os menores fragmentos (RIBEIRO et al., 2009; ABDALLA; CRUZ, 2015; SANTOS et al., 2017). As florestas secundárias têm essa característica de apresentar muitos fragmentos com tamanhos pequenos (CEMIN; PÉRICO; REMPEL, 2009) principalmente no sul e sudeste do país (ZANELLA, 2011). Para Lang e Blaschke (2009) há cada vez mais ambientes de vida naturais que apresentam tamanhos reduzidos.

Figura 4 – Mapa de distribuição dos fragmentos da classe Manchas Florestais, com destaque aos fragmentos com área $\leq 6,45$ ha (cor preta), na paisagem das microbacias do rio Carvão e do rio América, Urussanga, SC.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com a retirada das menores áreas, houve uma redução de aproximadamente 90% no número de fragmentos. A área total de habitat permaneceu alta em função de os fragmentos menores ocuparem pouca quantidade de área (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores das métricas selecionadas para analisar a importância dos menores fragmentos de manchas florestais presentes nas microbacias do rio Carvão e do rio América situadas no município de Urussanga, SC.

MÉTRICAS	VALORES		
	MFT	PF	MFP
NP (Número de fragmentos)	102	89	13
CA (Área total da classe em ha)	2007,3	120	1.887
ENN_MN (Distância do vizinho mais próximo em m)	45,4	197,3	76
COHESION (Índice de conectividade entre fragmentos)	99,9	99,3	99,9

Nota: Onde: MFT = manchas florestais - total; PF = pequenos fragmentos e MFP = manchas florestais - parcial (sem os fragmentos $\leq 6,45$ ha).

Fonte: Elaborado pelo autor.

As menores áreas de habitat estabelecem importantes conexões entre as duas maiores manchas. É nesse sentido que se esclarece a importância dos menores fragmentos de floresta presentes na paisagem. A partir da retirada dos mesmos, o valor estabelecido pela métrica ENN_MN indicou um aumento na distância entre as áreas florestadas mais próximas.

As inferências acima destacam a relevância das pequenas manchas, pois se as retirarem do espaço geográfico que ocupam, o grau de isolamento e a conectividade estrutural entre os fragmentos restantes ficam prejudicados.

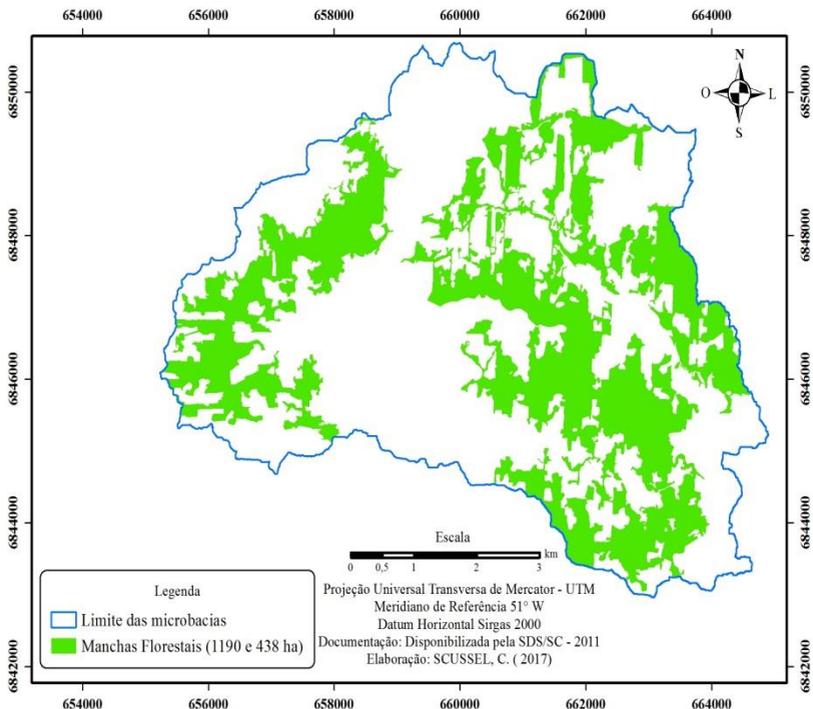
No cenário atual da Mata Atlântica, deve-se considerar cada fragmento como sendo importante para a conservação (RIBEIRO et al., 2009), até mesmo os menores. Pois, os maiores já estão protegidos pela legislação ambiental (LAGOS, 2017), sendo uma das estratégias fundamentais para a conservação (NETO; LOYOLA, 2016). Os pequenos fragmentos atualmente estão sendo considerados tão bons quanto os maiores, pois eles têm capacidade de desempenhar papéis ecológicos fundamentais (RESASCO et al., 2017).

Assim, os pequenos fragmentos podem atuar como *stepping stones* (trampolins ecológicos) potencializando a permeabilidade da paisagem a partir da conexão que estabelecem entre as áreas-fonte e os demais fragmentos (UEZO; BEYER; METZGER, 2008). Esses trampolins são utilizados principalmente por pássaros que o percebem

como possibilidade de parada intermediária (LANG; BLASCHKE, 2009) e por quirópteros (BARROS; BISAGGIO; BORGES, 2006). Ainda, podem manter a biodiversidade local por aumentarem a proximidade entre os fragmentos (SOUZA et al., 2014) e favorecerem a dispersão de propágulos das áreas-fonte.

Os dois maiores fragmentos (438,4 e 1190,3 ha) ocupam mais de 30% da área total da paisagem e aproximadamente 80% da área florestada, contudo, essas grandes áreas possuem formas irregulares (Figura 5).

Figura 5 – Mapa de distribuição dos dois maiores fragmentos de floresta na paisagem das microbacias do rio Carvão e do rio América, Urussanga, SC.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os valores estabelecidos pela métrica SHAPE_MN evidencia essa característica (Tabela 6). Manchas grandes tendem a apresentar maior valor para conservação quando comparado a manchas de menor tamanho. (LANG; BLASCHKE, 2009; LAGOS, 2017).

A riqueza de espécies que compõem o interior de um fragmento também pode ser influenciada pela forma. Círculos perfeitos tendem a ter maior riqueza de espécies no interior do que aqueles fragmentos com forma retangular (MCGARIGAL; MARKS, 1995).

Ainda que não possuam formas perfeitas, os dois maiores fragmentos são os mais propícios a servirem como áreas-fonte, proporcionando áreas de habitat ecologicamente favorável aos organismos mais exigentes. As manchas mais alongadas podem servir como corredores, os quais podem propiciar eventos de dispersão (FORMAN; GODRON, 1986).

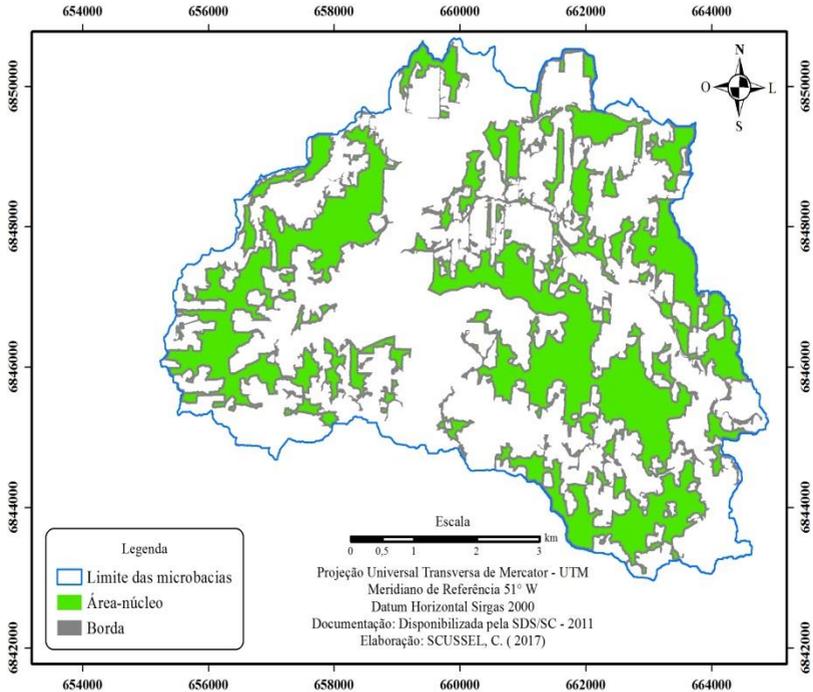
Tabela 6 – Valores das métricas de disposição utilizadas para analisar a classe Manchas Florestais presente nas microbacias do rio Carvão e do rio América, município de Urussanga, SC.

Parâmetros/Métricas	Valores
SHAPE_MN (índice de forma média)	2,2
SHAPE_MN (das duas maiores manchas)	12
CORE_MN (área-núcleo média em ha)	10,7
CPLAND (% da área total de habitat interior)	43,5
ENN_MN (distância do vizinho mais próximo em m)	45,4
COHESION (índice de conectividade entre fragmentos)	99,9

Fonte: Elaborado pelo autor.

Mesmo com o alto valor percentual das manchas florestais na paisagem, a quantidade de habitat efetivo disponível para as espécies preocupa (Figura 6). A métrica CORE foi considerada como importante indicativo da qualidade de uma mancha, pois com a redução das áreas de borda ela calcula seu tamanho real (MCGARIGAL; CUSHMAN; ENE, 2012).

Figura 6 – Mapa temático indicando as áreas-núcleo (em verde) considerando 35 m de borda (em cinza) na paisagem das microbacias do rio Carvão e do rio América, Urussanga, SC.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com a aplicação da borda negativa de 35 m (Figura 7) as áreas-núcleo foram delimitadas, reduzindo a área total da classe para praticamente 50% (de 2007,3 para 1.085,7 ha), enquanto que a distância do vizinho mais próximo dobrou (de 45,4 m para 81,7 m). O índice de conectividade permaneceu inalterado (Tabela 7).

A simulação infere que 46 % da área das manchas estão sujeitas aos efeitos de borda e que a área de efetivo habitat não ultrapassa 25% do total da paisagem, restringindo-se aos fragmentos maiores.

A partir da exclusão das áreas de borda houve diminuição das áreas que podem abrigar espécies dependentes de áreas maiores (TCA: 1.085,7 ha). A explicação está nas formas dos fragmentos que são altamente recortadas e alongadas, tornando algumas manchas até mesmo desprovidas de área-núcleo.

Tabela 7 – Valores das métricas selecionadas para analisar a classe Manchas Florestais em comparação com os valores resultantes depois de retiradas as bordas dos fragmentos de floresta presentes nas microbacias do rio Carvão e do rio América situadas no município de Urussanga, SC.

MÉTRICAS	VALORES	
	HT	HE
CA (Área total da classe em ha)	2.007,3	1.085,7
ENN_MN (Distância do vizinho mais próximo em m)	45,4	81,7
COHESION (Índice de conectividade entre fragmentos)	99,9	99,9

Nota: Onde: HT = habitat total e HE = habitat efetivo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Grande parte das manchas florestais é formada por borda. Estudos realizados na Mata Atlântica demonstram que as menores manchas florestais sofrem mais as consequências da fragmentação, tanto pelos efeitos de borda (JESUS, 2013; FERNANDES et al., 2017, LAGOS, 2017) quanto pelos efeitos do isolamento que podem levá-las à extinção (SILVA; SOUZA, 2014) principalmente quando a matriz de contato é antropizada (ETTO et al., 2013).

Nesse sentido, o resultado da métrica ENN_MN (45,4) para a classe indica que as áreas florestadas possuem grau de isolamento estrutural baixo, se considerar a classificação de Almeida (2008), onde a uma distância de 60 m de uma borda a outra o isolamento é considerado baixo; de 120 m é médio; de 200 m é alto e acima deste valor é muito alto. No entanto, como a resposta a fragmentação é espécie-específica esta é uma constatação que deve ser analisada com cuidado.

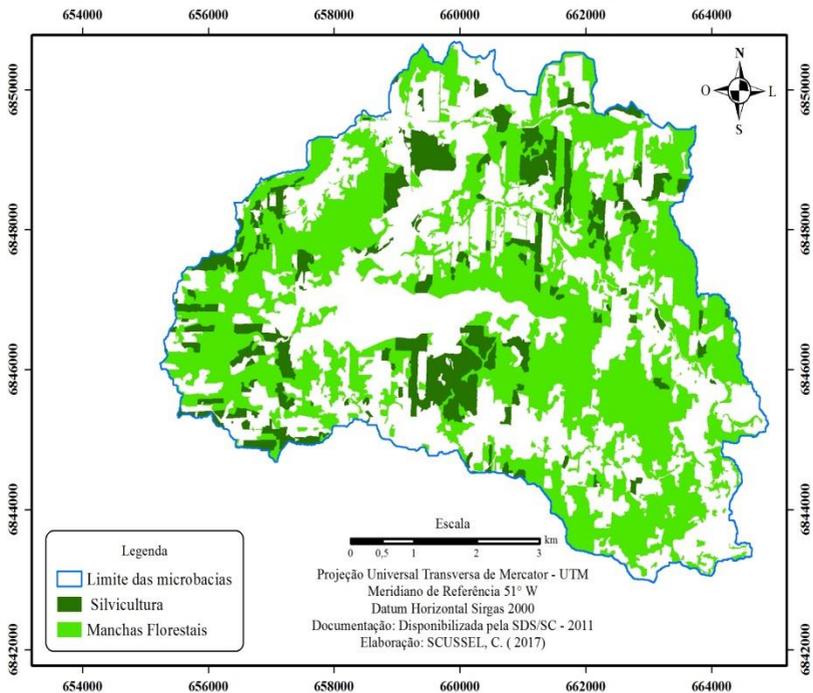
Fragmentos mais isolados são desvantajosos, principalmente se forem pequenos, sendo mais propícios a eventos de extinções locais (SILVA; SOUZA, 2014). Para Metzger (2012), em longo prazo os fragmentos pequenos só se mantêm se tiver uma fonte estável por perto. O isolamento não depende só da distância, mas também da permeabilidade da matriz, e quanto mais próximos os fragmentos estiverem, torna-se mais fácil de conseguir um repovoamento (LANG; BLASCHKE, 2009).

Os resultados das métricas inferem que as manchas florestais são estruturalmente bem conectadas. Quando os fragmentos possuem alta

conectividade, a dinâmica de extinção local seguida de recolonização se mantém (METZGER, 2006). Essa condição pode ser favorável para a conservação da biodiversidade (ZANELLA, 2011) principalmente quando enriquecidos por corredores. Entretanto, há espécies que utilizam a matriz como habitat também em algumas paisagens, não havendo uma diferenciação entre “manchas” e “matriz” (FORERO-MEDINA; VIEIRA, 2007).

A classe silvicultura é composta por 111 fragmentos, sendo que boa parte se dispõe associada às manchas florestais (Figura 7).

Figura 7 – Mapa demonstrando as classes Mancha Florestal e Silvicultura presentes nas microbacias do rio Carvão e do rio América situadas no município de Urussanga, SC.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que houve aumento de 100 fragmentos (NP), sendo que 11 não foram contabilizados pelo fato de terem sido unificados com algumas áreas de manchas florestais. Esse cenário elevou a distância do vizinho mais próximo, mas não interferiu na conectividade (Tabela 8).

Tabela 8 – Valores das métricas referentes a classe Manchas Florestais (MF), Silvicultura (S) e Manchas Florestais com Silvicultura (MF + S) presentes nas microbacias do rio Carvão e do rio América, município de Urussanga, SC.

MÉTRICAS	VALORES		
	MF	S	MF + S
NP (Número de fragmentos)	102	111	202
LPI (% do maior fragmento em relação à paisagem %)	26,7	3,6	53,1
ENN_MN (Distância do vizinho mais próximo em m)	45,4	102,1	88,2
COHESION (Índice de conectividade entre fragmentos)	99,9	99,7	99,9

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em um estudo feito em uma fazenda no norte de Paraná para verificar como os quirópteros utilizam fragmentos florestais e fragmentos de silvicultura (eucaliptos, pinus e araucária), os morcegos podem utilizar os reflorestamentos como áreas de forrageio uma vez que metade dos espécimes capturados e mais da metade das amostras fecais foram encontradas nesses ambientes (LIMA, 2008). Em outro trabalho realizado em fazendas de plantação de eucalipto nos biomas do Cerrado e da Mata Atlântica, verificou-se a presença de plantas, de aves e de mamíferos de médio e grande porte ameaçados de extinção (GABRIEL, 2013). As comunidades de formigas também foram analisadas em plantio de eucalipto no ecossistema de Restinga no Rio Grande do Sul, constatando que o plantio não interferiu na riqueza de espécies das mesmas (FONSECA; DIEHL, 2004).

Isto não quer dizer que se esteja defendendo o aumento da silvicultura como forma de incrementar a conectividade, mas apenas, que em curto prazo ela proporciona condições favoráveis à movimentação de espécies. Ademais, os produtos madeireiros também são necessários, devendo-se, portanto, estar aberto às possibilidades menos impactantes do que o plantio de extensas áreas de silvicultura e procurar por plantios que permitam o desenvolvimento de sub-bosque.

6 CONCLUSÕES

A paisagem das microbacias se apresenta de forma fragmentada devido principalmente ao histórico de ocupação ocorrido desde o século passado. Assim, a paisagem sofreu uma redução na quantidade de habitat efetivo, originou várias manchas pequenas, e se transformou em um mosaico que envolve em maior número atividades de origem antrópica.

As manchas florestais, por sua vez, ocupam aproximadamente 45% da paisagem, estando associadas em maior extensão com áreas de pastagem. A quantidade de pequenos fragmentos é grande, os quais sofrem com a redução da área central, mas os mesmos funcionam como elo de ligação entre os fragmentos maiores. Estes também possuem forma altamente recortada e alongada, porém, por ocuparem amplamente a paisagem, servem como áreas-fonte. Ademais, a silvicultura melhorou a conectividade estrutural entre os fragmentos florestais.

Embora grande parte da área das duas microbacias seja ocupada por formações florestais e a conectividade estrutural seja elevada, a perda de habitat foi de mais de 50%, como resultado da ocupação humana desordenada, indicando que as maiores áreas em conjunto com os pequenos fragmentos devem ser motivo de conservação.

Os dados gerados podem subsidiar novas pesquisas, e o cenário apresentado sobre a unidade de pesquisa pode servir de incentivo à criação de medidas de conservação a fim de minimizar os impactos causados sobre os recursos naturais da região necessários à sobrevivência das espécies.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, L. S.; CRUZ, C. B. M. Análise de fragmentação florestal no município de Silva Jardim, APA do rio São João, RJ. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 1, n. 67, p. 169-184, jan./fev. 2015.
- AGUILAR, R.; GALETTO, L. Effects of forest fragmentation on male and female reproductive success in *Cestrum Parqui* (Solanaceae). **Oecologia**, v. 138, n. 4, p. 513-520, 2004.
- ALEXANDRE, N. Z. Diagnóstico ambiental da região carbonífera de Santa Catarina: degradação dos recursos naturais. **Revista de Tecnologia e Ambiente**, v. 5, n. 2, p. 35-50, 1999.
- ALMEIDA, C. G. **Análise espacial dos fragmentos florestais na área do Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná**. 2008. 72 f. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/teses_geografia2008/dssertacaocristinagalmeida.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2017.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, vol. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.
- ANDRÉEN, H. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. **Oikos**, v. 71, p. 355-366, 1994.
- AUMOND, J. J. As grandes unidades da paisagem e a biodiversidade de Santa Catarina. In: SEVEGNANI, L.; SCHROEDER, E. (Org.). **Biodiversidade catarinense: características, potencialidades e ameaças**. Blumenau: Edifurb, 2013. p. 55-70.
- BARLOW, J. Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. **PNAS**, v. 104, n. 47, p. 18555-18560, 2007.
- BARROS, R. S. M.; BISAGGIO, E. L.; BORGES, R. C. Morcegos (Mammalia, Chiroptera) em fragmentos florestais urbanos no município

de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 1, 2006.

BELLOLI, M.; QUADROS, J.; GUIDI, A. **A história do carvão de Santa Catarina**. Criciúma: Imprensa Oficial do Estado de Santa Catarina, v. 1, 2002.

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**, Lisboa, n. 20, p. 75-99, 2009.

CASTRO, G. C. **Análise da estrutura, diversidade florística e variações espaciais do componente arbóreo de corredores de vegetação na região do Alto Rio Grande, MG**. 2008. 83 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2008. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/lcb/lerf/divulgacao/recomendados/dissertacoes/castro2004.pdf>>. Acesso em: 08 set. 2017.

CEMIN, G.; PÉRICO, 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, 2009.

CEPF. **Mata Atlântica: hotspot de biodiversidade Brasil**. 2001. Disponível em: <<http://www.cepf.net/Documents/Final.Portuguese.AtlanticForest.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2017.

CERQUEIRA, R. et al. Fragmentação: alguns conceitos. In: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. (Org.). **Fragmentação de Ecossistemas**: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília: MMA/SBF, 2003. p. 24-40.

COLOMBO, A.F.; JOLY, C.A. Brazilian Atlantic Forest lato sensu: the most ancient Brazilian forest, and a biodiversity hotspot, is highly threatened by climate change. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 3, p. 697-708, 2010.

CONSTANTINO, R. et al. Causas da fragmentação: causas naturais. In: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. (Org.). **Fragmentação de**

Ecosistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília: MMA/SBF, 2003. p. 43-63.

COSTA, S.; ZOCHE, J. J. Fertilidade de solos construídos em áreas de mineração de carvão na região sul de Santa Catarina. **Revista Árvore**, v. 33, n. 4, p. 665-674, 2009.

DE MARCO JR, P. **Mini documentário sobre perda e fragmentação de habitat realizado por alunos do curso de graduação em Ecologia e Análise Ambiental-UFG para disciplina de Biologia da Conservação.** Universidade Federal de Goiás, 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=pUOrNIjiDL0>>. Acesso em: 29 nov. 2016.

EMBRAPA. **Solos do Estado de Santa Catarina.** 46. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2004.

EPAGRI. **Dados e Informações Biofísicas da Unidade de Planejamento Regional Litoral Sul Catarinense – UPR 8.** Florianópolis: EPAGRI, 2001.

ETTO, T. L. et al. Ecologia da paisagem de remanescentes florestais na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras - Campinas-SP. **Revista Árvore**, v. 37, n. 6, p. 1063-1071, 2013.

FAHRIG, L. Ecological Responses to Habitat Fragmentation per se. **Annual Reviews of Ecology, Evolution and Systematics**, 48 (in press), 2017a.

_____. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, n. 34, p. 487-515, 2003.

_____. Forty years of bias in habitat fragmentation research. In: Kareiva P, Silliman B, Marvier M. **Uncomfortable questions and confirmation bias in conservation.** Oxford University Press, Oxford, UK, in press. 2017b.

_____. **Issues and perspective in Landscape Ecology**, ed. John A. Wiens and Michael R. Moss. Published by Cambridge University Press, p. 1-10, 2005. Disponível em: <

<http://glel.carleton.ca/PDF/landPub/05/05FahrigIssues&Perspectives%20in%20LE.pdf>> Acesso em: 18 set. 2017.

_____. Non-optimal animal movement in human-altered landscapes. *British Ecological Society. Functional Ecology*, v. 21, n. 6, p. 1003-1015, 2007.

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

FERRAZ, G. Sobre o uso do termo fragmentação. In: PERES, C. A. et al. (Org.). **Conservação da biodiversidade em paisagens antropizadas do Brasil**. Curitiba: UFPR, 2013, p. 515-531.

FISZON, J. T. et al. Causas da fragmentação: causas antrópicas. In: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. (Org.). **Fragmentação de Ecossistemas**: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília: MMA/SBF, 2003. p. 43-63.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

FONSECA, C. R. et al. Towards an ecologically-sustainable forestry in the Atlantic Forest. *Biological Conservation*, v. 142, n. 6, p. 1209-1219, 2009.

FONSECA, R. C.; DIEHL, E. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) epigéicas em povoamentos de *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) de diferentes idades no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 48, n. 1, p. 95-100, 2004.

FORERO-MEDINA, G.; VIEIRA, M. V. Conectividade funcional e a importância da interação organismo-paisagem. *Oecologia Brasiliensis*, v. 11, n. 4, p. 493-502, 2007.

FORMAN, R. T. T. **Land Mosaics**: The ecology of landscapes and regions. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. Disponível em: <https://books.google.com.br/books/about/Land_Mosaics.html?id=sSRNU_5P5nwC&redir_esc=y>. Acesso em: 09 dez. 2016.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York, John Willy e Sons, 1986.

FORNECK, E. D.; PORTO, M. L. Comunidades vegetais e avifauna: a importância no manejo da paisagem. In: PORTO, M. L. (Org.). **Comunidades vegetais e fitossociologia: fundamentos para a avaliação e manejo de ecossistemas**. Porto Alegre: UFRGS, 2008, p. 145-161.

FORTUNATO, M. E. M.; QUIRINO, Z. G. M. Efeitos da fragmentação na fenologia reprodutiva de espécies arbóreas presentes em borda e interior de Mata Atlântica Paraibana. **Rodriguésia**, v. 67, n. 3, 2016.

FREITAS, M. **Efeitos da concentração de Zn e Mn nos efluentes da exploração de carvão na anatomia de *Typha domingensis* Pers. (Typhaceae)**. 2007. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2007.

GABRIEL, V. A. A importância das plantações de eucalipto na conservação da biodiversidade. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 74, p. 203-213, 2013.

GONÇALVES, L. R. **Avaliação do impacto ambiental na atividade mineradora do carvão e da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Urussanga**. 2008. 62 f. Monografia (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

IBGE. **Diagnóstico ambiental do litoral de Santa Catarina: caracterização sócio-econômica da zona costeira de Santa Catarina**. Florianópolis, 1997.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

JACKSON, H. B.; FAHRIG, L. Habitat loss and fragmentation. **Encyclopedia of Biodiversity**, v. 4, p. 50-58, 2013.

JESUS, E. N. **Avaliação dos fragmentos florestais da Bacia Hidrográfica do Rio Poxim (Sergipe - Brasil) para fins restauração ecológica**. 2013. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) -

Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2013. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/6558/1/EDILMA_NUNES_JESUS.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2017.

KLEIN, R. M. **Flora ilustrada catarinense**: mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina. Itajaí. Herbário Barbosa Rodrigues, 1978.

LAGOS, M. C. C. **Efeito de borda em fragmentos do bioma Cerrado e Mata Atlântica**. 2017. 86 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/7610>>. Acesso em: 07 dez. 2017.

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

LAURANCE, W. F.; VASCONCELOS, H. L. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. **Oecologia Brasiliensis**, v.13, n. 3, p. 434-451, 2009.

LIMA, I. P. **Morcegos (Mammalia; Chiroptera) de áreas nativas e áreas reflorestadas com *Araucaria angustifolia*, *Pinus taeda* e *Eucalyptus* spp. na Klabin - Telêmaco Borba, Paraná, Brasil**. 2008. 100 f. Tese (Doutorado em Biologia Animal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008. Disponível em: <[www.ufrj.br/posgrad/cpgba/teses/Tese_Isaac_Passos_de_Lima\[1\].pdf](http://www.ufrj.br/posgrad/cpgba/teses/Tese_Isaac_Passos_de_Lima[1].pdf)>. Acesso em: 05 dez. 2017.

LINDENMAYER, D. B.; LUCK, G. Synthesis: Thresholds in conservation and management. **Biological Conservation**, v. 124, p. 351-354, 2005.

MARCELINO, V. R. **Influência da fragmentação florestal e da estrutura da vegetação na comunidade de aves da Fazenda Figueira, Londrina - PR**. 2007. 99 p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-19102007.../TeseVaniaMarcelino.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2017.

MARCON, L. **Análise da expansão urbana de Araranguá, SC e suas implicações ambientais: uma abordagem interdisciplinar**. 2014. 92

- p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2014.
- MARTENSEN, A. Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 141, n. 9, p. 2184-2192, 2008.
- MARTINS, H. B. **Vegetação arbórea e arborescente em diferentes estágios sucessionais na Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga, Santa Catarina, Brasil**. 2016. 107 p. Dissertação (Mestrado em Ambientais). Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2016.
- MCGARIGAL, K.; CUSHMAN, S. A.; ENE, E. 2012. **FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps**. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Disponível em: <<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>>. Acesso em: 03 fev. 2017.
- MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. 1995. **Fragstats: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure**. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, USA, v. 351, 134 p. Disponível em: <<http://www.umass.edu/landeco/pubs/mcgarigal.marks.1995.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2016.
- METZGER, J. P. Como lidar com regras pouco óbvias para conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas. **Natureza & Conservação**, v. 4, n. 2, p. 11-23, 2006.
- _____. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 71, n. 3, p. 445-463, 1999.
- _____. Estrutura da paisagem: o uso adequado de métricas. In: CULLEN, L. Jr; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Org.). **Métodos de estudos em Biologia da Conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: UFPR, 2ª ed. 2012.

_____. O Código Florestal tem base científica? **Natureza & Conservação**, v. 1, n. 8, p. 1-5, 2010.

_____. O que é ecologia de paisagem? **Revista Eletrônica Biota Neotropical**, v. 1, 2001.

_____. **Perda e fragmentação de habitat e biodiversidade**. 2013.

Disponível em:

<http://web01.ib.usp.br/bie314/2013/aula3_Fragmentacao_2013.pdf>.

Acesso em: 12 dez. 2016.

MORAES, M. E. B. et al. Análise métrica da paisagem na bacia do rio Água Preta do Mocambo, Uruçuca, sul da Bahia. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 9, n. 1, p. 62-72, 2015.

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

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A. S. **Landscape Ecology: Theory and Application**. 2. ed. New York: Springer-Verlag, 1994.

NETO, P. L.; LOYOLA, R. Biogeografia da conservação. In: ALMEIDA, E. A. B.; CARVALHO, C. J. B. (Org.). **Biogeografia da América do Sul: análise de tempo, espaço e forma**. 2. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2016, p. 169-178.

OCHOA-QUINTERO, et al. Thresholds of species loss in Amazonian deforestation frontier landscapes. **Conservation Biology**, v. 29, n. 2, p. 440-451, 2015.

OLIFIERS, N.; CERQUEIRA, R. Fragmentação de habitat: efeitos históricos e ecológicos. In: ROCHA, C.F.D. et al. (Org.). **Biologia da Conservação: essências**. São Carlos: RiMa, 2006, p. 262-280.

PAESE, A. et al. **Conservação da biodiversidade com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

PAGLIA, A. P.; FERNANDEZ, F. A. S.; DE MARCO JUNIOR, P. Efeitos da fragmentação de habitats: quantas espécies, quantas populações, quantos indivíduos, e serão eles suficientes? In: ROCHA,

C.F.D. et al. (Org.). **Biologia da Conservação**: essências. São Carlos: RiMa, 2006. p. 281-316.

PARDINI, R. et al. Beyond the fragmentation threshold hypothesis: regime shifts in biodiversity across fragmented landscapes. **PLoS ONE**, v. 5, n. 10, e13666. 2010.

PARDINI, R. et al. The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape. **Biological Conservation**, v. 124, n. 1, p. 253-266, 2005.

PEREIRA, J. R. **Caracterização hidrológica como ferramenta de análise ambiental da APA/Bacia do Rio Maior**. 2016. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2016.

PÉRICO, E.; CEMIN, G.; MOHR, L. R. S. Fisiografia da bacia hidrográfica do rio Forqueta/RS, sul do Brasil. **Scientia Plena**, v. 8, n. 9, p. 1-9, 2012.

PFEIFER, M. et al. Creation of forest edges has a global impact on forest vertebrates. **Nature**, v. 551, s/n, p. 187-191, 2017.

PIAZZA, W. F.; HÜBENER, L. M. Santa Catarina: **história da gente**. Florianópolis:Lunardelli, 1983.

PINTO, L. P. et al. Mata Atlântica brasileira: os desafios para conservação da biodiversidade de um *hotspot* mundial. In: ROCHA, C.F.D. et al. (Org.). **Biologia da Conservação**: essências. São Carlos: RiMa, 2006, p. 281-316.

RBMA. **Domínio Mata Atlântica**: conceitos e abrangência. 2004. Disponível em: < http://www.rbma.org.br/anuario/mata_02_dma.asp>. Acesso em: 10 dez. 2016.

RESASCO, J. et al. The contribution of theory and experiments to conservation in fragmented landscapes. **Ecography**, v. 40, p. 109-118, 2017.

RIBEIRO, M. C. et al. 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.

ROCHA, J. S. M., KURTZ, S. M. J. M. **Manual de Manejo integrado de bacias hidrográficas**. Santa Maria/RS: Edições UFSM CCR/UFSM, 2001.

RODRIGUES, E. **Edge Effects on the regeneration of forest fragments in South Brasil**. Thesis. Harvard University, 194p. 1998.

SACCO, A. G. et al. Perda de diversidade taxonômica e funcional de aves em área urbana no sul do Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 105, n. 3, p. 276-287, 2015.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Bacias hidrográficas do Estado de Santa Catarina**: diagnóstico geral. Instituto CEPA, Florianópolis, 1997.

SANTOS, J. F. C. et al. Fragmentação florestal na Mata Atlântica: o caso do município de Paraíba do Sul, RJ, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 3, p. , 2017.

SANTOS, R. C. M. **Mata atlântica**: características, biodiversidade e a história de um dos biomas de maior prioridade para conservação e preservação de seus ecossistemas. 2010. 31 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas). Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix, Belo Horizonte, 2010.

SCHAADT, S. S.; VIBRANS, A. C. O uso da terra no entorno de fragmentos florestais influencia a sua composição e estrutura. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 22, n. 4, p. 437-445, 2015.

SCHEIBE, L. F. et al. **Atlas Ambiental da Bacia do Rio Araranguá**. Florianópolis: Cidade Futura, 2010.

SEVEGNANI, L.; SCHOREDER, E. (Org.). Biodiversidade catarinense: **características, potencialidades, ameaças**. Blumenau: Edifurb, 2013.

SILVA, M. S. F.; SOUZA, Rosemeri M. Padrões espaciais de fragmentação florestal na FLONA do Ibura – Sergipe. **Mercator**, v. 13, n. 3, p. 121-137, 2014.

SMITH, A. C. et al. Confronting collinearity: comparing methods for disentangling the effects of habitat loss and fragmentation. **Landscape Ecology**, v. 24, p. 1271-1285, 2009.

SOS MATA ATLÂNTICA; INPE. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica (período 2012-2013)**. São Paulo, 2014. Disponível em: <http://mapas.sosma.org.br/site_media/download/atlas_2012-2013_relatorio_tecnico_2014.pdf>. Acesso em: 25 set. 2017.

SOUZA, C. G. et al. Análise da fragmentação florestal da Área de Proteção Ambiental Coqueiral, Coqueiral – MG. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 631-644, 2014.

SPIEGEL, M. R. **Estatística**. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, 1987. 580 p.

STEFFEN, W. et al. **Global Change and the Earth System: A Planet Under Pressure**. 2 ed. Springer Verlag, Heidelberg, Germany, 2005.

TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C.; GASCON, C. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of Neotropical forests. **Biodiversity and Conservation**, v.13, p.1419–1425. 2004.

TABARELLI, M. et al. Challenges and opportunities for biodiversity conservation in the Brazilian Atlantic Forest. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 695-700, 2005.

TAYLOR, P. D. et al. **Connectivity is a vital element of landscape structure** *Oikos*, v. 68, n. 3, p. 571-573, 1993.

TURNER M. G.; GARDNER R. H. (Ed.). **Quantitative Methods in Landscape Ecology**. New York: Springer, 1991.

UEZO, A.; BEYER, D. D.; METZGER, J. P. Can agroforest woodlots work as stepping stones for birds in the Atlantic Forest region? **Biodiversity and Conservation**, v. 17, n. 8, p. 1907-1922, 2008.

VIBRANS, A. C. O inventário florístico florestal de Santa Catarina. In: SEVEGNANI, L.; SCHROEDER, E. (Org.). **Biodiversidade catarinense**: características, potencialidades e ameaças. Blumenau: Edifurb, 2013, p. 90-91.

VIBRANS, A. C. et al. **Inventário florístico florestal de Santa Catarina**: resultados resumidos. Blumenau: FURB, 2013.

WESTERN, D. Human-modified ecosystems and future evolution. **PNAS**, v. 98, n. 10, p. 5458-5465, 2001.

WILCOVE, D. S.; MCLELLAN, C. H.; DOBSON, A. P. Habitat fragmentation in the temperate zone. **Conservation Biology**, v. 6, p. 237-256, 1986.

ZANELLA, L. **Análise da interferência antrópica na fragmentação da Mata Atlântica e modelos de simulação da paisagem na microrregião da Serra da Mantiqueira do Estado de Minas Gerais**. 2011. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011. Disponível em: < <http://repositorio.ufla.br/handle/1/631> >. Acesso em: 03 mar. 2017.

ZOCHE, J. J. et al. Heavy metals and DNA damage in blood cells of insectivore bats in coal mining areas of Catarinense coal basin, Brazil. **Environmental Research**, v. 110, n. 7, p. 684-691, 2010.

ZOCHE, J. J. et al. Heavy-metal content and oxidative damage in *Hypsiboas faber*: the impact of coal-mining pollutants on amphibians. **Archives of environmental contamination and toxicology**, v. 66, n. 1, p. 69-77, 2014.