



## Análise da ecologia da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Itajaí, SC, Brasil

*Landscape ecology analysis of the Itajaí River hydrographical basin, SC, Brazil*

Vanessa Dambrowski\*  , Rosemeri Carvalho Marenzi  

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade do Vale do Itajaí, Santa Catarina, Brasil.

E-mail: merimarenzi@univali.br

\*E-mail para correspondência: vadambrowski@gmail.com

Recebido (Received): 24/09/2022

Aceito (Accepted): 08/11/2023

**Resumo:** A partir do entendimento da paisagem dinâmica e da influência humana nos processos de fragmentação da paisagem, evolui a Ecologia da Paisagem como uma ferramenta de análise espacial. Este trabalho buscou analisar a Ecologia da Paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio do Itajaí-SC na intenção de avaliar as áreas prioritárias para compor o mosaico de Áreas Protegidas e às já legalmente protegidas e proporcionar elementos que permitam planejar a conservação a fim de se ampliar a proteção e a conectividade entre essas áreas. Na análise foi utilizado QGIS e LecoS. Os resultados mostraram o predomínio da Formação Florestal na Bacia Hidrográfica do Rio do Itajaí, nas Áreas Protegidas e em outras áreas da Bacia onde existe a necessidade de se ampliar a proporção de áreas protegidas para garantir a conectividade estrutural e funcional dos Remanescentes Florestais restantes.

**Palavras-chave:** Análise da paisagem; Métricas; LecoS; Conectividade.

**Abstract:** From the understanding of the dynamic landscape and human influence on landscape fragmentation processes, Landscape Ecology has evolved as a tool for spatial analysis. This study aimed to analyze the Landscape Ecology of the hydrographical basin of the Itajaí River in Santa Catarina, Brazil, with the intention of assessing priority areas to compose the mosaic of Protected Areas, including those already legally protected. The goal is to provide elements for conservation planning in order to expand protection and connectivity between these areas. QGIS and LecoS were used in the analysis. The results revealed the prevalence of Forest Formation in the hydrographical basin of the Itajaí River, in Protected Areas, and in other areas of the basin where there is a need to increase the proportion of protected areas to ensure the structural and functional connectivity of the remaining Forest Remnants.

**Keywords:** Landscape analysis; Metrics; LecoS; Connectivity.

### 1. Introdução

O termo paisagem, como conceito geográfico e científico, foi introduzido por Alexander Von Humbolt no início do século XIX, e intensamente discutido, com significados visuais e artísticos, espaço vivenciado, espaço limitado por características, definido pelo homem ou pela natureza (TROPPMAIR, 2001). Além de inúmeras definições e dos diversos significados que a paisagem pode ter (Stilgoe, 2018), para Rocha (1995) ela é fruto da interação dos componentes geológicos, expostos à ação do clima, fatores geomorfológicos, bióticos e antrópicos através dos tempos, refletindo o registro acumulado da evolução biofísica e da história das culturas precedentes.

A paisagem é sempre uma herança, de um lado de processos naturais milenares e, de outro, herança do trabalho humano que produziu diferentes formas de apropriação social da natureza (AB'SÁBER, 2003). Nesse sentido, Santos (1994, p. 66-68) afirma que “a paisagem não se cria de uma só vez, mas por acréscimos, substituições; [...] Uma paisagem é uma escrita sobre a outra, é um conjunto de objetos que tem idades diferentes, é uma herança de muitos diferentes momentos”. A transformação da paisagem pelo homem, portanto, representa um dos elementos principais na sua formação para se entenderem as relações sociais e naturais em um determinado espaço (SCHIER, 2003). As atividades humanas são transformadoras em maior ou menor grau das paisagens naturais, em que as obras humanas se inscrevem na superfície

terrestre e conferem uma impressão característica, se sobrepondo ao longo do tempo. O resultado é a expressão atual da paisagem (SAUER, 1997).

A preocupação em agregar as dimensões humanas e naturais penetra em diversas áreas de conhecimento científico. Dessa forma, o biogeógrafo alemão Carl Troll em seus estudos, a partir da década de 30, observou que todos os organismos e comunidades que se inter-relacionam em determinado território estão vinculadas em questões ambientais que dão origem ao tipo de paisagem. Troll observou primeiramente em campo, e passou a observar em fotografias aéreas, quando em 1928 passou a praticar a fotointerpretação. Em 1938 publicou o trabalho 'Fotointerpretação e Pesquisa Ecológica', utilizando o termo Ecologia da Paisagem pela primeira vez, em que destacou que a fotointerpretação seria a técnica do futuro para análise em diversos campos da geografia, geologia, ecologia, urbanização e planejamento (TROPPEMAIR, 2001).

Com a diversidade de conceitos de Ecologia da Paisagem e o entendimento do seu caráter científico interdisciplinar (HERSPERGER *et al.*, 2021), a análise espacial da paisagem surge como uma ciência da conservação podendo nortear medidas de proteção da biodiversidade no mundo. Essa permite a análise em paisagens naturais, onde não houve interferência do homem, contudo, como hoje essas são quase inexistentes, os estudos de ecologia da paisagem consideram as paisagens culturais. Na paisagem cultural, além dos elementos bióticos e abióticos, destaca-se a influência humana que organiza o espaço conforme suas necessidades, afetando esse ambiente positiva ou negativamente e variando conforme escalas espaciais a intensidade e formas de intervenção (TROPPEMAIR, 2001).

Metzger (2001) destaca também as abordagens da ecologia da paisagem distinguindo-as em abordagem geográfica ou abordagem ecológica. A abordagem geográfica está centrada nas interações do homem com seu ambiente, onde a paisagem é fruto da interação da sociedade com a natureza. A abordagem ecológica preocupa-se com a compreensão das consequências do padrão espacial pelo qual a heterogeneidade ambiental se expressa nos processos ecológicos. Considerando as unidades culturais e naturais, incluindo o homem, no sistema de análise é possível analisar determinado território onde as duas abordagens se fundem, sendo que "para compatibilizar uso das terras e sustentabilidade ambiental, social e econômica, é necessário planejar a ocupação e a conservação da paisagem como um todo" (METZGER, 2001, p. 7).

A Ecologia da Paisagem traz em sua essência diretrizes para maximizar a conservação da biodiversidade com o entendimento de uma paisagem dinâmica proveniente das interações no seu espaço, onde o ser humano é o principal agente de modificação. Assim, com a perspectiva da Teoria de Biogeografia de Ilhas (TBI), onde a riqueza de espécies está relacionada ao balanço entre migrações e extinções e ao isolamento espacial (SANTOS; MAIA, 2018), o tamanho de ilhas/fragmentos, distância/conectividade de fontes de propágulos, entre outros fatores (PRIMACK; RODRIGUES, 2001) vão refletir na Ecologia da Paisagem. Desta forma, Shafer (1997) propõe princípios para a conservação de áreas naturais unindo a TBI e a Ecologia da Paisagem. Isso considerando que os fragmentos de vegetação funcionam como ilhas de habitat; permitindo analisar a paisagem e planejar a conservação da biodiversidade em determinado espaço.

Destaca-se em Santa Catarina, a região da Bacia Hidrográfica (BH) do Rio Itajaí, inserida no domínio da Mata Atlântica, em que a paisagem é resultante de um histórico de interações humanas com a floresta intensificada a partir do século XIX com a colonização europeia no vale do Itajaí (SEVEGNANI, 2018). Essa colonização se acentuou com o estabelecimento da Colônia Blumenau, em 1850. A partir desse período, o vale insere-se num contexto histórico onde a colonização europeia promove uma significativa redução da Mata Atlântica. A gradativa substituição da floresta pela ocupação humana, em constante crescimento populacional e econômico modificaram a paisagem onde ao fim do período colonial, a vegetação do fundo dos vales foi substituída pelas áreas cultivadas, pastagens e benfeitorias, e recursos da natureza foram explorados e proveram o desenvolvimento da colônia (BONA *et al.*, 2020).

A destruição da cobertura vegetal na BH do Rio Itajaí já veio dos tempos coloniais, e com o passar do tempo e da evolução dos centros urbanos, o que aconteceu foi a degradação gradativa das poucas florestas existentes. Mais recentemente, ocorreu o abandono de áreas agrícolas e a recuperação natural (SOUSA *et al.*, 2005). Esse processo de modificação da paisagem resultou em um mosaico de áreas naturais fragmentadas, em diferentes estágios de conservação e regeneração, inseridas em uma matriz antrópica urbana e rural. A matriz antrópica tende a ser a mancha de maior influência sobre o conjunto da paisagem (FORMAN; GODRON, 1986), apesar de situações espaciais em que a matriz ainda pode ser composta de paisagens naturais (AUGUST *et al.*, 2002).

Neste contexto de fragmentação, as áreas protegidas têm importante função na conservação da natureza, ainda que representem menos de 6% do território da BH do Rio Itajaí (GARROTE *et al.*, 2018). A BH do Rio Itajaí possui 50% de cobertura florestal nativa (SEVEGNANI, 2018). Essa cobertura florestal remanescente ou fragmentos de vegetação consistem em manchas de vegetação na paisagem, originadas por

fragmentação, por subdivisão, promovida pelo homem, de uma unidade que inicialmente apresentava-se sob forma contínua (METZGER, 2001).

Ao analisar a Ecologia da Paisagem da BH do Rio Itajaí, considerando a estrutura espacial resultante do processo histórico de uso do solo, e o percentual de cobertura florestal nativa fragmentada, pretendeu-se identificar áreas prioritárias para conservação e indicação de Áreas Protegidas. O uso de Ecologia da Paisagem para definição de Áreas Protegidas ou entendimento de situação dessas áreas são alvo de estudos (RIOJA-NIETO; SHEPPARD, 2008; MAYWALD; MARÇAL JR, 2023; BARATI *et al.*, 2018; ÍSMAYILOV; JABRAYILOV, 2019; SUNG, 2022).

A intenção do presente estudo é de proporcionar elementos que permitam se planejar a conservação no sentido de ampliar o mosaico de áreas protegidas e aumentar a conectividade entre as áreas através da inclusão de manchas de vegetação, ainda sem proteção, considerando os princípios propostos por Shafer (1997) para a conservação de áreas naturais.

### 1.1. Área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí compreende uma área de 15.000 km<sup>2</sup> (FRANK; REFOSCO, 2018) e está totalmente inserida no estado de Santa Catarina (**Figura 1**). É uma bacia de vertente atlântica, com relevo montanhoso, forte ondulado e ondulado, e plano e suavemente ondulado junto à planície costeira. Em decorrência de sua estrutura tem como um de seus maiores problemas a ocorrência de enchentes periódicas (GEPHI, 2019), as quais trazem consequências relevantes nas porções mais baixas do território da BH, no médio vale (Blumenau, Rio do Sul) e baixo vale (Itajaí, Gaspar).

Originalmente a BH do Rio Itajaí possuía 97% de sua área coberta por florestas e atualmente contém aproximadamente 7.500 km<sup>2</sup> (50%) de cobertura florestal nativa, entremeadas por cidades, agricultura, pastagens e reflorestamentos (SEVEGNANI, 2018).



**Figura 1:** Localização Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí, SC.

## 2. Metodologia

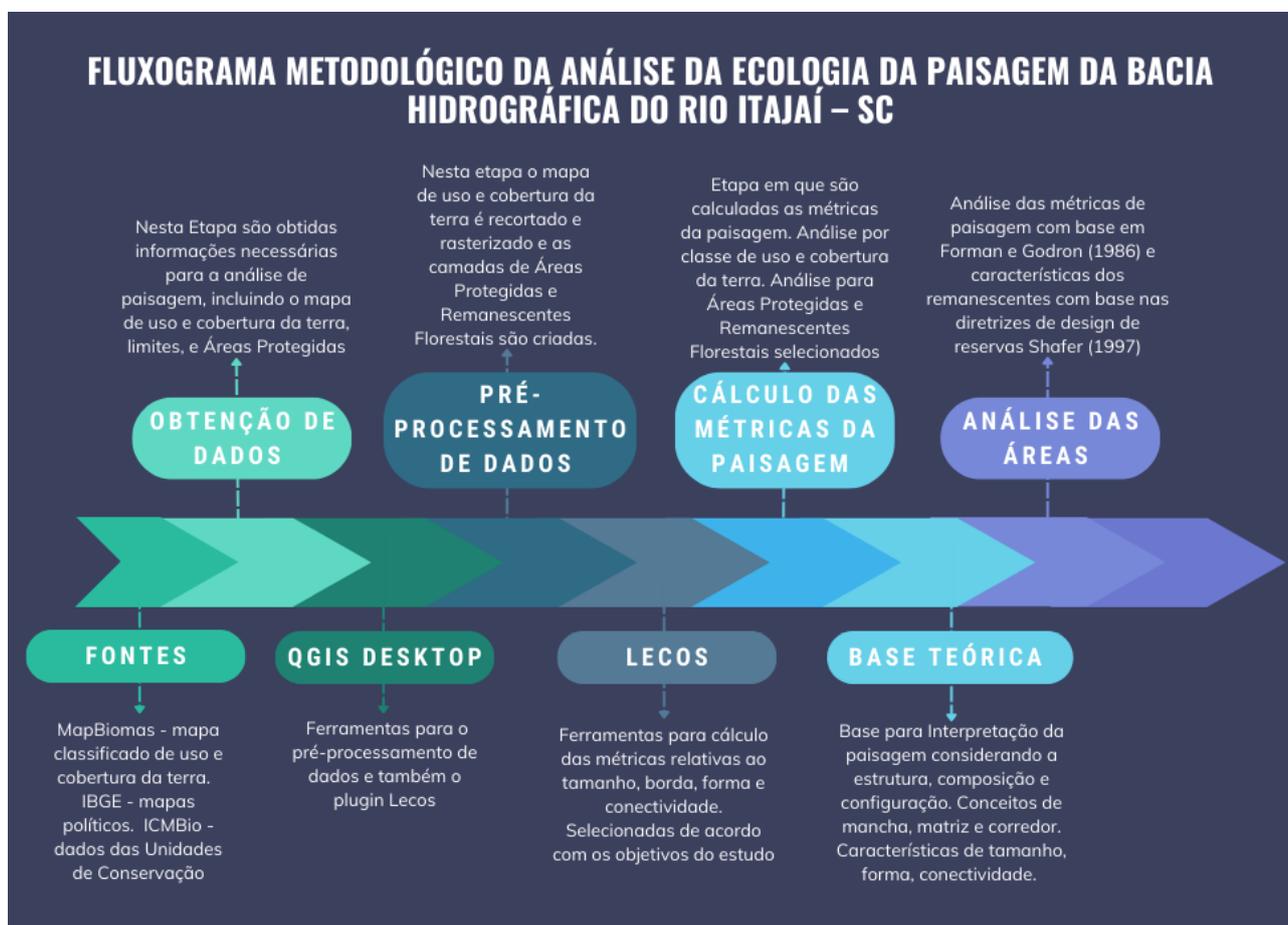
As métricas de paisagem constituem uma das principais ferramentas para o estudo das mudanças e estrutura da paisagem de uma região e o software mais popular para avaliação de métricas é o FRAGSTATS. A partir dele foram desenvolvidas implementações, como o plugin LecoS do QGIS e o módulo GRASS (ZATELLI *et al.*, 2019). O LecoS (Landscape Ecology Statistics) é baseado nas métricas retiradas do FRAGSTATS (LecoS, 2022).

O LecoS é capaz de calcular uma variedade de métricas de paisagem avançadas de forma automatizada por meio de uma camada fornecida. Está integrado na estrutura de processamento do QGIS. Essas soluções, no entanto, dependem da formatação e recorte raster prévios. Através dessa ferramenta pode-se analisar várias paisagens, manchas e métricas dentro de um Sistema de Informação Geográfica (JUNG, 2013).

Para este estudo foi utilizado o QGIS Desktop 3.10.6 e o plugin LecoS na versão 3.0. As etapas da metodologia estão sintetizadas no fluxograma (Figura 2).

Foi analisada a paisagem da BH do Rio Itajaí, do conjunto de Áreas Protegidas (AP) que consiste em Unidades de Conservação municipais, estaduais e federais e Terra Indígena presentes na Bacia (Tabela 1) e também Remanescentes Florestais (RF) selecionados através da modelagem de nicho ecológico de espécies arbóreas representativas da vegetação da BH do Rio Itajaí.

Foram utilizadas as métricas relativas ao tamanho, borda, forma e conectividade (Tabela 2), sendo que a análise foi realizada por classe de uso e cobertura da terra para a BH do Rio Itajaí, para o conjunto de Áreas Protegidas e para os Remanescentes Florestais selecionados. Os remanescentes também foram analisados individualmente, em relação a métricas de tamanho, borda e fator de forma. Esse último, o fator ou índice de forma, não implementado no LecoS, foi calculado conforme Volotão (1998), onde o Perímetro do fragmento é dividido pela raiz quadrada da área e dividido por 4.



**Figura 2:** Fluxograma metodológico da análise da ecologia da paisagem da BH do Rio Itajaí-SC.

**Tabela 1:** Áreas Protegidas da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí, SC.

Áreas Protegidas	Esfera	Área (ha)
Parque Nacional da Serra do Itajaí	Federal	56.917,23
Terra Indígena de Ibirama	Federal	13.330,38
Reserva Biológica Estadual do Sassafrás	Estadual	5.469,54
Área de Relevante Interesse Ecológico Serra da Abelha	Federal	5.016,45
Área de Proteção Ambiental do Brillhante	Municipal	2.014,94
Reserva Biológica Estadual da Canela Preta	Estadual	1.567,77
Parque Natural Municipal Morro do Baú	Municipal	1.401,01
Floresta Nacional de Ibirama	Federal	519,34
Parque Natural Municipal Chapéu das Águas	Municipal	508,73
Reserva Particular do Patrimônio Natural Chácara Edith	Federal	415,56
Reserva Particular do Patrimônio Natural Corredeiras do Rio Itajaí	Federal	333,09
Reserva Particular do Patrimônio Natural Odir Zanelatto	Federal	212,17
Área de Proteção Ambiental do Bateias	Municipal	170,43
Reserva Particular do Patrimônio Natural Corredeiras do Rio Itajaí II	Federal	79,08
Reserva Particular do Patrimônio Natural das Araucárias Gigantes	Federal	55,76
Reserva Particular do Patrimônio Natural Raso do Mandi	Federal	54,35
Reserva Particular do Patrimônio Natural Porto Franco	Federal	45,05
Reserva Particular do Patrimônio Natural Rio das Furnas II	Federal	43,51
Parque Natural Municipal Freymund Germer	Municipal	36,67
Reserva Particular do Patrimônio Natural Taipa Rio do Couro	Federal	36,32
Reserva Particular do Patrimônio Natural Vale das Pedras	Federal	32,76
Reserva Particular do Patrimônio Natural Refúgio do Macuco	Federal	31,88
RPPN Estadual das Cascatas	Estadual	21,44
Parque Natural Municipal São Francisco de Assis	Municipal	20,21
Reserva Particular do Patrimônio Natural Prima Luna	Federal	17,43
Reserva Particular do Patrimônio Natural Estadual Pedra Branca	Estadual	10,57
Reserva Particular do Patrimônio Natural Reserva Rio das Furnas	Federal	10,00
Reserva Particular do Patrimônio Natural Corredeiras do Rio Itajaí	Federal	0,01
III		
Reserva Particular do Patrimônio Natural Corredeiras do Rio Itajaí	Federal	0,01
<b>Área total</b>		<b>88.371,72</b>

**Tabela 2:** Métricas utilizadas para análise da Ecologia da Paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí, SC.

Métricas de Análise LecoS	Descrição	BH do Rio	Áreas	Remanescentes
		Itajaí	Protegidas	Florestais
<b>Land cover</b>	Área total de cada classe na paisagem	X	X	X
<b>Landscape proportion</b>	Proporção da classe na paisagem	X	X	X
<b>Edge length</b>	Comprimento total das bordas	X	X	X
<b>Edge density</b>	Densidade das bordas (perímetro/área)	X	X	
<b>Number patches</b>	Número de manchas de cada classe na paisagem	X	X	X
<b>Patch density</b>	Densidade da classe na paisagem (área/número)	X	X	X
<b>Greatest patch area</b>	Área do maior fragmento de cada classe		X	X
<b>Median patch area</b>	Área do fragmento mediano		X	X
<b>Overall core area</b>	Área central (índice baseado na área total e na forma)		X	X
<b>Like adjacencies</b>	Índice que indica a proporção de pixels que fazem fronteira com a mesma classe em relação as bordas da mancha		X	X
<b>Patch cohesion index</b>	Índice de coesão/conectividade de cada classe		X	X
<b>Índice de forma *</b>	Índice relativo ao perímetro e a forma			X

\* Métrica do FRAGSTAT não implementada no LecoS, calculada nesse estudo com base Volotão (1998).

Como raster de entrada para a análise das métricas foi utilizado o mapa de uso e cobertura da terra classificado (pixels 30 metros) e disponibilizadas pelo MapBiomass, Coleção 4, 2019. O mapa foi recortado para a BH do Rio Itajaí e reprojetoado para metros. Para a Bacia do Rio Itajaí as classes de uso e cobertura da terra encontradas estão descritas na **Tabela 3**.

**Tabela 3:** Classes de uso e cobertura da terra identificadas na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí – SC.

<b>Classes de uso e cobertura da terra</b>
Formação Florestal
Floresta Plantada
Pastagem
Mosaico de Agricultura e Pastagem
Infraestrutura Urbana
Outras Áreas não Vegetadas
Mineração
Corpos de água
Soja
Outras Lavouras Temporárias
Praia, Areia e Duna

As métricas obtidas nos experimentos pelo LecoS foram analisadas com base em Forman e Godron, (1986), que consideram os elementos: Matriz, Manchas e Corredores, e para a interpretação dos resultados em relação aos fragmentos foram consideradas as diretrizes de design de reservas para ecossistemas terrestres (**Tabela 4**), propostas por Shafer (1997).

**Tabela 4:** Princípios de planejamento de reservas naturais propostos por Shafer (1997).

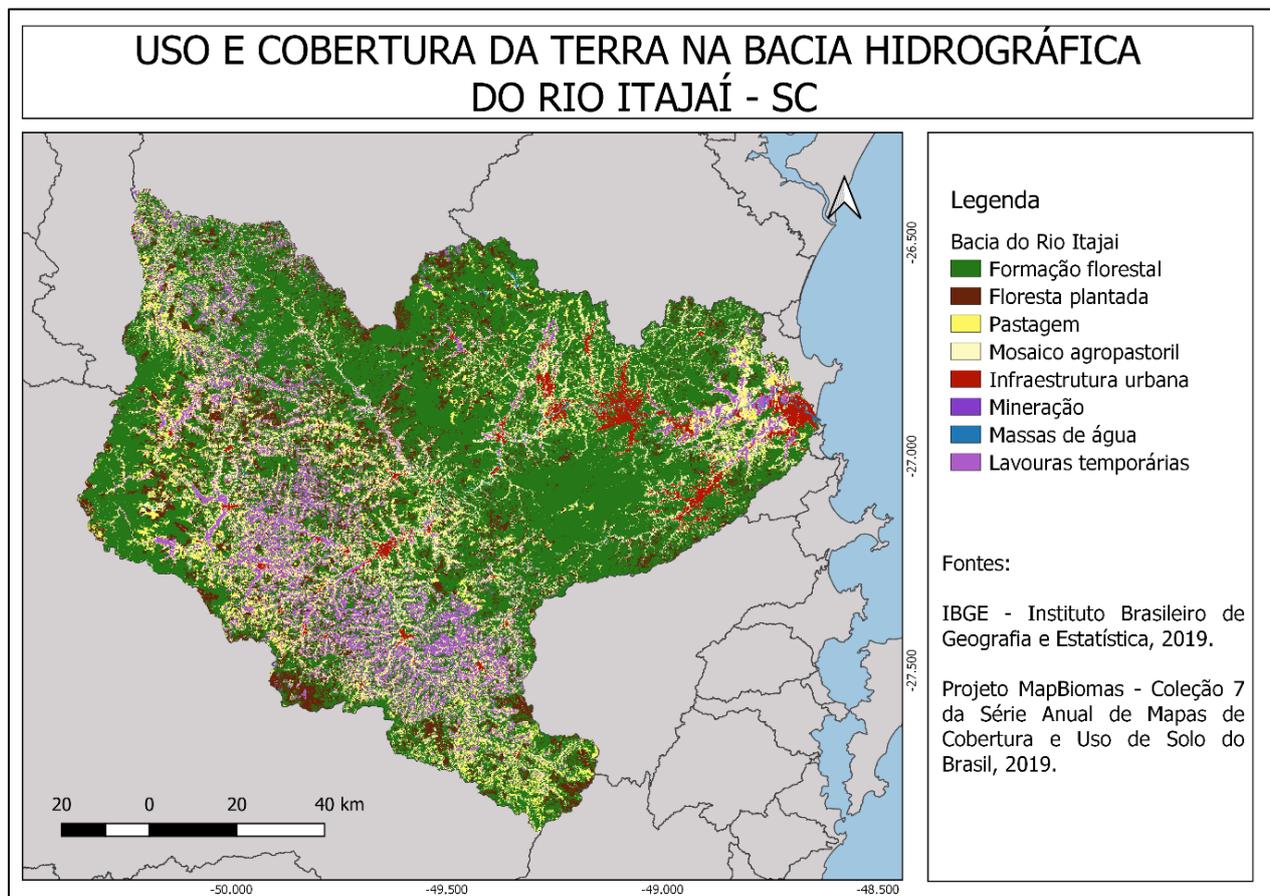
<b>Pior Situação para a Conservação de Áreas Naturais</b>	<b>Melhor Situação para a Conservação de Áreas Naturais</b>
Ecossistema parcialmente protegido	Ecossistema completamente protegido
Reserva menor	Reserva maior
Reserva fragmentada	Reserva não fragmentada
Menos reservas	Mais reservas
Reservas isoladas	Reservas conectadas (estrutural ou funcional)
Habitat uniforme protegido	Habitats diversificados
Formato irregular	Formato próximo ao circular (menor efeito de borda)
Somente reservas grandes	Mistura de reservas grandes e pequenas
Reservas manejadas individualmente	Reservas manejadas regionalmente

Fonte: Adaptado de Primack e Rodrigues (2001).

### 3. Resultados e discussão

A situação do uso e cobertura da terra na BH do Rio Itajaí pode ser verificada na **Figura 3**. A classe predominante, conforme a análise pelo LecoS, é a Formação Florestal, com uma área de cobertura total de mais de 8.364 km<sup>2</sup>, que corresponde a 56% da área total (**Tabela 5**). Resultado importante, uma vez que outros estudos em bacias hidrográficas localizados na Mata Atlântica apresentam menores percentuais de cobertura para a classe Florestal. Rex *et al.* (2018) encontraram 38% de cobertura florestal na Bacia do Rio Pequeno-PR, Pirovani *et al.* (2014) verificaram apenas 17% da Bacia do Rio Itapemirim-ES com cobertura florestal, e ainda Fernandes e Fernandes (2017) verificaram 23% de fragmentos florestais na Bacia do Rio Ubá-RJ.

Apesar da situação mais favorável da BH do Rio Itajaí em relação a outros estudos em Bacias Hidrográficas, observa-se a fragmentação da classe Formação Florestal, o que implica nos problemas recorrentes relacionados à fragmentação como perda de habitat, efeitos de borda, dificuldade de dispersão de propágulos, redução da diversidade, risco aumentado de extinção (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). O que remete à importância de se aumentar as áreas de conservação e a conectividade estrutural e funcional na paisagem, uma vez que a conectividade dos fragmentos influencia no risco de extinção e possibilidades de colonização sendo esses importantes processos que atuam sobre a persistência das espécies em paisagens fragmentadas (METZGER, 2006).



**Figura 3:** Uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-SC.

**Tabela 5:** Uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-SC.

Classes de uso e cobertura da terra da Bacia	Área de cobertura da classe (km <sup>2</sup> )	Área da classe (%)	Perímetro (km)	Densidade da borda	Número de fragmentos	Densidade dos fragmentos
<b>Formação Florestal</b>	<b>8364,51</b>	<b>56,016</b>	<b>91293,12</b>	<b>10,91</b>	23372	<b>0,3579</b>
<b>Floresta Plantada</b>	1455,88	9,750	37099,92	25,48	24858	0,0586
<b>Pastagem</b>	1092,93	7,319	30119,34	27,56	29432	0,0371
<b>Agricultura e Pastagem</b>	2127,04	14,244	88442,94	41,58	61347	0,0347
<b>Infraestrutura Urbana</b>	359,92	2,410	4105,14	11,41	1063	0,3386
<b>Áreas não Vegetadas</b>	35,42	0,237	1875,96	52,96	3303	0,0107
<b>Mineração</b>	0,77	0,005	15,84	20,61	11	0,0699
<b>Corpos de Água</b>	39,08	0,262	1078,86	27,61	558	0,0700
<b>Soja</b>	247,67	1,659	5110,20	20,63	4733	0,0523
<b>Outras Lavouras</b>	1209,21	8,098	26639,40	22,03	19424	0,0623

A segunda classe predominante corresponde ao mosaico de Agricultura e Pastagem, que junto com Floresta Plantada, Soja, Outras Lavouras e Pastagens, totalizam mais de 40% da área da Bacia. Essas áreas agropastoris são mais permeáveis que a classe de Infraestrutura Urbana (FORMAN; GODRON, 1986), que corresponde a pouco mais de 2,4%. Para Metzger (2006) uma maior permeabilidade da matriz pode atenuar os efeitos da fragmentação e servir como uma alternativa para aumentar a conectividade na paisagem. As áreas antrópicas, incluídas as Florestas Plantadas, uma vez que se referem a reflorestamentos com espécies arbóreas exóticas (pinus e eucaliptos), em relação à área total da BH do Rio Itajaí somam 44% da área total.

Um percentual menor que encontrado por Fernandes e Fernandes (2017) que verificaram mais de 63% na Bacia do Rio Ubá-RJ, sob uma matriz antrópica.

A mancha predominante na BH do Rio Itajaí consiste de Floresta Nativa, contudo, ainda que as áreas antrópicas (urbanas e agropecuárias) ocupam uma área menor, essas constituem a matriz por serem de maior influência sobre o conjunto da paisagem (FORMAN; GODRON, 1986). Na Morraria da Praia Vermelha, em Santa Catarina, Marenzi e Roderjan (2005) consideraram a Floresta como matriz da paisagem, pois, além de manter maior tamanho de área, também é a que ainda exerce maior influência, mesmo que as manchas antrópicas sejam relevantes no contexto de intervenção humana.

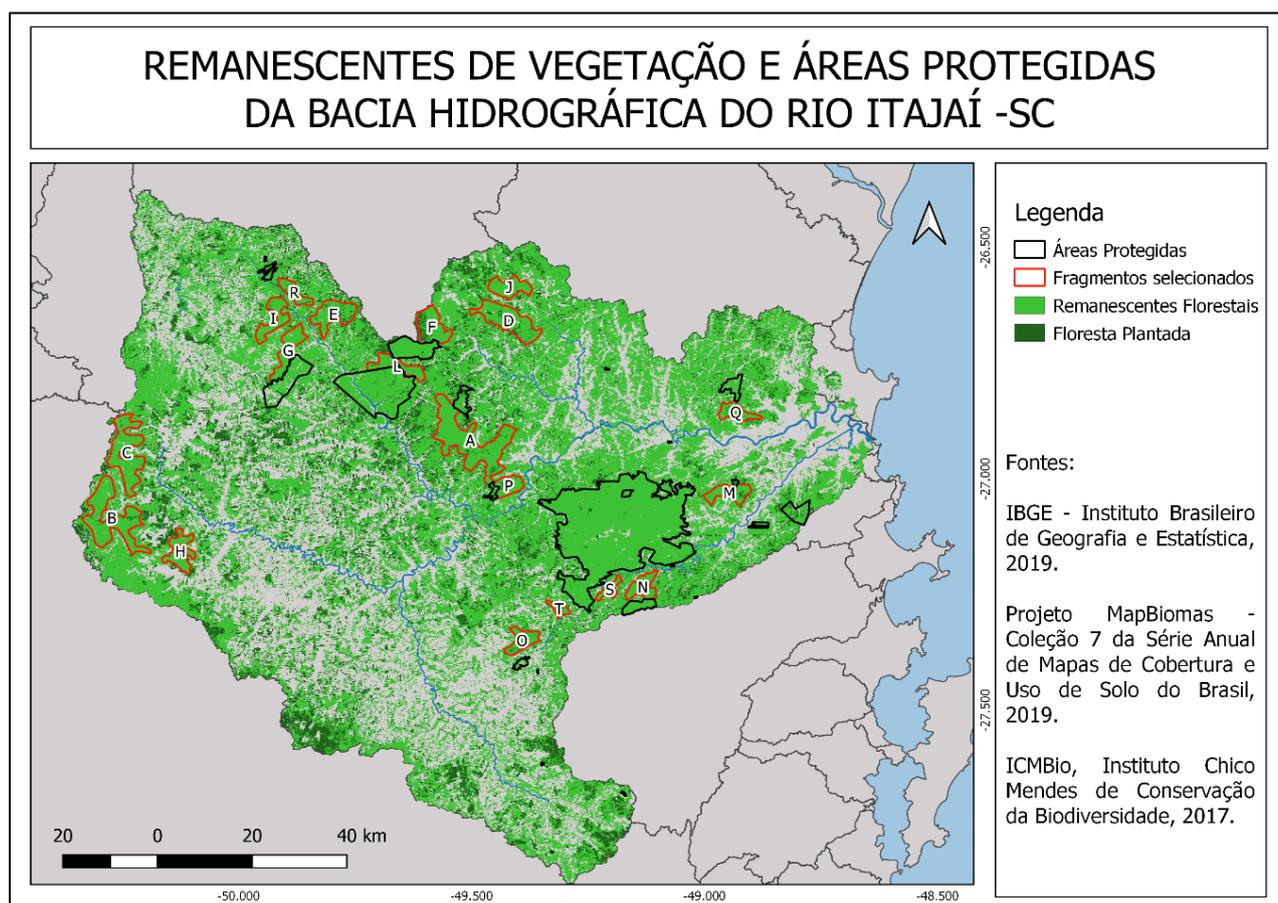
Apesar de possuir o maior perímetro, 91293,12 Km, a densidade de borda da Formação Florestal é a menor de todas as classes, o que demonstra que essa é a menos fragmentada no contexto da paisagem, ou seja, que possui maior proporção de área contínua entre as classes (**Figura 3**) apesar do grande número de fragmentos, que demonstra a fragmentação, mas também está relacionado a predominância da classe.

Pirovani *et al.* (2014) verificaram que fragmentos maiores apresentam menor densidade de borda, e essa diferença na quantidade de bordas, quando se considera a densidade, é devida aos valores de área ocupados por cada classe de tamanho dos fragmentos, sendo a densidade de bordas inversamente proporcional à área ocupada por cada classe. Esses resultados apontam para um menor efeito de borda nos fragmentos grandes, indicando maior grau de conservação uma vez que as bordas constituem um gradiente abrupto entre os elementos da paisagem, e influenciam no fluxo de energia, matéria e organismos e as perturbações entre matriz e manchas (MARENZI; RODERJAN, 2005).

A densidade dos fragmentos está relacionada a sua predominância dentro da paisagem, de forma que a Formação Florestal apresenta a maior densidade de fragmentos.

O uso e cobertura da terra nas Áreas Protegidas, que consistem em 28 Unidades de Conservação, uma Terra indígena e dos Remanescentes Florestais selecionados pode ser verificado na **Figura 4**.

As Áreas Protegidas da BH do Rio Itajaí (**Tabela 6**), que consistem em Unidades de Conservação e uma Terra indígena, somam mais de 830 km<sup>2</sup> de Formação Florestal, classe que correspondem a 93% da área total das Áreas Protegidas.



**Figura 4:** Áreas Protegidas e Remanescentes Florestais na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-SC.

**Tabela 6:** Uso e cobertura da terra nas Áreas Protegidas da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí - SC.

Classes de uso e cobertura da terra nas APs	Área de cobertura da classe (km <sup>2</sup> )	Área da classe (%)	Perímetro (km)	Densidade da borda	Número de fragmentos	Densidade dos fragmentos
<b>Formação Florestal</b>	<b>830,22</b>	<b>93,420</b>	2257,80	<b>2,72</b>	208	<b>3,9914</b>
<b>Floresta Plantada</b>	20,39	2,290	780,30	38,28	793	0,0257
<b>Pastagem</b>	7,26	0,820	219,90	30,30	297	0,0244
<b>Agricultura e Pastagem</b>	23,36	2,630	1101,18	47,14	1091	0,0214
<b>Infraestrutura Urbana</b>	0,10	0,010	4,08	39,08	6	0,0174
<b>Áreas não Vegetadas</b>	0,02	0,000	1,62	75,00	4	0,0054
<b>Corpos de Água</b>	0,10	0,010	9,06	90,69	19	0,0053
<b>Soja</b>	0,30	0,030	7,14	23,82	10	0,0300
<b>Outras Lavouras Temporárias</b>	6,99	0,790	169,38	24,24	158	0,0442

Classes de uso e cobertura da terra nas APs	Área do maior fragmento (km <sup>2</sup> )	Área do fragmento mediano (km <sup>2</sup> )	Área central (km <sup>2</sup> )	Vizinho próximos	Índice de coesão
<b>Formação Florestal</b>	<b>552,34</b>	<b>6,3</b>	<b>765,6354</b>	<b>0,96</b>	<b>1,00</b>
<b>Floresta Plantada</b>	1,12	9,9	4,9662	0,55	0,92
<b>Pastagem</b>	1,22	7,2	2,4273	0,63	0,94
<b>Agricultura e Pastagem</b>	1,50	7,2	3,0123	0,48	0,94
<b>Infraestrutura Urbana</b>	0,03	17,55	0,0144	0,55	0,81
<b>Áreas não Vegetadas</b>	0,01	5,4	0,0000	0,28	0,66
<b>Corpos de Água</b>	0,01	4,5	0,0000	0,19	0,67
<b>Soja</b>	0,10	21,6	0,1287	0,70	0,87
<b>Outras Lavouras</b>	0,59	15,75	2,7486	0,69	0,09

A Formação Florestal possui uma baixa densidade de borda, relativa a baixa fragmentação e alta densidade de fragmentos relacionado a sua predominância na paisagem. Rex *et al.* (2018) também encontraram menor densidade de borda nos fragmentos de vegetação arbórea natural entre todas as classes analisadas, o que demonstra estarem melhores conservados e menos sujeitos aos efeitos de borda.

O maior fragmento contínuo de Formação Florestal das AP tem uma área de 552,34 km<sup>2</sup>, área que inclui o território do Parque Nacional da Serra do Itajaí, a maior Unidade de Conservação da Bacia (**Figura 4**). Em um total de 208 fragmentos de Formação Florestal nas Áreas Protegidas, o fragmento mediano possui uma área de 6,3 km<sup>2</sup>, o que significa que 104 fragmentos têm uma área menor que 6,3 km<sup>2</sup>, o que mostra também a fragmentação da floresta, ainda que menor que a fragmentação na BH, dentro das APs.

Para Fernandes e Fernandes (2017) o número de fragmentos de determinada classe é de fundamental importância para os aspectos dos padrões da paisagem, uma vez que constitui uma medida do seu grau de subdivisão ou fragmentação, nesse sentido o grau de fragmentação dentro das APs da Bacia, ainda que sua cobertura represente 93% dessas áreas, é inferior a outras classes de cobertura com menores áreas, indicando menor fragmentação. A fragmentação florestal causa efeitos na vegetação decorrentes da redução de área, das mudanças na composição e estrutura, invasão de espécies exóticas que ocupam as clareiras abertas, além de interferências na fauna e no regime das águas (HOBBS *et al.*, 1993).

A Área central da formação florestal, 765km<sup>2</sup>, está baseada na área total da mancha e na forma, e possibilita analisar o efeito de borda, quanto maior a área central, menor o efeito de borda da classe na paisagem. Nesse caso, a Formação Florestal, apesar de inserida em uma matriz antrópica, está menos sujeita ao efeito de borda que as outras classes da paisagem dentro das APs, por ser a classe predominante e mais coesa.

Segundo Vidolin *et al.* (2011), a Área Central é considerada medida da qualidade de habitat, uma vez que indica quanto existe realmente de área efetiva de um fragmento, após descontar-se o efeito de borda. Aqui destaca-se a importância do Parque Nacional da Serra do Itajaí, Unidade de Conservação consolidada, que possui um território de quase 57 mil hectares, estando inserido no maior fragmento identificado pelo LecoS e também na efetiva Área Central calculada na análise e constitui-se como maior área contínua de Formação Florestal da BH do Rio Itajaí.

O Índice de vizinho mais próximo, assim como o Índice de coesão, permite analisar a conectividade. A convergência das duas métricas com valores maiores valores indica maior contágio e dispersão entre os fragmentos (SANTOS, 2018). O índice de vizinho mais próximo indica a proporção de células que fazem fronteira com a mesma classe em relação as bordas da mancha; em proporções altas a mancha é mais densa, como é o caso da Formação Florestal, com o maior índice, 0,96, que indica a maior conectividade entre esta classe na paisagem. Esse índice em menor número indica menor conectividade ou maior grau de isolamento.

O Índice de coesão mede a conectividade física, quanto mais próximo de 0, mais fragmentada a classe, e mais próximo de 1, mais coesa, conectada está a classe ou a área. A Formação Florestal apresenta o índice 1, indicando alta conectividade física da classe dentro das Áreas Protegidas.

Nos Remanescentes Florestais selecionados (**Tabela 7**) predomina a área de cobertura de Formação Florestal, o que corresponde a mais de 93% da proporção das classes, baixa densidade de borda e alta densidade dos fragmentos, demonstrando a predominância na paisagem da classe Formação Florestal e uma menor fragmentação. Considerando Shafer (1997), são critérios para melhores opções para conservação de áreas.

**Tabela 7:** Uso e cobertura da terra nos Remanescentes Florestais selecionados da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí - SC.

Classes de uso e cobertura da terra nos fragmentos	Área de cobertura da classe (km <sup>2</sup> )	Área da classe (%)	Perímetro (km)	Densidade da borda	Número de fragmentos	Densidade dos fragmentos
Formação Florestal	734,88	93,470	2342,46	3,19	108	6,8044
Floresta Plantada	42,13	5,360	1173,24	27,85	759	0,0555
Pastagem	2,13	0,270	79,02	37,10	129	0,0165
Mosaico de Agricultura e Pastagem	6,52	0,830	383,10	58,76	629	0,0104
Áreas não Vegetadas	0,02	0,000	0,72	36,00	2	0,0100
Corpos de Água	0,11	0,010	5,82	52,91	10	0,0110
Soja	0,03	0,000	1,44	48,00	4	0,0075
Outras Lavouras	0,44	0,060	18,66	42,41	30	0,0147

Classes de uso e cobertura da terra nos fragmentos	Área do maior fragmento (km <sup>2</sup> )	Área do fragmento mediano (km <sup>2</sup> )	Área central (km <sup>2</sup> )	Vizinho próximos	Índice de coesão
Formação Florestal	146,75	6,3	666,6858	0,95	0,99
Floresta Plantada	2,15	12,6	15,3603	0,65	0,95
Pastagem	0,31	6,3	0,4725	0,56	0,08
Agricultura e Pastagem	0,14	6,3	0,2916	0,39	0,81
Outras Áreas não Vegetadas	0,02	9	0,0036	0,54	0,77
Corpos de Água	0,04	6,75	0,0090	0,44	0,08
Soja	0,01	5,4	0,0009	0,40	0,67
Outras Lavouras	0,05	10,8	0,0675	0,51	0,08

Em relação ao Fragmento mediano com área 6,3 km<sup>2</sup>, indica que em um número total de fragmentos (108), 54 têm apenas 6,3 km<sup>2</sup> ou menos de área, esses possuem um valor menor para a conservação de forma isolada, mas podem ter função de conectar as áreas maiores de forma funcional (SHAFER, 1997; METZGER, 2001). Assim, é importante considerar os fragmentos de menor tamanho, como trampolins ecológicos dentro da paisagem (PIROVANI *et al.*, 2014).

O índice de vizinho mais próximo é alto e indica conectividade com outros fragmentos da mesma classe. O índice de coesão da Formação Florestal próximo de 1 (0,99) indica a conectividade física da classe como um todo na paisagem.

Para os Remanescentes Florestais selecionados, representados pelas letras de A a S, foram analisadas as métricas apresentadas na **Tabela 8**, de forma comparativa entre as áreas.

A área do fragmento indica os maiores tamanhos, e também os que ocupam a maior proporção entre eles, ou seja, mais interessantes para a conservação do que pequenos fragmentos isolados (SHAFER, 1997). Assim, os fragmentos A, B, C, D possuem áreas mais propícias para a conservação considerando o fator tamanho. Por outro lado, Shafer (1997) também considera melhor situação mais áreas para a conservação e com tamanhos diversos aumentando a conectividade entre as áreas grandes. Os pequenos fragmentos podem funcionar como *stepping stones* (pontos de ligação ou trampolins ecológicos), que são pequenas áreas de habitat dispersas pela matriz aumentando a conectividade e facilitando o deslocamento das espécies pela paisagem (CEMIN; DUCATI, 2015).

**Tabela 8:** Métricas dos Remanescentes Florestais selecionados na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí, SC.

Remanescentes	Área do fragmento (km <sup>2</sup> )	Proporção do fragmento (%)	Comprimento da borda (km)	Densidade da borda	Área central (km <sup>2</sup> )	Fator de forma
<b>A</b>	<b>129,19</b>	<b>16,55</b>	123,28	<b>0,95</b>	<b>106,85</b>	2,71
<b>B</b>	<b>95,03</b>	<b>12,17</b>	108,56	1,14	75,40	2,78
<b>C</b>	<b>75,70</b>	<b>9,70</b>	86,48	1,14	60,16	2,48
<b>D</b>	<b>65,44</b>	<b>8,38</b>	53,728	<b>0,82</b>	55,73	<b>1,66</b>
<b>E</b>	43,88	5,62	43,424	<b>0,99</b>	36,06	<b>1,64</b>
<b>F</b>	42,90	5,49	40,112	<b>0,94</b>	35,68	<b>1,53</b>
<b>G</b>	36,53	4,68	50,048	1,37	27,56	2,07
<b>H</b>	33,21	4,25	59,984	1,81	22,38	2,60
<b>I</b>	31,55	4,04	48,576	1,54	22,82	2,16
<b>J</b>	31,01	3,97	37,168	1,20	24,38	<b>1,67</b>
<b>K</b>	29,22	3,74	42,688	1,46	21,57	1,97
<b>L</b>	28,51	3,65	37,168	1,30	21,90	1,74
<b>M</b>	27,05	3,46	35,696	1,32	20,79	1,72
<b>N</b>	24,95	3,20	33,856	1,36	18,99	<b>1,69</b>
<b>O</b>	23,29	2,98	25,024	1,07	18,82	1,30
<b>P</b>	22,21	2,84	33,12	1,49	16,32	1,76
<b>Q</b>	19,84	2,54	28,704	1,45	14,69	<b>1,61</b>
<b>R</b>	12,49	1,60	26,496	2,12	7,85	1,87
<b>S</b>	8,73	1,12	20,24	2,32	5,21	1,71

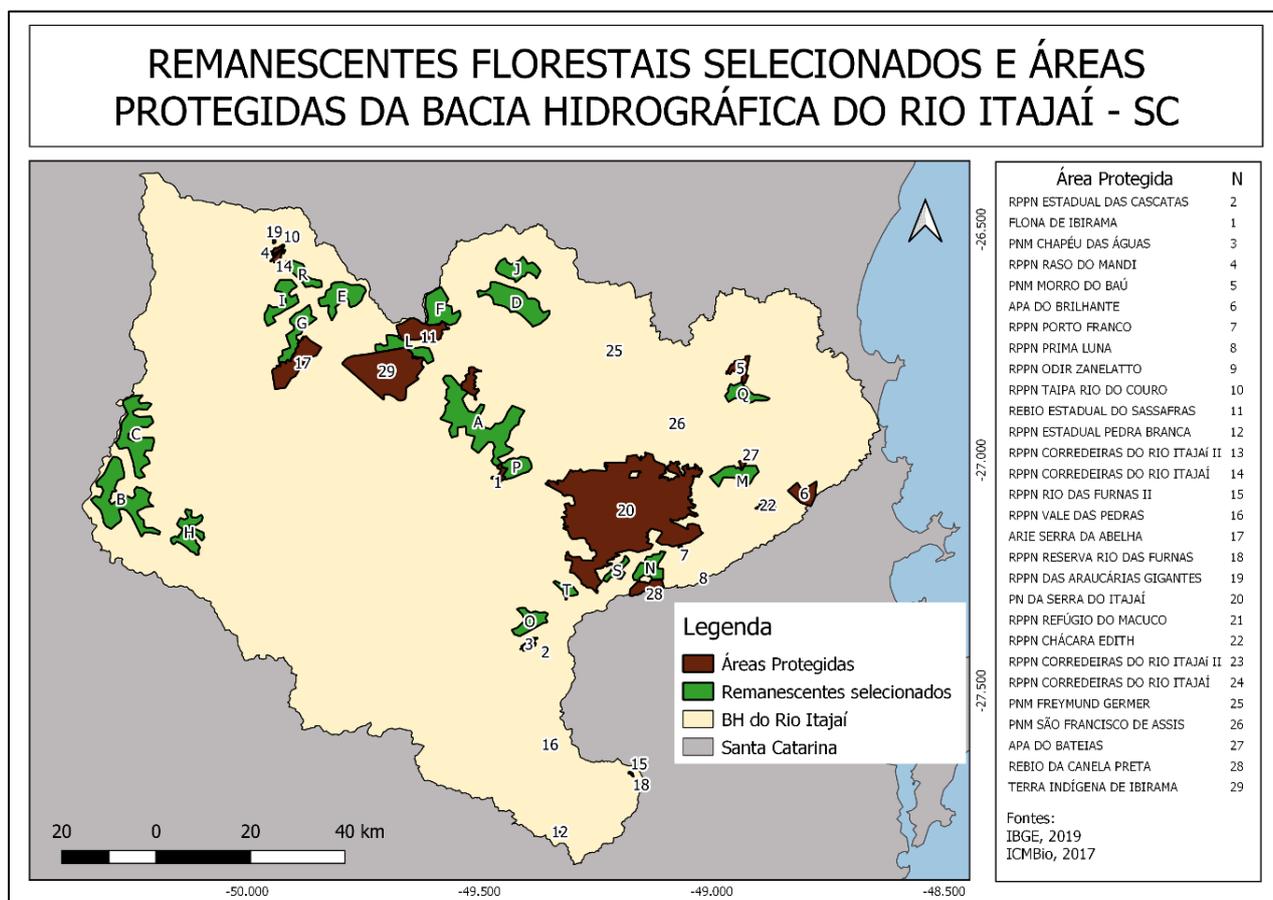
A métrica Comprimento de borda ou Perímetro indica as áreas mais suscetíveis ao efeito de borda, por possuírem maior contato com o meio. Também pode estar relacionada ao tamanho maior do fragmento. Milan e Moro (2012) observaram que áreas mais circulares possuem uma razão borda-área minimizada e o centro da área está equidistante das bordas, reduzindo o efeito de borda. Áreas de perímetro mais recortado possuem maior proporção de bordas e, portanto, mais efeito de borda. Neste estudo observou-se que áreas maiores têm uma tendência de apresentar piores índices de forma, o que está relacionado ao maior do perímetro, mas esta questão é compensada pela maior área central, que está menos sujeita ao efeito de borda.

Para confirmar a influência do efeito de borda se calculou o Fator ou Índice de forma, que faz uma relação da área com o perímetro do fragmento, onde o Índice de forma mais próximo de 1, consiste no

fragmento com possível menor efeito de borda, como verificado nos fragmentos D, E, F, J, N, Q, ou seja, melhor situação para a conservação (SHAFER, 1997). A proximidade com o valor 1 de um Índice de forma indica a tendência de forma circular, que é a que tem menor perímetro para uma mesma área comparada as demais formas geométricas e, portanto, além de menor efeito de borda, apresenta tende a uma superfície agregada, considerando uma menor interação com o entorno (MARENZI; RODERJAN, 2005).

A maior Densidade de borda indica maior fragmentação do habitat, o que também foi verificado por Marenzi (2004) que afirma que quanto maior o valor de densidade de borda, maior o efeito de borda da mancha. Condição que foi verificada nos Remanescentes Florestais R e S. Métrica também bastante relacionada ao tamanho. A métrica Área central, também se mostrou bastante relacionada ao tamanho dos fragmentos. Conforme Pirovani *et al.* (2014), a Área central, maior em fragmentos maiores e mais regulares, encontrasse isolada dos fatores externos, enquanto fragmentos de formatos mais irregulares têm maior proporção de bordas, fazendo que ocorra maior interação com a matriz. A medida que a área central diminui continuamente de tamanho em consequência do aumento da faixa de efeito de borda, pode ocorrer que todo o fragmento seja constituído por habitats com características de borda.

Portanto, considerando o modelo apresentado, que inclui o conjunto das Áreas Protegidas (**Figura 4**), pode-se considerar que os Remanescentes Florestais constituem áreas prioritárias para ampliar e compor o mosaico de APs na BH do Rio Itajaí. Contudo, observa-se também a necessidade de corredores que conectem essas áreas de forma que haja fluxo gênico e movimento da biota, mantendo o sistema ecológico. Esse modelo, além de conservação da diversidade biótica, também propicia importantes Serviços Ecosistêmicos, destacando a regulação hídrica, de forma que as cargas energéticas das águas das chuvas possam ser absorvidas pelos fragmentos de florestas conservadas, minimizando problemas de inundações nas porções mais baixas da Bacia.



**Figura 4:** Remanescentes Florestais selecionados e Áreas Protegidas da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-SC.

#### 4. Considerações finais

Verificou-se que apesar da fragmentação florestal ocorrer na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí predominam as Formações Florestais em grandes áreas, possuindo um potencial favorável a conservação. Mesmo em áreas não protegidas por lei, a classe mais densa e menos fragmentada entre as classes da paisagem é a Formação Florestal, apresentando manchas contínuas de floresta e grandes fragmentos.

Nas Áreas Protegidas a classe Formação Florestal é dominante e coesa, destaca-se aqui a importância da existência dessas Unidades de Conservação, em especial o Parque Nacional da Serra do Itajaí, como área central na conservação da BH do Rio Itajaí. Contudo, apesar da importância, as APs resguardam apenas 6% da Bacia do Itajaí. Nesse sentido, é necessário o planejamento da conservação aumentando a proporção de Áreas Protegidas e a conectividade espacial e funcional entre os fragmentos.

A análise dos Remanescentes Florestais selecionados mostrou que estas áreas se assemelham as APs em relação as métricas analisadas, em que a Formação Florestal nessas áreas ocupa 93%, sendo os usos antrópicos mínimos e não havendo infraestrutura urbana, são áreas indicadas para a criação de Áreas Protegidas.

Um avanço importante para a análise da paisagem da BH do Rio Itajaí seria o cálculo e análise da distância entre fragmentos, métrica não contemplada neste estudo. Esta análise traria mais elementos para a discussão da conectividade espacial dos fragmentos na paisagem.

Também, para se planejar a conservação na paisagem da Bacia pode-se avançar na análise de conectividade dos fragmentos selecionados com as Áreas Protegidas já existentes, assim aumentando a conectividade e diminuindo os efeitos de borda. Os efeitos de borda previstos neste estudo também podem ser minimizados redesenhando as áreas a fim de diminuir o perímetro. Por fim, quanto mais áreas, maior a conectividade entre elas, maior a área efetiva de conservação, maior a área central.

Áreas com predominância de cobertura florestal foram indicadas neste estudo como áreas prioritárias para a conservação, mas ressalta-se a importância de se analisar e planejar a conectividade considerando também outras modalidades de Áreas Protegidas com APPs e Reservas legais, assim como o planejamento de corredores ecológicos conectando os diferentes tipos de Áreas Protegidas legalmente.

Ressalta-se que as os remanescentes selecionados e analisados não constituem o desenho exato para conservação, mas parâmetros importantes para se planejar a conservação em escala regional.

#### Agradecimentos

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

#### Referências

- AB'SÁBER, A. N. **Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- AUGUST, P.; IVERSON, L.; NUGRANAD. J. Human conversion of terrestrial habitats. In Gutzwiller, K. J. **Applying Landscape Ecology in Biological Conservation**. New York: **Livrary of Congress Cataloging-in-Publication Data**. p. 198 - 224. 2002. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0059-5\\_12](https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0059-5_12)
- BARATI, B., JAHANI, A., ZEBARDAST, L., RAYEGANI, B. 'Integration assessment of the protected areas using landscape ecological approach (Case Study: Kolah Ghazy National Park and Wildlife Refuge)', **Town and Country Planning**, v.9, n.1, p.153-168. 2017. DOI: <https://doi.org/10.22059/jtcp.2017.61412>
- BONA, R. T.; GARROTE, M. S.; DAMBROWSKI, V.; SANTOS, G. F. dos. **O Desenvolvimento do Vale do Itajaí-Açu No Século XIX numa abordagem histórica ambiental**. Relatório Final de Iniciação Científica PIBIC/CNPq. Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2020.
- CEMIN G.; DUCATI, J. R. Análise temporal das mudanças na paisagem de Mata Atlântica do município de Caxias do Sul-RS. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.7, n.67, p.1341-1355, 2015.

- FERNANDES, M. M.; FERNANDES, M. R. DE M. Análise Espacial da fragmentação Florestal da Bacia do Rio Ubá – RJ. Nota Técnica, **Ciência Florestal**. v. 27, n. 04, p. 1429–1439, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509830330>.
- FORMAN, R.T.T; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1986. 619p.
- FRANK, B.; REFOSCO, *Introdução* In: J. AUMOND, J. J. SEVEGNANI, L.; FRANK, BEATE (Orgs.). **Atlas da Bacia do Itajaí: formação, recursos naturais e ecossistemas**. Blumenau: EDIFURB, p. 12-20, 2018. Disponível em: [https://bu.furb.br/docs/LD/2018/364494\\_1\\_1.pdf](https://bu.furb.br/docs/LD/2018/364494_1_1.pdf). Acesso em: nov. 2019.
- GEPHI - Gerência de planejamento de recursos hídricos de Santa Catarina. **Bacias hidrográficas**. Disponível em: [https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib\\_top/dhri/bacias\\_hidrograficas/bacias\\_hidrograficas\\_sc.pdf](https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/dhri/bacias_hidrograficas/bacias_hidrograficas_sc.pdf). Acesso em: nov. 2019.
- HERSPERGER, A. M.; GRĂDINARU, S. R.; PIERRI DAUNT, A. B.; IMHOF, C. S.; FAN, P. Landscape ecological concepts in planning: review of recent developments. **Landscape Ecol.** v. 36, p. 2329–2345. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10980-021-01193-y>
- HOBBS, R. J.; SAUNDERS, D. A.; LOBRY DE BRUYN, L. A.; MAIN, A. R. Changes In Biota. In: HOBBS, R. J.; SAUNDERS, D. A. **Reintegrating Fragments Landscapes: towards sustainable production and nature conservation**. New York: Springer, p.65-106. 1993.
- İSMAYILOV M., JABRAYILOV E. Protected Areas in Azerbaijan: Landscape-Ecological Diversity and Sustainability. **Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi.**; v.7, n.2, p.31-42. 2019.
- JUNG M. LecoS - A QGIS plugin for automated landscape ecology analysis. **PeerJ PrePrints** 2: 116, 2013. DOI: <https://peerj.com/preprints/116v2/>
- LECOS Repositório de plugins QGIS Python: LecoS - Estatísticas de Ecologia da Paisagem. Disponível em: <https://plugins.qgis.org/plugins/LecoS/> Acesso em: ago. 2022.
- MARENZI, R. C.; RODERJAN, C. V. Estrutura espacial da paisagem da morraria da praia vermelha (SC): subsídio à ecologia da paisagem. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 35, n. 2, mai./ago. 2005.
- MAYWALD, P. G.; MARÇAL JR, O. Estrutura de Áreas protegidas dos assentamentos de reforma agrária no município de Uberlândia-MG, Brasil: um estudo de ecologia de paisagem. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, v.25, p. 75-90, 2013.
- METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**. Curitiba. v.1, n.1, p.1-9, 2001.
- METZGER, J. P. Como lidar com regras pouco óbvias para conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas. **Natureza & Conservação**, v. 4, p. 11–23, 2006.
- MILAN, E.; MORO, R. S. Padrões de fragmentação florestal natural no parque estadual de Vila Velha, Ponta Grossa (PR) **Ambiência**. Guarapuava (PR) v.8 Ed. Especial 1 p. 685 – 697, 2012. DOI: 10.5777/ambiencia.2012.03.05
- PEREIRA, C., SILVA, M. A., OLIVEIRA, J. T., & CARIDADE, S. G. The effect of fragment shape on the nuclear area of a Mediterranean evergreen forest. **Forest Ecology and Management**, n. 273, p.160-168. 2012.
- PIROVANI, D. B. Análise espacial de fragmentos florestais na Bacia do Rio Itapemirim, ES. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.38, n.2, p.271-281, 2014.
- PRIMACK, R.B; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Editora dos Autores, Londrina, 2001. 328p.
- PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção 5 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. Disponível em: [https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama\\_set\\_language=pt-BR](https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR). Acesso em: nov. 2019.

REX, F. E. *et al.* Análise métrica da cobertura florestal da bacia hidrográfica do Rio Pequeno – PR. **BIOFIX Scientific Journal** v. 3, n. 1, p. 184-192, 2018.

RIOJA-NIETO, R.; SHEPPARD, C. Effects of management strategies on the landscape ecology of a Marine Protected Area, **Ocean & Coastal Management**, v.51, n.5, p. 397-404, 2008. Doi: 10.1016/j.ocecoaman.2008.01.009.

ROCHA, C. H. **Ecologia da Paisagem e Manejo Sustentável em Bacias Hidrográficas**: Estudo do Rio São Jorge nos Campos Gerais do Paraná. Dissertação de Mestrado. Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 1995. 176 p.

SANTOS, M.R.; MAIA, F. C. Padrões de distribuição e abundância de gastrópodes límnicos no município de Acaraú, Ceará: avaliando aspectos da Teoria da Biogeografia de Ilhas. **Revista Biotemas**, v. 31, n.4, p. 35-46. 2018. Doi: 10.5007/2175-7925.2018v31n4p3.

SANTOS, M. S. Dinâmica da paisagem e o processo de fragmentação florestal na bacia do Caeté. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Belém, 2018.

SCHIER, R. A. Trajetórias do conceito de paisagem na geografia. Curitiba. **RA'EGA**. n. 7, p.79-85. 2003.

SEVEGNANNI, L. Vegetação In: J. AUMOND, J. J. SEVEGNANI, L.; FRANK, BEATE (Orgs.). **Atlas da Bacia do Itajaí**: formação, recursos naturais e ecossistemas. Blumenau: EDIFURB, p. 121-150, 2018. Disponível em: [https://bu.furb.br/docs/LD/2018/364494\\_1\\_1.pdf](https://bu.furb.br/docs/LD/2018/364494_1_1.pdf). Acesso em: nov. 2019.

SHAFER C L., Terrestrial nature reserve design at the urban/ rural interface, In **Conservation in highly fragmented landscapes**, M.W. Schwartz (Ed.) p. 345-378. 1997. (New York, NY, USA: Chapman and Hall, 1988). 1997.

STILGOE, J. R. **What is landscape?** Cambridge: The MITT Press, ISBN: 978-0-262-02989-6.

SUNG, C. Y. Light pollution as an ecological edge effect: Landscape ecological analysis of light pollution in protected areas in Korea, **Journal for Nature Conservation**, v. 66, p. 1-7. 2022. Doi: 10.1016/j.jnc.2022.126148.

TROPPEMAYER, H. Ecologia da paisagem: da geografia para ciência interdisciplinar. **Revista de estudos ambientais**. v.3, n.1, p. 80-85. 2001.

VIDOLIN, G. P. Análise da estrutura da paisagem de um remanescente de floresta com araucária, Paraná, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.3, p.515-525, 2011.

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

ZATELLI P., *et al.* Relevance of the Cell Neighborhood Size in Landscape Metrics Evaluation and Free or Open Source Software Implementation ISPRS Int. J. **Geo-Inf.** v. 8, n. 12, p. 586. 2019, <https://doi.org/10.3390/ijgi8120586>.



Este artigo é distribuído nos termos e condições do *Creative Commons Attributions/Atribuição- NãoComercial-CompartilhaIgual* (CC BY-NC-SA).