

Nilzo Ivo Ladwig
José Gustavo Santos da Silva
Alessandra Jaine Moraes de Oliveira

Alteração Antrópica nas Bacias Hidrográficas do Rio Araranguá e Urussanga



 **Pedro & João**
editores

**Alteração Antrópica nas
Bacias Hidrográficas do
Rio Araranguá e Urussanga**



Pedro & João
editores

**Nilzo Ivo Ladwig
José Gustavo Santos da Silva
Alessandra Jaine Moraes de Oliveira**

**Alteração Antrópica nas
Bacias Hidrográficas do
Rio Araranguá e Urussanga**



Pedro & João
editores

Copyright © Autores e autora

Todos os direitos garantidos. Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, transmitida ou arquivada desde que levados em conta os direitos dos autores e da autora.

Nilzo Ivo Ladwig; José Gustavo Santos da Silva; Alessandra Jaine Moraes de Oliveira

Alteração Antrópica nas Bacias Hidrográficas do Rio Araranguá e Urussanga. São Carlos: Pedro & João Editores, 2023. 200p. 16 x 23 cm.

ISBN: 978-65-265-0711-7 [Digital]

DOI: 10.51795/9786526507117

1. Análise de cobertura. 2. Planejamento. 3. Gestão territorial. 4. Bacias hidrográficas.
I. Título.

CDD – 370/900

Capa: Petricor Design

Ficha Catalográfica: Hélio Márcio Pajeú – CRB - 8-8828

Revisão: Carlos Turati

Diagramação: Diany Akiko Lee

Editores: Pedro Amaro de Moura Brito & João Rodrigo de Moura Brito

Conselho Científico da Pedro & João Editores:

Augusto Ponzio (Bari/Itália); João Wanderley Geraldi (Unicamp/Brasil); Hélio Márcio Pajeú (UFPE/Brasil); Maria Isabel de Moura (UFSCar/Brasil); Maria da Piedade Resende da Costa (UFSCar/Brasil); Valdemir Miotello (UFSCar/Brasil); Ana Cláudia Bortolozzi (UNESP/Bauru/Brasil); Mariangela Lima de Almeida (UFES/Brasil); José Kuiava (UNIOESTE/Brasil); Marisol Barenco de Mello (UFF/Brasil); Camila Caracelli Scherma (UFFS/Brasil); Luís Fernando Soares Zuin (USP/Brasil).



Pedro & João Editores

www.pedroejoaoeditores.com.br

13568-878 – São Carlos – SP

2023

PREFÁCIO

Masato Kobiyama

Instituto de Pesquisas Hidráulicas – IPH,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Em 11 de março de 2020, a COVID-19, cujos primeiros casos foram notificados ainda em dezembro de 2019, foi caracterizada pela OMS como uma pandemia, sendo encerrada oficialmente em maio de 2023. Durante quase 3 anos, a população mundial sofreu com a COVID-19. Após essa ocorrência, o fenômeno global com o qual as pessoas em todo o mundo se preocupam e temem, no presente e no futuro, é as mudanças climáticas.

Nos últimos anos, muitos países vêm sofrendo com eventos hidrológicos extremos. O Brasil não é exceção. Até o início de 2022, o recorde nacional de chuva em 24 horas era de 404,8 mm, registrado em Florianópolis/SC em 15/11/1991. A chuva registrada em Petrópolis/RJ em 20/03/2022 quebrou esse recorde, sendo de 534,4 mm em 24 horas. Já nos dias 05 e 06/03/2023, o recorde foi quebrado novamente quando ocorreu uma chuva de 682 mm em 24 horas em Bertiooga/SP. Assim, observa-se que o recorde nacional em relação à chuva vem sendo alterado frequentemente.

Essa realidade causa crises nos recursos hídricos, energia e alimentos, o que requer uma abordagem integrada desses setores. Assim, existe uma tendência mundial de tratar do Nexo Água-Energia-Alimento. Ou, considerando a importância do ecossistema, pode ser o Nexo Água-Energia-Alimento-Ecossistema. Ou ainda, com ênfase na gestão de risco de desastre, existe uma ideia do Nexo Água-Energia-Alimento-Desastre-Ecossistema. De qualquer forma, o Brasil precisa como base, tanto as informações espaço-temporais dos parâmetros socioambientais, quanto o planejamento e gestão territorial.

Para esse planejamento e gestão, o reconhecimento e a análise da cobertura e uso da terra em termos de espaço e tempo são fundamentais. Daí surge a necessidade de definir a unidade ideal para

essas ações. O pensamento “A bacia hidrográfica é a unidade ideal para o planejamento e gestão territorial” deve ser um paradigma mundial. No Brasil, diversas políticas públicas também manifestam esse pensamento, por exemplo, a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH e a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC.

Para realizar uma análise espaço-temporal da cobertura e uso da terra, a presente obra adotou e utilizou o Índice de Transformação Antrópica (ITA) que permite quantificar o grau de modificação da paisagem ou a intensidade da degradação ambiental com base em diversas variáveis relacionadas ao uso da terra. A descrição detalhada de como calcular o valor de ITA e sua aplicação em estudos de caso são muito úteis para outros pesquisadores e gestores que pretendem usar essa técnica.

Em relação ao estudo de caso, os autores trataram de duas bacias hidrográficas: rio Araranguá e rio Urussanga, ambas se localizam na região sul do estado de Santa Catarina. Essas bacias podem ser caracterizadas com diversas atividades econômicas tais como mineração de carvão, arroz irrigado, e ecoturismo. Devido ao seu desenvolvimento socioeconômico, essa região está demograficamente crescendo nas últimas décadas, o que justifica ainda mais a escolha desses locais para estudo de caso nesse livro. Além disso, essa região vem sofrendo frequentemente com desastres associados a eventos hidrológicos extremos devido à sua característica geomorfológica e climatológica. Então, os dados apresentados nesses dois estudos de caso são de extrema importância para os próprios moradores da região.

Sendo assim, gostaria de recomendar a leitura desse livro aos pesquisadores e gestores que precisam iniciar o planejamento e gestão territorial a partir da análise da cobertura e uso da terra. E também aos moradores locais da região, a fim de conhecer o passado e o presente dessa cobertura e fazer um planejamento adequado da mesma. Como esse livro possui uma boa estrutura e adotou uma linguagem acessível, os leitores terão facilidade de compreender a mensagem dos autores.

Como mencionado acima, o mundo e o Brasil, incluindo essas duas bacias hidrográficas estudadas, vêm sofrendo com muitos problemas socioeconômicos e ambientais. Para buscar soluções para tais problemas, algumas orientações principais se encontram na Agenda 2030, que contém 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169

metas. Caso os leitores puderem olhar essa Agenda, irão facilmente notar que o planejamento e a gestão territorial contribuirão à maioria desses 17 ODSs. Portanto, esse livro é importante também para pessoas interessadas nos ODSs.

Por fim, escrevo aqui sobre os antecedentes desta obra. O professor Nilzo (primeiro autor da obra), foi orientador de dois mestrandos (segundo e terceiro autor da obra). Então, pode-se dizer que esse livro é fruto do campo da educação em ciências e tecnologias. A relação entre mim e o professor Nilzo é de colegas no projeto “Influência da floresta na dinâmica hidrossedimentológica de bacias montanhosas no sul do Brasil” financiado pelo Edital nº 16/2017 Pró-Recursos Hídricos – CAPES/ANA. Esse projeto consiste na participação de quatro grupos (UFRGS, UNESC, UFSC e UFPR) e sua vigência é de dezembro de 2017 até outubro de 2023. Nesse projeto, eu fui o coordenador geral, o Prof. Nilzo foi o coordenador da parte da UNESC, e os coautores do livro foram bolsistas pelo projeto. Com a alta competência do Prof. Nilzo, esse livro foi finalizado antes de encerrar o projeto. Lendo o livro, nota-se que a qualidade dos estudos de caso é bastante satisfatória e consequentemente o crescimento científico dos coautores é digno de aplausos. Então, como o coordenador geral, sinto que a meta do Edital (formação de pessoas qualificadas) foi devidamente atingida na UNESC. Além de estar muito satisfeito com esse livro como fruto do projeto, sinto-me honrado de escrever o Prefácio do mesmo.

SUMÁRIO

Apresentação	13
Capítulo 1	15
Introdução	
Localização e caracterização das unidades hidrográficas	17
Bacia hidrográfica do Rio Araranguá - BHRA	18
Formação (pré) histórica da BHRA	20
Bacia hidrográfica do Rio Urussanga - BHRU	22
Formação (pré) histórica da BHRU	23
Capítulo 2	27
Planejamento e gestão territorial	
Capítulo 3	31
Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão territorial	
Capítulo 4	37
Metodologia adotada na pesquisa	
Pesquisa documental e bibliográfica	37
Elaboração da base cartográfica	38
O Processamento Digital das Imagens e o cálculo ITA	39
Capítulo 5	51
Resultados da pesquisa na bacia hidrográfica do Rio Araranguá	
Resultado do mapeamento da cobertura e uso da terra e do ITA na bacia hidrográfica do Rio Araranguá - BHRA	51
Análise do mapeamento da cobertura e uso da terra e do ITA na bacia hidrográfica do Rio Araranguá - BHRA	54
Classe Tecido Urbano	54
Classe Áreas Agrícolas (tipo solo exposto)	67

Classe Pastagens e Vegetação Rasteira	74
Classe Vegetação Arbórea/Arbustiva	76
Classe áreas de Extração Mineira	83
Classe Massa da Água	90
Classe Dunas e Areais	91
Classe Sombra	97
Análise das unidades de gestão integrado ao mapeamento do uso e cobertura da terra e o ITA	98
I - Unidade de gestão do Rio Mãe Luzia	98
II - Unidade de gestão Rio Araranguá	101
III - Unidade de gestão Rio Itoupava	104
IV - Unidade de gestão Rio Manoel Alves	106
Capítulo 6	109
Resultados da pesquisa na bacia hidrográfica do rio Urussanga	
Resultado do mapeamento da cobertura e uso da terra e do ITA na bacia hidrográfica do rio Urussanga - BHRU	109
Classe Agricultura	110
Classe Dunas	113
Classe Extração Mineral	118
Classe Massa da Água	123
Classe Mancha Urbana	126
Classe Pastagem e Vegetação Rasteira	130
Classe Sombra	133
Classe Vegetação Arbórea e Arbustiva	134
Análise dos resultados do ita para os anos de 1986, 2005 e 2020	137
Análise das unidades de gestão integrado ao mapeamento do uso e cobertura da terra e do ITA	142
I – Unidade de gestão Rio Maior	143
II – Unidade de gestão Rio Carvão	146
III – Unidade de gestão Rio Caeté	150
IV – Unidade de gestão Rio Cocal	153
V – Unidade de gestão Rio Vargedo	155
VI – Unidade de gestão Rio Içara	158
VII – Unidade de gestão Rio Areia	161

VIII – Unidade de gestão Foz do Urussanga	163
IX – Unidade de gestão Litorânea	166
Referências	171
Sobre os autores	199

Apresentação

A proposta do livro *Alteração Antrópica nas Bacias Hidrográficas do Rio Araranguá e Urussanga* nasce do resultado de dois trabalhos de pesquisa de mestrado, produzidos no âmbito do programa de pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense.

As pesquisas tiveram financiamento de bolsas da Capes e fazem parte do projeto “Influência da floresta na dinâmica hidrossedimentológica de bacias montanhosas no sul do Brasil” - EDITAL Nº 16/2017 – CAPES/ANA.

O livro está dividido em seis capítulos. O primeiro capítulo, *Introdução*, contextualiza a dimensão da pesquisa, estabelece duas perguntas norteadoras, lança o desafio de construir uma base de informações a nível multitemporal que possa ser utilizada pelos municípios que compõem as bacias para estruturar propostas de planejamento, localiza e caracteriza cada uma das unidades territoriais.

O segundo capítulo, *Planejamento e Gestão Territorial*, de cunho teórico, aborda o planejamento como um eixo norteador para a tomada de decisões no âmbito da gestão territorial.

O terceiro capítulo apresenta a bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento. Pois, ao definir a bacia hidrográfica como sistema de gestão, é possível realizar estudos com diferentes aplicabilidades, tanto nos aspectos físicos quanto na promoção da coesão entre grupos sociais.

O quarto capítulo descreve os métodos e técnicas de pesquisa utilizadas na elaboração dos resultados que deram suporte na análise das bacias hidrográficas estudadas. O quinto e sexto capítulos resumem-se na apresentação e discussão dos resultados da pesquisa. Resultados que deixaram evidente que as mudanças na cobertura e uso da terra dentro do território das bacias hidrográficas foram significativas, tendo como destaque o crescimento das áreas de Tecido Urbano e consequentemente o aumento da população residente na bacia, desta

forma acelerando a degradação ambiental, proveniente da excessiva urbanização sem controle e planejamento.

Fica assim, o convite para a consulta e leitura deste livro.

Nilzo Ladwig

Capítulo 1

Introdução

O uso das terras pelas sociedades de forma desordenada e exaustiva pode comprometer suas características e condições originais. Durante os anos de ocupação do espaço geográfico, o uso das terras de forma acentuada tem elevado ao máximo a capacidade adaptativa da natureza, intensificando-se a preocupação com relação a existência e disponibilidade de recursos em um futuro próximo (SOUSA; FALCÃO; COSTA, 2017).

Neste sentido, o ser humano vem modificando o espaço em que vive e o adaptando às suas necessidades, utilizando as terras e os recursos sem o planejamento necessário, alterando assim as características naturais de cobertura das terras (BEPPLER; JUSTINO, 2017). A avaliação destas mudanças na paisagem é fundamental para uma eficácia no planejamento e na gestão territorial, uma vez que estes estudos podem subsidiar tomadas de decisões que estejam relacionadas ao uso e conservação da natureza (MACEDO *et al.*, 2013).

A avaliação destas mudanças ocorridas na paisagem é realizada por meio de estudos multitemporais de cobertura e uso da terra, e estes estudos podem ser realizados de forma pretérita (passado), futura ou em conjunto. A forma pretérita utilizada nesta pesquisa significa a utilização e comparação de imagens de diferentes datas (mínimo de duas datas) começando de uma mais antiga para uma atual (GIRI, 2012; GRIBB; CZERNIAK, 2016).

Esta metodologia vem sendo empregada em estudos científicos desde a década de 1950, e ganhou novas proporções com a evolução da ciência do sensoriamento remoto. A obtenção de imagens de satélite de forma contínua da superfície terrestre permite a detecção e análise das mudanças de cobertura das terras e a dinâmica da paisagem, partindo de uma visão de conjunto (RODRIGUES, 2018).

Neste sentido, se torna importante a existência de informações cartográficas precisas, que apresentem a dinâmica da cobertura e uso da terra e as transformações na paisagem na área de uma bacia hidrográfica

(unidade territorial de análise desta pesquisa), auxiliando desta forma estudos ambientais que abarquem estas áreas de estudos, principalmente aquelas com histórico de degradação ambiental.

Além das informações cartográficas, outra metodologia que auxilia no entendimento das pressões ambientais exercidas sobre o território em estudo é o cálculo do índice de transformação antrópica (ITA), proposto por Lémechev (1982) e modificado por Mateo Rodriguez (1984), com o objetivo de quantificar o grau de modificação da paisagem levando em consideração a variável uso da terra.

As regiões de estudo, bacias hidrográficas do rio Araranguá (BHRA) e Urussanga (BHRU), em alinhamento ao discurso desenvolvimentista, apresentam inicialmente em seu contexto histórico o incentivo estatal para a produção de carvão na porção norte das bacias. Posteriormente foram introduzidos planos de incentivo à produção agrícola, como o Programa Nacional para Aproveitamento de Várzeas Irrigáveis (PROVÁRZEAS) (SILVA, 2012; PRESA, 2011).

A influência do capital estatal e privado (estrangeiro e local) sobre o território em estudo são elementos para a modificação da morfologia territorial dentro deste espaço geográfico, assim como tem causa e efeito sobre o desenvolvimento econômico.

As bacias apresentam como características de ocupação e uso da terra três formas distintas. Sendo elas a forte influência das questões agropastoris, com destaque para a agricultura de arroz irrigado, a extração mineral do carvão e outros minerais, assim como a intensificação da urbanização e crescimento das populações residentes por toda a bacia, crescendo assim a carga antrópica sobre os recursos, com aumento da demanda por esgotamento sanitário e água potável.

Desta forma é necessário conhecer o passado e compreender o presente de uma determinada área de estudo, para que seja possível planejar um futuro mais adequado. Sendo assim, o sensoriamento remoto apresenta-se como uma possibilidade de análise multitemporal dos fenômenos de mudança de cobertura e uso da terra. Entende-se como uma ciência que ganha destaque na atualidade, possibilitando a obtenção de informação de objetos sobre a superfície terrestre à distância, ou seja, sem a necessidade de contato direto com os mesmos (MENESES, 2012).

Desta forma, o uso destas imagens, sejam elas orbitais (satélite) ou sub-orbitais (aviões, VANTs), se apresentarem temporalidade, permitirão a detecção das mudanças de cobertura e uso em um período de tempo estabelecido pelo pesquisador com base na disponibilidade de imagens do sistema sensor, dando assim subsídio teórico para analisar e interpretar as interações da população e sua ocupação dentro de um determinado espaço geográfico (PANIZZA, 2004).

Assim, para que este trabalho fosse desenvolvido, foram definidas duas perguntas norteadoras: (i) Quais as mudanças multitemporais ocorridas na cobertura e uso da terra na BHRA e BHRU? (ii) Quais os agentes influenciadores para as mudanças da cobertura da terra nas bacias?

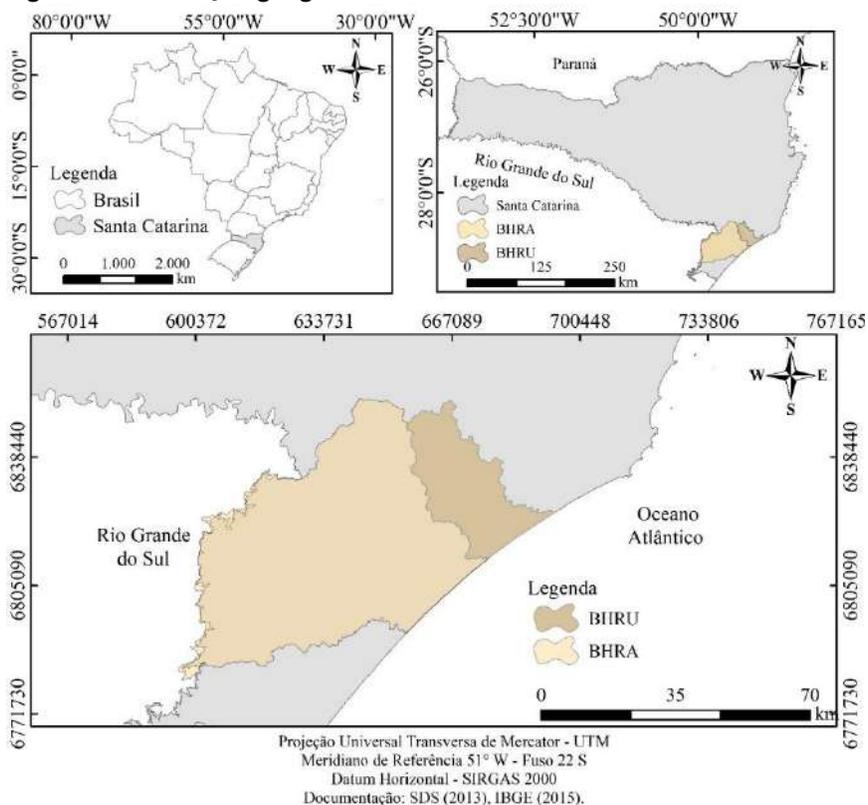
Estes questionamentos condizem com a realidade e necessidade de pesquisas nas bacias, uma vez que elas apresentam uma problemática ambiental histórica, caracterizada pelo uso intensivo de seus recursos naturais (RAMOS, 2011). Neste sentido, pretende-se a partir dos resultados obtidos com o uso do sensoriamento remoto, das tecnologias de informação geográfica e do Índice de transformação Antrópica (ITA), auxiliar no planejamento e na gestão territorial sustentável destes territórios.

O desafio foi estabelecer uma base de informações em nível multitemporal. Essa base poderá ser utilizada pelos municípios que compõem as bacias hidrográficas para estruturar propostas de planejamento, que os norteie na recuperação de áreas degradadas e definir ações de conservação dos recursos naturais ainda disponíveis.

Localização e caracterização das unidades hidrográficas

O território das bacias está localizado no sul de Santa Catarina (Figura 1), e fazem parte do sistema da vertente Atlântica (SCHEIBE; BUSS; FURTADO, 2010).

Figura 1: Localização geográfica da área de estudo



Fonte: Autores, 2021.

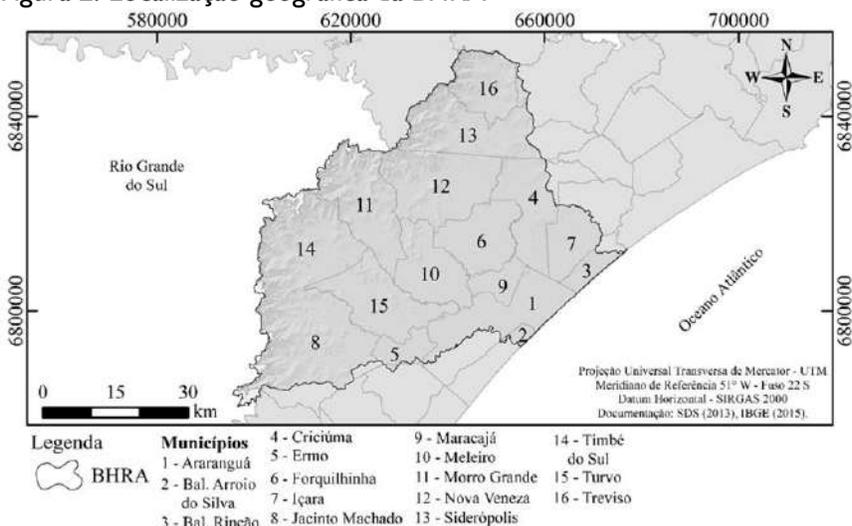
A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) divide o território brasileiro em 12 grandes regiões hidrográficas, e as bacias estudadas encontram-se dentro da Região Hidrográfica do Atlântico Sul, que abrange os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo. Na divisão adotada pelo estado de Santa Catarina, a BHRA e a BHRU estão inseridas na região hidrográfica número dez - RH 10 (BACK, 2014).

Bacia hidrográfica do Rio Araranguá - BHRA

Abrange a porção territorial de 16 municípios (Figura 2). Destes, dez estão localizados totalmente na bacia (Maracajá, Meleiro, Morro

Grande, Nova Veneza, Siderópolis, Timbé do Sul, Treviso, Turvo, Ermo e Forquilha) e, seis estão parcialmente (Araunguá, Balneário Arroio do Silva, Balneário Rincão, Criciúma, Içara e Jacinto Machado).

Figura 2: Localização geográfica da BHRA



Fonte: Autores, 2021.

Cerca de 15 cursos d'água principais compõem o seu sistema hidrográfico, dentre os quais se destacam os rios Mãe Luzia, Amola Faca, Itoupava, Araranguá, Jundiá, dos Porcos, Turvo e Manuel Alves" (KREBS, 2004 p. 31). A bacia apresenta como divisor ao Sul a Bacia Hidrográfica do Rio Mampituba (BHRM) ao norte a Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga (BHRU) a leste o oceano Atlântico e a oeste as escarpas da Serra Geral (COMASSETTO, 2008).

A Serra Geral apresenta-se como o principal divisor de águas da rede hidrográfico do sul de Santa Catarina, direcionando as bacias a leste de suas escarpas para a vertente do Atlântico. A área de ocupação da bacia é de aproximadamente 3071 km² e corresponde a 3,07% do território catarinense e o comprimento dos recursos hídricos chega a 5916 km (KREBS, 2004; COMASSETTO, 2008; PERH/SC, 2017).

Formação (pré) histórica da BHRA

Para descrever sucintamente a ocupação pré-histórica da BHRA, recorre-se ao trabalho de Campos (2015) em que o projeto AERUM (Arqueologia entre rios: do Urussanga ao Mampituba) foi desenvolvido em forma de tese, tendo um recorte espacial no extremo sul de Santa Catarina, abrangendo a bacia do Araranguá, compreendendo mais de 80% da área do Projeto Entre Rios.

Campos (2015) destaca que as ocupações pré-históricas no sul do Brasil estão associadas a passagem do pleistoceno para o Holoceno por volta de 13.000 e 12.000, e a dispersão geográfica dos grupos humanos pelo território brasileiro está associada ao ótimo climático por volta de 11.000 a 10.000 anos AP (antes do presente), havendo sítios arqueológicos encontrados em todo o país com datações próximas a esse período e até 8.5000 anos AP.

A ocupação no território catarinense, assim como no sul de Santa Catarina está associada a quatro principais levas migratórias; a primeira leva está associada a grupos de Caçadores-coletores (Tradição Umbu), e estes são cronologicamente os primeiros a serem registrados pela arqueologia em Santa Catarina (CAMPOS, 2015; SANTOS, PAVEI, CAMPOS, 2016).

A segunda leva é representada pelos grupos sambaquieiros pelo litoral, e posteriormente surgem os grupos ceramistas macro-Jê vindos do planalto e os ceramistas Guaranis, originários da Amazônia (MILHEIRA, 2010; CAMPOS, 2015). Estes grupos guaranis ocupavam boa parte do litoral sul catarinense, do oceano atlântico até as encostas da serra geral (CAMPOS, 2015).

Já a época colonial marca na história do Brasil um período de extrema exploração do território, recursos naturais e dos povos colonizados e escravizados. Os povos que aqui viviam sofreram com a intervenção do ser humano branco no litoral, com a política portuguesa de exploração dos territórios, e estes povos nativos da região foram praticamente exterminados (HOBOLD, 1994).

A colonização do extremo sul catarinense se deu de forma lenta; esta colonização é caracterizada pelas ações de exploração e reconhecimento das terras. Após a criação das capitanias Hereditárias, as

terras do sul ficaram sobre domínio de Pero Lopes de Souza e seus herdeiros, que tinham por objetivo o reconhecimento dos territórios portugueses e espanhóis em busca de suas riquezas minerais, vegetais e humanas, e esta última caracteriza-se pelo aprisionamento de indígenas para a escravização (DALL'ALBA, 2008).

Uma segunda fase de ocupação no litoral sul catarinense pelos portugueses se deu a partir de meados do século XVIII; oficializada como missão oficial da coroa, desembarcaram em Santa Catarina famílias vindas do arquipélago dos açores. Entre os anos 1749 e 1756, estas tiveram a difícil missão de se adaptar a uma realidade diferente da que vivenciavam nas ilhas, e com um solo e clima diferentes na região tiveram que modificar suas plantações, e adaptar-se ao consumo de farinha de mandioca como base de sua alimentação, tendo ainda a pesca como cultura de alimentação, mas agora junto a uma cultura de subsistência (HOBOLD, 1994; FARIAS, 2000; DALL'ALBA, 2008; CAMPOS, 2015). Apesar dessas dificuldades o projeto da coroa foi bem-sucedido, e assim a ocupação do território sul foi efetiva.

Uma terceira leva de colonização foi efetivada somente no fim do século XVIII e segunda metade século XIX por diferentes populações europeias vindas do continente, com um programa de migrações influenciado pelo estado, com um viés para se colonizar as áreas interioranas (COSTA, 2011).

As etnias que mais construíram-se dentro da bacia, considerando os já instalados açorianos, dentro desta terceira leva de migrações, foram as de origem alemã, e posteriormente italiana, portuguesa, polonesa e japonesa. Os italianos são os que mais se destacam, e estabeleceram principalmente ao norte do estado de Santa Catarina suas primeiras colônias, e posteriormente dar-se-á a formação das colônias de Tubarão, Azambuja, Urussanga, Criciúma e Turvo (PIAZZA, 1994).

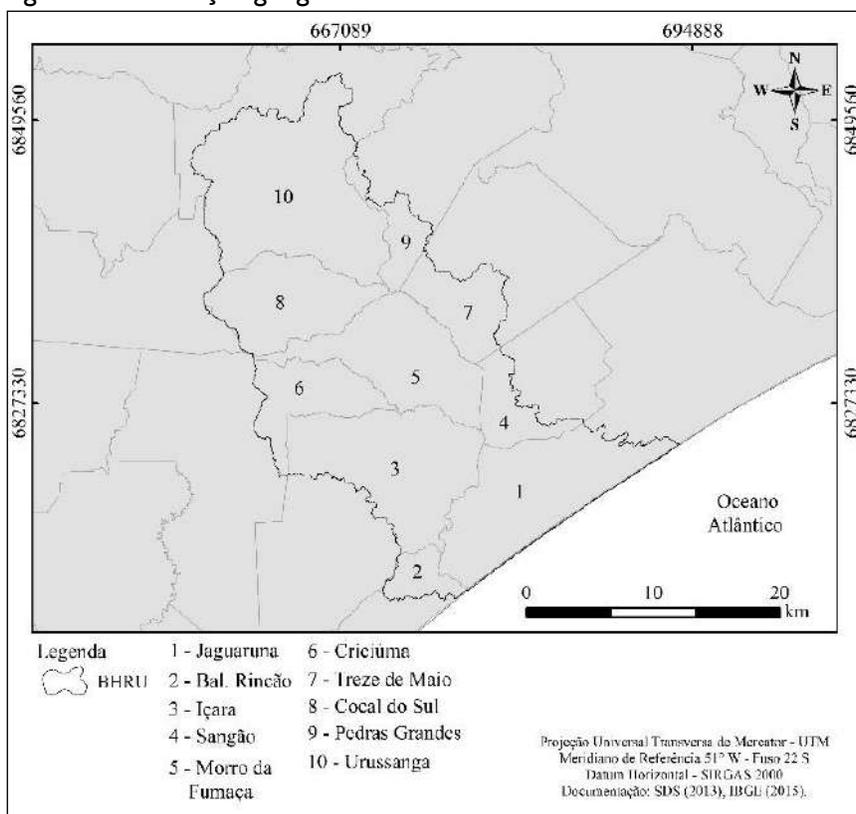
Desta forma vieram descendo em direção ao sul, para os vales de Urussanga, Mãe Luzia e finalmente de Araranguá (COSTA, 2011). Segundo Farias (2000, p. 312) Araranguá foi o núcleo inicial das cidades, o “município irradiador do povoamento de toda a região do extremo sul catarinense” tendo anexado em seus territórios até 1925 os diversos municípios que hoje fazem parte da bacia. O vale do rio Araranguá, ainda no século XVIII, é um ponto de passagem/ligação importante entre o Rio

Grande do Sul até as áreas centrais da colônia (HOBOLD, 2005; CAMPOS, 2015).

Bacia hidrográfica do Rio Urussanga - BHRU

Abrange a porção territorial de 10 municípios (Figura 3). Cocal do Sul e Morro da Fumaça estão inseridos integralmente, Balneário Rincão, Criciúma, Içara, Jaguaruna, Pedras Grandes, Sangão, Treze de Maio e Urussanga, parcialmente.

Figura 3: Localização geográfica da BHRU



Fonte: Autores, 2021.

O rio Urussanga, principal curso d'água da BHRU, é formado pela confluência do rio Carvão com o rio Maior, cujas nascentes estão

localizadas na Serra Geral, e nos morros a nordeste e a sudoeste, respectivamente. Este encontro ocorre no bairro Nova Itália, no município de Urussanga. Ao longo do curso, o rio Urussanga recebe os rios América, Caeté, Cocal, Ronco D'Água, Linha Torres, Linha Anta, Três Ribeirões e Lagoa Velha, pela margem direita, e os rios Barro Vermelho, Ribeirão da Areia e Vargedo, pela margem esquerda (ADAMI; CUNHA, 2014).

As águas desta bacia apresentam elevados níveis de comprometimento de qualidade, causadas por agrotóxicos, esgotos urbanos e industriais, criação de suínos e principalmente, por resíduos da extração de carvão mineral (DIAS, 2018), como a drenagem ácida de mina (DAM).

A economia na região foi fortemente marcada pela extração de carvão mineral, que trouxe a degradação do solo, do ar e da água, em particular pela DAM, composta por metais pesados, como o ferro, manganês e zinco, além de elevadas concentrações de sulfatos (CAROLA, 2011; VOLPATO; MENEZES; SILVA, 2017; SCHNACK, *et al.*, 2018).

A bacia tem uma tendência a atividades econômicas representadas pelos setores cerâmicos, plástico, metalmecânicas, mineração (carvão, argila, areia e fluorita), além da agricultura com as culturas de arroz e milho, que movimentam a economia local, juntamente com suinocultura, avicultura e bovinocultura, comprometendo a qualidade da BHRU e perda da biodiversidade (MATTEI, 2011; CITADIN, 2014).

Formação (pré) histórica da BHRU

O atual território da BHRU era ocupado pelos povos indígenas Guarani e Xokleng. Os Guarani ocupavam o litoral, onde desenvolviam a agricultura, além das atividades de caça, coleta e pesca (WITTMANN; BRIGHENTI, 2019). Os Xokleng habitavam a região intermediária, entre o planalto e o litoral, sobrevivendo com os recursos oferecidos pela Mata Atlântica, considerados, portanto, como caçadores e coletores (BRIGHENTI, 2012).

A partir de 1877 foram implantadas as primeiras colônias de povoamento no sul de Santa Catarina, trazendo colonos italianos para ocupar os núcleos de Azambuja, Pedras Grandes, Urussanga, Acioli de Vasconcelos (atual Cocal do Sul) e Criciúma (KLUG; SANTOS; LIMA,

2019). As colônias de povoamento eram empreendimentos privados, apoiado pelo governo brasileiro, baseado no trabalho livre dos imigrantes europeus em pequenas propriedades, com a prática da agricultura de subsistência (ADAMI; CUNHA, 2014).

Com a chegada dos europeus, o território passa a ser alvo de disputa entre indígenas e imigrantes, levando a contratação de batedores (bugreiros) pelas empresas colonizadoras para dizimar os povos indígenas (BRIGHENTI, 2012). Desta forma, os Xoklengs, foram perseguidos, escravizados, torturados e vendidos na época da colonização (LAVINA, 1999; DALL'ALBA, 2008; RAMOS, 2015; ZANELATTO; JUNG; OZÓRIO, 2015).

A distribuição dos lotes aos imigrantes se dava a partir de ambas as margens do rio (LOTTIN, 1998) e cabia aos colonos a derrubada da vegetação nativa para o cultivo da terra e para a construção de abrigos (ADAMI; MOURA, 2014). A água passou a ser um dos elementos fundamentais na ocupação. Além de satisfazer as necessidades básicas, a força das águas era utilizada em atafonas ou engenhos de farinha e açúcar e na geração de energia das pequenas indústrias (ADAMI; MOURA, 2014).

A colonização resultou na alteração da paisagem dos vales fluviais da costa sul catarinense, não considerando a importância da Mata Atlântica, desequilibrando a flora e a fauna local (FERRI, 2019). As transformações do meio físico ocorridas na BHRU, como a exploração dos recursos hídricos e a cobertura florestal nativa, afetaram os ecossistemas locais e a oferta dos serviços ambientais importantes à sociedade local (DIAS, 2018). Desta forma, os impactos ambientais decorrentes da colonização precisam ser estudados para contribuir com melhores práticas para o futuro (FERRI, 2017).

No início do século XX, inicia-se a exploração econômica do carvão mineral na BHRU, mais precisamente na comunidade de Santana, no município de Urussanga, ampliando a Estrada de Ferra Dona Tereza Cristina para escoar a produção das minas (ADAMI; MOURA, 2014). A exploração do carvão, atraiu novos imigrantes para a região, responsáveis pela formação de vilas operárias próximas das minas (FERRI, 2019).

A mineração de carvão passou a ser a principal atividade econômica da região e a agricultura passou a ocupar uma posição secundária (ADAMI; MOURA, 2014) na bacia. A queda nas importações deste

recurso energético, em decorrência da Primeira Guerra Mundial, intensificou a produção nacional (GOULART FILHO, 2016), e a exploração deste recurso também se expandiu para os municípios de Criciúma e Içara (DIAS, 2018).

Na década de 1990 o setor carbonífero entra em crise (GOULART FILHO, 2016) e a diversificação da atividade industrial, já iniciada nos anos de 1970, pôde manter a economia da região. As atividades industriais contribuíram para o processo de urbanização da bacia (DIAS, 2018). Segundo Dias (2018), em todos os municípios inseridos na BHRU, as taxas de urbanização foram positivas entre os anos de 1991 e 2010.

Capítulo 2

Planejamento e gestão territorial

O planejamento pode ser um eixo norteador para a tomada de decisões no âmbito da gestão territorial. Da mesma forma, a gestão territorial pode entender o planejamento como ferramenta ou instrumento para a efetividade de suas ações. O planejamento e a gestão são, portanto, conceitos intrinsecamente associados e que se materializam de forma muito direta nos processos de produção do espaço geográfico (LEMOS; MAGALHÃES JUNIOR; WSTANE, 2019).

Assim, planejar e gerir um território não é tarefa simples, e requer uma equipe multidisciplinar para cumprir todas as etapas de determinada tarefa, em determinado território. Para Ventura, Zahn e Ronca (2003) o planejamento é uma atividade inerente à natureza humana, pois o ser humano em busca de sua sobrevivência procura sempre fixar objetivos, encontrar meios para atingi-los dentro de um espaço/tempo, sempre olhando para o futuro.

Todavia os termos planejamento e gestão apresentam uma dicotomia quanto à sua origem. Souza (2010) destaca que, a partir dos anos 1980, o termo “gestão” passou a ser muito utilizado em diferentes campos do saber como sinônimo de planejamento. O autor ainda pontua que, apesar desta prática, os termos “planejamento” e “gestão” não são intercambiáveis, pois apresentam referências temporais distintas e porque se referem a diferentes tipos de atividades. Apesar de serem etimologicamente e temporalmente diferentes, estes não são nem de perto concorrentes; planejamento e gestão são distintos e complementares.

Para Souza (2010, p. 46) “Planejar remete ao futuro, significa tentar prever a evolução de um fenômeno”, seja ele natural ou antrópico. Planejar é, nas palavras do autor, “tentar simular os desdobramentos de um processo, com o objetivo de melhor precaver-se de contraprováveis problemas ou, inversamente, com o fito de melhor tirar partido de prováveis benefícios” (SOUZA, 2010, p. 46).

Para Costa e Santos (1997, p. 4) “planejamento é uma atividade continuada e permanente, que se desenvolve, de modo ordenado e

racional, sistematizando um processo de tomada de decisão na solução de um problema”. Concordantemente Kalil e Gelpi (2019, p. 21) compreendem que o “planejamento é um método de trabalho ou de atuação contínuo e permanente, não sendo um fim em si mesmo, mas um meio para se atingir um fim”; e ainda nas palavras das autoras:

No caso do planejamento urbano e regional (**territorial**) se considerarmos que o objeto do planejamento, a cidade ou a região, corresponde a espaços em permanente transformação, **poderemos entender por que o planejamento nunca é definitivo, devendo seus resultados ser sempre acompanhados, revisados e reestruturados** [...] assim, o planejamento é um método de pesquisar, analisar, prever e ordenar mudanças (KALIL e GELPI, 2019, p. 21,22, grifos do autor).

Ainda para Costa e Santos (1997), o planejamento se propõe a responder as seguintes questões: o que fazer?; para que fazer?; como fazer?; quando fazer?; onde fazer?; e com que meios fazer? Envolvendo, assim, ações políticas e técnicas.

Nogueira; Pinho¹(1997) apud Cunha (2000) ressaltam que o planejamento pode-se entender como um conjunto de potencialidades para mobilizar a atenção e incentivar o debate sobre a articulação entre ambiente e desenvolvimento e proporcionar a identificação e a operacionalização de estratégias de desenvolvimento ambientalmente sustentável a nível local.

Assim o planejamento se faz pensando no futuro do objeto estudado, enquanto gestão é um termo que “remete ao presente, gerir significa administrar uma situação dentro dos marcos dos recursos presentemente disponíveis e tendo em vista as necessidades imediatas” (SOUZA, 2010, p. 46). Neste sentido, a gestão seria a efetivação de parte de um planejamento.

¹ Nogueira, T. Pinho, P. Desenvolvimento Ambientalmente Sustentável – Perspectivas Teóricas sobre a Contribuição do Planeamento Territorial e da Avaliação Ambiental, Apontamentos da Disciplina de Legislação e Administração do Ambiente, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 1997.

De acordo com Ferrari² (1979, *apud* Kalil e Gelpi, 2019, p. 22), “o planejamento, embora uno, abrange, “didaticamente”, algumas fases sucessivas que podem ser agrupadas em duas etapas distintas, sendo a primeira a elaboração do plano e a segunda, a sua implementação”. Para este autor a primeira etapa do planejamento corresponde a: 1) pesquisa; 2) análise; 3) diagnóstico; 4) prognóstico; 5) pré-plano; e 6) plano básico.

Para um planejamento que considere todas as etapas propostas por Ferrari (1979, *apud* Kalil e Gelpi, 2019) anteriormente é necessário um recorte de tempo e espaço suficiente para a análise e propostas, sendo o planejamento uma atividade continuada e permanente e que envolve ações políticas e técnicas.

Quando se pretende trabalhar com o planejamento urbano/regional e/ou territorial, se considera duas questões fundamentais no processo de tomada de decisão, sendo o recorte temporal e o recorte espacial. Para Costa e Santos (1997) o tempo é de fundamental importância no processo de planejamento, pois a disponibilidade de tempo implica diretamente nos resultados pretendidos.

O espaço tem sua importância pautada na determinação e delimitação do problema, “o espaço inclui algo que é primordial para o planejamento, ou seja, a determinação clara e precisa do que se defronta, ou do que se pretende, ou do que se precisa e onde se fará exercer o seu esforço” (COSTA; SANTOS, 1997, p. 4).

Neste sentido, espaço e tempo são utilizados quando se pretende definir a amplitude do planejamento, “planejamento em amplo espaço e por longo tempo é considerado estratégico, enquanto que planejamento localizado e/ou por curto prazo é considerado tático” (COSTA; SANTOS, 1997, p. 4).

Desta forma, além do recorte espaço-temporal um planejamento territorial eficiente também deve democratizar os processos de tomada de decisão desenvolvendo mecanismos de participação pública (CUNHA, 2000). Assim, o “objetivo primordial de qualquer política territorial é o desenvolvimento, no qual o crescimento assume importância essencial e instrumental”.

² FERRARI, Célson. Curso de Planejamento Municipal Integrado. São Paulo: Pioneira, 1979.

O planejamento territorial tem sido usado como instrumento de ampliação de uma ordem alicerçada na desigualdade espacial do território, e este historicamente não foi planejado para todos, e não leva em consideração todos os agentes que compõe o espaço geográfico em questão (NETO, 2007).

O território pressupõe poder, e aqueles que tem o poder (simbólico e econômico) fazem e refazem o território, os agentes formadores do espaço urbano devem ser considerados. Principalmente aqueles agentes que possuem o poder econômico e simbólico de transformar o território, e conseqüentemente o planejam aos seus interesses, excluindo aqueles menos “empoderados” do planejamento efetivo do território do qual eles fazem parte (CORRÊA, 2000).

Vislumbra-se, assim como Neto (2007), uma nova forma de planejamento que envolva todos os agentes participativos, seja dentro de uma bacia hidrográfica (aqui tratada como unidade de planejamento) ou em qualquer espaço geográfico considerado para o planejamento.

Para Mafra e Silva (2004, p. 5) “o objetivo primordial de qualquer política territorial é o desenvolvimento, no qual o crescimento assume importância essencial e instrumental. Em termos de metodologia das políticas, o desenvolvimento será um fim, o crescimento um meio”.

Desta forma qualquer política de planejamento do território deve ser formada a partir de diversas concepções, partindo sempre daqueles que utilizam o espaço em questão. Deve-se priorizar políticas de planejamento do território que visam uma abordagem integrada buscando a utilização racional dos recursos.

Capítulo 3

Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão territorial

Historicamente, quando as atividades produtivas do ser humano adquiriram uma forma organizada, o aumento das atividades econômicas esteve sempre associado a um aumento da apropriação no uso dos recursos naturais (MAGRINI; SANTOS, 2001).

As bacias hidrográficas são elementos que compõe um espaço geográfico, onde a sociedade utilizou os seus limites para demarcação de seus territórios. O comportamento de uma bacia ao longo do tempo ocorre de duas formas, a primeira por ordem natural pela pré-disposição do meio à degradação ambiental, a segunda de ordem antrópica na qual atividades humanas interferem direta ou indireta na formação da bacia (LIMA *et al.*, 2016; MENEGASSO, 2019).

Somente nos anos de 1970, por meio da Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo (Suécia), as questões ambientais tomaram dimensões globais, e passaram a ser discutidas em vários países. Diante desse contexto as bacias hidrográficas têm sido adotadas como unidades físicas de reconhecimento, caracterização e avaliação, a fim de difundir a abordagem sobre recursos hídricos, tornando-se parte integrante de planejamento, gestão e tomada de decisões (LIMA *et al.*, 2016; MENEGASSO, 2019).

Gerir os recursos hídricos com vistas a um planejamento ambiental e territorial tomou força em 1990, com a Terceira Conferência das Nações Unidas, quando os princípios de Dublin foram acordados na reunião conhecida como Rio-92. Segundo um dos princípios estabelecidos, gerir os recursos hídricos deve ser uma ação integrada e deve considerar todos os aspectos físicos, sociais e econômicos (WMO, 1992; PORTO; PORTO, 2008).

Para a realização de uma Gestão de Recursos Hídricos – GRH a nível nacional, regional, ou local é preciso de alguns fatores básicos de acordo com Tucci e Mendes (2006, p. 137): “legislação nacional, a bacia

como unidade de planejamento, a participação pública, as gestões de comitês das bacias e o mecanismo de valorização da água”, como a garantia de sua conservação por meio de uma legislação e fiscalização, planos que estabeleçam uma integração entre todos os componentes.

O Brasil promulgou a Lei nº. 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH), cujo objetivo é fundamentar e programar a política nacional e estadual de recursos hídricos e seu gerenciamento, pautados em seis princípios básicos. Esta lei estabeleceu novos instrumentos de gestão ambiental e a bacia hidrográfica passa a ser eleita como unidade de planejamento (MAGRINI; SANTOS, 2001).

A Lei nº. 9.433/97 estabelece que a gestão de recursos hídricos deva ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades, definidos como os Comitês de Bacias Hidrográficas, que integram a união, estado, municípios, sociedade civil organizada e usuária de recursos hídricos. Apesar de os princípios básicos da Lei estar em concordância com o desenvolvimento sustentável, sua operacionalidade ainda é parcial.

Magalhães Junior (2007, p. 49) acredita que as “gerações de novos núcleos de poder de decisão sem a aplicação e controle dos objetivos de defesa dos interesses comuns em nível de bacia hidrográfica podem atrasar ou retroceder a resolução de conflitos e problemas ambientais”.

Um dos arcabouços legais de gestão da água mais moderna do mundo, (Lei nº. 9.433/97), é considerado um documento norteador de organização e gestão de bacias hidrográficas. Do ponto de vista de planejamento, é indispensável o conhecimento sobre o comportamento de uma bacia hidrográfica, envolvendo o gerenciamento e planejamento da conservação dos recursos naturais, que vá além dos aspectos hidrológicos, como também o conhecimento da estrutura biofísica, e as mudanças nos padrões de uso da terra e suas implicações ambientais (SCHIAVETTI; CAMARGO, 2002; MENEGASSO, 2019).

Assim como forma de ressaltar a importância da bacia hidrográfica como unidade funcional de planejamento e gestão, Campos (2003) argumenta que:

(...) a vantagem é que a rede de drenagem de uma bacia consiste num dos caminhos preferenciais de boa parte das relações causa-efeito, particularmente aquelas que envolvem o meio hídrico. As desvantagens são que nem sempre os limites municipais e estaduais respeitam os divisores da bacia e, conseqüentemente, a dimensão espacial de algumas relações de causa-efeito de caráter econômico e político (CAMPOS, 2003, p. 33).

Dessa forma Campos (2003), expõe o potencial de interação sistêmica de recorte espacial da bacia, sem deixar de lado as limitações impostas pelo sistema de relações sociais, poder público, expressos ao se referir sobre os limites políticos e territoriais do estado e município.

A bacia hidrográfica é uma das referências espaciais de maior relevância em estudos referentes ao meio físico, amplamente reconhecida como unidade de estudos e incorporada por profissionais multidisciplinares de diversas áreas de conhecimento. Ela permite ao pesquisador conhecer e avaliar os diversos fatores e processos que nela ocorrem ao longo dos anos, seja naturais ou por interferências antrópicas (BOTELHO; SILVA, 2004).

O conceito adotado pela Lei 9.433/97 define bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão, sendo assim é de extrema importância para os gestores e pesquisadores o conceito da bacia e de suas subdivisões. As definições de bacia hidrográfica foram reformuladas ao longo do tempo, e os autores em suas conceituações abrangem grandes semelhanças e considerações deste recorte espacial baseadas em suas áreas de drenagens (SCHIAVETTI; CAMARGO, 2002; MENEGASSO, 2019).

Nos estudos realizados por Botelho (1999), Lima e Zakia (2000), Barrella (2001), Pires; Santos; Del Frette (2002), Back (2014), Porto e Porto (2008), há uma variedade de definições formuladas pelos autores para conceituar bacias hidrográficas, sendo perceptível uma grande semelhança entre eles. Diante disso entendemos bacias hidrográficas como áreas onde se organizam os recursos hídricos, fundamental para a sobrevivência dos seres vivos, sendo adotadas como áreas de planejamento e gestão dos recursos comuns a todos.

Ao adotar a bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento, institui-se devido aos conflitos relativos à oferta hídrica em quantidade e qualidade que fossem suficientes tanto à perpetuação de acumulação de riqueza e sua produção, quanto à garantia da sobrevivência

da população (PORTO; PORTO, 2008; BEVILACQUA, 2011). Implica em reconhecer que é sobre este recorte espacial que as degradações decorrentes das ações antrópicas refletem diretamente no seu espaço geográfico trazendo consequências muitas vezes irreversíveis (RESCHILIAN, 2005).

Ao definir a bacia hidrográfica como sistema de gestão é possível realizar a delimitação e reconhecimento do ambiente físico, aplicabilidade da legislação vigente compatível com a realidade local e análise integrada, promovendo a coesão entre grupos sociais e aspectos físicos (ALBUQUERQUE, 2012).

A gestão tem como benefício à integração multidisciplinar entre diferentes sistemas de planejamento e gerenciamento, que propõe uma visão abrangente incluindo em seu programa as políticas públicas, tecnológicas e de educação, a fim de promover a solução de problemas, a otimização de usuários, cientistas, organizações públicas e privadas, a estimulação da população por meio de educação ambiental, visando à solução de conflitos existentes (VILAÇA *et al.*, 2009).

Desse modo a aplicação de um planejamento e gestão territorial é fundamental para identificação dos impactos ambientais e seu grau de deterioração, para então propor medidas de minimização. Para elaborar um planejamento é fundamental identificar a cobertura e uso da terra para compreender a dinâmica territorial, e para isso é possível utilizar um conjunto de tecnologias de geoprocessamento. Desta forma, o monitoramento pode ser periódico e gerar informações constantes para avaliar a dinâmica multitemporal da paisagem, a fim de realizar uma gestão eficiente e propor ações futuras sustentáveis.

A bacia hidrográfica como Unidade de Gestão – UG traz uma concepção e recorte territorial que permite uma conexão entre sociedade e os aspectos do ambiente físico. Carvalho (2018) define bacias hidrográficas como unidades espaciais, com formas diferentes, locais onde se organizam os recursos hídricos superficiais. Embora a bacia hidrográfica seja a unidade de planejamento e gestão territorial, as alterações antrópicas sobre os recursos naturais existentes trazem implicações danosas, pois as mudanças nesses ambientes provocam alterações no equilíbrio dinâmico dos elementos naturais que as

compõem, como também variações derivadas de mudança na cobertura e uso da terra (GIRÃO; CORRÊA, 2015).

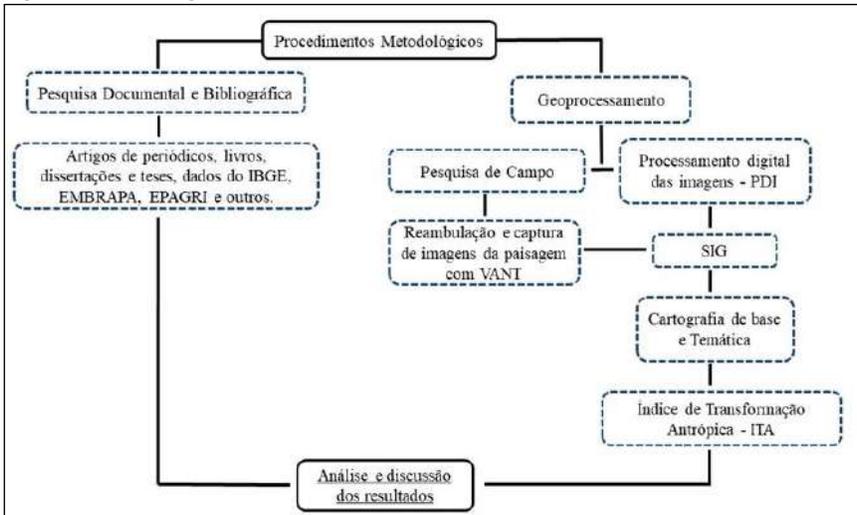
Diante desse contexto a utilização de unidade gestão territorial da BHRA e BHRU, para a pesquisa, permite o planejamento e gestão das águas e da terra, uma vez que as atividades desenvolvidas sobre o seu território têm implicações diretas nas mudanças da cobertura e uso da terra.

Capítulo 4

Metodologia adotada na pesquisa

Foram utilizadas as técnicas de pesquisa: bibliográfica e documental. Posteriormente, uma pesquisa de dados cartográficos e *a posteriori* a realização de análise multitemporal de imagens em ambiente de software de processamento digital de imagens, assim como o cálculo do ITA. Por fim, as discussões com aporte dos resultados obtidos; o fluxograma de trabalho (figura 4) sintetiza o desenvolvimento da pesquisa.

Figura 4 - Fluxograma de trabalho



Fonte: Autores, 2021.

Pesquisa Documental e Bibliográfica

O suporte teórico da pesquisa compreendeu uma busca na literatura nacional e internacional por meio de pesquisas publicadas em periódicos, livros, monografias, dissertações e teses julgadas relevantes para o estudo.

Elaboração da base cartográfica

Foi necessário a estruturação de uma base cartográfica digital que possibilitou a elaboração dos mapas temáticos necessários para traçar as análises. Para a elaboração da cartografia de base foi imprescindível o emprego de documentos confiáveis. Estes foram compilados junto aos órgãos oficiais tanto em nível federal quando estadual, assim como os dados cartográficos já produzidos no âmbito do Laboratório de Pesquisa em Planejamento e Gestão Territorial (LabPGT/UNESC), conforme quadro 1.

Quadro 1 - Fonte das informações dos dados cartográficos

Base cartográficas	Fonte
Divisão político/territorial de SC	SDS (2013)
Divisão político/territorial do Brasil	IBGE (2015)
Limite BHRA e BHRU	SDS (2013)
Hidrografia	ANA (2013)
Hierarquia Urbana	IBGE (2007)
Área de arroz plantada	EPAGRI (2020)
Relevo	Imagens Alos Palsar (2012) / classificação da Embrapa
Regiões Fitoecológicas	IFFSC (2013)
Remanescentes de Mata Atlântica	SOS Mata Atlântica/INPE (2016)
Unidades de Conservação	Geodiversidade (CPRM/2016)

Fonte: Autores, 2019.

Toda base cartográfica elaborada neste trabalho adotou o sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum SIRGAS 2000, meridiano de referência 51°W (Fuso 22S). Os softwares que auxiliarão na construção dos mapeamentos temáticos foram: ArcGIS 10.3.1 desenvolvido pela ESRI (*Environmental Systems Research Institute*) e licenciado pela UNESC e o Qgis 3.14 "PI" (*Software livre*).

O Processamento Digital das Imagens e o cálculo ITA

Para a etapa de processamento digital das imagens orbitais e a obtenção da cobertura e uso da terra foi necessário acessar o banco de imagens no site *Earth Explorer* do *United States Geological Survey* (USGS) derivados do sistema de imageamento terrestre Landsat. Pela necessidade de temporalidade foram utilizadas imagens do Landsat 5, sensor *Thematic Mapper* – TM e do Landsat 8 sensor *Operational Land Imager* - OLI. No quadro 2 estão descritas as características das imagens utilizadas para o mapeamento.

Quadro 2 - Características das imagens Landsat utilizadas

BHRA						
Sensor	Data de aquisição da imagem	Orbita/ponto	Resolução espacial	Resolução radiométrica	Resolução temporal	Bandas utilizadas
Landsat 5 - TM	09/07/1985	220/80	30 m	8 bits	16 dias	1(B) 2(G) 3(R) 4(IR)
Landsat 5 - TM	29/05/2005	220/80	30 m	8 bits	16 dias	1(B) 2(G) 3(R) 4(IR)
Landsat 8 - OLI	05/06/2019 ³	220/80	30 m	16 bits	16 dias	2(B) 3(G) 4(R) 5(IR)
BHRU						
Landsat 5 - TM	10/06/1986	220/80	30 m	8 bits	16 dias	1(B) 2(G) 3(R) 4(IR)
Landsat 5 - TM	29/05/2005	220/80	30 m	8 bits	16 dias	1(B) 2(G) 3(R) 4(IR)
Landsat 8 - OLI	07/07/2020	220/80	30 m	16 bits	16 dias	2(B) 3(G) 4(R) 5(IR)

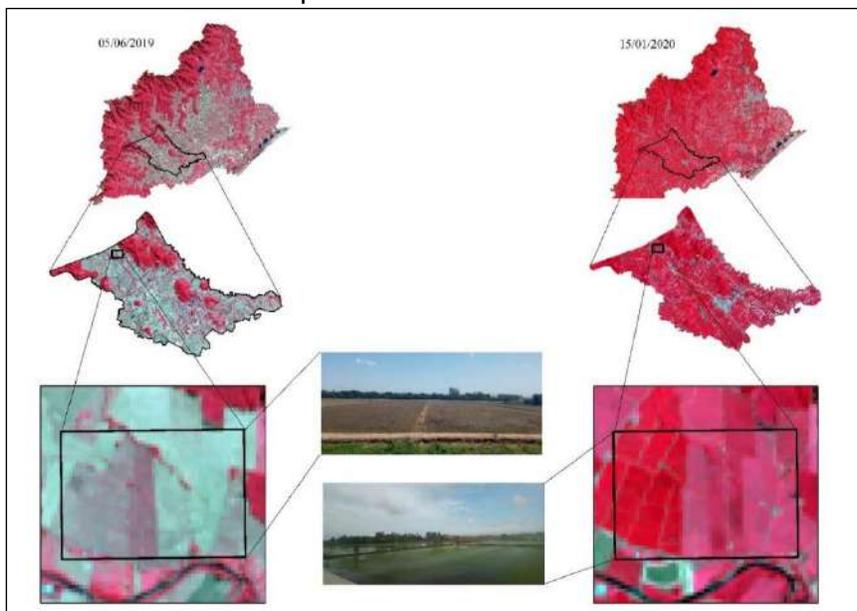
Fonte: *Earth Explorer/USGS*

³ Optou-se pelo uso da imagem do ano de 2019 pela razão que em 2020 não foi encontrada uma imagem sem cobertura de nuvens no período de sazonalidade pretendido.

As imagens foram definidas com base em critérios pré-estabelecidos, como sua temporalidade, respeitando um espaço temporal de 35 anos, pela baixa cobertura de nuvens, mesma resolução espacial, e que pertencem a uma sazonalidade entre o final do mês de abril e setembro.

Este último critério justifica-se pelo fato de que entre o mês de agosto e o mês de janeiro ocorre o ciclo da cultura do arroz irrigado na bacia. De acordo com Silva, Ladwig e Back (2016), na região do extremo sul do estado de Santa Catarina as recomendações para o plantio de arroz vão de 21 de agosto a 30 de novembro e que possuem seu ciclo médio de 150 dias.

Figura 5 - Comparação imagens de período de cultivo e não cultivo de Arroz na BHRA – Município de Turvo

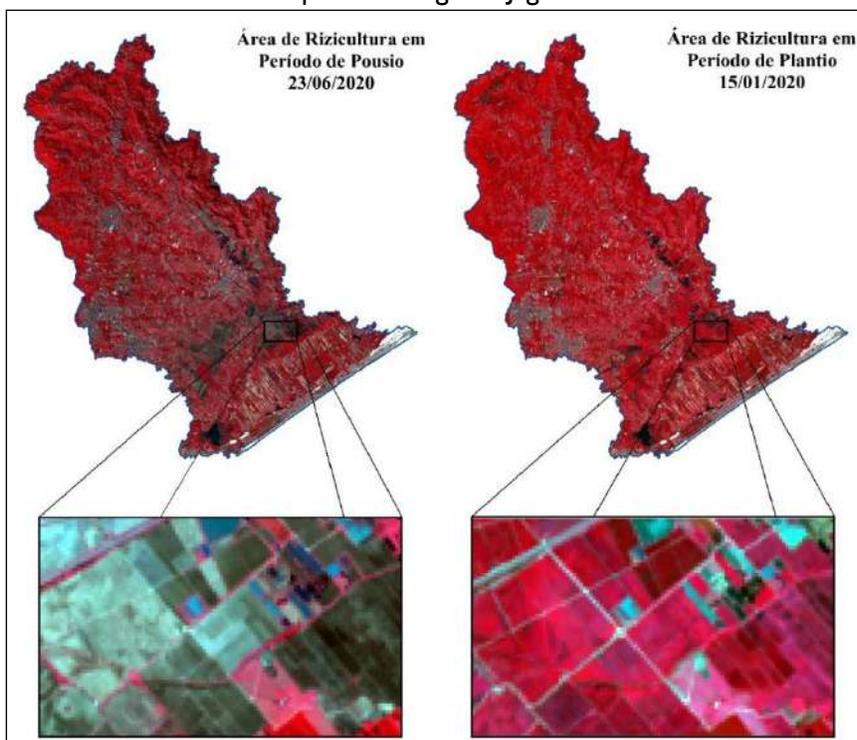


Fonte: DGI/INPE, elaborado pelos autores, 2021

Pode ser observado nas figuras 5 e 6 uma comparação de imagens LANDSAT da BHRA e da BHRU, em que foi realizado uma composição colorida falsa cor com as bandas que serão utilizadas para o mapeamento no período em que as áreas de cultivo estão em pousio.

Na figura 5 pode-se observar, em uma área no município de Turvo (maior produtor de arroz dentro da BHRA), a resposta espectral desta classe de cobertura e uso da terra, e se observa uma área em período sazonal de plantação e outro fora do período. Na figura 6, a área de recorte compreende os municípios de Sangão e Jaguaruna, com as maiores áreas de concentrações de cultivo de arroz dentro da BHRU, possibilitando a observação da resposta espectral do alvo nas respectivas datas.

Figura 6 – Comparação imagens de período de cultivo e não cultivo de Arroz na BHRU – Municípios de Sangão e Jaguaruna



Fonte: DGI/INPE, elaborado pelos autores, 2021

Nota-se que no período de pousio a resposta visual observada nas imagens é de áreas vegetadas (vermelho escuro) na encosta da Serra Geral e áreas não vegetadas na parte mais plana da bacia. Em contraposição no período do ciclo vegetativo observa-se tons de

vermelho mais escuros na encosta da Serra Geral indicando uma vegetação mais densa, e na parte plana se tem uma resposta visual de vegetação rasteira (vermelho claro).

De acordo com as modificações nas sazonalidades dos períodos de pousio, em que a fotointerpretação é capaz de diferenciar estas áreas, justifica-se assim a escolha das datas das imagens.

Após a definição das bandas e datas das imagens, iniciou-se a etapa de pré-processamento. Com o auxílio do software ArcGIS 10.3.1 foi realizada uma composição colorida (RGB) para a etapa de fotointerpretação e seleção das classes de cobertura e uso, em que foi utilizada a técnica de chave de fotointerpretação. A interpretação de uma foto ou imagem é definida como “o exame de imagens com o propósito de identificar objetos e avaliar o seu significado” (PHILIPSON, 1997⁴; McGLONE, 2004⁵ *apud* JENSEN, 2009, p. 129).

Esta etapa consistiu em diferenciar os elementos da paisagem a ser classificada por meio de interpretação visual (JENSEN, 2009). Foram definidas 8 classes que buscam evidenciar os elementos paisagísticos mais evidentes dentro da BHRA, e são elas: Tecido Urbano, Áreas agrícolas (tipo solo exposto), Pastagens e vegetação rasteira, Vegetação Arbórea/ Arbustiva, Áreas de extração mineiral, Massa da Água, Dunas e areais e Sombra. Para BHRU foram definidas também 8 classes, sendo elas: Agricultura, Dunas, Extração Mineral, Massa da Água, Mancha Urbana, Pastagem e Vegetação Rasteira, Sombra e Vegetação Arbórea e Arbustiva.⁶

Após a seleção, as bandas foram importadas no software QGIS 3.14.0 “pi”, em que foram registradas e reprojetadas para o Datum SIRGAS 2000. Realizada a correção atmosférica pelo método de DOS (*Dark Object Subtraction*). Por fim, as imagens foram convertidas para

⁴ PHILIPSON, W. **Manual of photographic interpretation**. 2.ed. Bethesda: ASP&rs 49-103p.

⁵ McGLONE, J. C. **Manual of photogrammetry**. 5.ed. Bethesda: ASP&rs. 1151p.

⁶ É importante destacar que os trabalhos dos autores foram feitos para contemplar o mesmo projeto, porém cada pesquisador teve a liberdade de definir as terminologias para as classes de cobertura e uso da terra; Silva (2021) utilizou para a BHRA nomenclatura baseada no programa CORINE (*Co-ordination of Information on the Environment*) da União Europeia (PAINHO, CAETANO, 2006). Oliveira (2021) baseou suas nomenclaturas nos trabalhos elaborados pelo IBGE (2013): “Manual técnico de uso da terra”.

formato (rst), compatível com o software de processamento digital de imagens IDRISI Selva.

A classificação em sensoriamento remoto consiste na associação dos pixels de uma imagem a uma classe ou grupo, ou ainda o processo de extração de informações em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos (MENESES; SANO, 2012).

Ao classificar digitalmente uma imagem, presume-se que os objetos ou alvos diferem um dos outros, além de apresentarem propriedades espectrais diferentes em cada ponto de amostragem; este tipo de classificação também requer conhecimentos prévios das classes de cobertura e uso (NOVO, 1993; ROSA; BRITO, 1996; SILVA, 2007; MENESES; SANO, 2012).

Para a classificação das imagens foi empregada a metodologia de classificação por regiões. Nesta metodologia a imagem é segmentada ou dividida em regiões, processo que consiste no agrupamento de pixels que possuem características semelhantes (BRITES; BIAS; ROSA, 2012). Este processo de classificação das imagens “[...] se dá, inicialmente, pela utilização de um algoritmo de segmentação que, ao definir regiões homogêneas na imagem, prepara-a para uma classificação posterior com base nessas regiões [...]” (BRITES; BIAS; ROSA, 2012, p. 209).

Melo Júnior, Evangelista Junior; Silva *et al.* (2018) afirmam que a segmentação é muitas vezes a primeira etapa a ser realizada em uma imagem, e esta deve ser concluída antes da classificação.

Esse procedimento utilizou a ferramenta “*segmentation*” e teve como base as bandas 1/2/3/4 para o sensor TM e bandas 2/3/4/5 para o sensor OLI. O índice de similaridade utilizado foi igual a 1 e uma janela de varredura 3x3. Após a imagem segmentada utilizou-se a ferramenta “*SegTrain*”, onde se cruza os segmentos gerados a uma imagem em composição falsa cor para realizar as coletas das amostras de treinamento dentro dos segmentos e dar origem a um arquivo de assinatura de cada classe, onde é atribuído um ID – identificador, e o nome respectivo da classe.

Com o arquivo de assinatura determinado, inicia-se o processo de classificação pixel a pixel das imagens, utilizando o algoritmo de classificação Máxima Verossimilhança (MAXVER), que pode ser encontrado dentro do software com a nomenclatura de MAXLIKE (*maximum likelihood classification*). Este classificador leva em consideração “a ponderação das

distâncias entre as médias dos valores dos pixels das classes, utilizando parâmetros estatísticos” (MENESES; SANO, 2012, p. 202) para determinar as classes de cobertura e uso da terra.

A última etapa utilizou a imagem classificada pixel a pixel como base para uma reclassificação em segmentos (classificação por regiões) usando a ferramenta “SEGCLASS” (MASTELLA; VIEIRA, 2018).

Este tipo de classificação é visto como supervisionada, em que o pesquisador está em interação com o sistema de análise de imagens, pois baseia-se na disponibilidade de uma amostra representativa de cada classe identificada. Desta forma, após os processos empregados na classificação, o resultado obtido é uma imagem digital que se constitui em um mapa temático classificado, representando em polígonos os padrões homogêneos de classes.

Meneses e Sano (2012) chamam a atenção que o resultado da classificação deve ser avaliado com base no desempenho do classificador utilizado; este deve ser validado por critérios numéricos para estimar a precisão e acurácia do produto gerado. Desta forma, os resultados obtidos por meio desta metodologia deverão ser validados. O índice de Kappa é uma das formas utilizadas para avaliar a acurácia temática dos resultados, e por meio de sua equação podemos chegar a valores de validação dos resultados obtidos a partir da classificação.

Para esta etapa de validação foi utilizado o software ArcGIS. A avaliação da acurácia temática de um produto cartográfico exige um número significativo de amostras de referência em cada classe proposta no mapa. A primeira etapa consistiu na geração de uma malha de pontos aleatórios. Congalton (1988; 1991) sugere que sejam utilizadas no mínimo 50 amostras de referência por classe para áreas inferiores a 400 km² e com menos de 12 categorias. Em outros casos com áreas maiores e mais classes sugere-se entre 75 e 100 amostras de referência para representar a confusão do mapa.

Neste caso como as áreas mapeadas possuem área superior a 400 km² e a classificação possuir 8 classes, optou-se para a avaliação da acurácia temática o uso de 75 pontos por classe temática pela maior complexidade de alvos no mapeamento.

Para cada mapa final foi gerada uma malha de pontos (75 por classe), sendo distribuídos de forma aleatória pela ferramenta “Creat Random

Points”; também se estabeleceu uma distância mínima de 100 metros entre os pontos, com o objetivo de melhorar a distribuição destes e evitar proximidades entre os pontos (CONGALTON,1988).

Os pontos de referência foram avaliados por fointerpretação, tendo como base a imagem utilizada no processamento. Dentro da tabela de atributos dos pontos criados, foi possível estabelecer um código de identificação para a classe identificada (o mesmo ID utilizado na classificação anterior).

Para dar origem aos índices utilizados é necessário partir dos pontos de referência utilizados a montagem da matriz de confusão ou matriz de erro para cada um dos mapas gerados (CONGALTON; GREEN, 2008). Segundo Meneses e Sano (2012) as matrizes de confusão ou erro expressam a concordância entre a imagem classificada e o conjunto de amostras de referência. “A matriz de erros compara, classe por classe, a relação entre os dados de verdade terrestre (dados de referência) e os correspondentes resultados da classificação” (MENESES; SANO 2012).

A partir da elaboração da matriz de confusão pode ser gerado o índice Kappa, que avalia a totalidade da acurácia do mapeamento. Landis e Koch (1977) desenvolveram os intervalos de índice Kappa que estão conexos ao nível de qualidade do mapeamento temático, variando de 0 - 1 (tabela 1). Foi extraído da matriz de erro também o coeficiente Kappa Condicional que se refere à concordância de cada categoria do mapa temático (CONGALTON; GREEN, 2008).

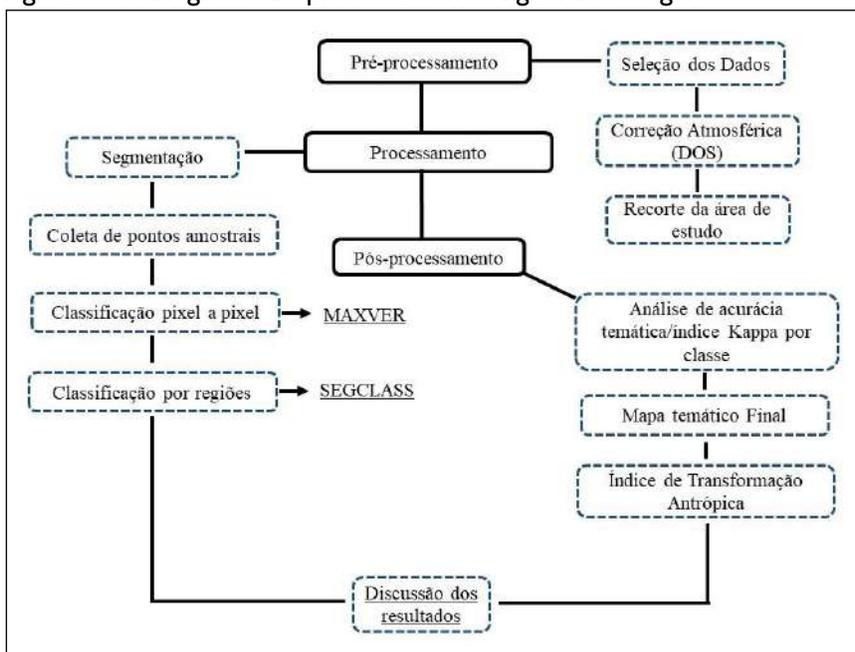
Tabela 1 - Qualidade da classificação associada aos valores do índice Kappa

Valor de Kappa	Qualidade do mapa temático
0,00 – 0,01	Péssima
0,01 – 0,20	Ruim
0,21 – 0,40	Razoável
0,41 – 0,60	Boa
0,61 – 0,80	Muito boa
0,81 – 1,00	Excelente

Fonte: Landis e Koch (1977).

Observa-se na figura 7 o fluxograma do processamento digital das imagens para melhor entendimento das etapas.

Figura 7 - Fluxograma do processamento digital das imagens



Fonte: Autores, 2019.

A validação temática dos resultados foi realizada com base na matriz de confusão em que foi gerado o índice Kappa que avalia a totalidade da acurácia do mapeamento. Foi extraído da matriz de erro também o coeficiente Kappa Condicional que se refere à concordância de cada categoria do mapa temático (CONGALTON; GREEN, 2008). De acordo com os resultados da matriz de confusão obteve-se um índice Kappa e um índice de exatidão global para cada ano, conforme a tabela 2.

Tabela 2 - Valores de Kappa e Exatidão global

Ano	Kappa	Exatidão global	Qualidade do mapeamento
1985	0,8933	0,9067	Excelente
2005	0,8819	0,8967	Excelente
2019	0,8933	0,9067	Excelente
2020	0,8857	0,9000	Excelente

Fonte: Autores, 2021.

Conforme a tabela de nível de qualidade proposta por Landis e Koch (1991) apresentada anteriormente, o resultado do mapeamento para as datas de estudo é excelente. Ainda se obteve o Kappa condicional para cada classe nos diferentes anos de mapeamento, que pode ser observado no quadro 3.

Quadro 3 - Valores de Kappa Condicional para cada classe

Classe	Kappa Condicional (1985)	Kappa Condicional (2005)	Kappa Condicional (2019)	Kappa Condicional (2020)
TU	0,8049	0,8049	0,8636	0,9071
AATSE	0,8626	0,8621	0,8333	0,7482
PEVR	0,8935	0,8330	0,8615	0,9531
VAA	0,9841	0,9359	0,9366	0,9842
AEM	0,8346	0,7918	0,8652	0,9722
MA	0,9543	0,9696	0,9544	0,9697
DEA	0,8935	0,9541	0,9093	0,8592
SOM	0,9245	0,9096	0,9245	0,7282

Legenda: Tecido Urbano (TU), Áreas Agrícolas (tipo solo exposto) (AATSE), Pastagens e vegetação rasteira (PEVR), Vegetação Arbórea/Arbustiva (VAA), Áreas de extração mineira (AEM), Massa da Água (MA), Dunas e areais (DEA), Sombra (SOM).

Fonte: Autores, 2021.

Os maiores conflitos nas classificações foram registrados na classe dunas e areais que se confundiram com a classe Tecido Urbano principalmente nos locais próximos do litoral. A classe Áreas Agrícolas (tipo solo exposto) com alto índice de umidade se confundiram com a classe áreas de extração mineira. Esta confusão é comum segundo Bias; Brites e Rosa (2012) devido à similaridade do comportamento espectral dos alvos em imagens orbitais com resolução radiométrica de 8 bits.

Para a classificação e mapeamento final foi empregado o cálculo do ITA, seguindo as orientações dos estudos de Mateo Rodriguez (1984). Este tem por objetivo fornecer informações da carga antrópica das unidades de paisagem.

O ITA foi proposto por Lèmechev em 1982 e modificado por Mateo Rodriguez em 1991. O ITA tem por objetivo a quantificação do grau de modificação da paisagem levando em consideração a variável uso da terra. Cada classe recebe um peso de modificação do espaço, ou seja, o quanto

aquela área impacta no meio natural, podendo variar de 1 a 10 (GOUVEIA; GALVANIN; NEVES, 2013; COCCO *et al.*, 2015; GUGLIELMELI; SILVA; STRAUCH, 2018; SILVA *et al.*, 2019).

O ITA apresenta-se como uma ferramenta objetiva que visa auxiliar no fornecimento de informações relacionadas à ação antrópica sobre um determinado espaço geográfico (GOMES SOBRINHO, 2018). Para Ortega e Carvalho (2013), o ITA vem sendo empregado em estudos geoecológicos com o objetivo de quantificar a pressão antrópica sobre alguns componentes do meio ambiente, como áreas de proteção ambiental, bacias hidrográficas ou parques nacionais.

Os estudos desenvolvidos por Mateo Rodriguez (1991) com base em Lèmechev (1982) propõe a seguinte equação para o cálculo do ITA:

$$\text{ITA} = (\sum (\% \text{USO} \times \text{PESO}))/100 \quad \text{Eq. 1}$$

Em que:

USO = refere-se à área em valores percentuais da classe de cobertura e uso da terra;

PESO = peso dado aos diferenciados tipos de cobertura e uso quanto ao grau de alteração antrópica.

O peso é definido conforme as características de cada área de estudo, podendo assumir valores de 1 a 10. Desta forma, quanto maior o valor, maior é a modificação ou pressão exercida pela cobertura ou uso da terra em determinado local (KARNAUKHOVA, 2000; GUGLIELMELI; SILVA; STRAUCH, 2018).

Quanto maior a área da classe e menor o peso ITA atribuído, interpreta-se que esta classe exerce/recebe pouca pressão antrópica do ambiente; quando, porém, o tamanho da classe varia de pequena a grande então o valor ITA é alto, e interpreta-se que esta classe está exercendo/recebendo uma pressão antrópica maior do/no ambiente.

A atribuição dos pesos para cada classe pode ser definida de duas formas, sendo a mais comum o uso da metodologia Delphi; nesta leva-se em consideração a visão multidisciplinar de vários especialistas, o que possibilita o estabelecimento dos pesos que cada classe de cobertura e uso terá.

Para este trabalho os pesos de transformação antrópica foram definidos por meio de consulta a especialistas; esta consiste em utilizar do conhecimento de pesquisadores para auxiliar na determinação de pesos. Adotou-se como procedimento a disponibilização de um questionário *online*, em que foi explicado a metodologia e, com base nos conhecimentos individuais, cada pesquisador preencheu o quadro indicando o peso de cada classe.

A classe Sombra não recebeu nenhum peso antrópico devido ao não conhecimento do que está contido na região sombreada. Foram consultados 8 pesquisadores com diferentes formações (Biologia, Engenharia e Geografia). Após a devolução dos questionários, os pesos foram tabulados, assim como realizado a média destes pesos estabelecidos. Os resultados obtidos foram utilizados para as duas bacias de estudo e podem ser visualizados no quadro 4.

Quadro 4 - Quadro de pesos atribuídos e classificação de degradação das classes

Classes	Pesos	Classificação
Tecido Urbano/Mancha Urbana	7,78	Muito degradada
Áreas Agrícolas (tipo solo exposto) / Agricultura	6,11	Degradada
Pastagens e vegetação rasteira	4,67	Degradação regular
Vegetação arbórea/arbustiva	1,22	Pouco degradada
Áreas de extração mineira/Extração Mineral	8,67	Muito degradada
Massa da água	1,67	Pouco degradada
Dunas e areais	2,50	Pouco degradada
Sombra	0	Não atribuído

Fonte: Autores, 2021.

O método de classificação do ITA baseia-se nos trabalhos de Cruz (1984), Gouveia; Galvanin; Neves (2013) e Silva *et al.*, (2019) que classificam o ITA em: pouco degradada (0 - 2,5), degradação regular (2,5 - 5), degradada (5 – 7,5) e muito degradada (7,5 – 10).

Objetiva-se com os resultados obtidos por meio do ITA um aporte na análise multitemporal, e desta forma auxiliar na compreensão da transformação da paisagem dentro da área de estudo.

Capítulo 5

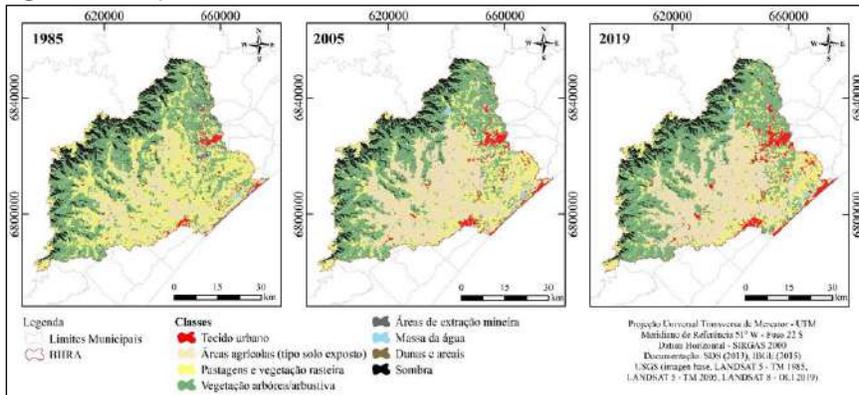
Resultados da pesquisa na bacia hidrográfica do Rio Araranguá

Neste capítulo será apresentada a análise dos resultados obtidos referente às mudanças multitemporais das classes de cobertura e uso da terra identificadas, os resultados do ITA, assim como os resultados obtidos no trabalho de campo realizado nas bacias hidrográficas. Optou-se por fazer a análise dos resultados do mapeamento de forma conjunta das três datas escolhidas para todo o território da bacia.

Resultado do mapeamento da cobertura e uso da terra e do ITA na bacia hidrográfica do Rio Araranguá - BHRA

Os mapas da figura 8 apresentam os resultados da cobertura e uso da terra para os anos de 1985, 2005 e 2019 da BHRA. A tabela 3 mostra o resultado da mensuração das classes de cada ano.

Figura 8 - Mapas de cobertura e uso da terra da BHRA



Fonte: Autores, 2021.

Tabela 3 - Mensuração das classes de uso e cobertura da terra da BHRA

Classe	Área	Área	Área	Área	Área	Área
	(km ²) 1985	(%) 1985	(km ²) 2005	(%) 2005	(km ²) 2019	(%) 2019
Tecido Urbano	41,31	1,35	79,88	2,60	120,55	3,93
Áreas Agrícolas (tipo solo exposto)	375,33	12,22	897,16	29,21	897,30	29,22
Pastagens e vegetação rasteira	1115,91	36,33	670,25	21,82	583,62	19,00
Vegetação arbórea/ arbustiva	1212,14	39,47	1154,10	37,58	1221,24	39,76
Áreas de extração mineira	34,11	1,11	13,27	0,43	4,94	0,16
Massa da água	16,54	0,54	20,64	0,67	20,82	0,68
Dunas e areais	14,93	0,49	8,78	0,29	7,93	0,26
Sombra	260,93	8,50	227,12	7,40	214,79	6,99
Total	3071,19	100	3071,20	100	3071,20	100

Fonte: Autores, 2021.

As perdas e ganhos de área de cada classe pode ser observado na tabela 3.

Tabela 4 - Perdas e Ganhos entre as classes (1985 – 2005 e 2005 – 2019)

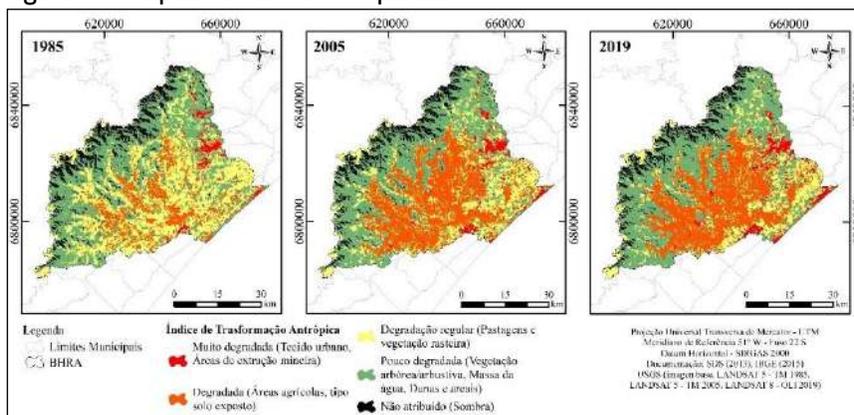
Classe	Área	Área	Perdas e Ganhos (km ²)
	(km ²) 1985	(km ²) 2005	
Tecido Urbano	41,31	79,88	38,57
Áreas Agrícolas (tipo solo exposto)	375,33	897,16	521,83
Pastagens e vegetação rasteira	1115,91	670,25	-445,66
Vegetação arbórea/ arbustiva	1212,14	1154,10	-58,04
Áreas de extração mineira	34,11	13,27	-20,84
Massa da água	16,54	20,64	4,10
Dunas e areais	14,93	8,78	-6,15
Sombra	260,93	227,12	-33,82
Total	3071,19	3071,20	-
Classe	Área	Área	Perdas e Ganhos (km ²)
	(km ²) 2005	(km ²) 2019	
Tecido Urbano	79,88	120,55	40,68
Áreas Agrícolas (tipo solo exposto)	897,16	897,30	0,14

Pastagens e vegetação rasteira	670,25	583,62	-86,63
Vegetação arbórea/ arbustiva	1154,10	1221,24	67,14
Áreas de extração mineira	13,27	4,94	-8,33
Massa da água	20,64	20,82	0,17
Dunas e areais	8,78	7,93	-0,85
Sombra	227,12	214,79	-12,32
Total	3071,20	3071,20	-

Fonte: Autores, 2021.

A figura 9 mostra os resultados do mapeamento do ITA para as três datas estudadas. A tabela 5 comprova os resultados obtidos para o ITA, e de forma geral foi classificado para a BHRA como “degradação regular” em todos os anos de análise. Os resultados individuais são discutidos a seguir em conjunto com a mensuração de cada classe.

Figura 9 - Mapeamento do ITA para a BHRA



Fonte: Autores, 2021.

Tabela 5 - Resultados do ITA

Classe/Ano	Resultado ITA			Peso ITA	1985	2005	2019
	1985	2005	2019				
Tecido Urbano	1,35	2,60	3,93	7,78	0,10	0,20	0,31
Áreas agrícolas (tipo solo exposto)	12,22	29,21	29,22	6,11	0,75	1,78	1,79

Pastagens e vegetação rasteira	36,33	21,82	19,00	4,67	1,70	1,02	0,89
Vegetação arbórea/ arbustiva	39,47	37,58	39,76	1,22	0,48	0,46	0,49
Áreas de extração mineira	1,11	0,43	0,16	8,67	0,10	0,04	0,01
Massa da água	0,54	0,67	0,68	1,67	0,01	0,01	0,01
Dunas e areais	0,49	0,29	0,26	2,5	0,01	0,01	0,01
Sombra	8,50	7,40	6,99	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100	100	100	-	3,15	3,52	3,49

Fonte: Autores, 2021.

Análise do mapeamento da cobertura e uso da terra e do ITA na bacia hidrográfica do Rio Araranguá - BHRA

Classe Tecido Urbano

A primeira classe de cobertura e uso analisada no mapeamento temático refere-se à classe “Tecido Urbano”, e esta engloba área com edificações, sistemas viários e terrenos que constituem uma cidade.

Esta classe representava no ano de 1985 uma área de 41,31 km², expandindo para 79,88 km² em 2005 e, seguindo a tendência de aumento, em 2019 registra 120,55 km², tendo um aumento de 38,57 km² de 1985 a 2005, e de 40,68 km² de 2005 a 2019, totalizando um aumento de área de 79,24 km² entre 1985 e 2019 (Tabela 4 e Figura 7).

A classe Tecido Urbano foi a que apresentou o segundo maior valor ITA (7,78) proposto pelos avaliadores, sendo classificada como degradada, demonstrando a pressão antrópica sobre esta unidade de análise.

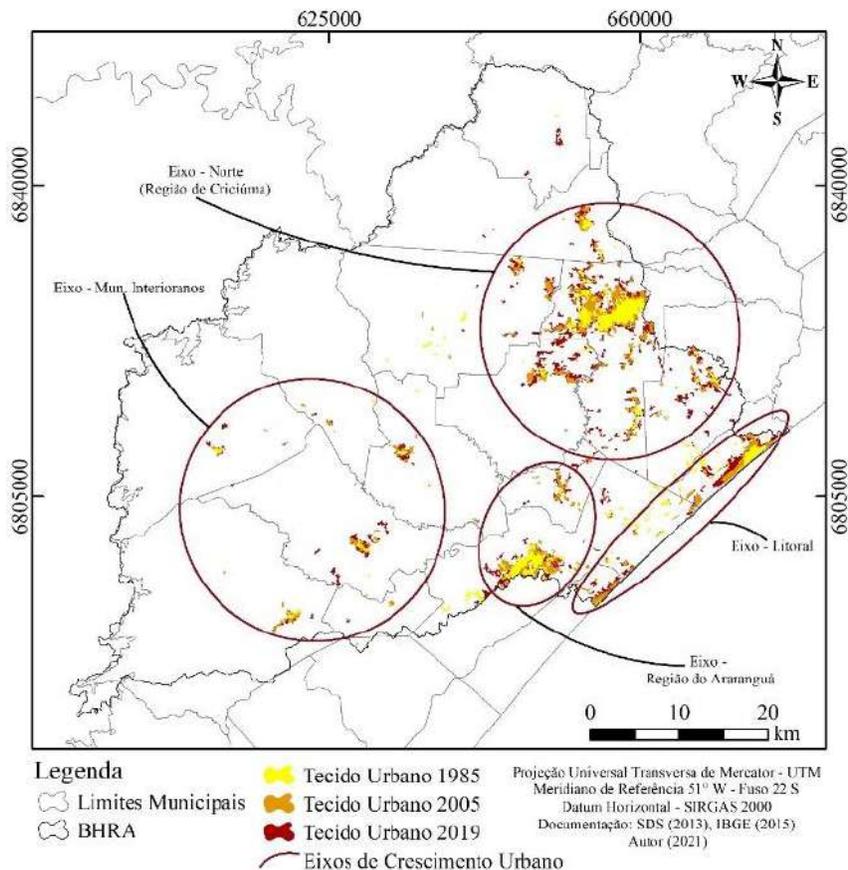
O aumento dos índices de urbanização na bacia hidrográfica evidenciados nos números apresentados se dá devido a fatores diversos. Primeiramente o processo de urbanização dos municípios da bacia esteve ligado ao crescimento da produção industrial no estado de Santa Catarina e a ampliação do mercado nacional a partir de meados do século XX, ocasionando a expansão das cidades catarinenses (GOULARTI, 2015).

Apesar desta expansão urbana iniciada a partir de meados do século XX, até a década de 1970 nenhum dos municípios da bacia era

considerado urbano, com taxas de urbanização inferior a 50%. (COMASSETO, 2008).

A expansão da classe Tecido Urbano pode ser observado no território da bacia em quatro eixos (norte da bacia, região de Araranguá, litoral e municípios interioranos) (Figura 10).

Figura 10 - Eixos de expansão urbana da BHRA

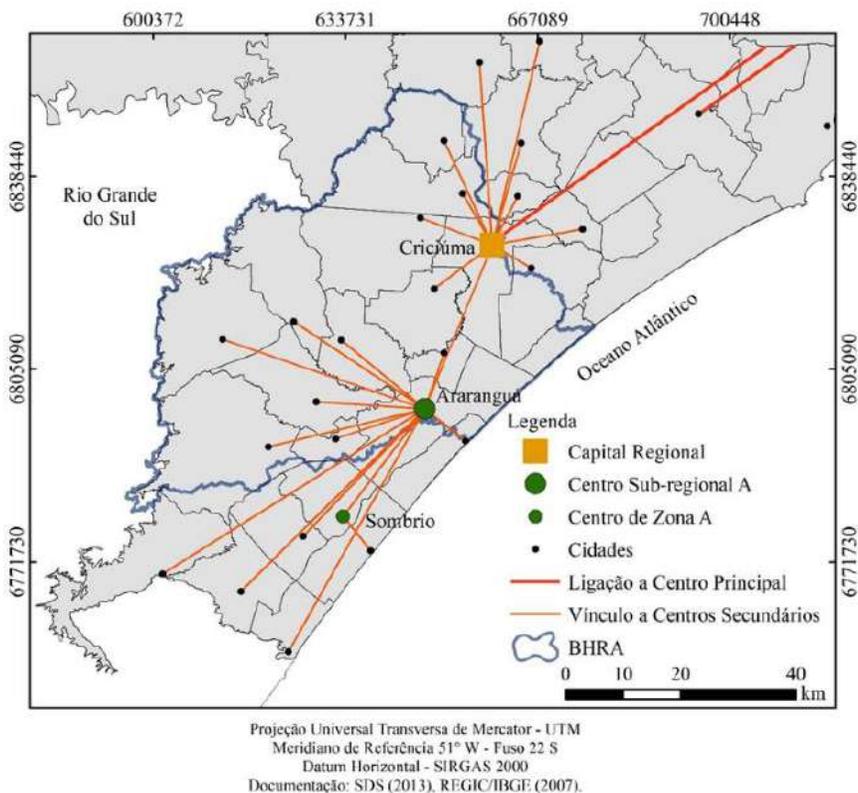


Fonte: Autores, 2021.

Na porção norte da bacia, na região dos municípios de Criciúma, Içara e Forquilha, a urbanização se desenvolveu mais rapidamente devido a descoberta do carvão mineral e consequente atração de pessoas para trabalhar neste setor (SIZENANDO, 2011; SILVA, 2012).

Criciúma se tornou o principal município da bacia, tendo destaque comercial desde o começo dos anos 1900, e com o passar dos anos se tornou polo de atração em diversas áreas; e se pode observar na figura 11 a hierarquia urbana das cidades do extremo sul catarinense, que tem como destaque a cidade de Criciúma como capital regional, e Araranguá como centro sub-regional A.

Figura 11 - Hierarquia urbana das cidades na BHRA



Fonte: Autores, 2021.

Os municípios do eixo norte da bacia tiveram como característica uma urbanização acelerada a partir do século XX, este crescimento é influenciado pelas atividades comerciais instaladas na época, principalmente a mineração, e posteriormente indústrias cerâmicas, metalmecânicas, agroindústrias e têxteis, e estas atuam como agentes

produtores e modificadores da morfologia do espaço urbano, tendo apoio do estado para suas instalações e atividades (SIZENANDO, 2011; SILVA, 2012, GOULARTI, 2015).

Se tem, neste primeiro eixo de crescimento urbano, o fenômeno da conurbação (unificação/junção da mancha urbana de dois municípios) entre as cidades de Criciúma e Içara, e este fenômeno, porém, não pode ser representado nos mapas pois as áreas urbanas conurbadas encontram-se na bacia do Rio Urussanga, fora da área de estudo. Entretanto é interessante notar que este fenômeno, antes reservado a cidades de grande porte e áreas metropolitanas, está, mesmo que de forma modesta, ocorrendo em cidades médias, demonstrando assim que as áreas urbanas estão em expansão.

Segundo Manenti (2019), que trabalhou com predições de mudanças na cobertura e uso da terra na região da AMREC (que engloba parte dos municípios ao norte da bacia), para o ano de 2040 a tendência revelada é que provavelmente está conurbação já iniciada entre Criciúma e Içara se expanda entre Criciúma e outros municípios vizinhos como Nova Veneza, Forquilha, Morro da Fumaça e Cocal do Sul, influenciados por suas ligações rodoviárias e comerciais.

O segundo eixo, localizado na porção central mais próximo do litoral, se dá com a cidade de Araranguá, que se assegura como um centro sub-regional A, concentrando o segundo maior contingente populacional da bacia, e destaca-se pela sua importância para a bacia como o polo difusor do povoamento da região.

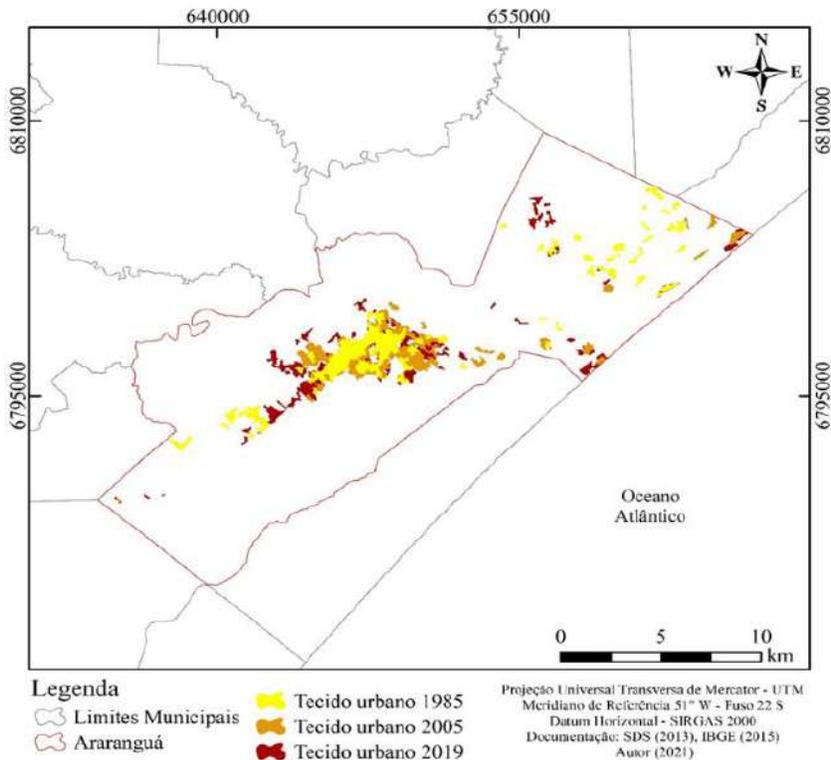
Marcon, Zocche e Ladwig (2017), ao analisar a expansão urbana do município de Araranguá no período de 1957 a 2010, afirmaram que uma das características dos municípios da região sul do estado de Santa Catarina é a alta taxa do crescimento populacional, por meio da migração espacial urbana-urbana que ocorre entre as populações do meio urbano das cidades satélites destes centros regionais, como é o caso de Araranguá.

Ainda segundo os autores, até meados da década de 1970 o município de Araranguá seguiu a tendência de crescimento concêntrico, expandindo sua área urbana do centro para as periferias. Ainda afirmam que:

No decorrer da segunda metade dos anos 1970, a migração da população rural do extremo sul catarinense para a cidade-polo de Araranguá, em busca de melhor qualidade de vida, adensou-a ainda mais, impondo mudanças em suas estruturas e provocando acentuada expansão urbana (MARCON; ZOCHE; LADWIG, 2017, p. 34).

A afirmação dos autores corrobora com os resultados obtidos no mapeamento, uma vez que se observa o fenômeno da expansão urbana na região do município de Araranguá. Os dados do mapeamento a seguir (figura 12) demonstram a expansão urbana do município de Araranguá; este contava com uma área de ocupação de Tecido Urbano em 1985 de 12,37 km², tendo um aumento para 15,06 km² em 2005, e novo aumento para 19,03 km² em 2019, tendo um aumento total de área de 6,66 km².

Figura 12 - Expansão urbana do município de Araranguá



Fonte: Autores, 2021.

Um terceiro eixo de crescimento urbano está no litoral da bacia, principalmente nas cidades de Balneário Arroio do Silva, Araranguá e Balneário Rincão. A expansão urbana no litoral catarinense é construída de forma histórica, aumentando a concentração populacional nestas áreas nos últimos anos; segundo Reis (2010), uma significativa porção da rede urbana de Santa Catarina se desenvolve junto a faixa litorânea.

O aumento da expansão urbana e da concentração demográfica nas regiões costeiras, segundo Mello *et al.* (2013), intensifica a ocupação de áreas ambientalmente frágeis e de risco; influenciadas pela especulação imobiliária, o Tecido Urbano do litoral cresce de forma desordenada e sem planejamento.

Segundo Manenti (2019) a parte litorânea que engloba o município de Balneário Rincão demonstra tendência de crescimento de seu Tecido Urbano, expandindo-se em direção ao município de Içara e também em torno do complexo lagunar. No trabalho de campo foi possível observar a expansão da ocupação no entorno das lagoas (Figura 13).

Figura 13 - Expansão de Tecido Urbano em torno da Lagoa dos Esteves



Legenda: A, B, C e D- (05/2021, Vila Suíça, Lagoa dos Esteves).

Fonte: Autores, 2021.

Nota-se no mapeamento realizado, que a área de tecido urbano se expandiu no entorno das lagoas, principalmente os condomínios próximos da Lagoa dos esteves; as fotografias obtidas no trabalho de campo demonstraram na composição da paisagem que as áreas de Tecido Urbano vêm se adensando, além da expansão de área observada no mapeamento. Este adensamento tem, entre outras causas, a especulação imobiliária do litoral, que vêm crescendo significativamente, principalmente atrelado a ideia de segunda residência (LANZER; RAMOS; MARCHETT, 2013; ABRAHÃO; TOMAZZONI, 2018).

A ideia da segunda residência se encontra ligada também ao aumento das práticas de turismo no litoral; no caso das lagoas, estas são buscadas principalmente no verão pelos turistas, sejam estes vindos de municípios próximos ou mais distantes. Nascimento (2010 p. 40) comenta que por “encontrarem-se em locais de alto valor imobiliário, as lagoas costeiras brasileiras têm sofrido cada vez mais a pressão das atividades antrópicas, com conseqüente degradação ecológica e paisagística”.

A busca das lagoas para diversas práticas turísticas ou de moradia permanente acarreta um aumento significativo da população residente no entorno destas. Este aumento da ocupação populacional no entorno destas, assim como no litoral da bacia, pode ser visto como um indicador de pressão antrópica sobre estes ecossistemas.

Alguns dos principais problemas causados pelo turismo e ocupação excessiva no entorno de lagoas costeiras, segundo Leal (2002), são edificações nas margens com conseqüente lançamentos de efluentes domésticos, aterro das margens, introdução de espécies exóticas e degradação da vegetação terrestre.

Se nota por meio do trabalho de campo que nas margens das lagoas onde se encontram as residências, principalmente nos locais de condomínios fechados, as áreas de APPs de lagoas, descritas na legislação (30 metros para lagoas consideradas em áreas urbanas), não são respeitadas em diversas partes (BRASIL, 2012).

Lanzer; Ramos; Marchett (2013), ao estudarem impactos ambientais nas lagoas costeiras do litoral norte do Rio Grande do Sul, complementam que a produção e destinação inadequada de resíduos

sólidos e o uso de barcos a motor e *jetskys* nas lagoas também são fatores de impacto ambiental.

Em termos demográficos a concentração populacional está predominantemente concentrada no norte da bacia, com exceção do município de Araranguá, que pode ser considerado parte integrante tanto ao norte quanto ao sul.

Observa-se na tabela 6 o quantitativo populacional dos municípios da bacia e o crescimento populacional desta. Se tem em concordância a expansão do Tecido Urbano observado nos mapas de cobertura e uso da terra. O aumento demográfico é mais acentuado nos municípios de Criciúma, Içara, Forquilha e Araranguá; estes somados tiveram aumento de população no período de 1991 a 2019 de 117.637 habitantes ou 77,6% do total do aumento populacional no período.

Tabela 6 - Quantitativo populacional total na BHRA

Município	População Total 1991	População Total 2000	População Total 2010	População 2019 (Estimada)	Perdas e Ganhos de População 1991 - 2019
Araranguá	44.240	54.706	61.310	67.578	23.338
Balneário Arroio do Silva	4.175	6.043	9.586	12.705	8530
Balneário Rincão	-	-	-	12.570	-
Criciúma	146.320	170.420	192.308	213.023	66703
Ermo	2.058	2.057	2.050	2.066	8
Forquilha	14.059	18.348	21.786	24.169	10110
Içara	38.095	48.634	58.833	55.581	17486
Jacinto Machado	11.514	10.923	10.609	10.457	-1057
Maracajá	4.642	5.541	6.404	7.207	2565
Meleiro	7.333	7.080	7.000	7.028	-305
Morro Grande	3.029	2.917	2.890	2.898	-131
Nova Veneza	9.898	11.511	13.309	14.987	5089
Siderópolis	10.730	12.082	12.998	13.920	3190
Timbé do Sul	5.576	5.323	5.308	5.354	-222
Treviso	2.658	3.144	3.527	3.891	1233
Turvo	10.436	10.887	11.854	12.806	2370
Total	314.763	369.616	419.772	466.240	

Fonte: IBGE (Censos, 1991, 2000, 2010, 2019).

Nota-se que, apesar da crescente expansão urbana e populacional nos municípios destacados acima, há em contraponto outros municípios

da bacia que têm diminuído o seu crescimento populacional, apresentando baixas taxas de crescimento, como é o caso de Jacinto Machado, Meleiro, Morro Grande e Timbé do Sul. Estes compõem o que chamamos aqui de quarto eixo urbano na bacia.

Este fenômeno é explicado por alguns fatores, e entre eles pode-se citar as migrações internas, assim como o êxodo rural brasileiro, iniciado nos anos 1950 e ainda em curso em alguns municípios brasileiros, principalmente os de caráter interioranos (ALVES; SOUZA MARRA, 2011). O êxodo rural é o processo de migração dos habitantes do meio rural para o meio urbano, intensificando a urbanização nas cidades (HEIN, SILVA, 2019).

A modernização agrícola nestes municípios que tem como base uma economia agropastoril é também um fator importante e impulsionador da saída de seus habitantes, principalmente aqueles mais jovens; isto, atrelado às baixas taxas de fecundidade que o Brasil vem demonstrando nos últimos anos, freia o crescimento populacional.

Apesar destes municípios do quarto eixo não apresentarem altas taxas de crescimento (em alguns casos até há diminuição da população no período analisado) nota-se que a expansão do Tecido Urbano destes também ocorreu. Destaca-se também que a população do município de Içara teve diminuição no período de 2010 a 2019 devido ao desmembramento no ano de 2013 do município de Balneário Rincão.

A urbanização na BHRA vai de encontro às transformações econômicas coordenadas pelo estado a partir de 1960; estas deram origem a uma nova dinâmica, em que o espaço urbano atrai e passa a concentrar a maior parte da população (GOULARTI, 2015). Aproveitando os espaços, as cidades evoluíram ao longo do tempo, e sua quantidade elevada de população necessita cada vez mais de recursos para sobrevivência, produção e consumo.

A urbanização em seus diversos níveis gera na bacia graves problemas ambientais, principalmente onde a urbanização foi mais intensa; a produção de resíduos sólidos, esgoto sem tratamento e efluentes industriais, vazamentos e produtos tóxicos elevam ainda mais a taxa de poluição dos cursos da água, ar e solo (TUNDISI, 2009).

Os problemas ambientais derivados da intensa urbanização são diversos, estes podem ser hoje compreendidos como problemas urbanos

socioambientais, uma vez que separar a população residente do ambiente que ocupam é inviável para análise. Segundo Monte-Mór⁷ (1994, *apud* Silva e Travassos, 2008, p. 37) “o principal problema dos núcleos urbanos metropolitanos em países em desenvolvimento se refere aos aspectos de saneamento, cujo caráter incompleto cria sérios problemas ambientais e de saúde”.

A questão do saneamento básico na BHRA é discutida dentro do plano de recursos hídricos da bacia lançado em 2015. Nota-se que, no plano apresentado, os municípios de Içara, Balneário Rincão e Araranguá não possuíam Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), e estes encontravam-se em elaboração. No momento atual (2021) estes municípios já apresentam estes planos, demonstrando um avanço no planejamento. Mas, mesmo todos os municípios da bacia possuindo os PMSB, segundo o relatório apresentado:

a situação do esgotamento sanitário nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá é bastante precária, similar à verificada no restante do Estado e do país, ou seja, com baixo índice de tratamento dos esgotos domésticos. Esse cenário justifica-se pelo fato de apenas o município de Criciúma possuir rede coletora do tipo separador absoluto, mesmo que com atendimento de uma pequena parcela da população, sendo o restante dos municípios da bacia caracterizado, em sua maioria, por soluções individuais através de fossas sépticas (que por não se ter conhecimento da existência de manutenção e limpeza desses tanques, torna esse processo de tratamento menos eficaz) e lançamento de esgoto diretamente na rede pluvial (PRHBRA/2014, p. 91).

Segundo Silva e Travassos (2008) estudos mostram a relação direta entre a falta de infraestrutura de saneamento básico e a piora nos indicadores de saúde, como a mortalidade infantil, e também apontam que a “ausência de abastecimento de água e de coleta de esgotos é uma das principais responsáveis pela proliferação de doenças graves, seja por meio do consumo de água não tratada, ou pelo contato físico com águas poluídas” (SILVA; TRAVASSOS, 2008, p. 38).

Outros problemas urbanos observados na bacia podem ser considerados, como a impermeabilização do solo, principalmente na

⁷ MONTE-MÓR, R. L. de (1994). “Urbanização extensiva e lógicas de povoamento: um olhar Ambiental” in: SANTOS, M. et al., **Território, globalização e fragmentação**. São Paulo, Hucitec.

região de Criciúma, Araranguá e parte litorânea, onde a expansão urbana é mais expressiva.

A cidade de Criciúma, pela falta de planejamento e ocupação irregular dos espaços urbanos, atrelado à ausência de redes de escoamento e a impermeabilização do solo, sofre com inundações todos os anos, em diversos bairros, principalmente na parte central da cidade (Figura 14). Silva e Back (2016) destacam que na cidade de Criciúma são constantes estes fenômenos de alagamentos/enchentes⁸, em vários pontos da cidade, desta forma causando prejuízos ao poder público e às comunidades locais.

Figura 14 - Mosaico de imagens de alagamentos/enchentes na cidade de Criciúma



Legenda: A- (portal 4oito, 2020, rua Princesa Isabel, bairro Centro); B- (portal oito, 2020, rua João Cechinel, bairro Centro); C- (portal NSC total, 2015, Av. Santos Dumont, bairro São Luiz).

Fonte: Autores, 2021.

Estes eventos de alagamentos/enchentes estão associados à chuvas intensas e à deficiência do sistema de drenagem que ocorrem na região; estas são responsáveis por desencadear estes fenômenos hidrológicos (BRASIL, 2007; BACK; SONEGO; PEREIRA, 2019). Porém se observa estragos maiores devido à urbanização excessiva como consequência da

⁸ Alagamentos: define-se como o acúmulo momentâneo de águas em uma dada área decorrente de deficiência do sistema de drenagem (BRASIL, 2007, p. 94). Enchentes: Elevação temporária de nível da água em um canal de drenagem devida ao aumento da vazão ou descarga (BRASIL, 2007, p. 90).

impermeabilização do solo urbano, assim como a baixa eficácia das redes de escoamento pluvial (TUCCI, 2003; TUCCI, 2008). Outro problema a destacar que decorre da urbanização na bacia é a ausência de áreas verdes nas cidades, isto atrelado a impermeabilização do solo tem reflexos diretos no aumento de temperatura e também na agudização dos alagamentos/enchentes, uma vez que áreas verdes e permeáveis favorecem a infiltração e diminuem o escoamento superficial (SILVA; TRAVASSOS, 2008).

As áreas verdes para o meio urbano exercem diversas funções, segundo Loboda; De Angelis (2005), e estas são estéticas, sociais e ambientais. A função estética está pautada na integração dos espaços construídos na cidade, principalmente aqueles destinados à circulação; entre outros pontos destacados pelo autor está a quebra de monotonia das paisagens, consequências da urbanização excessiva (edificações e construções variadas), valorização visual e ornamental dos espaços urbanos.

A função social está relacionada a oferta de espaços para o lazer da população, possui impacto direto na qualidade de vida, uma vez que áreas verdes públicas estão intimamente ligadas ao bem-estar da população residente, influenciando direta e indiretamente na saúde física e mental (LOBODA; DE ANGELIS, 2005, CAMPOS; CASTRO, 2017).

A função ambiental gira em torno da melhoria da regulação climática, redução da poluição atmosférica, atenuação dos níveis de ruídos urbanos, auxiliando na redução da poluição sonora nas cidades, abrigo à biodiversidade (fauna e flora), entre outras.

Conservar as áreas verdes urbanas nos municípios que compõem a BHRA é de extrema importância para a regulação de diversos serviços ecossistêmicos. Observam-se poucas áreas verdes públicas nas cidades dos municípios que fazem parte da bacia, indicando a necessidade da criação de novas e a manutenção das já existentes.

Como utilizamos aqui o recorte da bacia hidrográfica para fins de planejamento e gestão territorial, torna-se importante comentar a pressão exercida sobre os recursos hídricos da região a partir da urbanização das cidades. Segundo Tucci (2012) quando analisamos o espaço geográfico da bacia hidrográfica podemos relacionar a cidade como um dos usuários dos recursos hídricos, retirando água para o

abastecimento e lançando seus afluentes; ainda, segundo o autor, os impactos gerados e exportados pela cidade nos cursos da água são resultado das ações produzidas dentro do meio urbano, sendo levadas para o restante da bacia.

Tucci (2012, p. 8, 9) elenca os principais problemas relacionados ao uso da terra que impactam direto sobre as águas urbanas:

- A expansão irregular sobre as áreas de mananciais de abastecimento humano, comprometendo a sustentabilidade hídrica das cidades.
- A população de baixa renda tende a ocupar as áreas de risco de encostas e de áreas de inundações ribeirinhas, devido à falta de planejamento e fiscalização.
- Aumento da densidade habitacional, com conseqüente aumento da demanda de água e do aumento da carga de poluentes sem tratamento de esgoto, lançados nos rios próximos às cidades.
- O planejamento urbano tem levado a uma excessiva impermeabilização das áreas públicas; canalização dos rios urbanos que, posteriormente, são ainda cobertos por concretos e avenidas, produzindo inundações em diferentes locais da drenagem.
- Contaminação dos mananciais superficiais e subterrâneos com os efluentes urbanos, como, por exemplo, o esgoto sanitário, pluvial (a contaminação pluvial ocorre pela contaminação da água de chuva por partículas no ar e no solo que o escoamento absorve no seu caminho até o rio) e os resíduos sólidos.
- Disposição inadequada dos esgotos sanitários, pluviais e resíduos sólidos nas cidades.
- Inundações nas áreas urbanas devido à impermeabilização das superfícies urbanas e canalização do escoamento pluvial.
- Erosão e sedimentação gerando áreas degradadas.
- Ocupação de áreas ribeirinhas, com risco de inundações e de áreas de grandes inclinações, como, por exemplo, morros urbanos, sujeitos a deslizamento após período chuvoso.

Para Tucci (2008) a tendência da gestão dos recursos hídricos tem sido realizada tendo como recorte geográfico a bacia hidrográfica, porém a gestão do planejamento urbano (do uso da terra no meio urbano) tem sido realizado pelos municípios ou grupo de municípios (associações municipais).

Dessa forma temos aqui planejamentos opostos; e apesar de contidos nos planos de bacia, os municípios criam planos municipais (planos diretores, planos de saneamentos básico) que não consideram a totalidade da bacia em que estão inseridos, muito menos os recursos hídricos como um todo. Para o autor citado a gestão do ambiente das

idades deve tratar de ações que atendam os condicionantes externos à cidade, previstos no plano de bacia, ou seja, deve partir de dentro das cidades ações afirmativas para conter e reverter os impactos gerados pelo ambiente urbano nos recursos hídricos.

Sem a gestão compartilhada e unificada dos recursos hídricos pelos municípios inseridos nas diversas bacias hidrográficas dificilmente teremos uma melhora no cenário de degradação dos recursos hídricos.

Classe Áreas Agrícolas (tipo solo exposto)

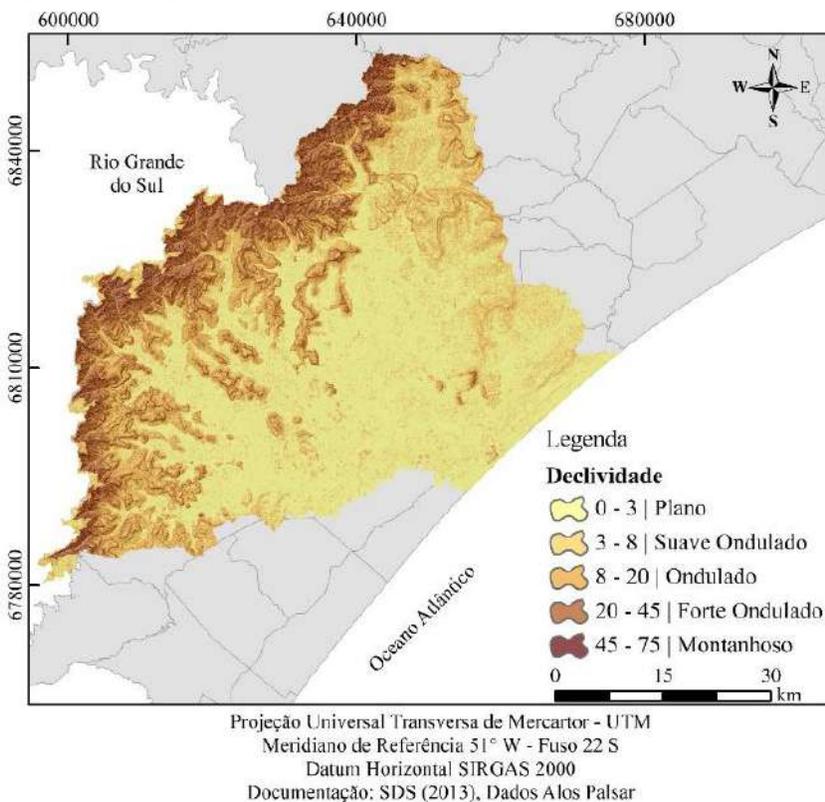
Outra atividade que exerce pressão sobre os recursos hídricos da bacia é a atividade agrícola, e esta é a segunda classe analisada, sendo denominada de “Áreas Agrícolas (tipo solo exposto)”, esta classe engloba as áreas de cultivos anuais de terreno seco e/ou irrigado.

Estas áreas são evidentes na paisagem, sendo representadas por formas regulares bem definidas presente em quase toda extensão territorial da bacia. Encontra-se de forma descontínua pelo território, tendo porções desde a escarpa da Serra até o litoral. Nesta classe também se englobam as áreas de solo exposto que não necessariamente tenham algum tipo de cultivo, mas que apresentam resposta espectral parecida.

Esta classe representava para a bacia em 1985 uma área de ocupação de 375,33 km² expandindo-se para 897,16 km² em 2005 e quase mantendo sua área para 2019, apresentando área de 897,30 km² ocupando 29,22% do território da bacia, demonstrando um ganho de área de 521,83 km² entre 1985 e 2019.

A principal classe que sofreu conversão para Áreas Agrícolas foi a classe de pastagem e vegetação rasteira, principalmente aquelas que se encontravam em áreas com relevo plano e suave ondulado (Figura 15).

Figura 15 – Representação das classes de declividade da BHRA



Fonte: Autores, 2021.

O ITA para esta classe foi classificado como “degradado” (6,11), e isto está atrelado à expansão das Áreas Agrícolas na bacia, em especial ao cultivo do arroz irrigado após os anos 1980.

Esta cultura tem destaque mundial, apresentando-se como o segundo cereal com maior produção no mundo (SOSBAI, 2018). O Brasil é o nono maior produtor mundial de arroz, com produção estimada em 12 milhões de toneladas na safra 2016/2017; do quantitativo produzido, 80% encontram-se nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (PADRÃO; WANDER, 2017; SOSBAI, 2018).

Habitualmente o arroz é cultivado no Brasil em duas formas, o cultivo de sequeiro, e o mais utilizado atualmente na área da BHRA, o arroz irrigado. “Essas modalidades se distinguem não apenas com relação

ao uso de água, mas também em relação aos cultivares, técnicas de plantio e manejo e resultam em produtividade e rentabilidade distintas” (BACK, 2015 p. 73).

O sistema de cultivo irrigado ou de várzeas caracteriza-se por ter suas áreas de cultivo próximas a recursos hídricos, geralmente em planícies fluviais, que fazem parte da zona de sedimentação nas bacias hidrográficas. O modo de semeadura utilizado é o pré-germinado, no qual a semeadura é efetuada em lâmina da água, e esse tipo de plantação encontra em áreas suscetíveis à inundação, local próprio para o cultivo por sua exigência de lâmina da água durante a produção (EMBRAPA, 1981; SILVA; 2015; COLOMBO, 2017).

Back, Deschamps e Santos (2016) comentam que, apesar desse sistema oferecer vantagens, ele apresenta um maior período de irrigação contínua, desta forma apresentando desvantagem em relação ao maior consumo de água, e a probabilidade da contaminação dos recursos hídricos.

As áreas de várzeas caracterizam-se por áreas baixas de solos hidromórficos e/ou aluviais, geralmente, à margem dos cursos d'água, terrenos planos com solos ricos em matéria orgânica, temporariamente inundados ou não, de fácil irrigação. Em geral, constituem um lençol freático elevado, e umidade excessiva necessitando de uma drenagem adequada e posterior sistematização para permitir um aproveitamento agropecuário racional (BRASIL, 1982; PRESA, 2011b; ROVANI, 2019).

O cultivo em várzeas é predominante no sul de Santa Catarina, especialmente na área da BHRA por apresentar planícies de inundação favoráveis ao estabelecimento dessa cultura. O grande cultivo de arroz irrigado nesta porção do território catarinense também se deve às políticas públicas implementadas nos anos 1980 com o objetivo de melhor aproveitamento das áreas de várzea nos estados brasileiros.

Outro fator importante é o estabelecimento de empresas pesquisadoras no estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, respectivamente o IRGA (Instituto Rio Grandense do Arroz) e a EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina). Estes auxiliam os produtores rurais e fomentam a pesquisa e desenvolvimento agrícola nos municípios (COLOMBO, 2017).

Os avanços tecnológicos, principalmente a partir dos anos 1970, auxiliaram na evolução de área plantada e na produtividade das áreas de arroz irrigado. O poder público, com intuito de viabilizar o uso das áreas de várzea nos estados brasileiros, criou o Programa Nacional de Aproveitamento Racional das Várzeas Irrigáveis (PROVÁRZEAS), que teve início em 1978, pelo governo João Baptista Figueiredo e oficializado em junho de 1981 por meio do Decreto n. 86.146 (BRASIL, 1981).

Esta política pública implementada tinha por objetivos a utilização econômica das várzeas em todos os estados brasileiros por meio do saneamento agrícola, drenagem e irrigação. Também tinha por objetivo propor a maior produtividade agrícola dando continuidade ao processo de modernização no campo; esse processo caminha concordantemente com a chamada revolução verde em diversos lugares do planeta, e a modernização no campo acentua-se de forma vertiginosa (PRESA, 2009; PRESA, 2011b; CARVALHO; OLIVEIRA; CRUZ, 2019).

As mudanças e o crescimento da produção a partir do programa tiveram relação direta também com as práticas de financiamento para os produtores rurais; o estado atuou por meio do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) que proporcionou a implantação do sistema pré-germinado na bacia, tendo como financiadores o Banco do Brasil e também o BESC (Banco do Estado de Santa Catarina), hoje extinto. A oferta de crédito facilitado subsidiava todas as fases de produção (COMASSETTO, 2009; RAMOS, 2011).

Em 1980, a área cultivada com arroz nos municípios da bacia era de 26.105 ha, e nos anos 2000 a área de cultivo já havia aumentado para 42.700 ha (GAIDZINSKI; FURTADO, 2005). Na safra 2011/2012 as áreas plantadas chegaram a aproximadamente 51.000 ha, e atualmente (safra 2018/2019) os municípios da BHRA utilizam em conjunto 61.945 ha (Tabela 7) (CEPA/EPAGRI, 2019). Na figura 17 pode-se observar as áreas plantadas na bacia, segundo mapeamento feito pela EPAGRI/CIRAM utilizando imagens do satélite Sentinel 2.

Três municípios da bacia (Bal. Arroio do Silva, Bal. Rincão e Treviso) não apresentam produção de arroz segundo dados do infoagro/EPAGRI. Os municípios com destaque na produção são Turvo, Meleiro e Forquilha, estes três municípios são responsáveis por 49,5% da produção dentro BHRA na safra 2018/2019.

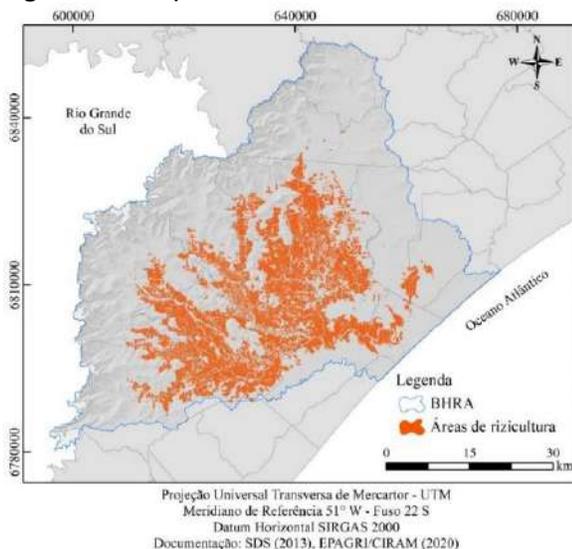
Tabela 7 - Produção Municipal de Arroz na BHRA Safra 2018/2019

Município	Área plantada (ha)	Quantidade atual de produção (t)	Rendimentos médio (Kg/ha)
Araranguá	4500	34942	7385
Criciúma	230	1460	6349
Ermo	3100	23458	7567
Forquilha	9900	73.319	7406
Içara	2350	11853	5044
Jacinto Machado	7200	50270	6982
Maracajá	1500	11264	7509
Meleiro	9530	73791	7743
Morro Grande	3160	22727	7192
Nova Veneza	7800	57884	7421
Siderópolis	75	518	6908
Timbé do Sul	2100	16733	7968
Turvo	10500	79275	7550
Treviso	NF	NF	NF
Balneário Arroio do Silva	NF	NF	NF
Balneário Rincão	NF	NF	NF
Total	61945	457494	93024

Legenda: NF = não informado

Fonte: INFOAGRO/EPAGRI (2019)

Figura 17 - Mapeamento de áreas de rizicultura na BHRA



Fonte: EPAGRI/CIRAM, 2020.

A produção de arroz no estado de Santa Catarina tem relevância principalmente do ponto de vista de diversificação econômica, sendo o oitavo produto em importância econômica, apresentando valor bruto de produção (VBP) para o ano de 2017 de R\$ 1,06 bilhões, representando 3,6% do VBP dos principais produtos agrícolas do estado (SOSBAI, 2019).

Pode ser observado na figura 18 as fotografias obtidas por meio do trabalho de campo, onde pode-se notar, assim como no mapeamento de cobertura e uso da terra para esta classe, que as áreas destinadas ao cultivo do arroz irrigado são extensivas. No período em que foi realizado o trabalho de campo, estas áreas se encontravam em pousio, e observou-se que já havia trabalho de manejo destas para receber a próxima safra.

Figura 18 - Áreas de rizicultura nos municípios da BHRA



Legenda: A- 05/2021 (área de rizicultura no município de Ermo); B- 05/2021 (área de rizicultura no município de Meleiro); C- 05/2021 (área de rizicultura no município de Araranguá); D- 05/2021 (área de rizicultura e outras culturas temporárias no município de Nova Veneza).

Fonte: Autores, 2021.

Foi também observado que estas áreas, uma vez que se encontram em épocas de pousio, apresentam características de solos expostos

(imagem B e D), ou ainda resquícios da colheita passada, apresentando tons esverdeados.

A produção de arroz para o estado, e principalmente para o sul catarinense como maior produtor, é importante. Entretanto para aplicar a extensa produção que se encontra hoje na BHRA foi necessário a transformação das áreas de várzea em espaços sistematizados e adequados para o recebimento de lâmina da água e desenvolvimento do cultivar.

A produção agrícola na bacia exerce sobre os recursos hídricos pressão no que diz respeito à utilização de agrotóxicos na produção do cultivo do arroz irrigado, e esta tem apresentado aumento ao longo das últimas três décadas, acompanhando a expansão da área plantada e nos sistemas de plantio. O uso de agrotóxicos adotado na bacia traz a preocupação com a contaminação dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos (BACK; DESCHAMPS; SANTOS, 2016).

O trabalho de Back, Deschamps e Santos (2016) investigou a ocorrência de agrotóxicos em águas usadas para irrigação de arroz no sul de Santa Catarina, analisando o caso da ADISI (Associação de Irrigação e Drenagem Santo Isidoro) localizada nos municípios de Nova Veneza e Forquilha, estes integrantes da BHRA.

O trabalho acompanhou três ciclos de cultivo, coletou amostras que analisadas constataram a presença de diversos tipos de agrotóxicos, desta forma concluindo que os mesmos, utilizados nas lavouras de arroz irrigado, contaminam os recursos hídricos a jusante. “Constituindo-se em atividade de alto potencial poluidor, pois a irrigação aumenta a possibilidade de transporte de agrotóxicos, via água da chuva e drenagem para mananciais hídricos e via lixiviação para os aquíferos” (BACK; DESCHAMPS; SANTOS, 2016, p. 49).

Há na bacia extensas áreas agrícolas, principalmente destinadas ao cultivo do arroz irrigado. Sendo assim, para que estas áreas pudessem se expandir, outras classes foram suprimidas, e a classe que mais apresentou perda de área em relação às áreas agrícolas foi a classe pastagens e vegetação rasteira, analisada a seguir.

Classe Pastagens e Vegetação Rasteira

Esta classe evidencia-se na paisagem de forma descontínua por todo o território, caracterizando-se por áreas de campo aberto.

Esta classe apresenta área de 1115,91 km² em 1985, tendo supressão significativa em 2005 para 670,25 km² e seguiu a tendência para 2019 chegando a 583,62 km². A classe foi classificada segundo os avaliadores com ITA de 4,67 (degradação regular). A área de ocupação desta classe foi a que apresentou maior supressão no período analisado, tendo perda total de 532,29 km².

É necessário se apontar aqui duas diferenciações para esta classe de cobertura e uso mapeada para dentro da bacia; primeiramente estas são áreas provenientes da conversão (desmatamento) do bioma original (mata atlântica) para áreas convencionalmente chamadas de pastagens ou vegetação rasteira (KREBS, 2004; CARDOSO, 2016). Sendo assim, o segundo apontamento diz respeito a esta conversão, tornando estas em áreas de pastagens antropizadas, diferentemente das áreas de pastagens naturais dos campos de cima da serra que se encontram também no bioma mata atlântica (BUFFON; PRINTES; ANDRADES-FILHO, 2018).

Segundo Santos *et al.* (2020), as áreas de pastagens no Brasil apresentam aumento nas últimas décadas; conseqüentemente as áreas destinadas à agricultura cresceram concomitantemente, tomando o lugar das áreas de pastagem, fato este que se apresenta na dinâmica da paisagem na bacia, em que se dá de forma histórica primeiramente a conversão de área de floresta em pastagens, e posteriormente a conversão de áreas de pastagens artificiais em campos agrícolas. Esta classe de cobertura e uso foi a que apresentou maior supressão no período analisado em detrimento do crescimento das Áreas Agrícolas (tipo solo exposto).

Segundo Hadley (1993, *apud* Sbrissia e Silva, 2001, p. 3) as pastagens formam parte de um ecossistema “bastante complexo e dinâmico que pode ser definido como aquele onde a vegetação dominante é composta por espécies herbáceas nativas ou exóticas”. Estas áreas de pastagens recebem diversos usos no Brasil e conseqüentemente diferentes pressões exercidas sobre este espaço.

Segundo Sbrissia e Silva (2001) a presença animal é um dos principais fatores degradantes deste espaço; o avanço da agropecuária e de áreas agrícolas sobre as áreas de pastagens e vegetação rasteira tem representado a principal causa de supressão nas áreas de pastagens. No caso da BHRA, a agropecuária não é tão representativa quanto a agricultura no avanço sobre estas áreas. Foi observado no trabalho de campo que estas áreas se encontram espaçadas pelo território, contrastando com os outros usos identificados na bacia. A figura 19 registra os contrastes na paisagem.

Figura 19 - Áreas classe pastagem e vegetação rasteira em municípios da BHRA



Legenda: A- 05/2021 (município de Nova Veneza); B- 05/2021 (município de Criciúma); C- 05/2021 (município de Balneário Rincão); D- 05/2021 (município de Araranguá).
Fonte: Autores, 2021.

Na figura 19A observa-se o contraste entre as áreas da classe pastagem e vegetação rasteira com as áreas da classe áreas agrícolas (tipo solo exposto) a presença da rizicultura e a classe vegetação arbórea arbustiva. Esta configuração é a que se encontra na maior parte do

território da bacia, uma vez que a classe de pastagem e vegetação rasteira foi a que mais sofreu perdas. Outros contrastes podem ser observados nas demais imagens, como o contraste entre a classe pastagem e vegetação rasteira e área de depósito de rejeito de mineração, áreas urbanas e dunas.

Segundo Dias-Filho e Ferreira (2013); Andrade *et al.* (2017), as áreas de pastagens quando comparadas a áreas de solos expostos ou outras modalidades de cultivo, se manejadas de forma correta, podem ser benéficas para o meio ambiente, uma vez que além de produzir alimentos auxiliam no armazenamento de carbono atmosférico (sequestro de carbono), mitigando os gases do efeito estufa, além de ciclar nutrientes, controlar a erosão do solo, filtrar poluentes, dentre outras.

Para Dias-Filho e Ferreira (2013, p. 93) estes ecossistemas de pastagens podem trazer também efeitos indesejáveis ao meio ambiente. Os autores pontuam que “a expansão das pastagens sobre áreas de vegetação natural (cerrado, florestas) resulta na perda de habitat e ameaça a diversidade biológica.”

Porém é importante ressaltar que a qualidade das pastagens presentes na bacia deve ser estudada, uma vez que este estudo se limita a mapear e quantificar estas áreas ao longo do período de estudo.

Classe Vegetação Arbórea/Arbustiva

A quarta classe a ser analisada foi denominada de “Vegetação Arbórea/Arbustiva”, e esta apresenta-se de forma contínua nas escarpas da Serra Geral, onde é predominante e em manchas mais espaçadas distribuídos pela bacia em áreas mais íngremes.

É importante destacar que esta classe de cobertura e uso engloba as formações florestais em processo de sucessão (florestas secundárias) assim como as áreas de plantio comercial (pinus e eucalipto, entre outras espécies), e isto se dá em virtude da limitação da resolução espacial e radiométrica das imagens utilizadas no processamento digital de imagens. (DIAS, 2018).

Esta classe apresentou área de 1212,14 km² em 1985, tendo diminuição de área no ano de 2005 para 1154,10 km² e aumento de área

atual para 1221,24 km². O ITA para esta classe foi classificado como “Pouco degradado” (1,22), e isso se dá, entre outros fatores, em função desta classe ter apresentado regeneração no período de estudo. Na figura 25 a seguir pode ser observado as áreas para esta classe.

A cobertura vegetal original da BHRA é o bioma mata atlântica; este bioma por ter sua localização predominantemente litorânea, sofreu forte pressão antrópica desde a colonização, passando pelos ciclos econômicos, desde a extração do Pau-Brasil até os dias de hoje com a expansão agropecuária e da silvicultura; a primeira atividade favorece a fragmentação das florestas nativas, a segunda proporciona a inserção de espécies exóticas (MENDES, 2004; ELIAS, 2013; JUST *et al.*, 2015). Ainda segundo Krebs (2004):

Os primeiros colonizadores europeus aqui chegados iniciaram a derrubada desta floresta para implantarem suas casas e benfeitorias e para estabelecerem áreas de cultivo para subsistência e para a criação de gado. Em consequência disso, o desmatamento foi-se acelerando. Abriram-se estradas, novas áreas agropecuárias, e passou-se a utilizar progressivamente maiores quantidades de lenha com fins energéticos nas estufas de fumo, olarias, cerâmicas e outras 54 indústrias. As espécies de valor comercial tais como canela, louro, cedro, ipê e itaúba passaram a ser exploradas intensamente, de forma seletiva, para atender às demandas dos setores da construção civil, mobiliário, entre outros. Nas áreas mais planas, onde as árvores mais frequentes eram baguaçu, peroba, ipê-amarelo, figueira, sobragi, palmitreiro, bacopari, entre outras, ocorreu o desmatamento para a implantação de áreas de cultivo de arroz em rotação com a pecuária (KREBS, 2004, p. 53, 54).

Segundo Guislon *et al.* (2017, p. 49), a forma de colonização no estado de Santa Catarina se deu por meio da “intensa exploração madeireira e desflorestamento para agricultura, e afetou a biodiversidade natural das florestas”. Ainda segundo os autores, as maiores áreas conservadas estão em locais de topografia íngreme com destaque para a Serra Geral.

Esta afirmação vem de encontro aos resultados obtidos no mapeamento, uma vez que se observa que as maiores áreas de vegetação estão concentradas nas encostas da Serra Geral, e em áreas mais íngremes no restante da bacia.

As principais formações vegetais identificadas na BHRA segundo Klein (1978) são Floresta Nebular, Floresta Ambrófila Densa (subdividida em subformações: aluvial, terras baixas, submontana e montana) e

Vegetação Litorânea (restingas). Na figura 20 pode ser visualizado as formações fitoecológicas da bacia, e estas compreendem a ocupação original do bioma neste território.

Dentre as formações identificadas na bacia, a floresta nebulosa caracteriza-se como a área que compreende as escarpas da Serra Geral na parte mais alta do relevo; esta também é uma porção da Floresta Ombrófila Densa, porém é denominada de Floresta Nebulosa em “virtude das características ecológicas da área que permitiram o isolamento de muitas espécies, resultando em um número elevado de espécies endêmicas” (GONÇALVES *et al.*, 2017 p. 6386).

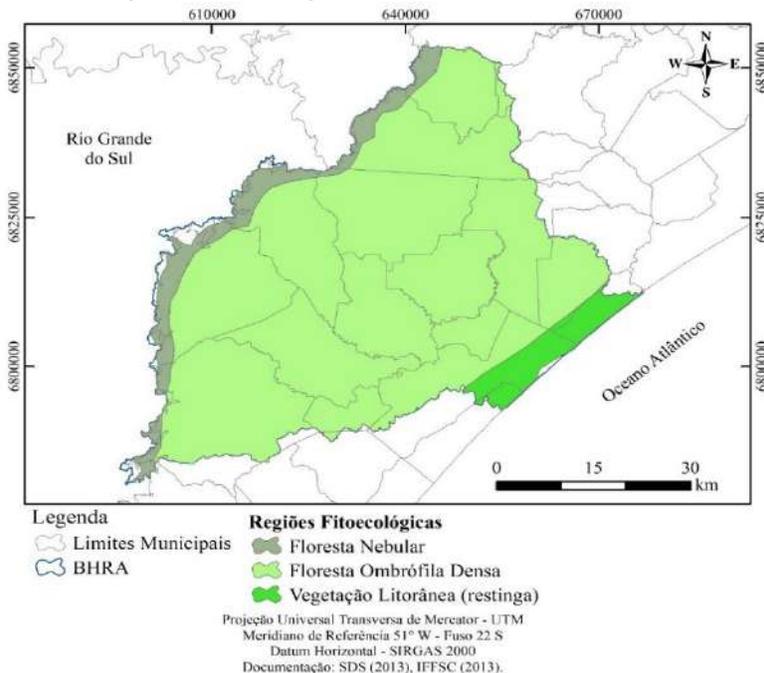
A Floresta Ombrófila Densa ocupa a maior parte da bacia, caracterizada como um tipo de vegetação com mata perenifolia (ou sempre verde), possuindo densa vegetação arbustiva (IBGE, 2012).

Segundo Elias (2013, p. 18) entre as diversas “tipologias florestais do estado, a Floresta Ombrófila Densa foi considerada como a mais complexa e heterogênea da região sul do país, constatado pelas inúmeras comunidades e associações encontradas unicamente nessa tipologia”.

A vegetação litorânea (restingas) encontra-se nas áreas próximas do litoral e sofre influência direta do oceano. Estes ecossistemas são constituídos de formações pioneiras de influência marinha. As áreas de restinga ocupam grandes extensões litorâneas, são associadas às dunas e planícies costeiras; esta começa “junto à praia, com gramíneas e vegetação rasteira, e torna-se gradativamente mais variada e desenvolvida, à medida que avança para o interior, podendo também apresentar brejos com densa vegetação aquática” (ELIAS *et al.*, 2016, p. 26).

Dentre as pressões exercidas sobre estes ecossistemas litorâneos e interioranos do bioma mata atlântica, pode-se elencar aqui alguns tópicos, como o avanço da urbanização em direção ao litoral, e as áreas de expansão agrícola em direção ao continente. É necessário resguardar as porções de mata atlântica ainda existentes, pois segundo Just *et al.* (2015); Elias, Santos e Citadini-Zanette (2017) este bioma abriga uma parcela significativa da biodiversidade no Brasil e apresenta altos níveis de riqueza e endemismo, porém seu histórico de degradação acabou fragmentando significativas porções deste bioma, levando à diminuição de populações de muitas espécies.

Figura 20 - Regiões Fitoecológicas da BHRA



Fonte: Autores, 2021.

Elias (2013, p. 18) afirma que “a diminuição desta importante reserva de biodiversidade pode incluir perdas no que diz respeito ao funcionamento dos ecossistemas, variabilidade genética, espécies e processos biológicos e evolutivos”. O trabalho de Just *et al.* (2015), realizado dentro da reserva biológica do Aguai que é parte do território da BHRA, relata que, embora nenhuma extinção local tenha sido registrada na literatura, em sua pesquisa não foram registradas algumas espécies típicas da Mata Atlântica, que possuem ocorrência na área de estudo, demonstrando preocupação com a diminuição da biodiversidade local.

Para Guislon (2017), uma forma de preservar estas áreas remanescentes e manter a biodiversidade é a criação de áreas protegidas, prática que vem sendo adotada mundialmente. Dentro da BHRA encontram-se hoje 22 unidades de conservação⁹, e as tipificações

⁹ Até o ano de realização desta pesquisa se encontravam 23 áreas protegidas na bacia, porém a partir de 2021 o município de Criciúma solicitou a revogação da Lei Municipal

segundo o sistema brasileiro de unidades de conservação podem ser vistas no quadro 5.

Quadro 5 - Unidades de Conservação com território total ou parcial dentro da BHRA

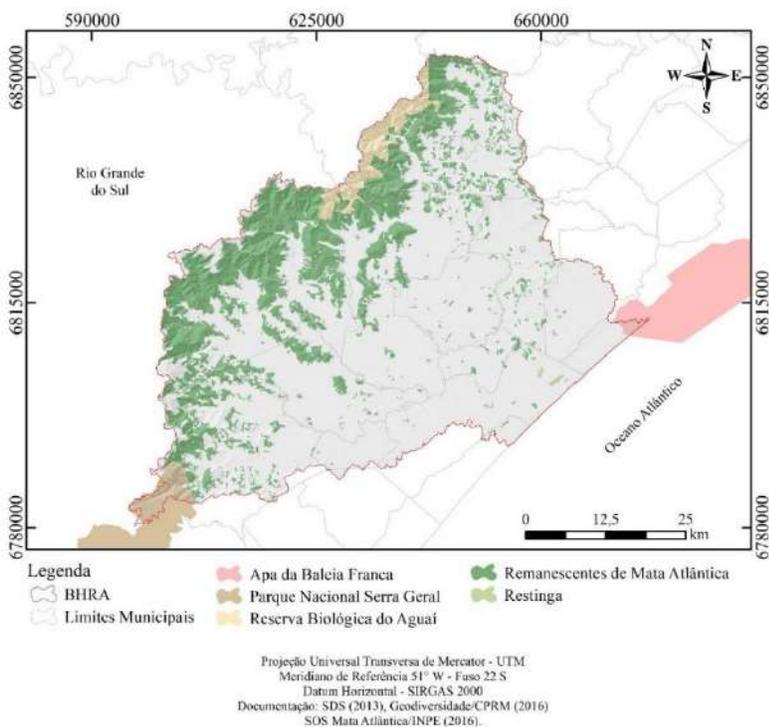
Área de preservação ambiental (APA)	Município
APA da Baleia Franca	Balneário Rincão
APA Lagoa do Verdinho	Criciúma
APA Morro Albino e Morro Estevão	Criciúma
APA Nascente da Localidade Morro da Cruz	Criciúma
APA Nascente da Localidade do Colonial	Criciúma
APA Nascente da Localidade Poço 1	Criciúma
APA Sub-bacia do Rio Ferrera	Treviso
APA Manancial do Rio Fiurita	Siderópolis
APA Rio da Serra, Rio São Bento, Rio Serrinha e Costão da Serra	Siderópolis
APA Rio dos Porcos	Criciúma
APA Manancial do Rio Kuntz	Siderópolis
APA Rio Sangão, Rio Santana e Rio Albina	Siderópolis
APA da Localidade do Espigão da Pedra	Araranguá
APA Morro Cechinel	Criciúma
APA da Costa de Araranguá	Araranguá
Reserva Extrativista (RESEX)	
Reserva Extrativista do Rio Araranguá	Araranguá
Reserva Biológica (REBIO)	
Reserva Biológica do Aguai	Treviso, Siderópolis, nova Veneza, Morro Grande
Parque Nacional (PARNA)	
Serra Geral	Jacinto Machado
Monumento Natural (MONA)	
Monumento Natural Morro dos Conventos	Araranguá
Parque Municipal	
Parque Ecológico José Milanese	Criciúma
Parque Ecológico Maracajá	Maracajá
Parque Ecológico São Francisco de Assis	Forquilha

Fonte: ADAMI; CUNHA, 2014.

n.º5.207, de 2008 que instituía o Parque Municipal Morro do Céu. A extinção do parque acabou sendo aprovada no dia 15 de fevereiro de 2021.

Observa-se que apesar do grande número de áreas protegidas na bacia, estas não são representativas em abrangência, restringindo-se ao norte à reserva do Aguai, e ao sul com a parque nacional Serra Geral, deixando boa parte dos remanescentes de Mata Atlântica ainda existentes na bacia (principalmente aqueles que fazem parte da encosta da serra) de fora de alguma área de proteção. Se tem na figura 21 um mapa demonstrativo das principais unidades de conservação da bacia, sobrepostas às áreas de remanescentes de Mata Atlântica.

Figura 21 - Unidades de Conservação e Remanescentes de Mata Atlântica da BHRA



Fonte: Autores, 2021.

É recomendável a criação, regulamentação e manutenção de áreas protegidas para estes remanescentes; como já afirmado anteriormente, este bioma, apesar de diversas alterações em sua paisagem original na área de estudo, é uma reserva de biodiversidade, sendo considerada

como área prioritária para a conservação (MYERS *et al.*, 2000; JUST *et al.*, 2015; ELIAS *et al.*, 2016;).

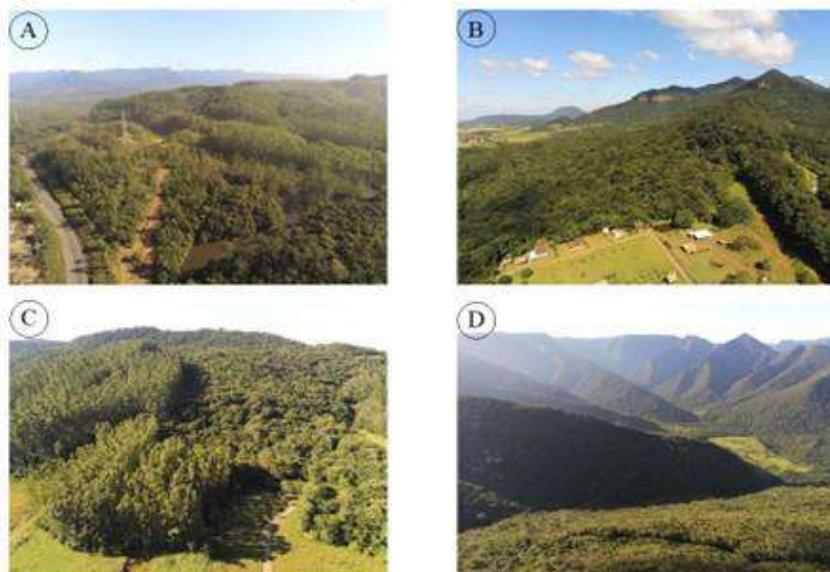
É visto que a classe em questão demonstrou regeneração no período de estudo, porém é importante ressaltar que a qualidade destas vegetações deve ser ainda estudada, assim como o monitoramento destas deve ser abrangente e periódico. Os estudos apresentados por Rosa *et al.* (2021, p. 1) para a Mata Atlântica no Brasil afirmam que:

O monitoramento abrangente da restauração florestal deve mapear e rastrear simultaneamente a perda e o ganho de floresta, distinguir as coberturas de árvores nativas e exóticas e considerar a idade das florestas nativas, pois esses fatores são determinantes importantes da recuperação da biodiversidade e do fornecimento de serviços ecossistêmicos pelas florestas tropicais restauradas.

A questão de estudo e monitoramento da qualidade das áreas de vegetação torna-se importante, uma vez que após os anos 1980, segundo Marcondes (2016), houve grande expansão na área de silvicultura, principalmente com *Pinus* spp. Este ocupou áreas de pastagens naturais, e posteriormente houve expansão também de *Eucalyptus* spp. em áreas de pastagens. Se observa na figura 22 áreas de mata atlântica e a inserção da silvicultura.

Foi observado na pesquisa de campo que esta regeneração que se apresentou no mapeamento de cobertura e uso da terra para esta classe, no entorno de muitas áreas de vegetação arbórea/arbustiva, se deu por meio de reflorestamentos. Nas imagens acima, a inserção deste tipo vegetação é evidente na paisagem, uma vez que se contrasta com a vegetação original do bioma Mata Atlântica. Ressalta-se novamente a importância do monitoramento atual com imagens com resolução adequada, para a diferenciação destas áreas de silviculturas inseridas na bacia.

Figura 22 - Áreas da classe vegetação arbórea/arbustiva na BHRA



Legenda: A- 05/2021 (município de Siderópolis); B- 05/2021 (município de Nova Veneza); C- 05/2021 (município de Turvo); D- 2021 (município de Timbé do Sul).

Fonte: Autores, 2021.

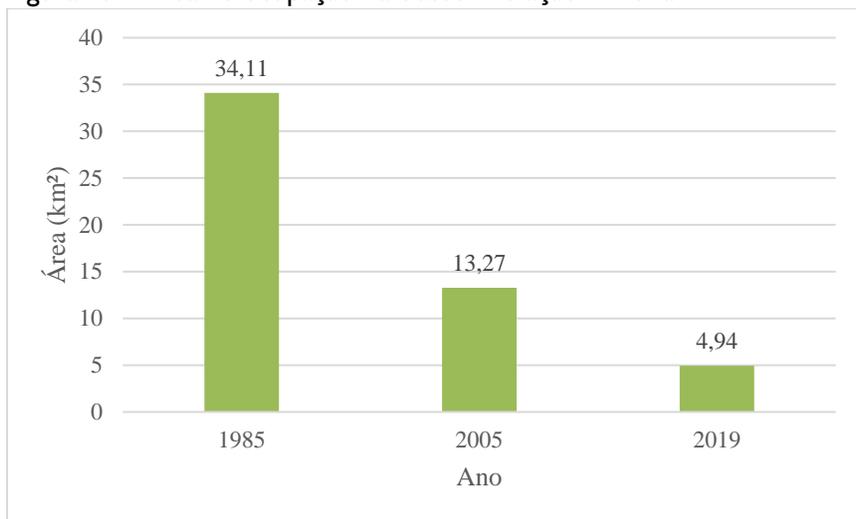
Classe áreas de Extração Mineira

É reconhecido, historicamente, também a supressão da classe vegetação arbórea/arbustiva para a quinta classe a ser analisada, esta denominada de “áreas de extração mineira”. Esta classe se engloba no contexto da paisagem como áreas de extração mineira para carvão mineral a céu aberto; existem também outros tipos de mineração na área de estudo, como argila, seixos, areia, basalto, entre outros. Porém o mais significativo em impacto ambiental e consequências residuais na paisagem é a extração de carvão mineral. A não distinção dos diferentes tipos de mineração se dá devido a resolução espectral das imagens limitar a análise/distinção destas, assim como na análise da classe vegetação arbórea/arbustiva.

Esta classe apresentava área de 34,11 km² em 1985; em 2005 houve diminuição das áreas mapeadas para 13,27 km², e seguindo a tendência de diminuição em 2019 apresenta área de 4,94 km². Esta classe recebeu

o maior valor ITA entre as classes analisadas, sendo 8,67 (muito degradada). Isso se dá, em função da mineração ser um agente transformador e detrator do espaço geográfico, impactando negativamente no ambiente. Se observa na figura 23, a seguir, as áreas para esta classe.

Figura 23 - Área de ocupação da classe Extração Mineira



Fonte: Autores, 2021.

A BHRA está inserida dentro de uma zona de destaque comercial, a zona carbonífera de Santa Catarina. Em Santa Catarina, a extração de carvão mineral remonta ao fim do século XIX com as primeiras lavras de mineração na região do município de Lauro Muller.

Desde a década de 1940, com a criação da CSN (Companhia Siderúrgica Nacional), a estatal passa a ser responsável pela expansão da produção de carvão na região, partindo das políticas nacionais de incentivo para o consumo do carvão mineral nacional para suprir as demandas das empresas siderúrgicas e geração de energia termoelétrica. Desta forma, a expansão da produção foi incentivada pela eclosão da segunda Guerra Mundial em continente Europeu a partir de 1939 (MENEZES; LATTUADA; PAVEI, 2009).

A exploração de carvão atrai um contingente populacional para a região, acelerando assim a urbanização (desordenada e sem planejamento); diversos municípios da região se desenvolveram em função das atividades mineradoras e mantiveram sua economia voltada a este seguimento (LOPES; SANTO; GALATTO, 2009).

No fim dos anos 1970, com a crise gerada pelos preços do petróleo, novamente o setor carbonífero ganhou incentivos financeiros para ampliação do setor por meio do programa de mobilização Energética (PME). Em meados dos anos 1980, a falta de políticas definidas para o setor acarretou a diminuição da produção do carvão na bacia carbonífera. As atividades ligadas à mineração do carvão são citadas como as principais responsáveis pela degradação do meio ambiente, com destaque particular pela contaminação dos recursos hídricos na região sul de Santa Catarina (ALEXANDRE, 2000).

A extração a céu aberto era realizada onde a camada de carvão era encontrada em baixas profundidades, esse tipo de extração era realizado por meio de escavadeiras de grande porte do tipo *dragline*, como a famosa Marion (Figura 24). Esta foi responsável durante 28 anos pela extração no município de Siderópolis, ou ainda em outros municípios como Lauro Muller e Urussanga; a extração era feita por meio de tratores e escavadeiras convencionais (MENEZES; WATERKEMPER, 2009).

Figura 24 - Escavadeira Marion



Fonte: <https://radiosidera.wordpress.com/2009/11/14/olhe-a-marion-em-acao/> (2021).

Este tipo de extração provocou modificações significativas nas paisagens destes municípios e no seu espaço geográfico, e as consequências geradas por esse tipo de lavra foram enormes pilhas de rochas estéreis misturadas com rejeitos. Pode ser observado na figura 25, a inserção da mineração e seus rejeitos na paisagem da bacia.

Figura 25 - Áreas de mineração e depósitos de rejeitos



Legenda: A- 05/2021 (área de extração mineira/depósito de rejeitos no município de Criciúma/Sangão); B- 05/2021, (área de extração mineira/Basalto no município de Maracajá); C- 05/2021 (área de extração mineira/Carvão no município de Siderópolis); D- 05/2021 (área de extração mineira/depósito de rejeitos de carvão no município de Treviso).

Fonte: Autores, 2021.

Foi possível observar que estas áreas de mineração e rejeitos estão próximas a áreas de Tecido Urbano (figura 26), e o mapeamento de cobertura e uso da terra para esta classe revelou que muitas áreas antes ocupadas por depósitos de rejeitos se converteram em áreas de Tecido Urbano. É possível verificar, na paisagem da fotografia a seguir, que estas áreas de Tecido Urbano estão se expandindo em direção às áreas de depósitos de rejeitos, mesmo que algumas destas áreas se encontrem em

processo de recuperação ambiental por meio dos PRAD's (Plano de Recuperação de Áreas Degradadas) instaurados.

Figura 26 - Áreas de conflito entre Tecido Urbano e área de depósitos de rejeitos



Fonte: Autores, 2021.

Outro problema elencado por meio da atividade de mineração na região são as cavas de minas que abandonadas formaram lagoas ácidas, apresentando grandes concentrações de metais pesados. As rochas expostas contendo minerais sulfetados retiradas do subsolo pela mineração entram em contato com a água e oxigênio, e deste modo reagem e oxidam-se, sendo lançadas nos recursos hídricos da região. O lançamento destes efluentes denomina-se drenagem ácida de mina (DAM), que tem característica de baixo pH, alta condutividade e altas concentrações de Alumínio, Ferro, Manganês, entre outros metais pesados (CAMPANER; LUIS-SILVA, 2009; MELO; DUARTE; LADEIRA, 2014).

Pode ser visto na figura 27 um exemplo de DAM, localizado no município de Treviso. Se tem na imagem a formação de uma lagoa ácida,

localizada abaixo dos patamares do depósito de rejeitos de carvão das mineradoras ativas na região, que realizam a mineração em um município e transportam os rejeitos para outro.

Figura 27 – Áreas com presença de drenagem ácida de mina - DAM



Legenda: imagens datadas de 05/2021 e compreendem área de drenagem ácida de mina no município de Treviso.

Fonte: Autores, 2021.

A drenagem ácida contribui para a contaminação de três bacias hidrográficas que a região carbonífera abrange, BHRA, BHRU, BHRT e, além das cavas, outro mecanismo de geração de drenagem ácida de mina são as galerias subterrâneas, pilhas de estéreis, básicas de decantação, e outros rejeitos (MENEZES; LATTUADA; PAVEI, 2009). Esse tipo de contaminação drenagem ácida de mina, segundo Lopes; Santo e Galatto (2009), é o mais preocupante problema ambiental da região carbonífera, devido a sua agressividade e intensidade com que contamina solos e águas.

A produção de carvão teve queda após os anos 1990, quando o governo passa a permitir as importações de carvão, que tem qualidade superior ao nacional. Consequentemente a produção interna perdeu espaço de mercado, com a produção metalúrgica paralisada, e sendo mantida até os dias atuais a produção do carvão para fins energéticos (NASCIMENTO, 2002).

No ano de 1980, a Bacia Carbonífera foi classificada como a XIV Área Crítica Nacional para Efeito de Controle de Degradação Ambiental. Com a premissa de requalificar os passivos ambientais, deixados ao longo dos anos pelas empresas mineradoras, foi proposto pelo Ministério Público Federal (MPF) em 1993 uma Ação Civil Pública - ACP (processo 93.8000533-4) contra as empresas que atuaram na região. A ação civil buscou salientar a disposição indevida dos rejeitos sólidos e o uso inadequado dos lavadores e das drenagens ácidas de minas nos cursos d'água (CASTILHOS *et al.*, 2007; DAGOSTIN; LADWIG, 2017; SUTIL, 2019).

Após julgamento e condenação destas empresas e da União, foi estabelecido prazo de dez anos para a recuperação ambiental dos recursos hídricos e de três anos para a recuperação das áreas terrestres, as quais somavam 5.089 hectares para recuperação nas três bacias.

O processo passou por quatro etapas, 2000-2004, 2004-2005, 2006-2009 e a etapa atual 2009-presente. Estas etapas caracterizaram-se primeiramente pelo estudo das áreas a recuperar, o que foi dificultado pela ausência de estudos voltados para as questões ambientais na área.

Posteriormente passou pela organização do MPF os projetos e estudos apresentados, para então na terceira etapa se realizar a padronização e elaboração dos projetos de recuperação de áreas degradadas (PRAD's); a etapa atual corre em meio a desburocratização dos trabalhos no poder judiciário e a aproximação deste com os meios técnicos para a execução efetiva dos PRAD's nas áreas degradadas, terrestres e hídricas (DAGOSTIN; LADWIG, 2017).

Os PRAD's executados, advindos da ação civil proposta, tiveram significativo impacto na recuperação de áreas degradadas na região da BHRA. Encontram-se ainda inúmeros embates a serem travados, pois algumas destas empresas que vieram a gerar passivos ambientais faliram ou encerraram suas atividades, ficando a cargo do poder público a recuperação destas áreas. Sendo o poder público limitado no que diz

respeito a orçamentos da União, agravado pela crise econômica atual, é deveras pessimista o cenário de recuperação destas áreas, pois necessitam-se de quantias consideráveis de recursos para execução. Nota-se na história do carvão na região que o poder público, por meio dos incentivos estatais para a mineração, modificou junto às empresas nacionais e estrangeiras a morfologia do espaço geográfico dentro do distrito carbonífero.

Algo importante a se notar nos mapas de cobertura e uso da terra é a conversão de áreas que antes serviam para mineração em áreas de pastagens e vegetação rasteira e áreas urbanas. A conversão de áreas mineiradas em áreas de pastagens e vegetação rasteira se deve em muito às PRAD's, pelo fato de que estes usam a revegetação destas áreas de recuperação ambiental com espécies de gramíneas, muitas vezes com espécies exóticas (CORRÊA *et al.*, 2019).

Atualmente a exploração de carvão na região, assim como de outros minérios, ocorre de forma mais planejada (ZANETTE, 2016), e isso se dá em virtude dos avanços na legislação ambiental. Segundo Simões (2010, p. 136), “a promulgação da atual constituição brasileira e as leis ambientais posteriores, trouxeram cobranças rígidas para o setor mineral, em especial licenciamento ambiental”. A autora ainda pontua que estas obrigações geram ao estado formas de estar presente junto a estes processos de mineração, acompanhando o retorno social e ambiental a estes vinculados.

Classe Massa da Água

A sexta classe analisada é denominada de “Massa da água”, e engloba as áreas da bacia que apresentam corpos líquidos, sejam artificiais ou naturais. Esta classe apresenta-se no litoral, com predominância para o complexo lagunar no município de Balneário Rincão e Ararangá.

Também pode se apresentar de forma descontínua, como nos açudes e reservatório do Rio São Bento em Siderópolis; a maioria das massas da água referente aos rios não pode ser visualizada no mapeamento devido a resolução espacial das imagens. A variação de área desta classe foi de 16,54 km² em 1985, sofrendo aumento para 20,64 km² em 2005 e pequeno aumento para 20,82 km² em 2019. O ITA para esta classe é avaliado como “pouco degradado” (1,67).

É importante salientar que a análise se restringe as massas de água que foram mapeadas, não considerando seus aspectos de qualidade. Ressalta-se também que há outros trabalhos de cunho científico dentro da área da BHRA que se dedicam a estudar com mais objetivo a questão da qualidade dos recursos hídricos da bacia, e citamos Alexandre (2000), Krebs (2004), Hoelzel (2018).

A bacia apresenta um complexo lagunar na faixa litorânea, formado por três lagoas principais: Lagoa Mãe Luzia, Lagoa dos Esteves e Lagoa do Faxinal. Este complexo é formado a partir das transgressões e regressões do nível do mar no período quaternário, em um sistema chamado de laguna-barreira (HORN-FILHO, 2003).

As lagoas costeiras na área de estudo, vêm sofrendo pressão antrópica nos últimos anos, principalmente com a urbanização, como já comentado anteriormente. Esta classe vem avançando em área e densidade de ocupação no entorno destas lagoas.

Outro fato nesta classe é seu aumento de área de 4,1 km², passando de 16,54 km² em 1985 para 20,64 km² em 2005. Este aumento se dá devido a construção da barragem do rio São Bento, no município de Siderópolis. Esta barragem foi construída tendo múltiplos fins, como abastecimento humano, abastecimento de água para a Agricultura (irrigação) e controle de cheias (COSTA; SCHWALM; BACK, 2009, COLONETTI *et al.*, 2009).

Classe Dunas e Areais

A penúltima classe mapeada é denominada de dunas e areais, mais concentrada no litoral da bacia, e ocupando áreas entre os municípios de Balneário Rincão, Balneário Arroio do Silva e Araranguá. Esta classe sofreu mudanças de área, sendo que em 1985 contava com 14,54 km², tendo supressão de área em 2005 para 8,78 km² e, seguindo a tendência, no ano de 2019 apresentou área de 7,93 km².

A áreas de dunas fazem parte do sistema costeiro, e este sistema, segundo Portz *et al.* (2014), é a faixa de interface e integração de fenômenos entre a terra firme e o mar. Ainda, segundo os autores, as dunas estão inseridas neste sistema na maioria das praias arenosas; estas são constituídas de grandes volumes de sedimento, com formas,

tamanhos e orientações diferentes (PORTZ *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2018). Segundo Oliveira *et al.* (2018 p. 688), a “zona costeira do extremo sul do Brasil é caracterizada por certa homogeneidade na linha da costa, apresentando praias arenosas oceânicas e dunas na retaguarda”. Na figura 28 algumas imagens que mostram esta paisagem no litoral da bacia. Pode se observar nas imagens abaixo as áreas de dunas e vegetação de restinga.

Figura 28 - Área de dunas no litoral da BHRA



Legenda: A- 05/2021 (município de Araranguá/foz do Rio Araranguá); B e D- 05/2021 (município de Araranguá/Morro dos conventos); C- 05/2021(no município de Arroio do Silva).

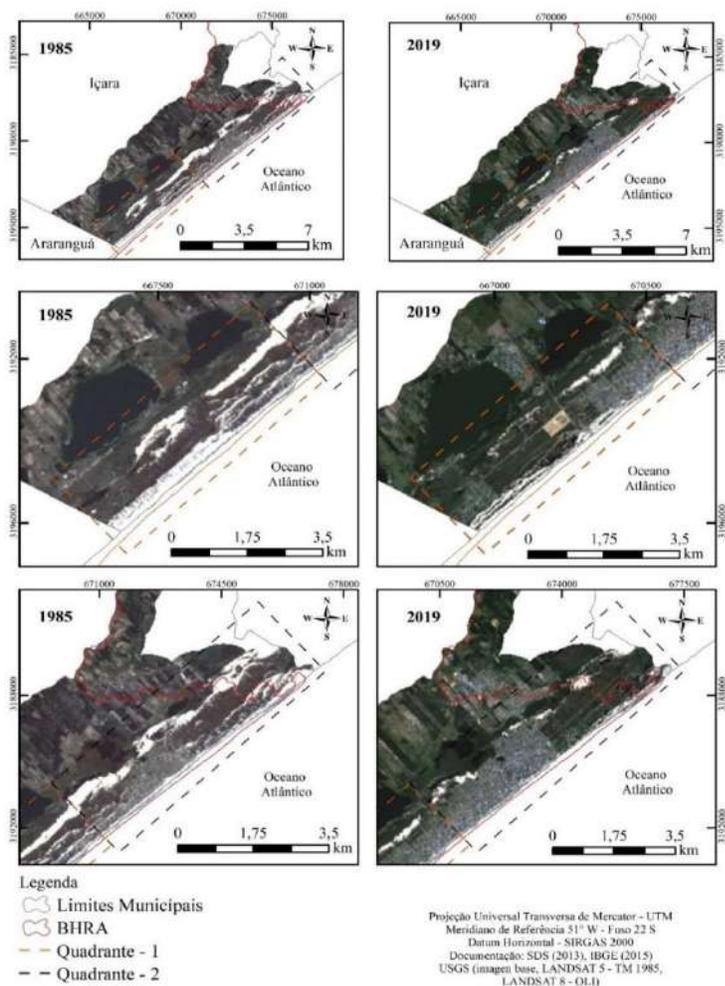
Fonte: Autor, 2021.

As áreas de dunas, conforme a Resolução do CONAMA 303/2002, são consideradas Áreas de Preservação Permanente, assim como no novo Código Florestal, que as engloba nas áreas de restinga¹⁰, estabelecendo-as em sua totalidade como área de APP (CONAMA, 2002;

¹⁰ Restinga: depósito arenoso paralelo à linha da costa, de forma geralmente alongada, produzido por processos de sedimentação, onde se encontram diferentes comunidades que recebem influência marinha, com cobertura vegetal em mosaico, encontrada em praias, cordões arenosos, dunas e depressões, apresentando, de acordo com o estágio sucessional, estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo, este último mais interiorizado (BRASIL, 2012).

BRASIL, 2012). Para Portz et al. (2018), estas áreas incidem em espaços territoriais legalmente protegidos, ambientalmente frágeis e vulneráveis.

Figura 29 - Comparação (1985 e 2019) das áreas de dunas no município de Bal. Rincão



Fonte: Autores, 2021.

As áreas de dunas na bacia hidrográfica encontram-se em processo de supressão e alteração devido ao avanço da urbanização em direção ao litoral e as práticas turísticas em locais sem planejamento, assim como os

florestamentos com espécies exóticas (GUADAGNIN, 1999; CRISTIANO, 2018). Outros tipos de degradação podem ser elencados como o pisoteio, o uso de veículos e a deposição de lixo (MMA, 2002).

Os avanços do Tecido Urbano podem ser observados no mapeamento da figura 29 (acima), que apresenta um comparativo entre 1985 e 2019 do município de Balneário Rincão. Este foi o município que mais apresentou supressão nas áreas de dunas, entre os municípios litorâneos da baía.

Estes fatores de degradação das áreas de dunas foram estudados por Cristiano (2018) para o litoral do município de Araranguá, que observou as alterações na paisagem no entorno do Geossítio Morro do Conventos, e segundo a autora:

Nas dunas da barreira costeira adjacente é praticado sandboard, caminhadas, e alguns usos indevidos, como o trânsito criminoso e indiscriminado de veículos *off-road*. Ressalta-se que essas atividades estão ligadas à elementos geodiversidade. Além do impacto potencial causado pelo turismo de aventura e de temporada mal gerenciados, os ambientes naturais estão cedendo lugar para empreendimentos imobiliários, que ocupam grandes extensões da planície marinha, dificultando a alimentação do campo de dunas adjacente e degradam a paisagem local (CRISTIANO, 2018, p. 36).

Para Cristiano (2018) as dunas frontais formam uma barreira de proteção contra ressacas do mar. A autora ainda comenta que com a ausência de fenômenos de ressaca do mar, a funcionalidade das dunas é esquecida, assim exercendo papel indesejado pelos moradores que ocupam as áreas próximas às dunas, principalmente quando há o transporte eólico das dunas em direção às casas.

O avanço eólico das dunas (Figura 30) é uma constante em direção ao Tecido Urbano, e é inegável que o avanço das dunas causa problemas aos moradores, porém a ocupação irregular é a principal causa motivadora destas perturbações causadas pela dinâmica natural das dunas.

Este avanço pode ser estabilizado. Oliveira *et al.* (2018) destacam que uma maneira bastante comum e efetiva é o uso de vegetação típica de ecossistemas praias, pois estas iriam auxiliar na fixação das dunas. Os autores comentam ainda que outra forma de estabilização é o uso de

obstáculos, como muros de concreto, cercas de madeira e rochas que impeçam o avanço das dunas.

Figura 30 – Dinâmica natural de dunas em direção às construções



Legenda: A e B- (portal Sulinfoco, 2013, Município de Bal. Rincão); C e D- Município de Bal. Rincão).

Fonte: Autor, 2021.

O fenômeno conjunto (ocupação irregular, ausência de dunas e ressaca do mar) nas praias do litoral da bacia podem ser observados nas imagens da figura 31, testemunhos de uma ressaca ocorrida em 2017.

Se tem nas imagens a consequência clara da ausência de dunas protetoras, que poderiam impedir o avanço da ressaca. Se observa a proximidade das edificações com a faixa de areia (imagem D) originalmente composto por cordões de dunas; na imagem B e C se observa que casas foram construídas sobre área de dunas.

Figura 31 - Consequências de ressacas no litoral da baía



Legenda: A- (portal Engeplus, 2020, Município de Bal. Rincão); B e D- (portal uaaau, 2020, Arroio do Silva); C (Prefeitura de Bal. Arroio do Silva, 2020, Arroio do Silva).

Fonte: Autor, 2021.

Foi observado no trabalho de campo que este problema persiste nestes locais, e a ocupação irregular em áreas de restingas e dunas é ainda realizado (figura 32).

No exposto na figura, as áreas de dunas e os ambientes costeiros, como um todo, são ecossistemas frágeis, que vem sofrendo com a pressão antrópica, principalmente pela forma irregular e sem planejamento do uso e ocupação do solo estabelecidos ao longo dos anos.

Ao considerar o nível de preservação destes ambientes, é imprescindível o estabelecimento de planos, estratégias e programas governamentais que sejam orientados ao uso correto dos recursos costeiros e sua conservação (PORTZ *et al.*, 2014).

Portz *et al.* (2014) complementam que, desta forma, deve-se analisar as possibilidades de regularização dos usos e ocupações existentes nesses locais, assim garantindo a permanência e continuidade das atividades ali postas. O turismo, apesar de ser uma atividade degradante do ambiente se feito sem planejamento, é uma atividade de relevância social e econômica para o município.

Figura 32 – Ocupações irregulares em áreas de dunas na BHRA



Legenda: A, B e D- 05/2021, (ocupação irregular no Município de Bal. Rincão); C- 05/2020 (ocupação irregular no Município de Bal. Arroio do Silva).

Fonte: Autores, 2020 e 2021.

Classe Sombra

A última classe considerada no mapeamento é a classe “Sombra”, que apresentou variação de área entre as datas estudadas, porém de modo geral esta área não pode ser considerada na pesquisa, pois não se sabe o que realmente se encontra nas feições sombreadas. Estas encontram-se nas áreas íngremes da bacia, em geral nas encostas da Serra Geral, e variam conforme o ângulo de inclinação do sol e quantidade de energia refletida. Para ilustrar pode-se observar na figura 33 as feições do relevo com sombreadamento.

Figura 33 - Áreas de sombra na BHRA



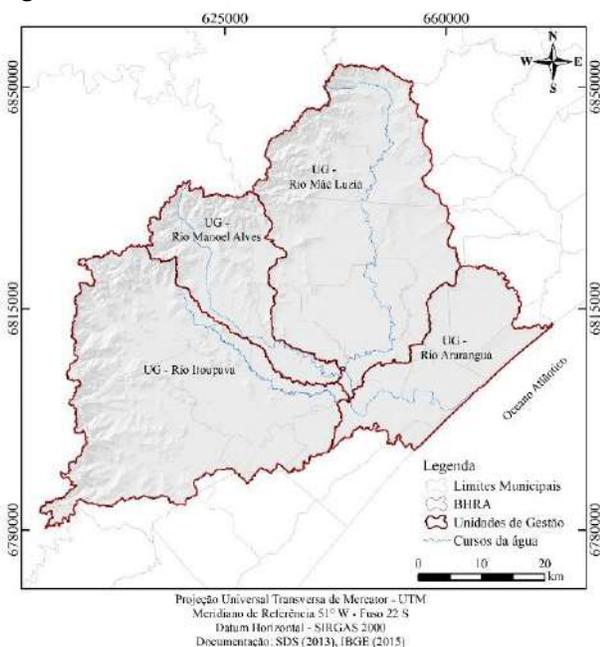
Legenda: Área de sombras nas encostas da Serra Geral, Município de Timbé do Sul.

Fonte: Autores, 2021.

Análise das Unidades de Gestão integrado ao mapeamento do uso e cobertura da terra e o ITA

É importante destacar que a análise por unidades de gestão pode servir como norteadora para planejamento e gestão territorial de forma concentrada em cada unidade. Como cada classe já foi discutida anteriormente, para evitar repetições desnecessárias iremos apresentar os resultados das UG's rio Mãe Luzia, rio Araranguá, rio Manoel Alves e rio Itoupava que compõem a bacia (Figura 34).

Figura 34 - Unidades de Gestão da BHRA



Fonte: Autores, 2021.

I - Unidade de Gestão do Rio Mãe Luzia

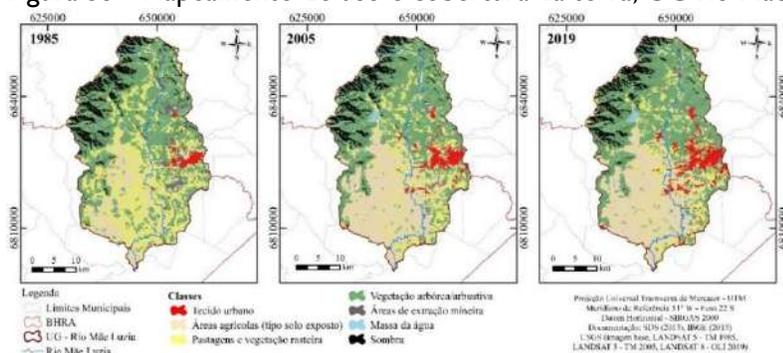
Na figura 35 é apresentado o recorte da classificação temática e na tabela 9 a mensuração das classes de uso e cobertura da terra para a UG do rio Mãe Luzia.

De forma geral a UG do Rio Mãe Luzia é a mais impactada pelos múltiplos usos da terra, e algumas modificações impostas à paisagem desta

UG são vistas no mapeamento temático, como o aumento das massas da água em decorrência da construção do reservatório do Rio São Bento, e também a supressão das áreas da classe pastagem e vegetação rasteira em detrimento do aumento das áreas agrícolas e solos expostos.

Esta unidade acolhe o maior percentual de área urbana da bacia, chegando em 2019 a 61,17 km² ou 50,74% da classe Tecido Urbano; observa-se o aumento significativo da mancha urbana dos municípios, e esta unidade faz parte do eixo norte de urbanização da bacia.

Figura 35 - Mapeamento de uso e cobertura da terra, UG rio Mãe Luzia



Fonte: Autores, 2021.

Tabela 9 - Mensuração das classes de uso e cobertura da terra, UG rio Mãe Luzia

Classe	Área (km ²) 1985	Área (%) 1985	Área (km ²) 2005	Área (%) 2005	Área (km ²) 2019	Área (%) 2019
Tecido Urbano	19,49	1,75	40,27	3,62	61,17	5,50
Áreas agrícolas (tipo solo exposto)	118,79	10,69	310,98	27,98	307,46	27,66
Pastagens e vegetação rasteira	353,42	31,80	196,17	17,65	111,79	16,00
Vegetação arbórea/arbustiva	497,32	44,74	467,02	42,02	481,14	43,29
Áreas de extração mineira	31,99	2,88	13,12	1,18	4,53	0,41
Massa da água	0,66	0,06	4,83	0,43	5,01	0,45
Sombra	89,86	8,08	79,12	7,12	74,42	6,70
Total	1111,52	100	1111,52	100	1111,52	100

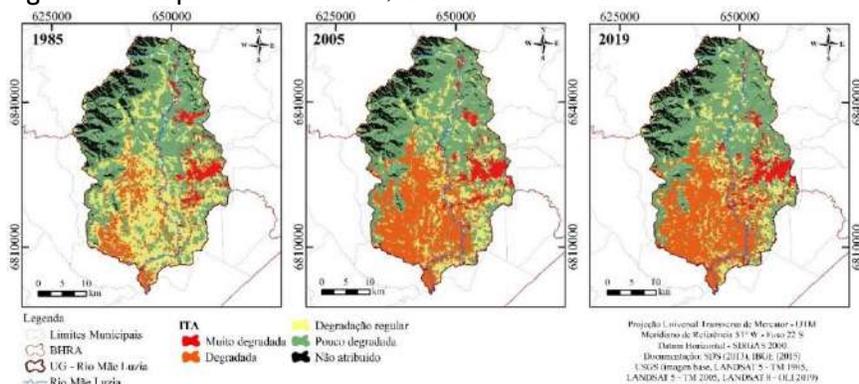
Fonte: Autores, 2021.

Esta unidade possui o maior percentual de áreas da classe extração mineira, pois dos 34,11 km² que a bacia possuía de áreas mineiradas em 1985, 31,99 km² ou 93,78% se encontram dentro desta unidade.

Esta classe, como comentado anteriormente, sofreu supressão no período de estudo, passando de 31,99 km² para 4,53 km², isto devido a decadência do setor mineral pós 1990, e com os PRAD's desenvolvidos por meio da ação civil pública impetrada em desfavor das empresas e da união, que visou a recuperação de áreas anteriormente degradadas pela mineração, principalmente de carvão a céu aberto.

O ITA vem como um auxiliador no entendimento às questões de antropização da bacia, e também foi aplicado a UG. Na figura 36 a seguir é apresentado o mapeamento e na tabela 10 os resultados do ITA para a Unidade de Gestão rio Mãe Luzia.

Figura 36 - Mapeamento do ITA, UG rio Mãe Luzia



Fonte: Autores, 2021.

O ITA se apresenta para esta UG com valores que variam de 3,07 a 3,44, utilizando a classificação de Cruz *et al.*, (1988) aqui adotada, se tem para esta UG um ITA classificado como “degradação regular” para todos os anos de análise.

Porém quando observamos os valores do ITA para cada classe de cobertura e uso temos valores distintos, pois é notório que as pressões exercidas sobre o ambiente por algumas atividades geram mais impacto que outras. Isto se dá em relação ao peso antrópico de cada classe de cobertura e uso da terra avaliada, sendo que esta UG conta com os

maiores índices de áreas urbanizadas, áreas de extração mineira e também grande quantidade de áreas agrícolas, principalmente voltadas ao cultivo do arroz irrigado.

Tabela 10 - Resultados do ITA, UG rio Mãe Luzia

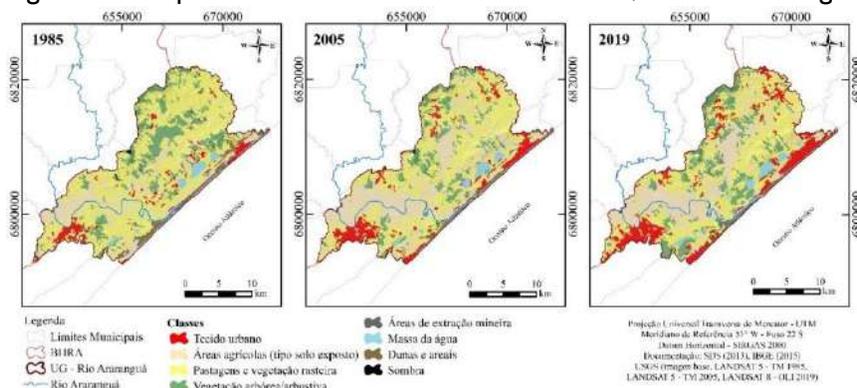
Classe	Área (%)			Peso ITA	Resultado ITA		
	1985	2005	2019		1985	2005	2019
Tecido Urbano	1,75	3,62	5,50	7,78	0,14	0,28	0,43
Áreas agrícolas (tipo solo exposto)	10,69	27,98	27,66	6,11	0,65	1,71	1,69
Pastagens e vegetação rasteira	31,80	17,65	16,00	4,67	1,48	0,82	0,75
Vegetação arbórea/ arbustiva	44,74	42,02	43,29	1,22	0,55	0,51	0,53
Áreas de extração mineira	2,88	1,18	0,41	8,67	0,25	0,10	0,04
Massa da água	0,06	0,43	0,45	1,67	0,00	0,01	0,01
Sombra	8,08	7,12	6,70	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100	100	100	0,00	3,07	3,44	3,44

Fonte: Autores, 2021.

II - Unidade de Gestão Rio Araranguá

Na figura 37 é apresentado o mapeamento e na tabela 11 a mensuração das classes de cobertura e uso da terra para a UG.

Figura 37 - Mapeamento de uso e cobertura da terra, UG rio Araranguá



Fonte: Autores, 2021.

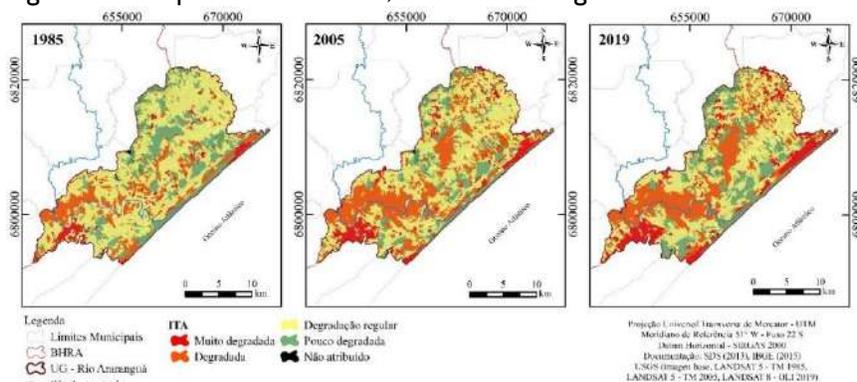
Tabela 11 - Mensuração das classes de uso e cobertura da terra, UG rio Araranguá

Classe	Área	Área	Área	Área	Área	Área
	(km ²) 1985	(%) 1985	(km ²) 2005	(%) 2005	(km ²) 2019	(%) 2019
Tecido Urbano	18,38	4,29	33,29	7,77	48,75	11,37
Áreas agrícolas (solo exposto)	67,75	15,80	122,96	28,68	109,70	25,59
Pastagens e vegetação rasteira	241,90	56,43	202,23	47,18	182,38	42,54
Vegetação arbórea/arbustiva	67,61	15,77	45,49	10,61	64,27	14,99
Áreas de extração mineira	1,57	0,37	0,09	0,02	0,23	0,05
Massa da água	15,89	3,71	15,62	3,64	15,42	3,60
Dunas e areais	14,93	3,48	8,78	2,04	7,93	1,85
Sombra	0,64	0,15	0,22	0,05	0,00	0,00
Total	428,67	100	428,67	100	428,67	100

Fonte: Autores, 2021.

A UG do rio Araranguá se apresenta como a unidade onde os usos da terra se desenvolvem de forma mais intensa, assim como na UG do Rio Mãe Luzia há a supressão de áreas de pastagem e vegetação rasteira para áreas agriculturáveis.

Figura 38 - Mapeamento do ITA, UG rio Araranguá



Fonte: Autores, 2021.

Outro fenômeno atribuído a esta UG é a relação entre o crescimento da urbanização e a supressão de áreas de pastagens,

vegetação rasteira e áreas de dunas, principalmente na região litorânea. O avanço da classe Tecido Urbano sem planejamento e a expansão da agricultura sobre estas áreas mais frágeis dos ecossistemas costeiros ocasionam um maior índice de transformação antrópica para esta unidade. A Figura 38 e a tabela 12 apresentam os resultados do ITA para a UG do rio Araranguá.

Tabela 12 - Resultados do ITA, UG rio Araranguá

Classe	Área (%)			Peso ITA	Resultado ITA		
	1985	2005	2019		1985	2005	2019
Tecido Urbano	4,29	7,77	11,37	7,78	0,33	0,60	0,88
Áreas agrícolas (tipo solo exposto)	15,80	28,68	25,59	6,11	0,97	1,75	1,56
Pastagens e vegetação rasteira	56,43	47,18	42,54	4,67	2,64	2,20	1,99
Vegetação arbórea/ arbustiva	15,77	10,61	14,99	1,22	0,19	0,13	0,18
Áreas de extração mineira	0,37	0,02	0,05	8,67	0,03	0,00	0,00
Massa da água	3,71	3,64	3,60	1,67	0,06	0,06	0,06
Dunas e areais	3,48	2,04	1,85	2,5	0,09	0,05	0,05
Sombra	0,15	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100	100	100	-	4,31	4,80	4,73

Fonte: Autores, 2021.

Pode-se observar que a UG do rio Araranguá é a que obteve os maiores valores do ITA, variando de 4,31 a 4,73, ainda assim esta unidade é classificada como de “degradação regular”, porém é a que se apresenta com maior possibilidade de adentrar no estágio de degradação.

Se tem nesta unidade de 1985 a 2005 uma supressão também nas áreas de vegetação arbórea/arbustiva e posteriormente uma regeneração no período de 2005 a 2019; porém observa-se no trabalho de campo diversas áreas destinadas a silvicultura dentro desta unidade; como destacado por Marcondes (2016), houve grande expansão destas áreas destinadas a silvicultura, principalmente com *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. em áreas anteriormente destinadas à classe pastagem e vegetação rasteira.

É importante lembrar que apesar desta regeneração da classe vegetação arbórea arbustiva recomenda-se estudo mais aprofundado no que diz respeito à qualidade e maturidade destas vegetações, assim como

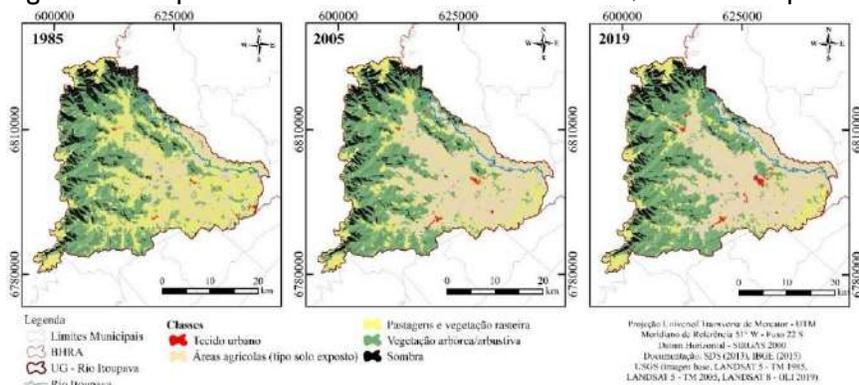
a delimitação, quantificação e mapeamento destas áreas destinadas à silvicultura.

No tocante as questões ambientais e modificações na paisagem, a UG do rio Mãe Luzia e a UG do rio Araranguá são as unidades mais impactadas pelos usos múltiplos. Apesar de apresentar resultados positivos no que diz respeito a supressão de áreas de mineração e a regeneração de áreas de vegetação arbórea/arbustiva, indica-se aqui que estas duas UGs sejam áreas prioritárias para planos de recuperação ambiental, assim como priorizadas para estudos geoambientais que possam estabelecer novos conhecimentos sobre a área e assim maior possibilidade de uma recuperação ou manutenção dos recursos naturais neste espaço geográfico.

III - Unidade de Gestão Rio Itoupava

Na figura 39 e na tabela 13 são apresentados os resultados do mapeamento e a mensuração das classes de cobertura e uso da terra da UG do Rio Itoupava.

Figura 39 - Mapeamento de uso e cobertura da terra, UG rio Itoupava



Fonte: Autores, 2021.

A UG do rio Itoupava é a maior da bacia em extensão territorial, perdurando características rurais esta unidade é a que apresenta na classificação do uso e cobertura da terra a maior quantidade de áreas agrícolas. Estas áreas se expandiram seguindo as características gerais da

bacia, em que houve a supressão de áreas antes ocupadas por pastagem e vegetação rasteira em detrimento do crescimento da agricultura, e estas expandiram-se de 144,93 km² em 1985 para 372,73 km² em 2019, tendo um aumento de 227,8 km².

Tabela 13 - Mensuração das classes de uso e cobertura da terra, UG rio Itoupava

Classe	Área	Área	Área	Área	Área	Área
	(km ²) 1985	(%) 1985	(km ²) 2005	(%) 2005	(km ²) 2019	(%) 2019
Tecido Urbano	2,93	0,26	4,90	0,43	8,88	0,78
Áreas agrícolas (tipo solo exposto)	144,93	12,74	358,96	31,55	372,73	32,76
Pastagens e vegetação rasteira	424,01	37,27	226,92	19,94	185,58	13,31
Vegetação arbórea/arbustiva	462,65	40,66	455,59	40,04	483,30	42,48
Massa da água	0,00	0,00	0,20	0,02	0,00	0,00
Sombra	103,23	9,06	91,19	8,02	87,26	7,67
Total	1137,76	100	1137,76	100	1137,76	100

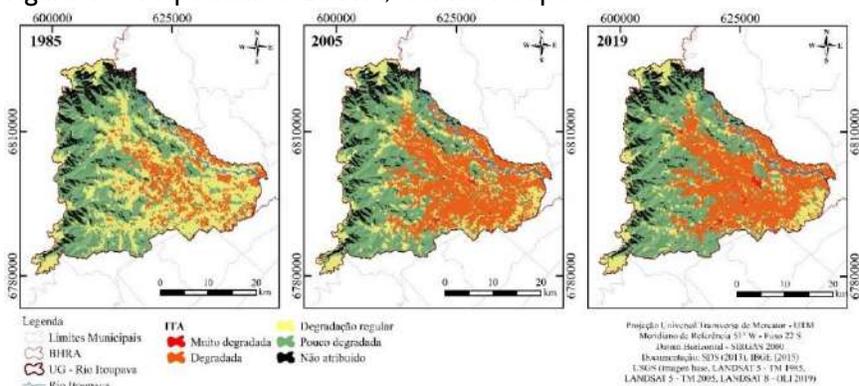
Fonte: Autores, 2021.

Outra classe que apresentou expansão, foi a classe de vegetação arbórea/arbustiva, e estas obtiveram aumento de área de 20,65 km² no período de estudo. Tem-se também um aumento da área de Tecido Urbano, passando de 2,93 km² em 1985 para 8,88 km² em 2019.

Considerando o ITA, a UG recebeu classificação como área de “degradação regular”, e isso se dá principalmente em relação à grande quantidade de áreas agrícolas nesta Unidade. Apesar das áreas urbanas no resultado geral da bacia serem classificadas como áreas de “muita degradação” as pequenas extensões que se apresentam nesta UG são pouco expressivas para a pressão antrópica nestes municípios de caráter interiorano.

Na figura 40 é apresentada a classificação temática do ITA para a UG do Rio Itoupava, resultados numéricos constantes na tabela 14.

Figura 40 - Mapeamento do ITA, UG rio Itoupava



Fonte: Autores, 2021.

Tabela 14 - Resultados do ITA, UG rio Itoupava

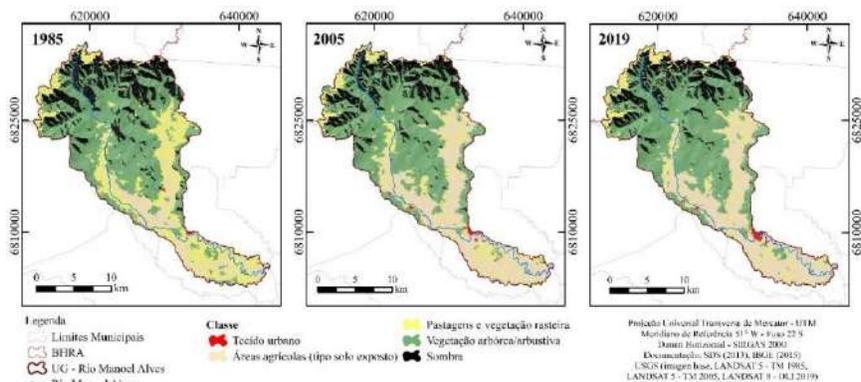
Classe	Área (%)			Peso ITA	Resultado ITA		
	1985	2005	2019		1985	2005	2019
Tecido Urbano	0,26	0,43	0,78	7,78	0,02	0,03	0,03
Áreas agrícolas (tipo solo exposto)	12,74	31,55	32,76	6,11	0,78	1,93	1,93
Pastagens e vegetação rasteira	37,27	19,94	13,31	4,67	1,74	0,93	0,93
Vegetação arbórea/ arbustiva	40,66	40,04	42,48	1,22	0,50	0,49	0,49
Massa da água	0,00	0,02	0,00	1,67	-	0,00	0,00
Sombra	9,06	8,02	7,67	0,00	00,00	0,00	0,00
Total	100	100	100	-	3,03	3,38	3,38

Fonte: Autores, 2021.

IV - Unidade de Gestão Rio Manoel Alves

Em relação a UD do rio Manoel Alves, segue na figura 41 e na tabela 15 o mapeamento e a mensuração das classes de cobertura e uso da terra.

Figura 41 - Mapeamento de uso e cobertura da terra, UG rio Manoel Alves



Fonte: Autores, 2021.

Tabela 15 - Mensuração das classes de uso e cobertura da terra, UG rio Manoel Alves

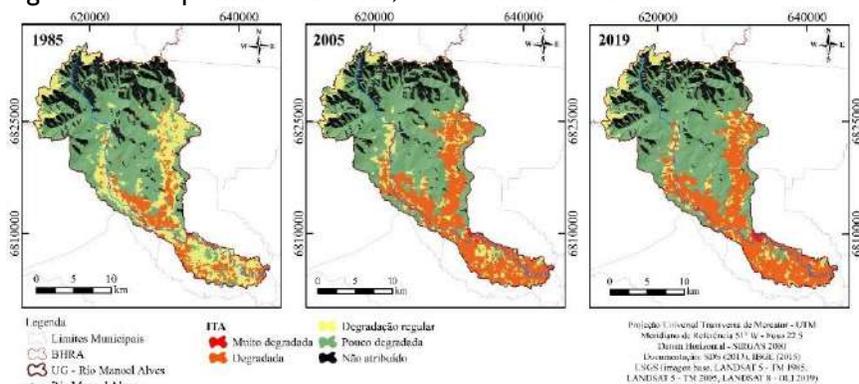
Classe	Área	Área	Área	Área	Área	Área
	(km ²) 1985	(%) 1985	(km ²) 2005	(%) 2005	(km ²) 2019	(%) 2019
Tecido Urbano	0,51	0,13	1,42	0,36	1,76	0,45
Áreas agrícolas (solo exposto)	44,27	11,26	104,26	26,51	107,59	27,36
Pastagens e vegetação rasteira	96,70	24,59	44,99	11,44	37,87	9,63
Vegetação arbórea/arbustiva	184,56	46,93	186,00	47,30	192,54	48,96
Sombra	67,21	17,09	56,59	14,39	53,49	13,60
Total	393,25	100	393,25	100	393,24	100

Fonte: Autores, 2021.

A UG do Rio Manoel Alves é a menor em extensão territorial da bacia, tendo também características rurais e apresentando áreas agrícolas nas partes de relevo plano da UG; observa-se também a expansão de outras classes como Tecido Urbano e vegetação arbórea arbustiva, seguindo a tendência geral da bacia. Na figura 42, tabela 16 são apresentados os resultados da classificação temática do ITA para a UG do rio Manoel Alves.

De forma geral a UG recebeu classificação como área de “degradação regular”, isso se dá principalmente em relação a grande quantidade de áreas agrícolas nesta UG.

Figura 42 – Mapeamento do ITA, UG rio Manoel Alves



Fonte: Autores, 2021.

Tabela 16 - Resultados do ITA, UG rio Manoel Alves

Classe	Área (%)			Peso ITA	Resultado ITA		
	1985	2005	2019		1985	2005	2019
Tecido Urbano	0,13	0,36	0,45	7,78	0,01	0,03	0,03
Áreas agrícolas (tipo solo exposto)	11,26	26,51	27,36	6,11	0,63	1,62	1,67
Pastagens e vegetação rasteira	24,59	11,44	9,63	4,67	1,15	0,53	0,45
Vegetação arbórea/ arbustiva	46,93	47,30	48,96	1,22	0,57	0,58	0,60
Sombra	17,09	14,39	13,60	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100	100	100	-	2,42	2,76	2,75

Fonte: Autores, 2021.

No tocante as questões ambientais e modificações na paisagem destas UG's, estas são as unidades menos impactadas pelos usos múltiplos, em contraponto as UG's do Rio Mãe Luzia e Rio Araranguá que são as mais impactadas.

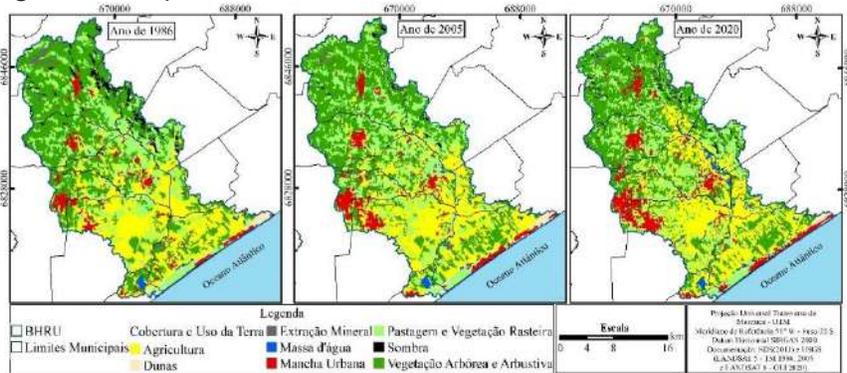
Capítulo 6

Resultados da pesquisa na bacia hidrográfica do Rio Urussanga

Resultado do mapeamento da cobertura e uso da terra e do ITA na Bacia hidrográfica do Rio Urussanga - BHRU

Os dados aqui apresentados serão analisados de forma conjunta levando em consideração as classes de uso e cobertura da terra identificados na BHRU (Figura 43). As tabelas 17 e 18 exibem os resultados das classes temáticas para cada ano em estudo.

Figura 43 - Mapas de Cobertura e Uso da Terra da BHRU



Fonte: Autores, 2021.

Tabela 17 - Mensuração das Classes de Cobertura e Uso da Terra da BHRU

Classe	Área	Áre	Área	Áre	Área	Áre
	(km ²)	a (%)	(km ²)	a (%)	(km ²)	a (%)
	1986	1986	2005	2005	2020	2020
Agricultura	183,234	26,96	178,539	26,27	184,521	27,15
Dunas	8,410	1,24	9,947	1,46	5,959	0,88
Extração Mineral	6,556	0,96	3,558	0,52	2,242	0,33
Massa d'Água	6,191	0,91	5,876	0,86	9,942	1,46
Mancha Urbana	31,715	4,67	45,239	6,66	59,106	8,70
Pastagem e Vegetação Rasteira	156,052	22,96	184,575	27,15	157,14	23,12

Sombra	15,397	2,27	2,678	0,39	8,479	1,25
Vegetação Arbórea e Arbustiva	272,202	40,04	249,345	36,68	252,368	37,13
Total	679,75		679,75		679,75	
	7		7		7	

Fonte: Autores, 2021.

Tabela 18 - Perdas e ganhos entre as Classes de Cobertura e Uso da Terra da BHRU

Classe	Perdas e ganhos 1986 - 2005		Perdas e ganhos 2005 - 2020		Perdas e ganhos 1986 - 2020	
	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)
Agricultura	-4,695	-0,69	5,982	0,88	1,287	0,19
Dunas	1,53663	0,23	-3,988	0,59	-2,45137	-0,36
Extração Mineral	-2,99796	-0,44	-1,316	0,19	-4,31396	-0,63
Massa d'Água	-0,31538	-0,05	4,066	0,60	3,75062	0,55
Mancha Urbana	13,524	1,99	13,867	2,04	27,391	4,03
Pastagem e Vegetação Rasteira	28,523	4,20	-27,435	4,04	1,088	0,16
Sombra	-12,7186	-1,87	5,801	0,85	-6,9176	-1,02
Vegetação Arbórea e Arbustiva	-22,857	-3,36	3,023	0,44	-19,834	-2,92

Fonte: Autores, 2021.

Classe Agricultura

Ao longo dos anos analisados, a classe Agricultura sempre ocupou partes significativas da BHRU. No ano de 1986, esta classe representava 26,96% (183,234 km²) do território, reduzindo para 26,27% (178,539 km²) em 2005 e apresentando um pequeno aumento em 2020, chegando a 27,16% (184,521 km²).

A Agricultura desenvolvida na bacia está localizada principalmente nas áreas onde o relevo caracteriza-se por ser plano e suave ondulado, com declividade variando de 0 a 8%, sendo, portanto, mais propício à mecanização agrícola (GARCIA *et al.*, 2020). Cerca de 47% (322,36 km²) da bacia apresenta relevo plano e suave ondulado. Essa condição natural

pode ter favorecido o desenvolvimento da agricultura desde a colonização, pois até o início do século XX essa atividade era a base da economia dos municípios da BHRU (ADAMI; CUNHA, 2014).

A condição do relevo também permitiu a implantação do Programa de Aproveitamento Racional das Várzeas Irrigáveis – PROVÁRZEAS, na década de 1980. Esse programa foi introduzido em Santa Catarina, com o objetivo de produzir arroz irrigado, com o uso de sementes pré-germinadas, em áreas de várzeas (PRESA, 2011). Atualmente, o estado de Santa Catarina é o segundo maior produtor nacional de arroz, atrás apenas do Rio Grande do Sul (GARCIA *et al.*, 2015). Na década de 1970, o rio Urussanga passou por um processo de retificação, com o objetivo de conter as cheias na bacia (SANT ANA, 2008). Essa obra pode ter melhorado o aproveitamento das planícies de inundação para a prática da rizicultura.

O mapeamento do arroz irrigado em Santa Catarina, realizado pela EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina), nas safras de 2018/2019, mostrou que a área do cultivo deste cereal na BHRU passou dos 33 km² (EPAGRI, 2020). O único município que não produz arroz na bacia é o Balneário Rincão. Em 2020, foram produzidas 67.042 toneladas de arroz nos municípios que compõem a bacia, com destaque para os municípios de Jaguaruna, Içara e Treze de Maio (IBGE, 2021a). Ao comparar o estudo feito pela EPAGRI, com o mapeamento de cobertura e uso da terra da BHRU de 2020, o cultivo de arroz coincide em 95,34% com as áreas de domínio da classe de Agricultura.

As áreas de várzea foram transformadas em canchas para receberem a lâmina de água, necessária ao desenvolvimento grão. Além disso, foram construídas estradas, canais de irrigação e drenagem, pontes e bueiros, obras de nivelamento e aplainamento, necessárias para o cultivo do grão (BELLOLI, 2016), como pode-se observar na figura 44. Tais obras contribuíram com o aplainamento do relevo, remoção da mata ciliar e retificação dos cursos d'água, aumentando a velocidade de escoamento da água da chuva e propiciando o assoreamento (BELLOLI, 2016).

Figura 44 - Áreas de rizicultura em municípios da BHRU



Legenda: A- 04/2021 (município de Jaguaruna); B- (município Jaguaruna); C- 04/2021 (município de Jaguaruna); D- 04/2021(no município de Jaguaruna).

Fonte: Autores, 2021.

Entre os impactos do cultivo de arroz irrigado está o uso de agrotóxicos. O uso de agrotóxicos no desenvolvimento desta atividade, aumentou nas últimas três décadas (BACK; DESCHAMPS; SANTOS, 2016), contaminando recursos hídricos, tanto superficiais, quanto subterrâneos (MORI; LANZER, 1998). A irrigação facilita o transporte de agrotóxicos para os rios e lençóis freáticos, principalmente quando chove, por meio da drenagem e da lixiviação, respectivamente (BACK; DESCHAMPS; SANTOS, 2016).

A rizicultura em Santa Catarina caracteriza-se por pequenas propriedades, emprego da mão de obra familiar (GARCIA *et al.*, 2015) e uso de maquinário (OLIVEIRA; BIZ; SALVARO, 2016). O uso de maquinário pode auxiliar na compactação do solo, reduzindo a capacidade de infiltração, comprometendo a recarga dos aquíferos (ALEXANDRE; DUARTE, 2005).

A maior parte da Agricultura da bacia está presente nas áreas de domínio dos solos Argissolos Vermelho-Amarelos e Gleissolos Háplicos. Tais solos são suscetíveis ao processo erosivo, sendo os Argissolos Vermelho-Amarelos devido ao alto grau de intemperismo (HEBERLE; ALMEIDA, 2016) e os Gleissolos Háplicos por serem arenosos (ETCHELAR; GUASSELLI, 2018).

Durante o período analisado (1986-2020), as áreas de Agricultura foram convertidas em outras classes de cobertura e uso da terra, principalmente em Pastagem e Vegetação Rasteira (18,48%) e Vegetação Arbórea e Arbustiva (18,44%) e de Mancha Urbana (7,32%). Entre os anos de 2005 e 2020, a Agricultura apresentou um pequeno aumento, principalmente nas margens do rio Urussanga, em áreas até então de Pastagem e Vegetação Rasteira. Ressalta-se ainda, que além do arroz, a bacia se destaca nos cultivos de fumo, milho e feijão (PRHBRU, 2019).

O ITA foi classificado como “Degradado” para esta classe, com valor de 6,11. Isso está atrelado a expansão de suas áreas a partir dos anos de 1980 e os impactos ambientais dessa atividade sobre a área da BHRU.

Classe Dunas

A classe de “Dunas” encontra-se no litoral da bacia, nos municípios de Balneário Rincão e Jaguaruna. Essa classe ao longo dos anos sofreu modificações quantitativas. Em 1986, essa classe cobria uma extensão de 8,410 km², o que representava 1,24% do território total da bacia, passando a 9,947 km² em 2005. Esse pequeno aumento pode estar relacionado ao processo natural de deslocamento das areias que compõem as dunas (PEIXOTO, 2017). Neste caso, possivelmente, uma dispersão das dunas já existentes. Entre os anos de 2005 e 2020, a classe em questão apresentou redução de 3,988 km², passando a ocupar 0,88% do território da bacia.

No município de Jaguaruna, a Mancha Urbana expandiu-se sobre as Dunas em 2,013 km² (1986-2020). Este processo também foi verificado nos estudos de Peixoto (2017) e Dias (2018), acompanhando outras regiões litorâneas de Santa Catarina. De acordo com Dias (2018), a urbanização do litoral catarinense ocorreu de forma acelerada e desordenada, gerando diversos impactos ambientais.

O “ecossistema de dunas, podem ser verificados nas mais diversas formas, extensões e caracterizações espaciais” (PINHEIRO; MOURA-FÉ; FREITAS, 2013, p. 2). As dunas costeiras apresentam-se como um elemento da geodiversidade, formando um compartimento ambiental de grande importância ecológica e percepção paisagística (MEDEIROS, 2012).

As dunas costeiras, segundo Medeiros (2012, p. 14):

Se apresentam como um elemento da geodiversidade encontrada no ecossistema costeiro, compondo assim o seu próprio ecossistema, considerando as diversas populações de sua biota e os fatores abióticos nos quais agregam-se interagindo direta ou indiretamente, formando um compartimento ambiental de grande importância ecológica e percepção paisagística.

As dunas têm importância fundamental no equilíbrio das zonas costeiras, pois fornecem sedimentos a rios e/ou praias, e com seu processo de migração ao longo da costa, elas controlam e regulam o balanço sedimentar de todo o ambiente costeiro (PINHEIRO, 2009). Ainda conforme o autor as dunas se comportam como ambientes propícios ao acúmulo de águas pluviais, alimentando aquíferos do ambiente de zona costeira, corroborando a sua importância hidrogeológica.

Conforme resolução CONAMA 303/2002, publicada em maio de 2002, em seu art. 2º, inciso X, as dunas são consideradas Áreas de Preservação Permanente – APP. Entretanto, a instituição do Novo código Florestal revogou taticamente esta resolução, e retirou as dunas móveis da relação de APPs.

Entende-se sobre as características das APPs o disposto no art. 3º da Lei nº. 12.651/2012:

(...) II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

As dunas enquadram-se seguindo o texto da Lei Federal em APP, devendo de fato receberem a proteção adequada. Assim, orienta-se que o CONAMA edite uma nova resolução que resguarde as proteções das dunas. Uma alternativa para seguridade e proteção desse ecossistema é

a promulgação de leis estaduais e municipais, incluindo as dunas como áreas de APPs.

A Lei nº. 12.651/2012 ainda abrange as restingas¹¹ como APPs, englobando em alguns casos as áreas de dunas, estabelecendo a proteção ambiental sobre elas (CONAMA, 2002; BRASIL, 2012). Assim, no que tange à conservação dos ecossistemas de dunas e restingas (Figura 45), salienta-se a importância de práticas eficientes para a sua proteção, como a criação de políticas públicas e unidades de conservação, proibindo ou restringindo ocupações humanas.

Figura 45 - Área de Dunas no litoral da BHRU



Legenda: A- 04/2021 (município de Jaguaruna/Morro do Macaco); B- (município de Jaguaruna); C- 04/2021 (município de Balneário Rincão/Foz do rio Urussanga); D- 04/2021 (no município de Balneário Rincão).

Fonte: Autores, 2021.

¹¹ Restinga: depósito arenoso paralelo à linha da costa, de forma geralmente alongada, produzido por processos de sedimentação, onde se encontram diferentes comunidades que recebem influência marinha, com cobertura vegetal em mosaico, encontrada em praias, cordões arenosos, dunas e depressões, apresentando, de acordo com o estágio sucessional, estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo, este último mais interiorizado (BRASIL, 2012).

Essa classe apresenta, além de dunas, as faixas de areia. As dunas sofrem influência das correntes marítimas e do fluxo diário das marés, sendo que esses fatores, aliados à dinâmica do meio ambiente costeiro, podem exercer influência nos resultados obtidos no processamento digital das imagens do sistema Landsat (DIAS, 2018).

As dunas costeiras têm papel fundamental na constituição da primeira linha de defesa do continente, contra a incidência de grandes ondas e elevações do nível de água do mar durante a passagem de tempestades. Desta forma, as dunas podem garantir a segurança das propriedades e de pessoas que habitam a região adjacente (LARSON *et al.*, 2004). Quando retiradas, provocam desequilíbrio no sistema praia-duna expondo a praia à erosão marinha (PORTZ *et al.*, 2016). Na região são comuns as ressacas que, sem a proteção das dunas, permitem o avanço do mar sobre as cidades litorâneas (Figura 46).

Figura 46 - Ressaca no município de Balneário Rincão em 28 de outubro de 2016



Fonte: G1 Santa Catarina, 2016.

Atualmente, muitos conflitos ambientais que ocorrem no ambiente costeiro são evidenciados em virtude da falta de planejamento urbano,

fiscalização e ordenamento da ocupação litorânea. Soma-se a isso, extração irregular de areia, deterioração da qualidade dos corpos hídricos, acesso de veículos à faixa de areia das praias e degradação das dunas e sítios arqueológicos por veículos *offroad*, supressão de vegetação litorânea nativa, plantio de espécies exóticas e construções na orla marítima de muros e calçadões (Figura 47) (CRISTIANO, 2018).

Figura 47 - Ocupação urbana na bacia e interferência de veículos (*offroad*)



Legenda: A- 04/2021 (município de Jaguaruna); B- (município Jaguaruna); C- 04/2021, (município de Jaguaruna); D- 04/2021 (no município Jaguaruna/Morro do Macaco).

Fonte: Autores, 2021.

Na área litorânea da bacia mostra-se a necessidade de controle e regularização de uso e ocupação existentes nesses locais. Desde a década de 1970, Jaguaruna apresenta ocupações irregulares na sua zona costeira (CRISTIANO *et al.*, 2015). Neste caso, pode ser utilizada a Lei Federal n. 13.465/2017, como instrumento de Regularização Fundiária Urbana (REURB).

Esse instrumento permite avaliar os impactos ambientais das áreas e formular medidas de mitigação e controle, além aperfeiçoar a

regulamentação do uso e ocupação da terra e promover o ordenamento do território, contribuindo para a melhoria nas condições de vida da população com acesso aos sistemas básicos essenciais, considerando a promoção da equidade, a eficiência e a qualidade ambiental em prol da conservação dos recursos naturais (BRASIL, 2017).

Ao mesmo tempo em que houve a redução das Dunas nos anos de 1986, 2005 e 2020, outras classes ampliaram suas áreas. As Dunas foram convertidas, principalmente em Mancha Urbana (28,09%) e Pastagem e Vegetação Rasteira (14,47%).

Mesmo em decorrência dos impactos ambientais já destacados ao longo deste item e visíveis na pesquisa de campo e mapeamento de cobertura da terra sobre essas áreas, o ITA para a classe de Dunas foi classificado em “Pouco Degradado”, com valor igual a 2,50.

Classe Extração Mineral

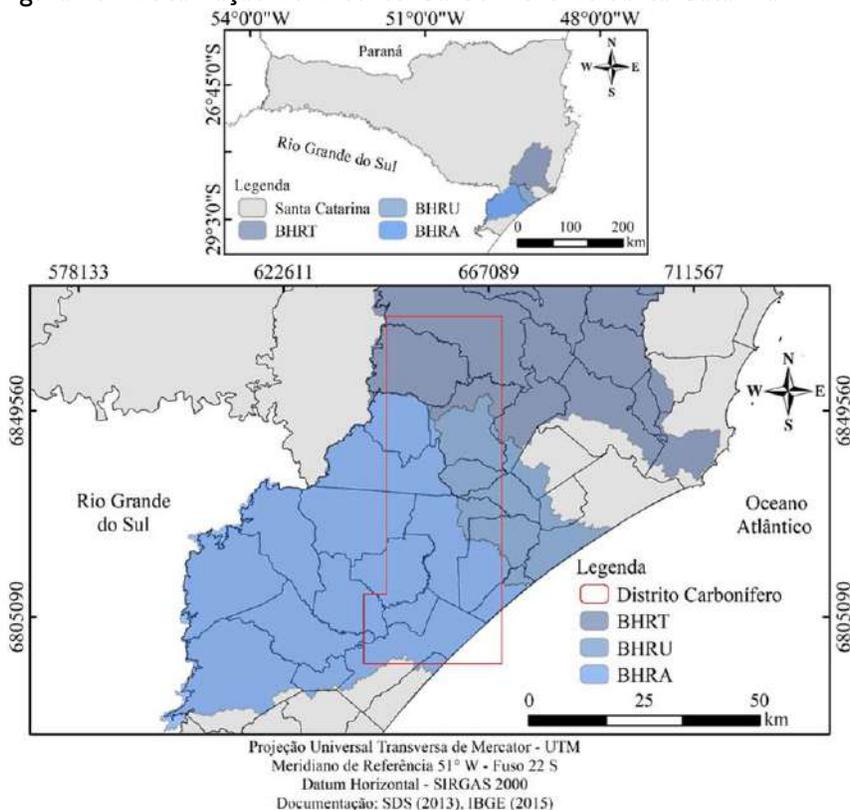
A classe de “Extração Mineral” corresponde às áreas de extração de material a céu aberto, como as atividades de carvão mineral, argila, saibro, fluorita, areia, seixo rolado entre outros. O principal destaque neste contexto é a mineração de carvão e areia, pois a distinção de outros tipos de mineração não pôde ser mapeada devido a resolução espectral das imagens limitar a distinção dessa atividade na BHRU.

Essa classe apresentou em 1986 uma área de 6,556 km², reduzindo para 3,558 km² em 2005, seguindo a tendência de redução no ano de 2020, chegando a 2,242 km², ocupando cerca de 0,33% do território da BHRU. Entre os anos de 1986 e 2020 essa área teve uma redução de 4,313 km².

Entre os fatores responsáveis pela precariedade do estado atual de degradação dos recursos hídricos da BHRU destaca-se a exploração do carvão mineral. A exploração carbonífera iniciou-se no século XIX (HEIDEMANN, 1981), tomando grande impulso com a Primeira Guerra Mundial (1914-1918) (NASCIMENTO, 2000), e com Segunda Guerra Mundial (1939-1945) (COLOSSI, 2005). De acordo com Goulart Filho (2016), a atividade de mineração na região atingiu seu auge entre os anos de 1983 e 1987, quando foram produzidas mais toneladas de carvão mineral, apresentando-se em queda a partir de 1988.

A BHRU está inserida no Distrito Carbonífero da Região Sul do Estado de Santa Catarina, caracterizada por ser um notável polo de extração (Figura 48). Além da BHRU, fazem parte do Distrito Carbonífero as bacias hidrográficas do Rio Tubarão e do Araranguá.

Figura 48 - Localização do Distrito Carbonífero de Santa Catarina



Fonte: Autores, 2021.

O carvão mineral era explorado pelo método de Lavra a Céu Aberto e Lavra subterrânea. A lavra a céu aberto constitui na remoção das camadas estéreis do solo até atingir a camada de carvão, com o auxílio de máquinas de grande porte do tipo *dragline*, entre essas a mais conhecida é a Marion (MENEZES; WATERKEMPER, 2009). Nesse método de extração os rejeitos eram depositados a céu aberto, de forma inadequada e sem nenhuma preocupação com o meio ambiente. Por

conterem grandes quantidades de metais pesados, ocorre a oxidação e geração de ácido sulfúrico, principal responsável pela drenagem ácida de mina (DAM), acarretando a degradação dos recursos hídricos, incluindo a BHRU.

Nos anos de 1980 as preocupações com as questões ambientais são confirmadas pelo Decreto Federal nº 85.206 de 1980, que já apresentava a região carbonífera como sendo a 14ª área nacional mais crítica para efeitos de controle da poluição e conservação do meio ambiente. Nessa época começaram as mobilizações ambientalistas em prol da conscientização ambiental (COLOSSI, 2005).

Em 1993 é proposta pelo Ministério Público Federal (MPF) a Ação Civil Pública nº. 93.80.00533-4, popularmente conhecida como ACP do Carvão, considerando réus empresas carboníferas, o Estado e a União. Por meio desta ação, os réus deverão recuperar os passivos ambientais gerados pela mineração de carvão entre o período de 1972 a 1989 (LADWIG; DAGOSTIM, 2017; SUTIL, 2019). Na BHRU, as áreas de ACP somam 7,405 km², com presença nos municípios de Urussanga, Cocal do Sul, Morro da Fumaça e Içara.

Para que a ACP seja executada, é necessário a implantação dos Planos de Recuperação de Áreas Degradadas – PRADs, que visam realizar a recuperação ambiental das áreas. A crise do setor carbonífero, juntamente com a criação da ACP e dos PRADs podem ter contribuído com a redução das áreas de mineração na bacia. Soma-se a isso a imposição de leis ambientais mais rígidas e organização de movimentos ambientalistas (LADWIG; DAGOSTIM; BACK, 2018).

Um dos mais severos impactos sobre o ambiente da BHRU é o efluente resultante das reações de oxidação denominada DAM. A bacia apresenta grande parte dos seus rios contaminados por drenagem ácida de mina, comprometendo assim a qualidade do ambiente aquático. Volpato (2013), em sua pesquisa, apresenta a contaminação dos recursos hídricos da BHRU. O objetivo do trabalho foi analisar os sedimentos aquáticos na difusão de metais tóxicos oriundos da DAM e proposição de técnicas de tratamento e disposição do material removido por meio do processo recuperação ambiental do estuário da BHRU.

Schnack (2018), ressalta a importância de estudos sobre os ecossistemas aquáticos do estuário da BHRU. Conforme o autor o

trabalho utilizou como método, para avaliar a qualidade do ecossistema aquático, espécies de plânctons, para análise dos parâmetros físicos e químicos da água a fim de contribuir para o plano de manejo da APA da Baleia Franca.

O programa de Ciências Humanas da UFSC realizou dois trabalhos que se tornaram públicos, sendo um deles defendido por Gothe (1993), ressaltando sua preocupação com os impactos sobre os recursos hídricos decorrentes das indústrias carboníferas que se instalaram na região desde o século XX, visando alcançar gerenciamentos dos conflitos diagnosticados. O outro, defendido por Sant Ana (2008), apresenta a importância da qualidade das águas subterrâneas da BHRU, para a população usufruir futuramente. Esse estudo submete-se por vez devido ao mau uso dos recursos hídricos que impactaram diretamente sobre a qualidade das águas da região.

Durante o período analisado (1986-2020) ficou visível que a classe da Extração Mineral foi convertida 49,56% em áreas de Vegetação Arbórea e Arbustiva. Esta situação já foi identificada no trabalho de Dias (2018), em que as áreas de mineração foram sendo substituídas por vegetação espontânea, que cresceram sem a interferência humana, e por vegetação introduzida, com plantio homogêneo e sistematizado.

Também fica evidente a conversão de 49,56% da classe de Extração Mineral em Vegetação Arbórea Arbustiva e de 13,01% em Pastagem e Vegetação Rasteira. A conversão de uma classe para outra se justifica em decorrência dos PRAD's, já realizados na região ou que se encontram em andamento.

O desenvolvimento econômico da região, baseado na Extração Mineral, resultou em alterações da paisagem com impactos significativos no território. As consequências desse histórico de degradação são vistas até hoje na BHRU. Na figura 49 é possível observar áreas de mineração de areia e depósito de rejeito de carvão mineral, com a presença de cavas de drenagem ácidas de mina inseridos na paisagem da bacia.

Figura 49 - Áreas de Mineração e Depósito de Rejeito



Fonte: A- 04/2021 (área de extração mineira/areia no município de Jaguaruna); B- C- D- 04/2021 (área de extração mineira/depósito de rejeito de carvão no município de Urussanga, distrito Rio Carvão Alto).

Fonte: Autores, 2021.

Além da extração de carvão mineral, destaca-se na bacia a mineração de areia e argila. A extração de areia está localizada no sul, no município de Jaguaruna, realizado por dragagem e cavas alagadas, conforme figura 50A. Já no município de Morro da Fumaça ocorre a mineração de argila, destinada a cerâmica vermelha nas olarias (CUNHA, 2003). Segundo Sant Ana (2008) esta atividade resultou na abertura de grandes cavas, que foram preenchidas pela água das chuvas, trazendo riscos para a população local, além de contribuem para o assoreamento dos rios. Cunha (2003) afirma que muitas antigas cavas de argila são “mascaradas” pelo crescimento da vegetação.

O resgate histórico realizado serve-se de uma importante ferramenta para a compreensão do cenário atual da BHRU, vistos que fator passado tem impactos sobre o presente e futuro da região, dando subsídios para as discussões de ações de planejamento e gestão territorial na bacia.

A classe Extração Mineral foi classificada em “Muito Degradado” e recebeu uma pontuação de 8,67 correspondente ao ITA, sendo essa a maior pontuação entre as oito classes em análises, considerada muito degradada. O elevado valor de ITA se justifica em virtude das atividades de mineração ocorridas na região que resultaram em um amplo efeito na paisagem da bacia impactando negativamente o ambiente.

Classe Massa da Água

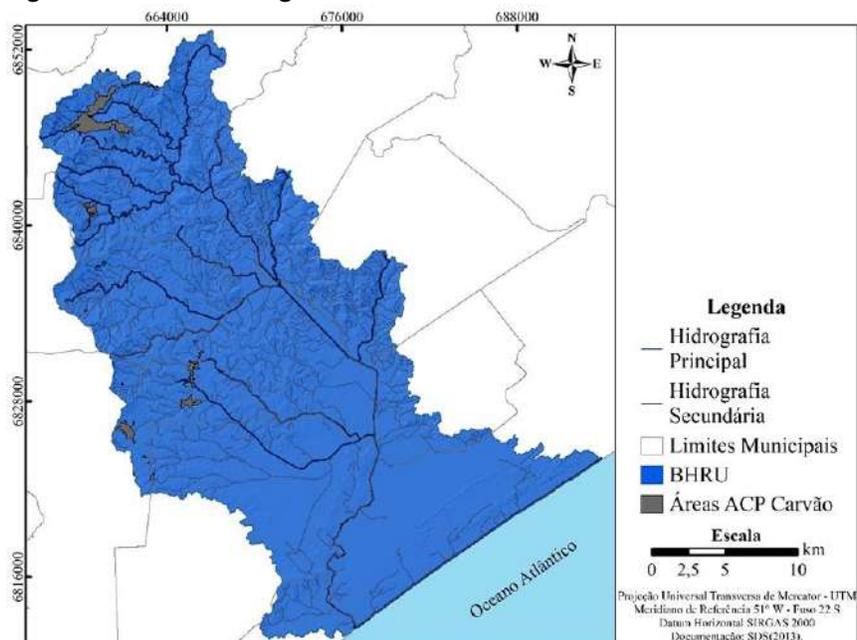
A classe massa da água identificada na bacia engloba áreas que apresentam corpos hídricos, sejam estes artificiais ou naturais (rios, represas, açudes, lagoas, reservatórios destinados à irrigação).

A BHRU apresenta 1158 km de cursos d'água, possuindo como principal rio o Urussanga, formado pela confluência dos rios Maior e Carvão. Ao longo do seu curso o Urussanga ainda recebe a contribuição dos rios América, Caeté, Cocal, Ronco D'água, Linha Torres, Linha Anta, Três Ribeirões, e Lagoa da Urussanga Velha, na margem direita e Barro Vermelho, Ribeirão da Areia e Vargedo, na margem esquerda (PRHBRU, 2019).

Em relação a qualidade das águas do Rio Urussanga e de seus afluentes, ela apresenta-se como uma das piores do estado de Santa Catarina, devido a sua potabilidade (PRHBRU, 2019). Entre os agentes responsáveis pela degradação destes recursos estão a utilização de agrotóxicos, efluentes sanitários e industriais, e como principal fator de poluição os efluentes oriundos da mineração de Carvão (DAM) (PRHBRU, 2019).

Dos rios que compõem a BHRU, aqueles localizados na margem direita, rios América, Carvão, Deserto, Cocal, Ronco D'água, Linha Anta, Três Ribeirões e Içara, possuem suas nascentes ou afluentes em áreas próximas da ACP (Figura 50). Por esta razão, podem apresentar contaminações resultantes da extração de carvão mineral.

Figura 50 - Rede Hidrográfica da BHRU



Fonte: Autores, 2021.

É importante ressaltar que assim como os recursos superficiais encontram-se comprometidos pelas diferentes fontes de poluição, os subterrâneos são pouco explorados e apresentam-se vulneráveis à contaminações pelas diferentes atividades industriais e efluentes urbanos. Desta forma, torna-se importante a determinação do grau de vulnerabilidade dos sistemas aquíferos, como uma ferramenta necessária para o planejamento e tomada de ações na proteção desses mananciais, bem como para a gestão de recursos hídricos para a bacia.

Ressalta-se ainda que as análises desta classe se restringem a valores quantitativos de área, não a valores qualitativos quanto à qualidade dos recursos hídricos. Sobre este último, há outros trabalhos de cunho científico realizados na bacia que trazem aspectos de qualidade de seus recursos hídricos, e cita-se Trein (2008), Sant Ana (2008).

Sant Ana (2008) apresenta em sua pesquisa a importância da qualidade das águas subterrâneas da BHRU, para que a população possa usufruir deste recurso, aumentando a qualidade de vida. O estudo

averigua a qualidade desse recurso hídrico na bacia, auxiliando em informações importantes sobre as águas subterrâneas. Trein (2008) avalia os impactos das ações antrópicas sobre a região da bacia do Rio Urussanga, fornecendo subsídios para tentar reverter os elevados níveis de comprometimento ambiental dos aquíferos.

Em 1998, no município de Urussanga, por meio da Lei Municipal nº. 1.665/1998, foi criada a Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Maior, com o objetivo de garantir a conservação dos remanescentes de floresta ribeirinha e dos recursos hídricos ali existentes. Sutil (2018), realizou um diagnóstico socioambiental da APA do Rio Maior, identificando nas comunidades os conflitos socioambientais ali existentes. O resultado do seu trabalho pode auxiliar a APA na construção do plano de manejo.

A área da Massa da Água para o ano de 1986 foi de 6,191 km², sofrendo redução para 5,876 km² em 2005, seguindo um aumento em 2020 para 9,942 km², passando a ocupar 1,46% do território da bacia. Essa redução entre os anos de 1986 e 2005 pode estar relacionada ao assoreamento das lagoas costeiras, em decorrência das ações antrópicas (PORCHER *et al.*, 2010). O ITA para esta classe foi classificado em “Pouco Degradado” com valor igual a 1,67.

Entre os anos de 2005 e 2020, a Massa da Água ampliou sua área em 4,066 km². Esta expansão foi visível nas margens do rio Urussanga, nos municípios de Morro da Fumaça e Sangão. Nesses locais, cavas abandonadas foram preenchidas pela água da chuva, após a extração da argila (SANT ANA, 2008). É importante ressaltar que grande parte da Massa da Água existente na bacia não pode ser visualizada no mapeamento, devido a resolução espacial das imagens utilizadas.

Ao longo de todo o período analisado (1986-2020), a classe Massa da Água foi convertida, principalmente em Mancha Urbana (22,32%) e Pastagem e Vegetação Rasteira (7,53%).

Destaca-se que a classe Massa da Água abrange principalmente os municípios de Balneário Rincão e Jaguaruna, que apresentam um conjunto de lagoas, como Urussanga Velha (Bal. Rincão), Lagoa do Réu e Lagoa Bonita (Jaguaruna), foz principal do rio Urussanga e áreas de arroz irrigado com canchas alagadas (Figura 51).

Figura 51 - Massas da Água na BHRU



Legenda: A- 04/2021 (foz Rio Urussanga, Jaguaruna); B- 04/2021 (Rio Urussanga); C- 04/2021 (Lagoa Urussanga Velha, Baln. Rincão); D- 05/2021 (área de rizicultura e outras culturas temporárias no município de Jaguaruna).

Fonte: Autores, 2021.

As lagoas inseridas na bacia vêm sofrendo pressões antrópicas ao longo dos anos, principalmente por ocupações irregulares e consequente aumento da urbanização. Parte destas lagoas, por estarem localizadas em área litorânea, apresentam vegetação de restinga, que nos últimos anos vem sofrendo mudança de uso da classe, passando a serem substituídas por pastagem e pela atividade agrícola.

Classe Mancha Urbana

A Mancha Urbana é caracterizada por manchas de redes e elementos urbanos, como construções, sistemas viários, terrenos, edificações, que representam uma cidade. A classe de Mancha Urbana está presente em todo o território da BHRU e, ao longo do período analisado, passou por um

crescimento de 4,03%. Em 1986 a Mancha Urbana representava 4,67% (31,715 km²) do território da bacia, aumentando para 6,66% (45,239 km²), em 1986, e 8,70% (59,106 km²) em 2020.

Até a década de 1970, a maior parte da população da bacia era rural (Tabela 20). Contudo, após a década de 1980 a população urbana passa representar 68%, chegando a 90% em 2010, sendo responsável em grande parte pelo crescimento urbano dos municípios.

Tabela 20 - Crescimento populacional dos municípios que constituem a BHRU

Ano	1970		1980		1991		2000		2010	
	Município	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana
Cocal do Sul*	-	-	-	-	-	-	11.407	2.319	12.696	2.463
Criciúma	55.399	26.053	96.368	14.229	132.313	14.007	153.049	17.371	189.630	2.678
Içara	3.357	13.741	12.015	12.478	27.367	10.728	39.570	9.064	53.913	4.920
Jaguaruna	3.155	11.242	7.423	7.276	10.114	8.313	10.238	4.375	13.198	4.092
Morro da Fumaça	2.167	2.591	4.899	4.172	8.752	3.621	11.154	3.397	13.863	2.263
Pedras Grandes	699	5.213	711	4.538	745	4.317	865	4.056	1.261	2.846
Sangão*	-	-	-	-	-	-	3.624	4.504	4.856	5.544
Treze de Maio	499	5.827	804	5.761	1.199	5.002	1.764	4.952	3.401	3.475
Urussanga	4.658	10.993	9.794	11.625	19.203	10.679	10.650	8.077	11.405	8.818
Total	69.934	75.660	132.014	60.079	199.693	56.667	242.321	58.115	304.223	37.099

* Até 1991, o município de Cocal do Sul pertencia a Urussanga, quando foi emancipado. O município de Sangão foi emancipado de Jaguaruna em 1992. Balneário Rincão foi emancipado de Içara em 2003, sendo instalado somente em 2013, justificando a ausência de dados populacionais (DIAS, 2018).

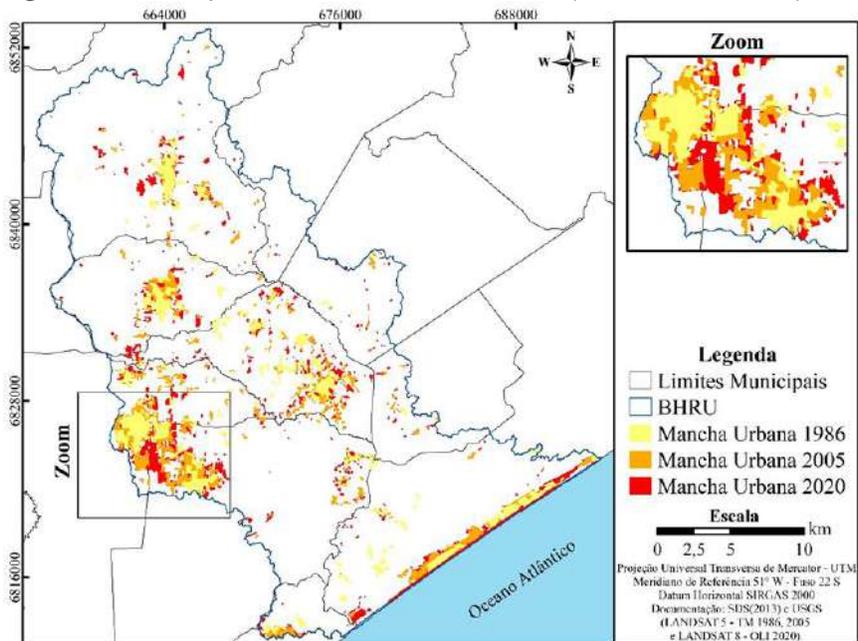
Fonte: IBGE, 2021b.

O aumento da população urbana, assim como da Mancha Urbana, já evidenciado na década de 1980, relaciona-se à diversificação da produção industrial, motivada pela extração do carvão mineral e pelo setor de revestimentos cerâmicos (DE LUCCA, 2015; GOULARTI FILHO, 2016). A partir da década de 1990, o setor carbonífero entra em crise. Contudo, as cidades continuaram a crescer, graças a diversificação econômica da região, com o surgimento de novas indústrias, como vestuário, calçados, molduras, metal-mecânica e química (ADAMI; CUNHA, 2014).

As maiores concentrações da Mancha Urbana estão inseridas na parte oeste da bacia, compreendendo os municípios de Cocal do Sul, Criciúma e Içara. Destes, Criciúma assume maior importância na hierarquia urbana estadual, sendo considerada capital regional (SANTOS,

2021), atraindo investimentos e população, por conta de toda a sua dinâmica econômica (DE LUCCA, 2015).

Figura 52 - Sobreposição das Manchas Urbanas (1986, 2005 e 2020)



Fonte: Autores, 2021.

O município de Criciúma é a cidade-polo da região sul do estado e desde a implantação da Lei Complementar nº 221, de 09 de janeiro de 2002, integra a Região Metropolitana Carbonífera (HENRIQUE, 2007). Uma das características das regiões metropolitanas é a formação de áreas conurbadas¹². Na BHRU, Criciúma compõe uma mancha conurbada com a cidade de Içara (Figura 52) (PAMPLONA; TRINDADE, 2015). O IBGE (2016) afirma que esse processo está se intensificando em centros de menor porte populacional, devido ao aumento da mobilidade. Além de Içara, o mapeamento apontou uma tendência a conurbação entre Criciúma e Cocal do Sul, ao longo da Rodovia SC-108, situação também

¹² Quando duas ou mais cidades unem suas manchas urbanas, ultrapassando os limites político-administrativos, estabelecendo vínculos socioeconômicos (IBGE, 2016).

evidenciada na pesquisa de Manenti (2019). Manenti (2019) ainda aponta uma futura conurbação entre os municípios de Criciúma e Içara.

Em razão da urbanização da bacia, vários rios tiveram suas características naturais alteradas, que associadas a impermeabilização, diminuiu a infiltração da água da chuva, aumentando o escoamento superficial, ocasionando inundações (CURY *et al.*, 2021). Ações antrópicas, como obras de retificação, desvios e canalização dos cursos d'água, podem potencializar ou acelerar os processos de inundação (BORGES, 2013). Jaguaruna, Morro da Fumaça, Criciúma e Içara, apresentam Manchas Urbanas inseridas em áreas com alta suscetibilidade à inundação na BHRU (CURY *et al.*, 2021). Esses municípios emitiram entre os anos de 1998 e 2017, 56 decretos associados à eventos hidrológicos, como inundação, enxurradas ou chuvas intensas, sendo classificados como em emergências (CURY, 2018).

No município de Jaguaruna, o processo de urbanização se intensificou nas proximidades com o litoral, iniciado a partir da segunda metade da década de 1970, sendo mais expressivo no final de 1990 (DELFINO, 2008). A partir de 2009, com a pavimentação asfáltica da Rodovia SC-100, entre a área central de Jaguaruna e o Balneário Camacho, a Mancha Urbana se estendeu para o norte do município.

Com 37,5 km de praia, Jaguaruna acompanhou a tendência nacional das segundas residências no litoral que, juntamente com à atividade turística, foi responsável pela ocupação das zonas costeiras (NOVAES, 2012). Em geral, a ocupação das zonas costeiras do município ocorreu sem respeitar as APPs, além dos campos de dunas, restingas e lagoas (EUZEBIO, 2010), alterando o funcionamento dos ecossistemas ali presentes.

Assim, percebe-se que o crescimento da Mancha Urbana no município não foi acompanhado de planejamento (PEIXOTO, 2017). A pesquisa de Nunes (2021), mostrou que grande parte das residências do litoral jaguarunense apresentam esgotamento sanitário primário, com a utilização de fossas sépticas ou até mesmo não possuírem nenhuma forma de esgotamento. Para a autora este tipo de estrutura construída nessas áreas contamina o lençol freático, pois o solo arenoso é mais permeável, propiciando o escoamento dos dejetos até o lençol freático. Podemos observar na Figura 54 as áreas de Mancha Urbana dentro da BHRU.

Figura 53 - Mancha Urbana na BHRU



Legenda: A- 05/2021 (Içara); B- 04/2021 (Jaguaruna); C- 05/2021 (Jaguaruna); D- 05/2021 (Cocal do Sul).

Fonte: Autores, 2021.

A Mancha Urbana foi a única classe que apresentou ganho de área nos três anos (1986, 2005 e 2020) analisados. As classes mais convertidas em Mancha Urbana foram: Massa da Água (48,32%), Dunas (28,09%) e Agricultura (7,32%).

A classe Mancha Urbana foi a que apresentou segundo maior valor de ITA (7,78), segundo os avaliadores classificado como “Degradado”, mostrando a pressão antrópica que é exercida sobre esta unidade em análise que altera drasticamente a cobertura da terra.

Classe Pastagem e Vegetação Rasteira

A classe Pastagem e Vegetação Rasteira estende-se por todo o território da bacia, com concentração no médio vale e manchas isoladas nas proximidades com os divisores de água da bacia. A pastagem constitui um ecossistema complexo e dinâmico, em que a vegetação dominante é

composta por espécies herbáceas (gramíneas e arbustos), nativas ou exóticas, caracterizando-se por áreas de campo aberto (WILLIAMS; BLAKELY, 1967).

A região da BHRU está inserida no Bioma Mata Atlântica que, durante o século XX, sofreu uma intensa conversão da classe de Vegetação Arbórea e Arbustiva para áreas destinadas à classe de Agricultura e Pastagem e Vegetação Rasteira (pecuária), a fim de suprir a demanda por alimentos da população e transporte (SANTOS *et al.*, 2020).

Ao longo do século XX no Brasil, a utilização de áreas de pastagem subiu consideravelmente, substituindo a vegetação nativa como suporte ao aumento do consumo populacional e do crescimento demográfico, exercendo grandes pressões antrópicas sobre a terra (DIAS-FILHO; FERREIRA, 2013). A pecuária bovina é uma das atividades mais importantes do setor agropecuário brasileiro e está presente em todo o território nacional (KAIBARA, 2014). Os bovinos representam o segundo maior rebanho da BHRU, atrás apenas dos galináceos, com 103.353 cabeças (IBGE, 2021c).

No mapeamento de cobertura e uso do ano de 1986, essa classe representava uma área de 156,052 km², apresentando aumento em 2005, passando para 184,575 km², um crescimento de 4,20%. Isso pode ser explicado pelo êxodo rural ocorrido nos municípios da bacia. A partir de 1991, a população urbana supera a rural e o processo de urbanização se torna mais intenso. Desta forma, muitas pessoas abandonaram a área rural, e consequentemente os espaços de produção agrícola.

O envelhecimento da população rural e a não permanência dos jovens neste meio tem levado os agricultores a desenvolverem atividades com menor exigência de mão de obra, como a implantação de pastagens (BAUER, 2012). Ao mesmo tempo, alguns locais deixam de produzir produtos agrícolas e com isso, naturalmente a vegetação pode se regenerar, caracterizando assim vegetação rasteira.

No ano de 2020, a situação se inverte e a classe reduz para 157,14 km², queda de 4,04%, ocupando 23,13% da BHRU (Figura 18). A análise dos dados apontou que entre os anos de 2005 e 2020, parte da Pastagem e Vegetação Rasteira, cerca de 19,92%, foi convertida na classe de Vegetação Arbórea e Arbustiva. Esta condição pode estar relacionada ao aumento das áreas de silvicultura, como pinus e eucalipto (BAUER, 2012).

Além disso, a regeneração da vegetação, entre 2005 e 2020 pode ter alcançado o estágio Arbóreo e Arbustivo em 2020.

As observações de campo realizadas nesta classe (Figura 54), indicam que as pastagens se expandiram por todo território, em contrastes com outros usos identificados dentro da bacia.

Figura 54 - Pastagem e Vegetação Rasteira na BHRU



Legenda: A- 04/2021 (município de Jaguaruna); B- (município Jaguaruna); C- 04/2021 (município de Treze de Maio); D- 04/2021(município de Urussanga).

Fonte: Autores, 2021.

Conforme trabalho de campo, pode-se observar na Figura 55 A, áreas da classe de Pastagens Vegetação Rasteira em contraste com fragmentos de Vegetação Arbórea Arbustiva, presentes mais ao litoral da bacia assim como a Figura 29 B, com campos mais abertos. Na Figura 29 C, localizada mais próxima dos divisores de água da bacia, ocorre mescla de vegetação nativa com pastagens, e na Figura 29 D observa-se o contraste de classe de Pastagens e Vegetação Rasteira e Agricultura.

O ITA para esta classe foi classificado “Regular”. valor igual a 4,67, demonstrando as pressões antrópicas sobre este espaço das atividades agropecuárias e sobre essas áreas; além disso, o aumento das Pastagens e Vegetação Rasteira sobre as áreas de Vegetação Arbórea e Arbustiva resulta na perda de habitat e ameaça a diversidade biológica (DIAS – FILHO; FERREIRA,2013).

Classe Sombra

A classe temática Sombra utilizada no mapeamento apresentou para o ano de 1986 uma área de 15,397 km², o que correspondia a 2,27% da área total da bacia. Em 2005 reduziu para 2,678 km², aproximadamente 0,39% do território e em 2020 passou para 8,48 km² (1,24%).

Os dados apresentados para essa classe temática sofreram grandes variações de áreas entre as datas em estudo. Tal fator é justificado devido a temporalidade, data (dia, hora) em que a imagem foi registrada, sistema sensor utilizado, posicionamento angular do sistema solar, não sendo de conhecimento o que abrange as feições sombreadas. As maiores áreas de sombras estão visivelmente nas partes mais íngremes da bacia próximas dos divisores de águas da BHRU. Se observa na figura 55 as fotografias tomadas no trabalho de campo para ilustrar esta classe.

Figura 55 - Áreas de Sombra na BHRU, município de Urussanga



Fonte: Autores, 2021.

Para essa classe não foi atribuído valor de ITA devido ao não conhecimento do que se encontra contido na região sombreada.

Classe Vegetação Arbórea e Arbustiva

A classe Vegetação Arbórea e Arbustiva compreende as formações florestais em processo de sucessão (vegetação secundária) e as áreas de plantio de pinus e eucalipto, não sendo possível separar as duas formações em razão da limitação radiométrica e espacial das imagens utilizadas. A mesma limitação foi encontrada por Dias (2018) em seu trabalho.

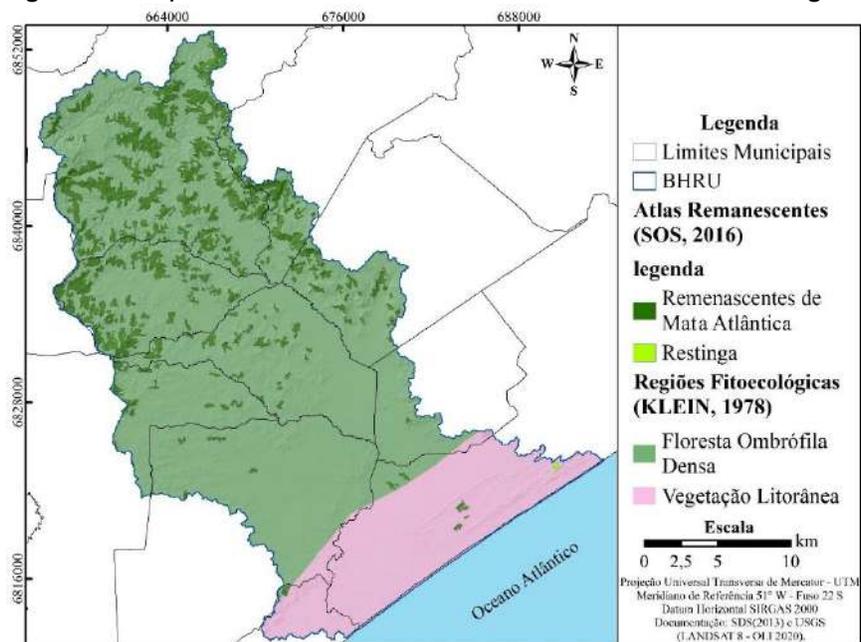
A classe apresenta um predomínio de norte a oeste da bacia, principalmente próximas aos divisores de água. Os relevos predominantes nessa área são o forte ondulado e o montanhoso, relevos mais íngremes, apresentando pouca acessibilidade, o que dificulta a exploração dessas áreas.

O território da BHRU está inserido no bioma Mata Atlântica, onde se destacam as regiões fitoecológicas Floresta Ombrófila Densa e Vegetação Litorânea (restinga) (Figura 56).

Esse bioma sofreu forte pressão antrópica desde a colonização, passando pelos ciclos econômicos até os dias de hoje, com a expansão urbana e a agropecuária, atividades que proporcionaram e fragmentação da floresta nativa, inserção de espécies exóticas e supressão de cobertura florestal (MENDES, 2004; JUST *et al.*, 2015).

A Floresta Ombrófila Densa que ocupa a maior parte da bacia, caracterizada como um tipo de vegetação com mata perenifólia (ou sempre verde), possuindo densa vegetação arbustiva (IBGE, 2012). A vegetação litorânea (restingas) encontra-se nas áreas próximas do litoral e sofre influência direta do oceano. Estes ecossistemas são constituídos de formações pioneiras de influência marinha. As restingas ocupam grandes extensões litorâneas e são associadas às dunas e planícies costeiras (ELIAS *et al.*, 2016).

Figura 56 - Mapeamento de Remanescentes de Mata Atlântica e Restinga



Fonte: Autores, 2021.

A classe com maior extensão territorial durante os anos de 1986, 2005 e 2020 foi a classe Vegetação Arbórea e Arbustiva. Em 1986 essa classe correspondia a 272,20 km², sendo a mais representativa dentro da bacia, ocupando cerca de 40,04% da área total.

Entre os anos de 1986 e 2005 a classe de Vegetação Arbórea e Arbustiva apresentou uma redução de 22,857 km². No período compreendido entre os anos de 2005 e 2020 houve um aumento de 3,023 km², o que resultou em uma área total de 252,368 km² no ano 2020.

Ao longo do período analisado, 1986 a 2020, a cobertura vegetal da BHRU teve sua área reduzida em 19,834 km². Entre os anos de 1986 e 2005 ocorreu uma conversão de 54,59 km² (20%) de Vegetação Arbórea e Arbustiva em Pastagem e Vegetação Rasteira, e 27,57 km² (10,12%) em Agricultura. No período entre 2005 e 2020 a conversão em Pastagem e Vegetação Rasteira (24,49 km²) e Agricultura (21,74 km²) foi menor, mas manteve uma tendência de conversão de áreas para essas duas classes.

Paralelo à conversão de áreas de Vegetação Arbórea e Arbustiva em Pastagem e Vegetação Rasteira e Agricultura foi possível observar a ocorrência de um processo inverso, a regeneração da cobertura florestal sobre áreas ocupadas por Pastagem e Vegetação Rasteira e Agricultura. Entre os de 1986 e 2005 houve uma regeneração de 24,63 km² sobre as áreas de Pastagem e Vegetação Rasteira e 26,52 km² sobre áreas de Agricultura. Em 2005 e 2020 a regeneração foi de 21,92 km² em áreas de Agricultura e 35,82 km² em Pastagem e Vegetação Rasteira.

Propensão semelhante foi encontrada por Dias (2018); em seu trabalho, ele apontou que no período de 1986 e 2000 uma área de 77,10 km², e no período de 2000 e 2016 67,99 km², sofreram regeneração em Áreas Antropizadas¹³. Seabra e Cruz (2013) também verificaram uma tendência parecida na bacia hidrográfica do rio São João, onde em 1995 e 2010 houve o aumento da regeneração de áreas florestais em áreas de agricultura.

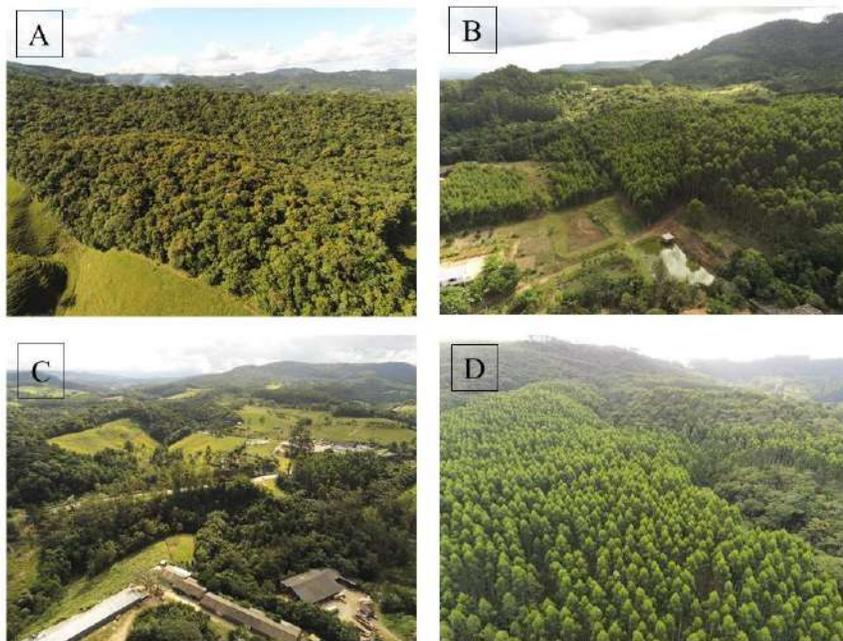
O ITA para a classe de Vegetação Arbórea e Arbustiva foi classificado em “Pouco Degradado” com valor de ITA igual a 1,22 sendo o menor valor apresentado entre as classes. Porém é importante ressaltar que as áreas de Vegetação Arbórea e Arbustivas da bacia precisam ser estudadas, uma vez que este estudo se limita em mapear a qualidade desta vegetação.

O estudo de monitoramento de qualidade destas vegetações é importante, uma vez que, após 1980, foi constatado por Marcondes (2016) expansão dessas áreas principalmente a silvicultura e *Eucalyptus* sobre as áreas de pastagens naturais. Observou-se nos estudos de campo uma mescla da paisagem entre áreas naturais e inserção da Silvicultura (Figura 57).

Conforme pesquisa de campo, a regeneração observada no mapeamento de cobertura e uso da terra está relacionada ao reflorestamento, sendo evidente a inserção deste tipo de vegetação na paisagem, uma vez que, conforme as imagens acima, há o contraste entre vegetação original e áreas de reflorestamento.

¹³ Dias (2018) considerou que as Áreas Antropizadas eram áreas agricultáveis e de pecuária, bem como os vazios urbanos.

Figura 57 - Áreas de classe de Vegetação Arbórea e Arbustiva - BHRU



Legenda: A- 04/2021 (município de Urussanga); B- (município de Treze de Maio); C- 04/2021 (município de Treze de Maio); D- 04/2021 (Município de Urussanga).

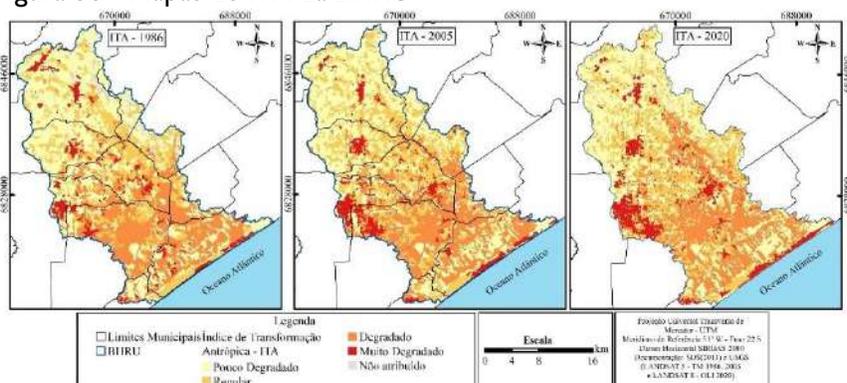
Fonte: Autores, 2021.

Ressalta-se a importância do manejo e monitoramento destas áreas e estudos com imagens contendo maior resolução espectral, para diferenciação desta vegetação inserida na bacia.

Análise dos resultados do ITA para os anos de 1986, 2005 e 2020

Este item abrange os resultados do Índice de Transformação Antrópica – ITA, com base no mapeamento de cobertura e uso da terra, com o intuito de compreender o grau de degradação ocorrido no território ao longo dos anos de 1986, 2005 e 2020. Diante disso, foram analisados em conjunto, levando em consideração as oito classes de uso e cobertura da terra na BHRU (Figura 58). A tabela 21 exhibe os resultados do ITA para cada ano.

Figura 58 - Mapas de ITA da BHRU



Fonte: Autores, 2021.

Tabela 21 - Índice de Áreas de ITA

ITA	Área	Área	Área	Área	Área	Área
	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)
	1986	1986	2005	2005	2020	2020
Pouco Degradado	286,804	42,19	265,169	39,01	268,27	39,47
Regular	156,052	22,96	184,575	27,15	157,14	23,12
Degradado	183,234	26,96	178,539	26,27	184,521	27,15
Muito Degradado	37,271	5,63	48,797	7,18	61,348	9,02
Não Atribuído	15,396	2,27	2,678	0,39	8,479	1,25
Total	679,75	-	679,75	-	679,75	-
	7		9		8	

Fonte: Autores, 2021.

A tabela 22 comprova os resultados obtidos do ITA, para as três datas, e foi classificado como “Regular” (2,5 – 5) em todos os períodos.

Tabela 22 - Resultados do ITA

Classe	Área (%)			Peso ITA	Resultado ITA		
	1986	2005	2020		1986	2005	2020
Agricultura	26,96	26,27	27,15	6,11	1,65	1,60	1,66
Dunas	1,24	1,46	0,88	2,50	0,03	0,04	0,02
Extração Mineral	0,96	0,52	0,33	8,67	0,08	0,05	0,03
Massa da Água	0,91	0,86	1,46	1,67	0,02	0,01	0,02
Mancha Urbana	4,67	6,66	8,70	7,78	0,36	0,52	0,68
Pastagem e Vegetação Rasteira	22,96	27,15	23,12	4,67	1,07	1,27	1,08
Sombra	2,27	0,39	1,25	0,00	0,00	0,00	0,00

Vegetação Arbórea e Arbustiva	40,04	36,68	37,13	1,22	0,49	0,45	0,45
Total	100	100	100	-	3,70	3,93	3,94

Fonte: Autores, 2021.

Os trabalhos de Cruz (1984), Gouveia, Galvanin e Neves (2013) e Silva *et al.* (2019) classificaram o ITA com base nos valores de 0 a 10. O ITA “Muito Degradado” (7,5 – 10), foi representado pelas classes Mancha Urbana (ITA 7,78) e Extração Mineral (ITA 8,67). No ano de 1986 ambas as classes apresentavam uma área de 37,271 km², com aumento no ano de 2005 para 48,797 km², continuando a crescer em 2020, passando para 61,348 km², cerca de 9,02% do território da bacia.

Conforme os mapas de cobertura e uso da terra, houve redução da classe de Extração Mineral, que corresponde principalmente às atividades de carvão a céu aberto e que, desde o início da sua exploração até os dias atuais, tem grandes efeitos sobre o território, como a degradação do solo, ar, recursos hídricos e impactos sobre a fauna e flora.

A classe Mancha Urbana vem expandindo ao longo do período analisado (1986-2020). Esse aumento está atrelado ao crescimento da produção industrial, desenvolvimento socioeconômico a ampliação do mercado nacional, e consequente aumento das cidades de Santa Catarina (GOULART FILHO, 2016).

O aumento da concentração de pessoas no meio urbano pode causar impactos ambientais distintos do meio rural, principalmente quando o crescimento acontece de forma desordenada e sem planejamento, interferindo nas características naturais do lugar.

A ocupação urbana irregular, principalmente perto de áreas de mananciais utilizados para abastecimento público, compromete a sustentabilidade e redução da disponibilidade hídrica, produz uma maior quantidade de efluentes sanitários e industriais, além de gerar impermeabilização e erosão do solo (TUCCI; MENDES, 2006).

O ambiente pode ser degradado de diversas maneiras, e as consequências da classe de Mancha Urbana e Extração Mineral sobre o território da BHRU sintetizam a degradação do solo, da vegetação e das águas, associada à perda da qualidade ambiental, correspondendo a um índice alto de transformação da paisagem.

Outra atividade com grande impacto na BHRU é a Agricultura. Essa classe engloba as áreas de cultivo, e principalmente de arroz irrigado. O valor de ITA para essa classe foi de 6,11, sendo classificado como “Degradado” (5 – 7,5). Isso se justifica em virtude da expansão das áreas destinadas à agricultura, em especial ao cultivo de arroz irrigado na bacia após os anos de 1980.

No ano de 1986, essa classe atrelada ao ITA representava 183,234 km² (26,96%), com redução de área no ano de 2005 para 178,539 km² (2,27%), e novo aumento territorial para 184,521 km² (27,15%) em 2020.

O solo possui um suporte ecológico e o uso inadequado pode ocasionar efeitos negativos e desequilíbrios ambientais (GOMES SOBRINHO; 2018). Diante desse contexto as áreas utilizadas para o cultivo de arroz são predominantemente irrigadas por inundação e necessitam de grande volume de água (PINTO *et al.*, 2016).

De acordo com Back, Deschamps e Santos (2016), o desenvolvimento das atividades de arroz irrigado (pré-germinados), quando perto de mananciais, apresentam sérios riscos de contaminação pelos agroquímicos, trazendo a preocupação com os recursos hídricos, subterrâneos e superficiais.

No tocante ao ITA, tem-se de modo geral para esta paisagem a situação de “Degradado” pelo grau de interferência antrópica, o que se torna preocupante, visto que em uma escala maior que 7,5 torna-se “Muito Degradado”, e caso não haja um uso racional e consciente, além de medidas que minimizem os impactos dessa atividade, essa realidade possa ser confirmada em poucos anos.

Analisando as áreas de Agricultura, houve expansão de área dessa classe. Concomitante a isso houve aumento das áreas da classe de Pastagens e Vegetação Rasteira. Para que a classe de Agricultura pudesse se expandir, outras classes foram suprimidas, e a classe que mais teve perda nos períodos de expansão da Agricultura foi a Pastagem e Vegetação Rasteira.

A classe de Pastagem e Vegetação Rasteira foi classificada como “Regular”, com valor de ITA 4,67. Essa classe atrelada ao valor de ITA apresentava no ano de 1986 uma área de 156,052 km² (22,96%), aumentando em 2005 para 184,575 km² (27,15%) e reduzindo para 157,140 km² no ano de 2020, cerca de 23,12% da área total da bacia.

A pecuária é uma das atividades econômicas mais importantes do estado (WÜST; TAGLIANI; CONCATO, 2015). Mas não é umas das atividades mais expressivas dentro da BHRU. Nota-se que as atividades agropecuárias causam impactos sobre o território da bacia, proveniente da criação de animais de grande porte que utilizam espaços maiores, e muitas vezes sem nenhuma forma de manejo eficiente, e como consequência acarretam a degradação e compactação do solo, perda da biodiversidade e retirada da cobertura vegetal (WÜST; TAGLIANI; CONCATO, 2015).

Diante dos resultados obtidos do ITA, as classes de Dunas, Massa da água, Vegetação Arbórea e Arbustiva foram classificadas em “Pouco Degradado” (0 – 2,5). No ano de 1986, o ITA “Pouco Degradado” apresentava uma área de 286,804 km² (42,19%) reduzindo em 2005 para 265,169 km² (39,01%) e com pequeno aumento no ano de 2020, passando para 268,270 km² (37,47%) do território da bacia.

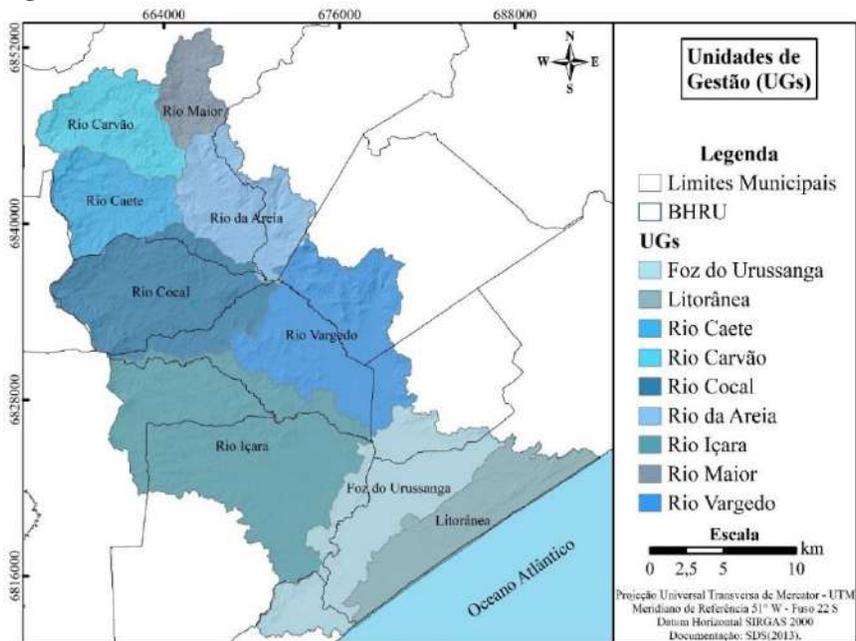
Entre elas o maior valor do ITA, 2,5, foi atribuído às Dunas. As Dunas são áreas que sofrem com as pressões antrópicas constantes, como a especulação imobiliária e a ocupação desordenada. A preservação delas pode ocorrer por meio de planos e programas ambientais eficientes, ao uso correto e manejo desses ambientes costeiros.

Já as classes de Massa da Água (1,67) e Vegetação Arbórea e Arbustiva (1,22) apresentaram valores de ITA baixo, visto que é de conhecimento que são áreas que sofrem com as interferências antrópicas, porém não é possível, por meio da metodologia utilizada no mapeamento de cobertura e uso da terra, verificar a qualidade desta vegetação (distinguir entre vegetação nativa e reflorestamento) e qualidade dos corpos hídricos.

Com base nas observações do mapeamento realizado nos três anos de estudo, o ITA mostrou-se satisfatório. Uma metodologia que alcançou resultados coerentes para que se pudesse compreender as transformações e o grau de degradação da paisagem. De uma forma geral a BHRU é considerada por meio do ITA como “regular”, levando em conta as alterações tanto antrópicas quanto naturais na paisagem.

Análise das Unidades de Gestão integrado ao mapeamento do uso e cobertura da terra e do ITA

Figura 59 - Unidades de Gestão da BHRU



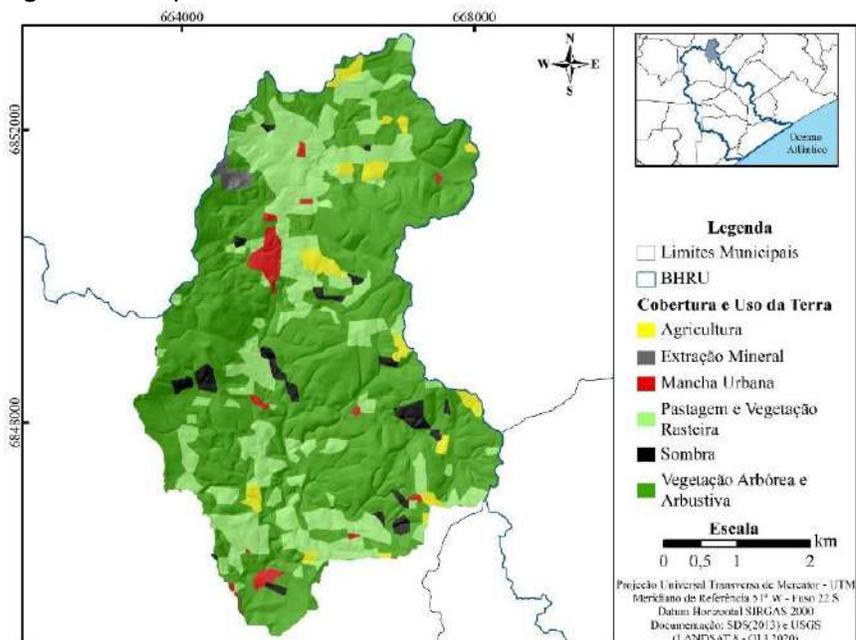
Fonte: Autores, 2021.

A análise das UGs de uma bacia hidrográfica pode servir como norteadora para um planejamento e gestão territorial, devido as particularidades que cada uma apresenta, tonando-se mais fácil a tomada de decisão (CARVALHO, 2020). Assim são apresentados os resultados obtidos de forma individual, para uma das nove UGs pertencentes a BHRU (Figura 59).

I – Unidade de Gestão Rio Maior

A UG Rio Maior está inserida no município de Urussanga e apresenta uma área de 24,284 km² da ocupação total do território da BHRU. A figura 60, tabela 23 apresentam os resultados do mapeamento e a mensuração das classes de cobertura e uso da terra.

Figura 60 - Mapeamento de cobertura e uso da terra, UG Rio Maior



Fonte: Autores, 2021.

A UG Rio Maior é a menor Unidade de Gestão em termos de extensão territorial da BHRU. Conforme mapeamento, cerca de 68,85% compreendem as áreas de Vegetação Arbórea e Arbustiva (16,719 km²), cerca de 5,645 km² de Pastagem e Vegetação Rasteira, 0,723 km² de Agricultura e 0,421 km² de Mancha Urbana.

Tabela 23 - Mensuração das classes de cobertura e uso da terra, UG Rio Maior

Classes	Área (km ²)	Área (%)
Agricultura	0,723	2,98
Extração Mineral	0,138	0,57
Mancha Urbana	0,421	1,73
Pastagens e Vegetação Rasteira	5,645	23,25
Sombra	0,637	2,62
Vegetação Arbórea e Arbustiva	16,719	68,85
Total	24,284	100,00

Fonte: Autores, 2021.

Dentro da UG do Rio Maior há duas áreas de atividades de exploração mineral de diábásio e argila, além de empresas industriais e comerciais e atividades de agricultura (SUTIL *et al.*, 2019). No que tange aos aspectos ambientais, os impactos observados nesta pesquisa corroboram com os apontados no trabalho de Sutil *et al.* (2019), como os usos inadequados das APPs e descarte de resíduos sólidos. No trabalho conduzido por Ladwig *et al.* (2017), os impactos estão relacionados a ocupações desordenadas sobre as APPs dos cursos naturais (rios) e das nascentes.

Com o intuito de conservar os recursos hídricos da UG do Rio Maior, foi criado pela Lei municipal nº. 1.655/1998 a Área de Preservação Ambiental (APA) do Rio Maior. Considerada, conforme a lei, como unidade de conservação de uso sustentável visando o desenvolvimento e a proteção e conservação do seu território.

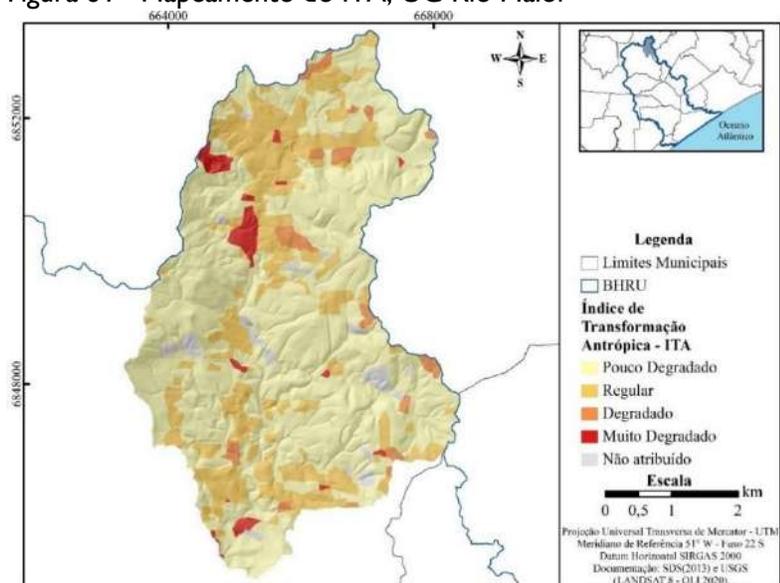
Os principais impactos ambientais presentes nesta UG estão relacionados à ocupação desordenada, ao descarte incorreto de resíduos sólidos e assoreamento dos cursos hídricos. Ladwig *et al.* (2017) ressalta que os impactos estão relacionados à questão da ocupação desordenada das margens do rio e das nascentes.

O trabalho de Sutil (2018) apresenta um diagnóstico socioambiental da APA; em um trabalho em 2017 a mesma autora realizou um mapeamento das áreas prioritárias para recuperação em áreas de proteção permanente (APPs), verificando que cerca de 3 km² tem alta prioridade de recuperação (SUTIL *et al.*, 2017).

Diante disso, por se tratar de uma unidade de conservação, é necessário medidas de controle e gerenciamento do seu território por meio de um plano de manejo de forma eficiente para esta unidade, visando a sua preservação e conservação (SUTIL, 2018).

Na figura 61 a seguir é apresentado o mapeamento e na tabela 24 os resultados do ITA para a Unidade de Gestão Rio Maior.

Figura 61 - Mapeamento do ITA, UG Rio Maior



Fonte: Autores, 2021.

Do ponto de vista de impactos ambientais, essa é uma das UGs menos impactadas, e apresenta conforme ITA o valor de 2,29 classificada como “Pouco Degradado”. A classificação “Pouco Degradado” para essa UG apresenta 16,719 km² do total do seu território.

Tabela 24 - Resultados do ITA, UG rio Maior

Classes	Área (km ²)	Área (%)
Pouco Degradado	16,719	68,85
Regular	5,645	23,25
Degradado	0,723	2,98
Muito Degradado	0,559	2,30
Não atribuído	0,637	2,62
Total	24,284	100,00

Fonte: Autores, 2021.

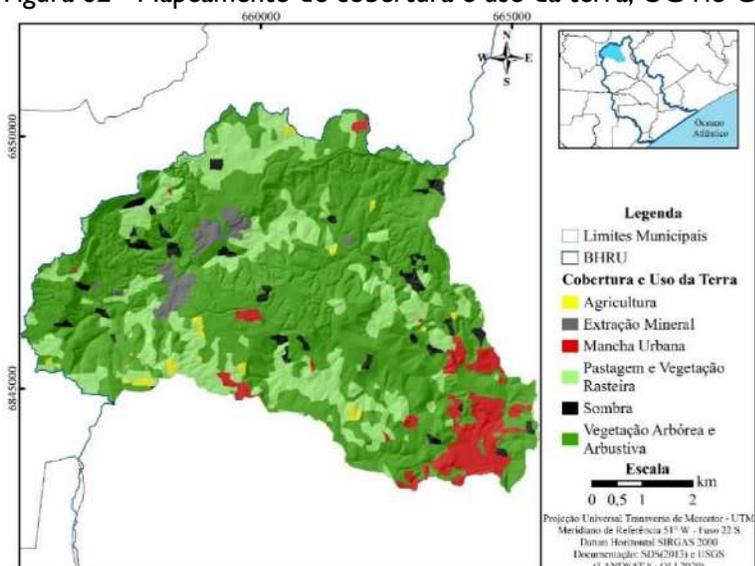
Isso se justifica por apresentar uma Área de Proteção Ambiental – APA do Rio Maior, instituída pela Lei Municipal nº. 1.655/1998, com o intuito de garantir a conservação de expressivos remanescentes de mata

aluvial e dos recursos hídricos ali existentes. Vale ressaltar que, apesar de apresentar um resultado positivo para ITA, estudos mais detalhados dos impactos e da degradação ambiental da APA devem ser elaborados para dar subsídios para uma base de ações de preservação e conservação.

II – Unidade de Gestão Rio Carvão

A UG Rio Carvão, assim como a UG Rio Maior, está inserida no município de Urussanga e apresenta uma área de 46,548 km², cerca de 6,85% da ocupação total o território da BHRU. A figura 62 e a tabela 25 expressam os resultados do mapeamento e a mensuração das classes de cobertura e uso da terra.

Figura 62 - Mapeamento de cobertura e uso da terra, UG rio Carvão



Fonte: Autores, 2021.

Tabela 25 - Mensuração das classes de cobertura e uso da terra, UG Rio Carvão

Classes	Área (km ²)	Área (%)
Agricultura	0,418	0,90
Extração Mineral	1,106	2,38

Mancha Urbana	2,698	5,80
Pastagens e Vegetação Rasteira	10,135	21,77
Sombra	1,244	2,67
Vegetação Arbórea e Arbustiva	30,947	66,48
Total	46,548	100,00

Fonte: Autores, 2021.

Na paisagem da UG Rio Carvão há predominância da classe Vegetação Arbórea e Arbustiva com cerca de 30,947 km², seguidos da classe de Pastagem e Vegetação Rasteira com área de 10,135 km².

Nesta UG existem terras em que há a prática de pequenas atividades agropecuárias e agricultura familiar de subsistência (SCUSSEL, 2018), justificando assim a pequena classe de Agricultura que apresenta cerca de 0,418 km².

Essa UG contempla uma área de exploração de carvão mineral, representada pela classe de Extração Mineral; essa atividade deixou passivos ambientais com reflexo em toda BHRU que impactaram tanto água, solo e ar. As áreas impactadas são evidenciadas por meio de locais com rejeitos de carvão expostos a céu aberto e cavas alagadas de drenagem ácida de mina (Figura 63).

Figura 63 - Cavas Alagadas - DAM



Fonte: Autores, 2021.

Atualmente a única atividade carbonífera desenvolvida dentro da UG é a empresa de coque, e tem como principal problema a emissão de

gases atmosféricos que impacta sobre os moradores por meio da fuligem que atinge suas hortas, plantas e suas casas localizadas próximas à empresa (VIRTUOSO, 2018; MENEGON BRISTOT *et al.*, 2020).

O Rio Carvão é fortemente impactado pelos rejeitos de carvão em que a degradação ambiental é bem visível (Figura 64), resultando na má qualidade das suas águas e na paisagem da bacia com pouca vegetação nativa e muitas exóticas, como as espécies de *Eucalyptus* e *Pinus*, antes utilizadas para as recuperações ambientais.

Figura 64 - Rio Carvão e sua confluência com o Rio Maior, município de Urussanga



Legenda: A- 04/2021 (Rio Carvão); B- (Confluência Rio Maior com Rio Carvão).

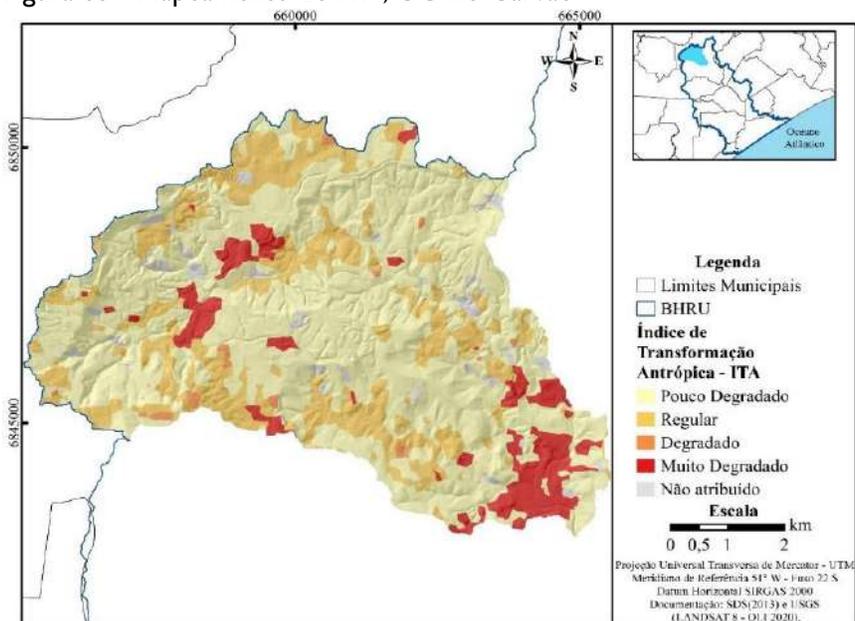
Fonte: Autores, 2021.

O Rio Carvão é um dos mais impactados pelas atividades de mineração de carvão, tanto a céu aberto quanto subterrâneo, apresentando coloração avermelhada e forte concentração de materiais pesados. Ele recebe afluentes de coloração esbranquiçada de mina desaguando no Rio Carvão, conforme observado na pesquisa de campo.

Embora o mapeamento de cobertura e uso da terra tenha indicado uma redução da Classe de Extração Mineral, em decorrência da Ação Civil Pública do Carvão que impôs a execução dos PRADs, muitos locais ainda estão à espera da recuperação ambiental.

Do ponto de vista de impactos ambientais, essa é uma das UGs mais impactadas; entretanto ela apresenta, conforme ITA, o valor de 2,54, classificada como “Regular”. Na figura 65 a seguir é apresentado o mapeamento e a Tabela 26 com os resultados do ITA para a Unidade de Gestão Rio Carvão

Figura 65 - Mapeamento do ITA, UG rio Carvão



Fonte: Autores, 2021.

Tabela 26 - Resultados do ITA, UG rio Carvão

Classificação	Área (km²)	Área (%)
Pouco Degradado	30,947	66,48
Regular	10,135	21,77
Degradado	0,418	0,90
Muito Degradado	3,803	8,17
Não atribuído	1,244	2,67
Total	46,548	100,00

Fonte: Autores, 2021.

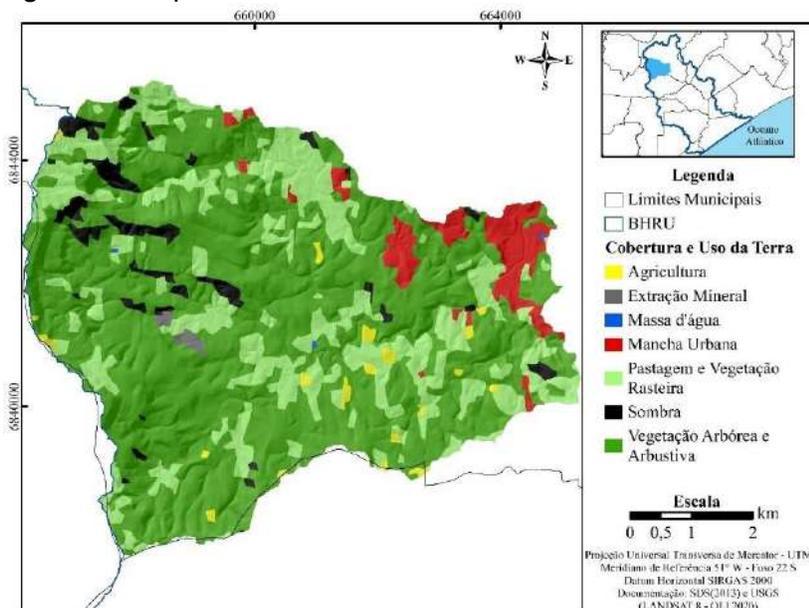
A classificação “Pouco Degradado” para essa UG apresenta 30,947 km² do total do seu território. É importante ressaltar que, apesar de apresentar um peso de ITA baixo, recomenda-se uma análise mais criteriosa, visto que o classificador se baseia nas áreas de cada classe de uso e cobertura da terra para definição do índice de transformação antrópica.

No tocante às questões ambientais e modificações na paisagem a UG do Rio Carvão é uma das unidades mais impactadas pelas atividades de mineração de carvão, com várias características modificadas, tanto de ordem física, ambiental e biológicas (COSTA; ZOCHE, 2009; ZOCHE *et al.*, 2014), apesar de apresentar resultados positivos no que diz respeito ao ITA.

III – Unidade de Gestão Rio Caeté

A figura 66 e a tabela 27 apresentam os resultados do mapeamento e a mensuração das classes de cobertura e uso da terra para a UG Rio Caeté, localizada no município de Urussanga.

Figura 66 - Mapeamento de cobertura e uso da terra, UG Rio Caeté



Fonte: Autores, 2021.

Tabela 27 - Mensuração das classes de cobertura e uso da terra, UG Rio Caeté

Classes	Área (km²)	Área (%)
Agricultura	0,525	1,20
Extração Mineral	0,169	0,39
Mancha Urbana	2,107	4,82
Massa da Água	0,025	0,06
Pastagens e Vegetação Rasteira	10,035	22,97
Sombra	1,631	3,73
Vegetação Arbórea e Arbustiva	29,201	66,83
Total	43,693	100,00

Fonte: Autores, 2021.

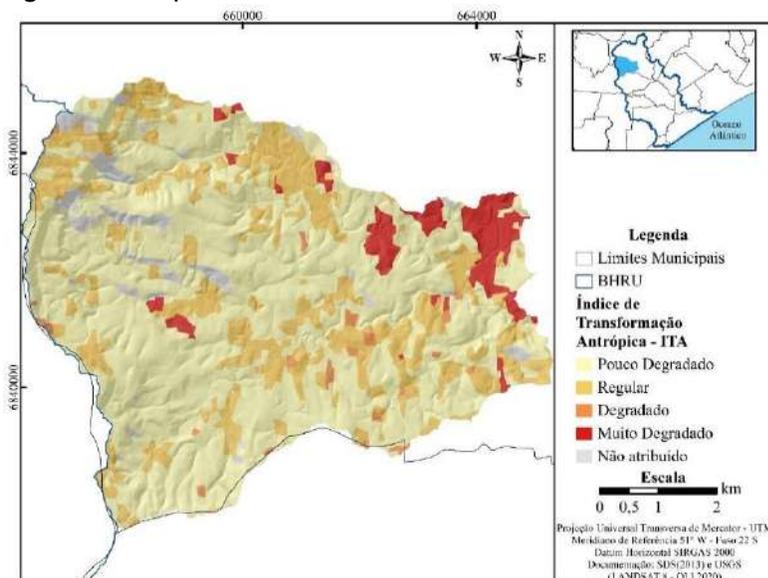
A UG Rio Caeté compreende uma área de 41,161 km², cerca de 6,06% do território da BHRU, sendo a segunda menor unidade em extensão territorial, apresentando áreas mais próximas às encostas da serra com relevos mais íngremes da UG. Observa-se nessa unidade um predomínio das classes de Vegetação Arbórea e Arbustiva, compreendendo cerca de 29,201 km², seguidos da classe de Pastagem e Vegetação Rasteira com cerca de 10,035 km², seguido de Agricultura e Extração Mineral.

A classe de Extração Mineral nesta unidade representa uma indústria e depósito de mineração de carvão Carbonífera Catarinense, conforme constatado em campo, sendo esta uma das atividades responsável por grandes impactos e modificações na paisagem da bacia. Apesar desta unidade apresentar uma atividade com potencial poluidor, o ITA foi classificado em “Pouco Degradado” com valor 2,08; isso se dá principalmente pela grande quantidade de vegetação arbórea e arbustiva nesta unidade.

A figura 67 e a tabela 28 apresentam a classificação temática do ITA para a UG do Rio Caeté.

As áreas desta bacia apresentam valores bem similares entre as classificações “Pouco Degradado”, “Regular” e “Degradado”. No que tange às questões ambientais e modificações na paisagem das UG's, esta é a unidade menos impactada, assim como a UG do Rio Maior.

Figura 67 - Mapeamento do ITA, UG Rio Caeté



Fonte: Autores, 2021.

Tabela 28 - Resultados do ITA, UG Rio Caeté

Classificação	Área (km ²)	Área (%)
Pouco Degradado	29,226	66,89
Regular	10,035	22,97
Degradado	0,525	1,20
Muito Degradado	2,276	5,21
Não atribuído	1,630	3,73
Total	43,693	100,00

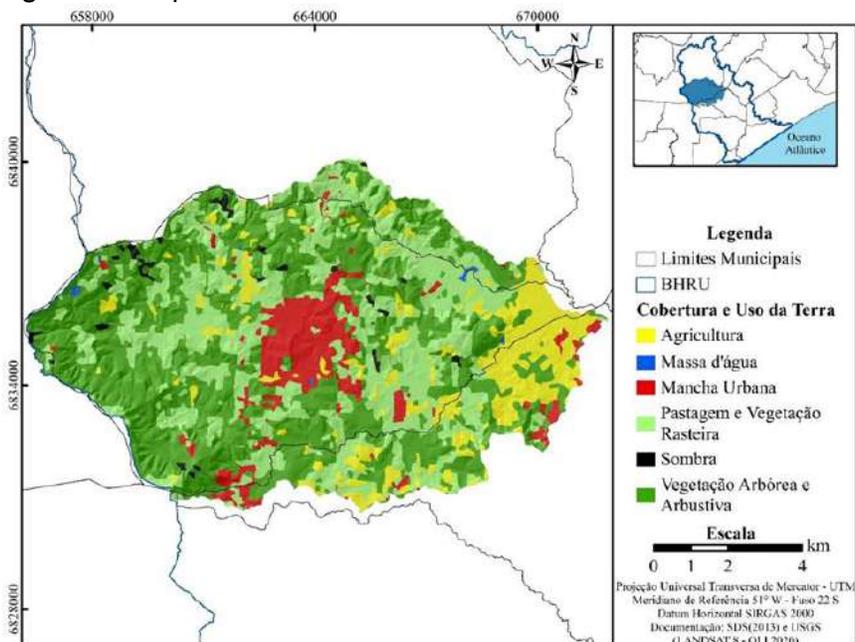
Fonte: Autores, 2021.

Em relação às questões ambientais, o Rio Caeté, principal rio desta unidade, possui como afluente o Rio Deserto, que é drenado por depósitos de rejeitos não controlados, resultando na contaminação dos seus recursos hídricos. Entretanto o Rio Caeté não contribui significativamente com a contaminação do Rio Urussanga, devido a inexistência de áreas degradadas em sua margem, havendo uma pequena melhora durante seu percurso conforme constatado no trabalho de Gonçalves (2008).

IV – Unidade de Gestão Rio Cocal

A figura 68 e a tabela 29 apresentam o resultado do mapeamento e mensuração das classes de cobertura e uso da terra da UG Rio Cocal, e ela abrange principalmente o município de Cocal do Sul e uma pequena porção dos municípios de Urussanga e Morro da Fumaça.

Figura 68 - Mapeamento de cobertura e uso da terra, UG Rio Cocal



Fonte: Autores, 2021.

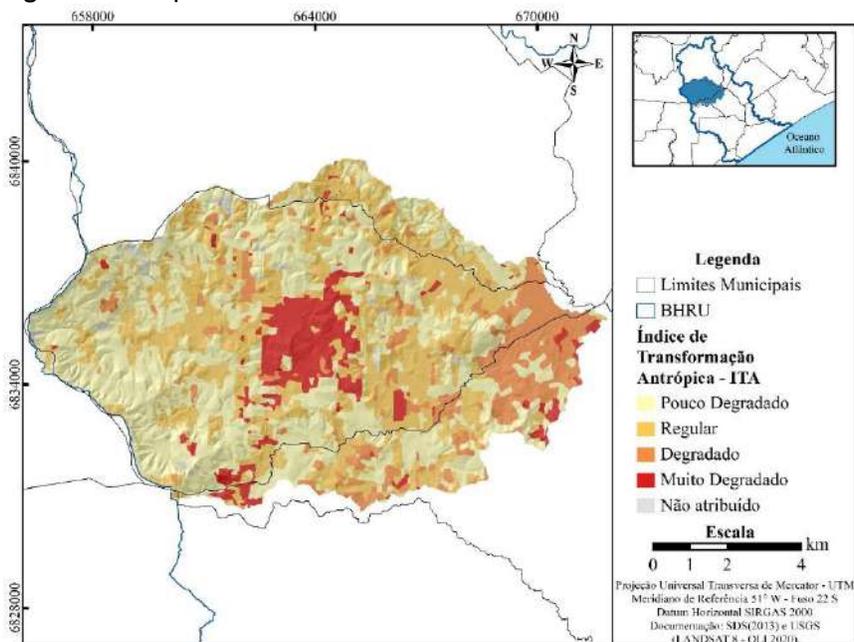
Tabela 29 - Mensuração das classes de cobertura e uso da terra, UG Rio Cocal

Classes	Área (km ²)	Área (%)
Agricultura	11,684	12,32
Mancha Urbana	7,927	8,36
Massa da Água	0,195	0,21
Pastagens e Vegetação Rasteira	30,784	32,45
Sombra	0,956	1,01
Vegetação Arbórea e Arbustiva	43,307	45,66
Total	94,853	100,00

Fonte: Autores, 2021.

A UG Rio Cocal apresenta maior percentual de áreas de Pastagens e Vegetação Rasteira, com 30,784 km², seguido da Agricultura, presente em maior quantidade na cidade de Morro da Fumaça, expressa pelo cultivo de arroz 11,684 km², e cerca de 7,927 km² de Mancha Urbana representando o centro urbano de Cocal do Sul, com cerca de 12,32% desta unidade.

Figura 69 - Mapeamento do ITA, UG Rio Cocal



Fonte: Autores, 2021.

Tabela 30 - Resultados do ITA, UG Rio Cocal

Classificação	Área (km ²)	Área (%)
Pouco Degradado	43,502	45,86
Regular	30,784	32,45
Degradado	11,684	12,32
Muito Degradado	7,927	8,36
Não atribuído	0,957	1,01
Total	94,853	100,00

Fonte: Autores, 2021.

Conforme mapeamento de cobertura e uso da terra realizado neste estudo a classe de Mancha Urbana desta unidade expandiu-se de forma acentuada, principalmente na região do centro urbano da cidade de Cocal do Sul. A atividade de expansão urbana apresenta um dos maiores índices de transformações antrópicas. A figura 69 e a tabela 30 apresentam os resultados de ITA para a UG Rio Cocal.

A UG rio Cocal apresenta cerca de 94,853 km² de área avaliado pelo índice ITA como sendo “Regular” com valor igual a 3,48; isso se dá principalmente em relação à grande quantidade de áreas Pastagens e Vegetação Rasteira voltadas as atividades de pecuária, e as classes de Agricultura e Mancha Urbana.

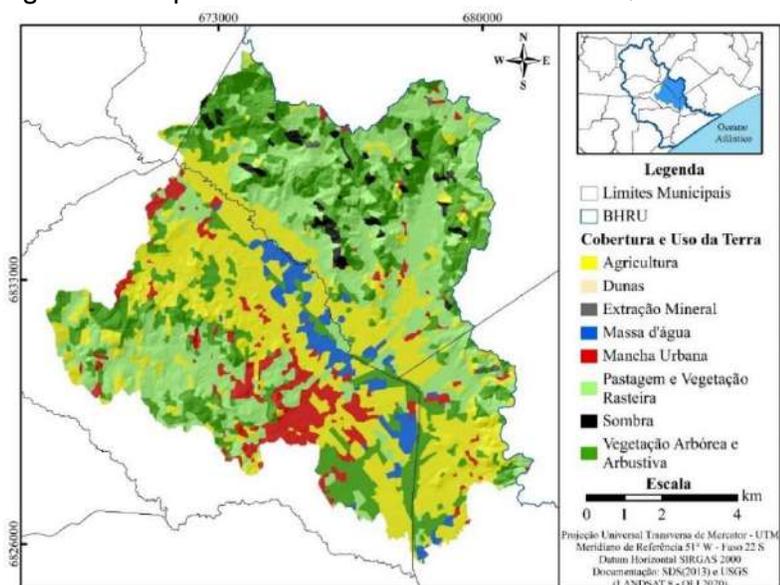
Nesta unidade encontra-se uma área de proteção ambiental a APA Cocal do Sul com extensão de 23,42 km², criada pela Lei Ordinária nº. 1407/2018, de 30 de maio de 2018, garantindo a proteção e conservação dos meios bióticos, abióticos e culturais importantes para a qualidade de vida da população do município, prezando pela conservação da natureza e uso sustentável dos seus recursos naturais (URUSSANGA, 2018).

Em relação às mudanças antrópicas, essa unidade é a segunda com maior valor de ITA (3,48). Apesar de não apresentar classes de Extração Mineral, indica-se que esta UG seja área prioritária para estudos e planos de conservação e manejo do solo, visando a recuperação e manutenção desse espaço e dos recursos naturais existentes.

V – Unidade de Gestão Rio Vargedo

A figura 70 apresenta o mapeamento e a tabela 31 a mensuração das classes de cobertura e uso da terra para a UG Rio Vargedo localizada nos municípios de Morro da Fumaça, Treze de Maio e Sangão.

Figura 70 - Mapeamento de cobertura e uso da terra, UG Rio Vargedo



Fonte: Autores, 2021.

Tabela 31 - Mensuração das Classes de Cobertura e Uso da Terra da UG Rio Vargedo

Classes	Área (km ²)	Área (%)
Agricultura	29,491	30,55
Extração Mineral	0,169	0,18
Mancha Urbana	6,505	6,74
Massa da água	3,476	3,60
Pastagens e Vegetação Rasteira	29,993	31,07
Sombra	1,811	1,88
Vegetação Arbórea e Arbustiva	25,087	25,99
Total	96,532	100,00

Fonte: Autores, 2021.

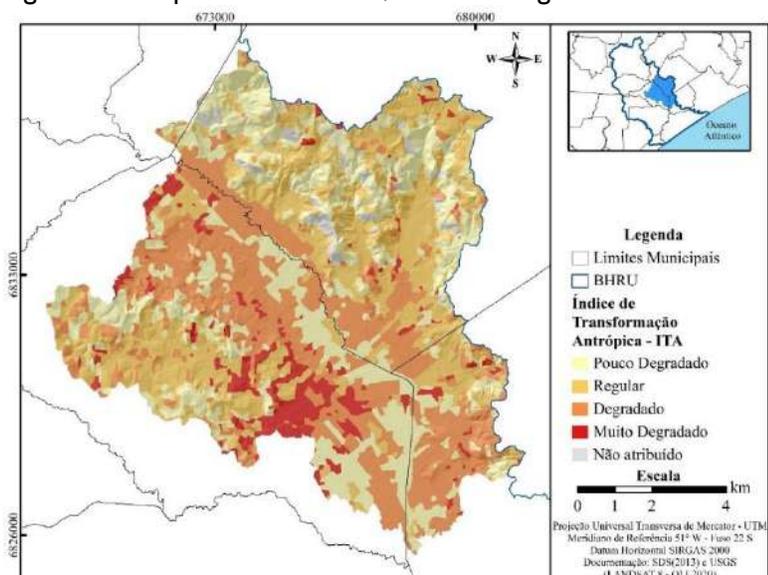
A UG Rio Vargedo se apresenta como a unidade onde os usos da terra são múltiplos, as áreas agricultáveis foram se expandindo sobre as áreas de pastagens e vegetação rasteira. Outro destaque na UG é o crescimento da Mancha Urbana sobre as áreas de Pastagens e Vegetação Rasteira.

Os valores de áreas de Pastagens e Vegetação Rasteira (29,993 km²) e Agricultura (29,491 km²) são bem similares nesta UG, seguidos da Vegetação Arbórea e Arbustiva (25,087 km²) e Mancha Urbana (6,505

km²). Outro fenômeno de destaque nesta UG é as áreas representativas de Massa da Água (3,476 km²).

No mapeamento de cobertura e uso da terra, essas Massas da Água, principalmente no município de Morro da Fumaça, representam as lâminas da água das atividades de cultivo de arroz irrigado na região, bem próximo às áreas de agricultura.

Figura 71 - Mapeamento do ITA, UG Rio Vargedo



Fonte: Autores, 2021.

O ITA foi classificado em “Regular” com valor 4,23, e isso se dá principalmente pela grande quantidade de áreas agrícolas, pastagens e vegetação rasteira nesta unidade.

A figura 71 apresenta a classificação temática do ITA para a UG do Rio Vargedo, e a tabela 32 os resultados.

Tabela 32 - Área de ITA, UG Rio Vargedo

Classes	Área (km ²)	Área (%)
Pouco Degradado	28,563	29,59
Regular	29,993	31,07
Degradado	29,491	30,55

Muito Degradado	6,674	6,91
Não atribuído	1,811	1,88
Total	96,532	100,00

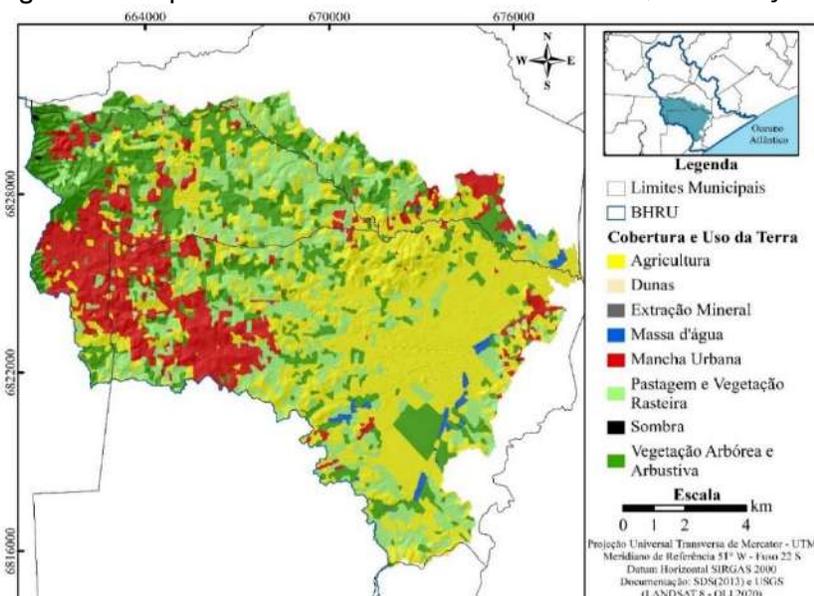
Fonte: Autores, 2021.

As áreas desta bacia apresentam valores bem similares entre as classificações “Pouco Degradado”, “Regular” e “Degradado”. No que tange as questões ambientais e modificações na paisagem das UG’s, esta é uma das unidades mais impactadas pelos usos múltiplos, assim como na UG Rio Cocal, sendo estas as que apresentaram maiores valores de ITA.

VI – Unidade de Gestão Rio Içara

A UG denominada Rio Içara abrange os municípios de Içara, Criciúma e Morro da Fumaça e apresenta uma área de 162,218 km² cerca de 23,86% da ocupação total do território da BHRU. Na figura 72 e na tabela 33 são apresentados os resultados do mapeamento e a mensuração das classes de cobertura e uso da terra.

Figura 72 - Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra, UG Rio Içara



Fonte: Autores, 2021.

Tabela 33 - Mensuração das Classes de Cobertura e Uso da Terra da UG Rio Içara

Classes	Área (km²)	Área (%)
Agricultura	64,423	39,71
Dunas	0,003	0,002
Extração Mineral	0,042	0,03
Mancha Urbana	25,630	15,80
Massa da água	1,504	0,93
Pastagens e Vegetação Rasteira	35,960	22,17
Sombra	0,074	0,05
Vegetação Arbórea e Arbustiva	34,583	21,32
Total	162,218	100,00

Fonte: Autores, 2021.

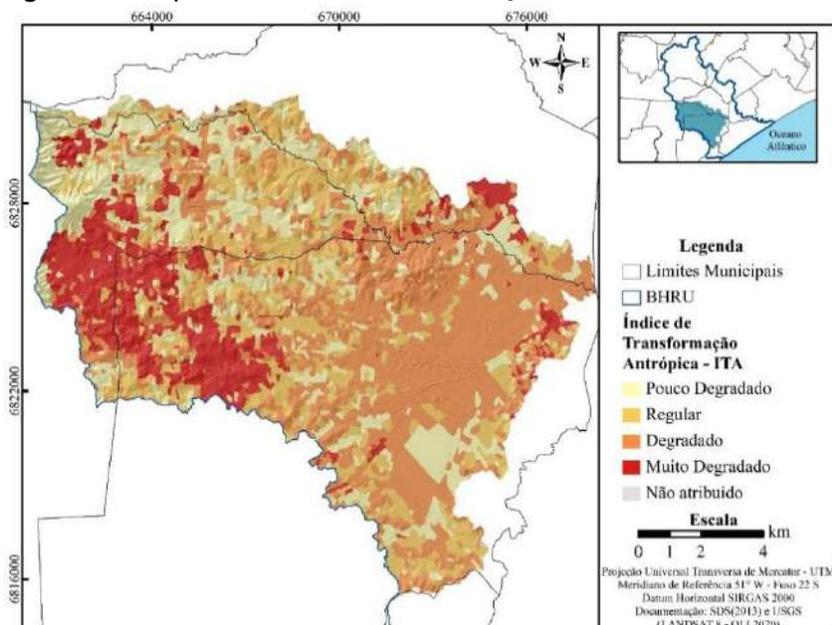
A UG Rio Içara é a maior em extensão territorial, com características rurais e urbanas, e com predomínio da classe de Agricultura (64,423 km²), Pastagem e Vegetação Rasteira (35,960 km²) e Mancha Urbana (25,630 km²).

As áreas de Agricultura dentro da unidade foram se expandindo sobre as áreas de Pastagem e Vegetação Rasteira ao longo dos anos. Outra classe que apresentou expansão sobre essas áreas foi a Mancha Urbana, que corresponde a cerca de 15,80% do território.

Considerando o ITA, a UG recebeu classificação como “Regular”, com valor de ITA a 4,97; isso se dá principalmente por apresentar um quantitativo de áreas de Agricultura nesta unidade. Como também a Mancha Urbana sendo bem expressiva, resultando nas pressões antrópicas sobre a paisagem da bacia.

Na figura 73 é apresentado a classificação temática do ITA para a UG Rio Içara no ano de 2020, e a tabela 34 apresenta os resultados de quantitativos de áreas conforme classificações.

Figura 73 - Mapeamento do ITA, UG Rio Içara



Fonte: Autores, 2021.

Tabela 34 - Área de ITA, UG rio Içara

Classificação	Área (km²)	Área (%)
Pouco Degradado	36,089	22,25
Regular	35,960	22,17
Degradado	64,423	39,71
Muito Degradado	25,672	15,83
Não atribuído	0,075	0,05
Total	162,218	100,00

Fonte: Autores, 2021.

Entre as classificações, “Muito Degradado” refere-se às áreas de Mancha Urbana e Extração Mineral; “Degradado” às áreas de Agricultura; “Regular” às áreas de Pastagens e Vegetação Rasteira; e “Pouco Degradado” às demais classes da UG.

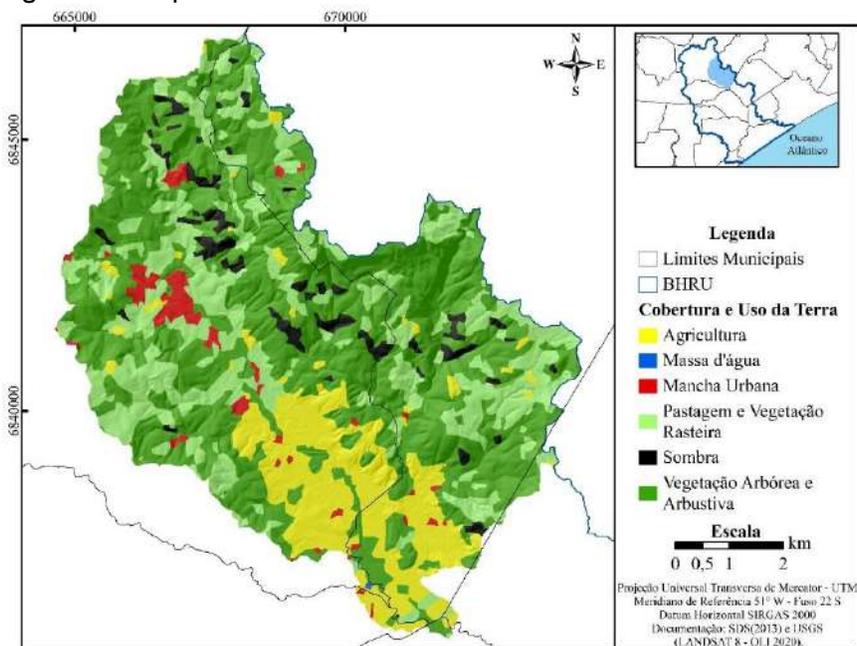
A UG Rio Içara é classificada pelo ITA como “Regular”, isso se justifica por apresentar grandes quantidade de áreas agrícolas voltadas ao cultivo principalmente de arroz irrigado nesta UG.

Essa UG é a maior unidade em extensão de área com usos múltiplos de uso e cobertura da terra, sendo necessários medidas de proteção e conservação para esta unidade; diante disso instituiu-se a Lei Municipal n°. 2.019 de 08 junho de 2014 que cria a APA Esperança, Espigão e Santa Cruz com uma extensão de 15,23 km²; essa é a menor APA dentro da BHRU, mas não a menos importantes, sendo necessários medidas de controle e gerenciamento do seu território (IÇARA; 2004).

VII – Unidade de Gestão Rio da Areia

A figura 74 e a tabela 35 apresentam os resultados do mapeamento e a mensuração das classes de cobertura e uso da terra para a UG Rio da Areia, localizada nos municípios de Urussanga e Pedras Grandes.

Figura 74 - Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra, UG Rio da Areia



Fonte: Autores, 2021.

Tabela 35 - Mensuração das Classes de Cobertura e Uso da Terra da UG Rio da Areia

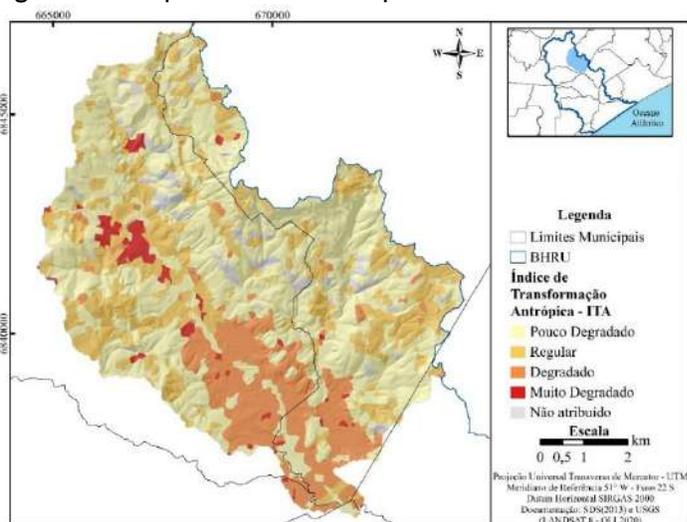
Classes	Área (km ²)	Área (%)
Agricultura	8,756	15,21
Mancha Urbana	1,384	2,40
Massa da Água	0,013	0,02
Pastagens e Vegetação Rasteira	14,327	24,89
Sombra	2,124	3,69
Vegetação Arbórea e Arbustiva	30,956	53,78
Total	57,561	100,00

Fonte: Autores, 2021.

Essa unidade apresenta a maior classe de Vegetação Arbórea e Arbustiva (30,956 km²), e está localizada em relevo mais íngreme com declividade entre 20 e 75% em algumas áreas. Seguidos da classe de Pastagem e Vegetação Rasteira cerca de 14,327 km² e Agricultura com 8,756 km². A classe de Mancha Urbana apresenta 1,384 km², representando os centros urbanos de Urussanga e pequenos fragmentos interiorano próximos às áreas de agricultura.

A figura 75 e tabela 36 apresentam o mapeamento e resultados do ITA para a UG Rio da Areia.

Figura 75 - Mapeamento do ITA para UG Rio da Areia



Fonte: Autores, 2021.

Tabela 36 - Área de ITA, UG Rio da Areia

Classificação	Área (km²)	Área (%)
Pouco Degradado	30,969	53,80
Regular	14,327	24,89
Degradado	8,756	15,21
Muito Degradado	1,384	2,40
Não atribuído	2,124	3,69
Total	57,561	100,00

Fonte: Autores, 2021.

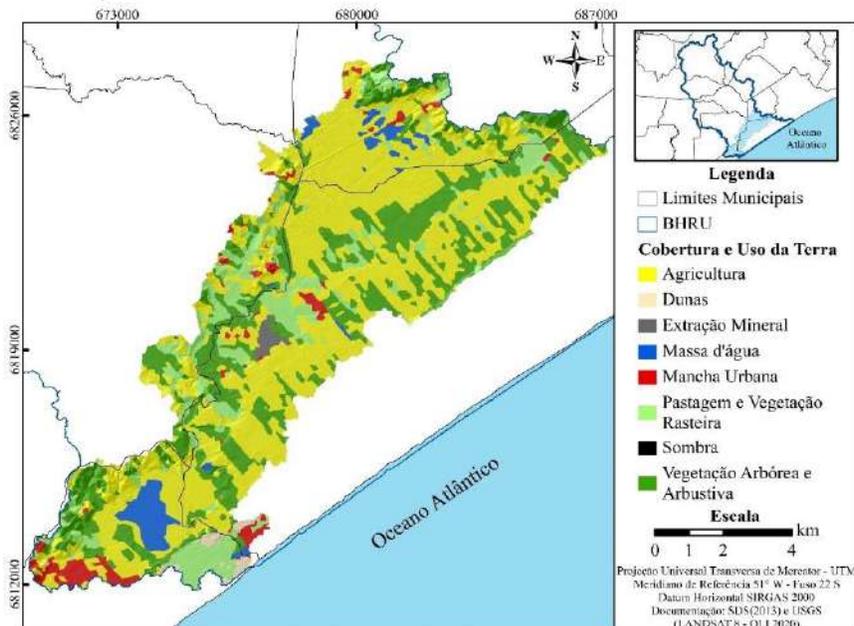
As classificações desta unidade apresentam valores bem distintos entre as classificações “Pouco Degradado”, “Regular” e “Degradado”.

A UG Rio da Areia foi classificada, segundo ITA, com valor de 2,94 e considerado conforme classificação como “Regular”; isso se justifica por apresentar uma grande quantidade de áreas de Vegetação Arbórea e Arbustiva (53,78%). No que tange às questões ambientais e modificações na paisagem das UG’s, esta é uma das unidades menos impactada pelos usos múltiplos, assim como a UG do Rio Maior.

VIII – Unidade de Gestão Foz do Urussanga

A UG denominada como Foz do Urussanga abrange os municípios Jaguaruna, Içara, Balneário Rincão e Sangão, e apresenta uma área de 94,019 km², cerca de 13,84% da ocupação total do território da BHRU. A figura 76 apresenta o recorte e a classificação temática, e a tabela 37 a mensuração das classes de cobertura e uso da terra.

Figura 76 - Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra, UG Foz do Urussanga



Fonte: Autores, 2021.

Tabela 37 - Mensuração das Classes de Cobertura e Uso da Terra da UG Foz do Urussanga

Classes	Área (km ²)	Área (%)
Agricultura	49,003	52,13
Dunas	0,765	0,81
Extração Mineral	0,592	0,63
Mancha Urbana	2,963	3,15
Massa da Água	3,217	3,42
Pastagens e Vegetação Rasteira	12,43	13,22
Sombra	0,000	0,00
Vegetação Arbórea e Arbustiva	25,048	26,64
Total	94,019	100,00

Fonte: Autores, 2021.

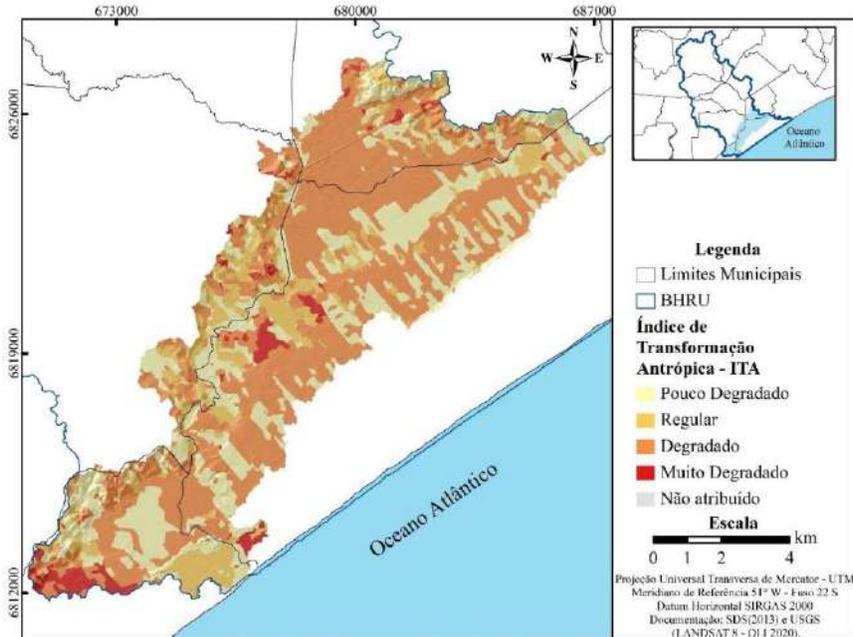
A UG Foz do Urussanga é a terceira maior unidade em extensão territorial, com características rurais e urbanas, e a segunda bacia com maior proporção de áreas agrícolas (Agricultura) com 49,003 km², conforme classificação de cobertura e uso da terra e Tabela de áreas.

De forma geral a UG Foz do Urussanga, apresenta usos diversos, com maiores proporções da classe de Agricultura e Vegetação Arbórea e Arbustiva; observa-se também a expressividade da Massa d'Água, devido a Lagoa Urussanga Velha estar inserida no município de Balneário Rincão, e atividade de Extração Mineral de areia por dragagem em Jaguaruna. A figura 77 e a tabela 38 apresentam os resultados do mapeamento e aplicação de ITA.

O ITA para a UG Foz do Urussanga apresenta valor de 4,52 sendo classificado como “Regular”, e isso se dá principalmente pela quantidade de áreas agrícolas voltadas ao cultivo de arroz nesta UG.

É de conhecimento que as pressões antrópicas exercidas por determinadas atividades (Agricultura e Mancha Urbana) geram maiores impactos que outras. Isso acontece em decorrência dos usos das áreas e é expresso no peso antrópico adotado para cada classe de cobertura e uso da terra avaliada.

Figura 77 - Mapeamento do ITA, UG Foz do Urussanga



Fonte: Autores, 2021.

Tabela 38 - Área de ITA, UG Foz do Urussanga

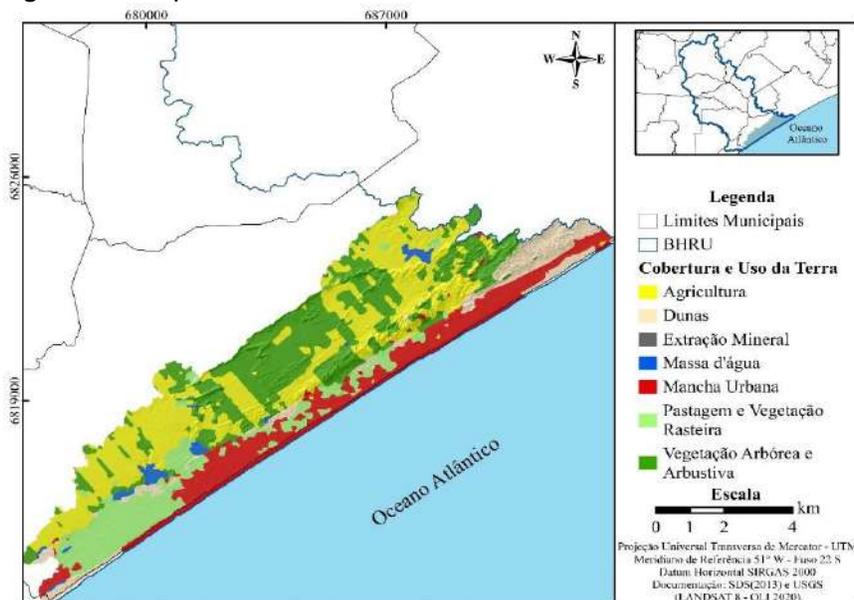
Classificação	Área (km ²)	Área (%)
Pouco Degradado	29,030	30,88
Regular	12,430	13,22
Degradado	49,003	52,12
Muito Degradado	3,556	3,78
Não atribuído	0,000	0,00
Total	94,019	100,00

Fonte: Autores, 2021.

IX – Unidade de Gestão Litorânea

A UG Litorânea abrange o município de Jaguaruna, e apresenta uma área de 60,049 km², com cerca de 8,83% da ocupação total do território da BHRU. A figura 78 e a tabela 39 apresentam os resultados do mapeamento e a mensuração das classes de cobertura e uso da terra.

Figura 78 - Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra da UG Litorânea



Fonte: Autores, 2021.

Tabela 39- Mensuração das Classes de Cobertura e Uso da Terra da UG Litorânea

Classes	Área (km²)	Área (%)
Agricultura	19,498	32,47
Extração Mineral	0,026	0,04
Dunas	5,192	8,65
Massa da água	1,513	2,52
Pastagens e Vegetação Rasteira	7,829	13,04
Mancha Urbana	9,471	15,77
Vegetação Arbórea e Arbustiva	16,520	27,51
Total	60,049	100,00

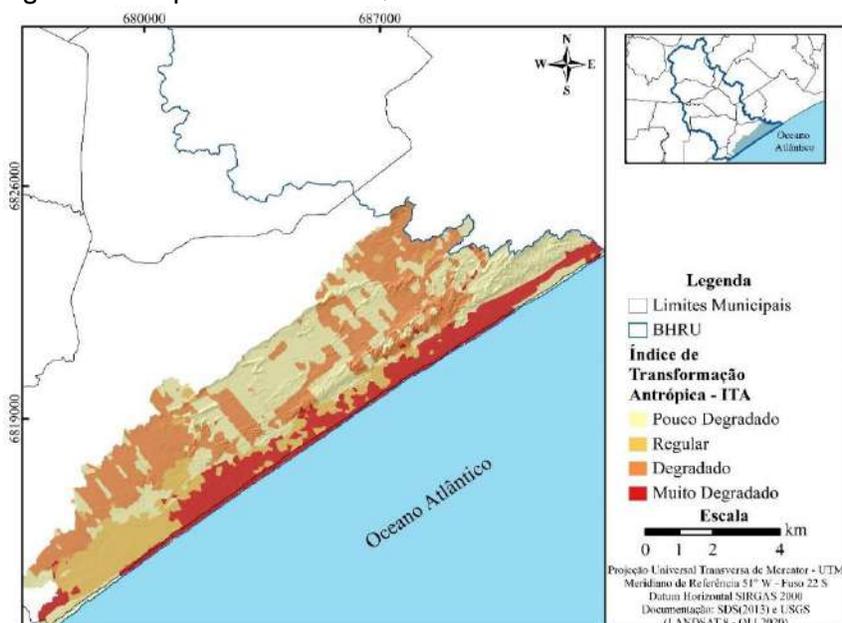
Fonte: Autores, 2021.

A UG Litorânea está localizada no litoral da BHRU, e essa unidade apresenta usos e cobertura da terra que se desenvolvem de forma intensa, como a classe de Mancha Urbana, bem representativa em termos visual na paisagem da UG, apresentando uma área de 9,471 km², a terceira maior classe em termos de extensão territorial. Há predomínio das classes de Vegetação Arbórea e Arbustiva e Agricultura.

Um fenômeno analisado ao longo dos anos e que ocorre nessa UG é o crescimento da urbanização e a supressão das áreas de dunas. As pressões antrópicas nesses locais são nítidas em virtude do avanço do Tecido Urbano de forma desordenada e sem planejamento, e como consequências surgem os impactos ambientais sobre os ecossistemas costeiros mais frágeis, e consequente redução das áreas de dunas, importantes mecanismos de controle e de prevenção de eventos naturais (cheias, altas dos mares) na região (PORTZ *et al.*, 2014).

Dessa forma Portz *et al.* (2014), que se deve analisar de ocupação urbana e viabilizar possibilidades de regularizações, garantindo a permanência das atividades ali impostas e impedindo que novas atividades sem planejamento e ordenamento surjam no local. A figura 79 e tabela 38 apresentam o mapeamento e resultados do ITA para a UG Litorânea.

Figura 79 - Mapeamento do ITA, UG Litorânea



Fonte: Autores, 2021.

Tabela 40 - Área de ITA, UG Litorânea

Classificação	Área (km ²)	Área (%)
Pouco Degradado	23,225	38,68
Regular	7,829	13,04
Degradado	19,498	32,47
Muito Degradado	9,496	15,81
Não atribuído	23,225	38,68
Total	60,049	100,00

Fonte: Autores, 2021.

De forma geral o valor ITA para essa UG é 4,42 e classificada como “Regular”. Essa unidade apresenta para a classe “Degradado” cerca de 19,498 km² do seu território, com grande possibilidade aumentar a classificação e adentrar no estágio de “Muito Degradado”.

Apesar das fortes pressões antrópicas sobre esse território em decorrência da expansão da urbanização e conversões de classe de cobertura e uso da terra, no tocante às questões ambientais e modificações

na paisagem, essa UG apresenta a APA Baleia Franca considerada como “unidades de conservação inseridas no grupo de uso sustentável destinadas a proteger e conservar a qualidade ambiental e os sistemas naturais nelas existentes, visando a melhora da qualidade de vida da população e a proteção dos ecossistemas regionais (BRASIL, 1988).

A APA Baleia Franca foi proposta em 1999 e criada pelo decreto s/n em 14 de setembro de 2000, com uma área de 156.000,00 ha, como forma de assegurar a proteção das áreas reprodutivas das baleias francas em águas brasileiras e é administrada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais – IBAMA, e abrange os municípios da costa de Florianópolis até Balneário Rincão.

Verifica-se um elevado grau de ocupação humana nessa APA e conseqüentemente na UG, e esse fato é justificado historicamente, pois as ocupações nas zonas litorâneas iniciaram-se por via marítima sendo estas as primeiras zonas a serem povoadas (MEDEIROS; ALBUQUERQUE, 2015). Devido às interferências na paisagem da UG é importante o desenvolvimento visando ordenar e garantir o uso racional dos recursos naturais dessa área, com planejamento e gestão do território, e ocupação, utilização do solo e água e as atividades desenvolvidas ali, visando a conservação e preservação desta unidade.

No tocante às questões ambientais e modificações na paisagem da UG é umas das unidades mais impactadas; apesar de apresentar áreas de preservação e proteção ambiental, ressalta-se a importância da manutenção e conservação deste local, e estudos de cunho científico e técnico visando a manutenção dos recursos naturais neste espaço.

Referências

ADAMI, Rose Maria; CUNHA, Yasmin de Moura. **Caderno do educador ambiental das bacias hidrográficas dos rios Araranguá e Urussanga**. 2.ed. Blumenau: Fundação Agência da Água do Vale do Itajaí, 2014. 137p.

ALBUQUERQUE, Adoréa Rabello da. Bacia Hidrográfica: Unidade de Planejamento Ambiental. **Revista Geonorte**. 3(7), p. 201-209. 2012 Disponível em: <https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1913>.

ALEXANDRE, Nadja Zim. **Análise Integrada da Qualidade das Águas da Bacia do Rio Araranguá (SC)**. 2000. 297 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Geografia, Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

ALEXANDRE, Nadja Zim; DUARTE, Gerusa Maria. Caracterização das águas superficiais da bacia do rio Araranguá. In: Scheibe, Luiz Fernando; Furtado, Sandra Maria de Arruda; Buss, Maria Dolores. (Org.). **Geografias Entrelaçadas: ambiente rural e urbano no sul de Santa Catarina**. 1.ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005, v. p. 63-101.

ANDRADE, Ricardo Guimarães; BOLFE, Édson Luis; VICTORIA, Daniel de Castro; NOGUEIRA, Sandra Furlan. Avaliação das condições de pastagens no cerrado brasileiro por meio de geotecnologias. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 34-41, 17 maio 2017. <http://dx.doi.org/10.21206/rbas.v7i1.3>

BACK, Álvaro José. **Bacias Hidrográficas: Classificação e caracterização física (com o programa HidroBacias para cálculos)**. Florianópolis: Epagri, 2014. 162 p.

BACK, Álvaro José; DESCHAMPS, Francisco Carlos; SANTOS, Maria da Gloria da Silva. Ocorrência de agrotóxicos em águas usadas com irrigação de arroz no sul de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 39, p. 47-58, mar. 2016. <http://dx.doi.org/10.5327/z2176-9478201611014>.

BACK, Álvaro José; DESCHAMPS, Francisco Carlos; SANTOS, Maria da Gloria da Silva. Ocorrência de agrotóxicos em águas usadas com irrigação

de arroz no sul de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais** (online), [s.l.], n. 39, p. 47-58, mar. 2016. <http://dx.doi.org/10.5327/z2176-9478201611014>.

BACK, Marcos. **Vulnerabilidade do aquífero livre em leques aluviais do Sul de Santa Catarina sob arroz irrigado**. 2015. 458 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

BARRELLA, Walter *et al.* As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

BAUER, Eliane. **Mudanças no uso da terra em Biguaçu-SC: agricultores em permanente processo de adaptação**. 2012. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

BELLOLI, Tássia Fraga. **Impactos ambientais decorrentes da produção orizícola, área de proteção ambiental do Banhado Grande - RS**. 2016. 79 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

BEPPLER, Michele; JUSTINO, Glauciene. Avaliação espaço-temporal da Cobertura Vegetal da bacia hidrográfica do rio Miriri (PB). In: SOUSA, Ridelson Farias de; FALCÃO, Ermano Cavalcante (Org.). **Geoprocessamento aplicado: contexto multidisciplinar**. João Pessoa: IFPB, 2017. Cap. 3. p. 55-75.

BEVILACQUA, Andrea Francomano. **A bacia hidrográfica como unidade de planejamento: limites e perspectivas**. 2011. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Planejamento Urbano, Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2011. Disponível em: <<http://biblioteca.univap.br/dados/00003/0000034B.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2019.

BIAS, Edilson de Souza; BRITES, Ricardo Seixas; ROSA, Antônio Nuno de Castro Santa. Imagens De Alta Resolução Espacial. In: MENESES, Paulo Roberto; ALMEIDA, Tati de. **Introdução Ao Processamento De Imagens De Sensoriamento Remoto**. Brasília: Unb, 2012. 276p.

BORGES, Naiany Silva. **Gestão do risco de inundações urbanas**. 2013. 101f. Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade de Coimbra, Coimbra, 2013.

BOTELHO, Rosangela Garrido Machado. Planejamento Ambiental em microbacia. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; SILVA, Antônio Soares; BOTELHO, Rosangela Garrido Machado. (org.) **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999, p. 269-293

BOTELHO, Rosangela Garrido Machado; SILVA, Antônio Soares. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: **Bertrand Brasil**, p. 129-192. 2004.

BRASIL. **Decreto nº 86.146, de 23 de junho de 1981**. Dispõe sobre a Criação do Programa Nacional para Aproveitamento de Várzeas Irrigáveis - PROVÁRZEAS Nacional. Brasília, DF, 24 jun. 1981. v. 4, Seção 1, p. 11781-11781

BRASIL. **Lei Federal nº 9.433, de 08/01/1997**. Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: 1997.

BRASIL. **Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; 2012. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Ano CXLIX, n. 102, 28 maio 2012. Seção 1, p. 1. Disponível em > http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em 07 maio de 2021.

BRASIL. **Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017**. Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, sobre a liquidação de créditos concedidos aos assentados da reforma agrária e sobre a regularização fundiária no âmbito da Amazônia Legal; institui mecanismos para aprimorar a eficiência dos procedimentos de alienação de imóveis da União; Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 jul. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13465.htm. Acesso em: 01 mar 2021.

BRASIL. Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios**. Brasília: Ministério das Cidades/Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 2007.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Secretaria de Gestão**. Comissão Europeia. Textos de referência em planejamento

e gestão territorial / Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.
– Brasília: MP, 2006.

BRASIL. **Provarzeas nacional**. Resumo. Folder explicativo: Ministério da agricultura. 1982

BRASIL. **Resolução CONAMA N° 303 de 20 de março de 2002**. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=98313>. Acesso em: 01 mar 2021.

BRASIL. Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis no 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis no 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20112014/2012/lei/L12651compilado.htm. Acesso em: 01 mar 2021.

BRIGHENTI, Clovis Antônio. Povos Indígenas em Santa Catarina. In: NÖTZOLD, Ana Lúcia Vulfe; ROSA, Helena Alpini; BRINGMANN, Sandor Fernando (orgs.). **Etnohistória, História Indígena e Educação: contribuições ao debate**. Porto Alegre: Pallotti, 2012. p. 37- 65.

BUFFON, Iuri; PRINTES, Rodrigo Cambará; ANDRADES-FILHO, Clódís de Oliveira. Licenciamento ambiental do uso do fogo nos Campos de Cima da Serra, Rio Grande do Sul, Brasil: determinação do período de pousio e sugestões para uma rotina de monitoramento. **Revista Eletrônica Científica da Uergs**, [S.L.], v. 4, n. 3, p. 447-469, 23 out. 2018. <http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.43.447-469>.

CAMPANER, Veridiana Polvani; LUIZ-SILVA, Wanilson. Processos físico-químicos em drenagem ácida de mina em mineração de carvão no sul do Brasil. **Química Nova**, [s.l.], v. 32, n. 1, p. 146-152, 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422009000100028>.

CAMPOS, Jander Duarte. Apresentação: **“Noções de Hidrologia e Meio Ambiente: As interfaces com o Gerenciamento de Recursos Hídricos”**. Salvador: COPPE/UFRJ. Jiquiriçá, 2003.

CAMPOS, Juliano Bitencourt. **Arqueologia entre rios e a gestão integrada do território no extremo sul de Santa Catarina** –

Brasil. 2015. 261 f. Tese (Doutorado) - Curso de Quaternário Materiais e Cultura, Universidade de Trás-os-montes e Alto Douro, Vila Real, 2015

CAMPOS, Renata Bernardes Faria; CASTRO, Josiane Marcia. Áreas verdes: espaços urbanos negligenciados impactando a saúde. **Saúde & Transformação Social**, Florianópolis, v. 8, n. 1, p. 106-116, 2017.

CARDOSO, Josiane Teresinha. A Mata Atlântica e sua conservação. **Revista Encontros Teológicos**, [S.L.], v. 31, n. 3, p. 441-458, 9 dez. 2016. <http://dx.doi.org/10.46525/ret.v31i3.509>.

CAROLA, Carlos Renato. **Memória e cultura do carvão em Santa Catarina: impactos sociais e ambientais**. EDUNISC, 2011.

CARVALHO, Andreza Tacyana Felix. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, v. 1, n. 42, p. 140-161, 2020. Jan-Jun.

CARVALHO, Otávio.; OLIVEIRA, Luciano dos Santos; CRUZ, Glauber. Impactos ambientais gerados pela modernização no sistema agrícola mundial. **SODEBRÁS**, v. 14, p. 72-77, 2019.

CASTILHOS, Zuleica Carmem; EGLER, Silvia; Gonçalves; SILVA, L. C. C. P.; Nadja Zim Alexandre; Marcos Bianchini; GUERRA, T.; NASCIMENTO, T.; Felsman, V.; Maria da Gloria Silva. Avaliação dos impactos ambientais associados à drenagem ácida de minas em três bacias hidrográficas da Região Carbonífera Sul Catarinense. In: Experiências em gestão de recursos hídricos por bacia hidrográfica, 2007, São Pedro. **Anais...** Evento Experiências em gestão de recursos hídricos por bacia hidrográfica, p. 1-17. 2007.

CITADIN, Paulo Roberto. **Bacia Hidrográfica Do Rio Urussanga, Sul De Santa Catarina: Realidade Socioambiental E Evolução Histórica Na Formação Do Arcabouço Jurídico Hídrico Brasileiro**. 2014. 200 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Ambientais, Unidade Acadêmica de Humanidades, Ciências e Educação, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/handle/1/3796>>. Acesso em: 28 ago. 2019.

COCCO, Jéssica; RIBEIRO, Higor Verdame; GALVANIN, Edinéia Aparecida Santos. Intensity of anthropic action in the Diamantino river sub-basin, Mato Grosso State/Brazil. **Geografia**, Rio Claro, v. 40, Número Especial, p. 71-84, 2015.

COCCO, Jéssica; RIBEIRO, Higor Verdame; GALVANIN, Edinéia Aparecida Santos; NASCIMENTO, Diego de Lima. Análise e previsões das ações antrópicas para a bacia do rio do Sangue - Mato Grosso/Brasil. **Revista de Estudos Sociais**, Cuiabá, v. 17, p. 52-63, 2015.

COCCO, Jéssica; RIBEIRO, Higor Verdame; GALVANIN, Edinéia Aparecida Santos. Intensity of anthropic action in the Diamantino river sub-basin, Mato Grosso State/Brazil. **Geografia**, Rio Claro, v. 40, Número Especial, p. 71-84, 2015a.

COLOMBO, Tiago Comin. **Análise dos indicadores de sustentabilidade na produção de arroz irrigado no sul de Santa Catarina**. 2017. 111p. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Socioeconômico, Criciúma, 2017

COLONETTI, Sinara; CITADINI-ZANETTE, Vanilde; MARTINS, Rafael; SANTOS, Robson dos; ROCHA, Edilane; JARENKOW, João André. Florística e estrutura fitossociológica em floresta ombrófila densa submontana na barragem do rio São Bento, Siderópolis, Estado de Santa Catarina. **Acta Scientiarum**. Biological Sciences, [S.L.], v. 31, n. 4, p. 397-405, 20 ago. 2009. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/actascibiolsci.v31i4.3345>.

COLOSSI, Giuliano Elias. **O processo de apropriação do espaço urbano em loteamentos populares: um estudo de caso no loteamento cidade dos mineiros – Criciúma/SC**. 2005. 246 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2005.

COMASSETTO, Vilmar. **Água, meio ambiente e desenvolvimento na Bacia do Araranguá (SC)**. 2008. 339f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Geografia, Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

CONGALTON, Russell G. A. Comparison of Sampling Schemes Used in Generating Error Matrices for Assessing the Accuracy of Maps Generated from Remotely Sensed Data. **Photogrammetric Engineering And Remote Sensing**, v. 54, n. 5, p. 593-600, mai. 1988.

CONGALTON, Russell G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. **Remote sensing of environment**, v. 37, n. 1, p. 35-46, jul. 1991

CORRÊA, Patrícia Figueiredo; ELIAS, Guilherme Alves; PEZENTE, Gisele; SANTOS, Robson. ANÁLISE DOS PLANOS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE ARGILA NO SUL DE SANTA CATARINA, BRASIL. **Tecnologia e Ambiente**, [S.L.], v. 25, p. 273-288, 7 out. 2019. <http://dx.doi.org/10.18616/ta.v25i0.4669>.

CORRÊA, Roberto Lobato. Espaço: um conceito-chave da Geografia. In: CASTRO, Iná Elias; GOMES, Paulo Cesar da Costa; CORREA, Roberto Lobato. **Geografia: Conceitos e temas**. 2.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

CORRÊA, Roberto Lobato. **O espaço urbano**. 4.ed. São Paulo: Ática, 2000. 94 p.

COSTA, Darc Antonio da Luz.; SANTOS, Jorge Calvário dos. Estratégia e planejamento: contradizendo o discurso dominante. **Anais... ENEGEP - Programa de Engenharia de Produção**, Rio de Janeiro RJ, Brasil. 1997.

COSTA, Paulo Roberto; SCHWALM, Hugo; BACK, Álvaro José. Comportamento hidráulico da Barragem do Rio São Bento durante o período de 2004-2007. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2009, Campo Grande. **XVIII Simpósio Nacional de Recursos Hídricos**. Porto Alegre: ABRH, 2009.

COSTA, Samuel.; ZOCHE, Jairo José. 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.

COSTA, Sandro da Silveira. Santa Catarina: **História, Geografia, Meio ambiente, Turismo e atualidades**. Florianópolis: Postmix, 2011. 364 p.

CRISTIANO, Samanta da Costa. **Interfaces Entre a Geoconservação e a Gestão Costeira no município de Araranguá (Santa Catarina, Brasil)**. 2018. 252 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

CRISTIANO, Samanta da Costa. **Interfaces entre a geoconservação e a gestão costeira no município de Araranguá (Santa Catarina, Brasil)**. 2018. 252 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

CRISTIANO, Samanta da Costa; MARTINS, Luiz Roberto Silva; GRUBER, Nelson Sambaqui; BARBOZA, Eduardo Guimarães. Avaliação do processo de ocupação irregular na zona costeira: caso da “invasão Maria Terezinha”, município de Jaguaruna/SC. **Gravel**, v. 13, n. 1, p. 1-14, 2015.

CRUZ, Carla Bernadete Madureira, TEIXEIRA, Alexandre José de Almeida; BARROS, Rafael Silva; ARGENTO, Mauro Sérgio Fernandes; MENEZES, Paulo Márcio Leal. Carga antrópica da bacia hidrográfica da Baía de Guanabara. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Santos. **Anais....** Santos: 1998. p. 99-109.

CUNHA, Maria Luísa Santos Oliveira. O Planejamento Territorial como um Instrumento de Política para Operacionalização do Desenvolvimento Sustentável. **Millenium, viseu** (portugal), v. 19, jun. 2000.

CUNHA, Yasmine Moura da. **Aspectos da paisagem oleira de Morro da Fumaça (SC)**. 2003. 249 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

CURY, Marlon Domingos. **Análise do risco e vulnerabilidade à inundação na bacia hidrográfica do Rio Urussanga**. 2018. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense - Unesc, Criciúma, 2018.

CURY, Marlon Domingos; LADWIG, Nilzo Ivo; MENEGASSO, Juliana Debiasi; SUTIL, Thaise; CONTO, Danrlei de. Mapeamento de Áreas Suscetíveis à Inundação como Informação para o Planejamento e a Gestão Territorial em Bacia Hidrográfica. **Caminhos de Geografia**, v. 22, n. 83, p. 160-175, 2021.

DALL’ALBA, João Leonir. **Santa Catarina, Estado de Graça**. Orleans: Unibave, 2008. 238 p. Organizado por Celso de Oliveira Souza.

DE LUCCA, Gustavo Rogério. Dilemas da urbanização brasileira: um estudo sobre as transformações espaciais na centralidade urbana de Criciúma/SC. 2015. 261 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Urbanismo, História e Arquitetura da Cidade, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

DELFINO, Deisiane dos Santos. **Desenvolvimento e planejamento urbano na cidade de Jaguaruna/SC: representação e atuação dos atores locais**. 2008. 162 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

DIAS, Adriano de Oliveira. **Análise da cobertura florestal na composição da paisagem** - Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga, estado de Santa Catarina. 2018. 86 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Criciúma, 2018. Disponível em: <http://200.18.15.60:8080/pergamumweb/vinculos/000064/000064a7.pdf>.

DIAS-FILHO, Moacyr Bernardino; FERREIRA, Joice Nunes. As pastagens e o meio ambiente. In: REIS, Ricardo Andrade; BERNARDES, Thiago Fernandes; SIQUEIRA, Gustavo Rezende. (Ed.). **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal: M. de L. Brandel-ME, 2013. p. 93-105

DIAS-FILHO, Moacyr Bernardino; FERREIRA, Joice Nunes. As pastagens e o meio ambiente. In: REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. (Ed.). **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal. M. de L. Brandel-ME, 2013. p. 93-105.

ELIAS, Guilherme Alves; SANTOS, Robson dos; Citadini-Zanette, Vanilde. Biodiversidade vegetal em Santa Catarina. In: LADWIG, Nilzo Ivo; SCHWALM, Hugo (Org.). **Planejamento e gestão territorial: gestão integrada do território**. Criciúma: UNESC, 2017. p. 298-309. DOI: <http://dx.doi.org/10.18616/plan22>. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/handle/1/5165>>.

ELIAS, Guilherme Alves. **Palmeiras (Arecaceae) em Santa Catarina, Sul do Brasil**. 2017. 220 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2017.

ELIAS, G. A; SANTOS, R.; CITADINI-ZANETTE, VANILDE; PADILHA, P. T. **Biodiversidade em Santa Catarina: Parque Estadual da Serra Furada**. 2.ed. Criciúma: Ediunesc, 2016. v. 1. 188p

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistemas e produção para a cultura do arroz irrigado e de sequeiro**. Zona da Mata, MG: Ministério da Agricultura, 1981

EPAGRI. **Epagri conclui mapeamento da área de arroz por imagens de satélite**. 2020. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2020/07/31/epagri-conclui-mapeamento-por-imagens-de-satelite-da-area-de-cultivo-de-arroz/>. Acesso em: 11 ago. 2021.

ETCHELAR, Cecília Balsamo; GUASSELLI, Laurindo Antonio. Erosão no Banhado Grande. In: GUASSELLI, Laurindo Antonio (org.). **Áreas Úmidas: Questões Ambientais**. Porto Alegre: Capes/UFRGS/ Programa de Pós-graduação em Geografia/Imprensa Livre, 2018. p. 235-264.

EUZEBIO, Kethury Daiany Becker. **A produção do espaço litorâneo do município de Jaguaruna/SC**: Estudo de caso do balneário Arroio Corrente e Cascata Vermelha. 2010. 67 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Universidade do Extremo Sul Catarinense - Unesc, Criciúma, 2010.

FARIAS, Vilson Francisco de. **Dos Açores ao Brasil Meridional**: Uma viagem no Tempo, 500 anos de Litoral Catarinense. 2.ed. Florianópolis: do Autor, 2000. 504 p.

FERRI, Gil Karlos. A imigração italiana e a trajetória da família de Bona Sartor em Urussanga, SC. **História e Cultura**, v. 8, n. 2, p. 261-278, 2019.

FERRI, Gil Karlos. **História Ambiental**: historiografia comprometida com a vida. 2017. Disponível em: <https://www.cafehistoria.com.br/historia-ambiental-historiografia-comprometida-com-a-vida/>. Acesso em: 06 out. 2021.

GAIDZINSKI, Morgana Cerimbelli; FURTADO, Sandra Maria de Arruda. Rizipiscicultura: uma prática de desenvolvimento sustentável? In: SCHEIBE, Luiz Fernando; FURTADO, Sandra Maria de Arruda; BUSS, Maria Dolores (Org.). **Geografias Entrelaçadas**: ambiente rural e urbano no sul de Santa Catarina. Florianópolis: Ufsc/unesc, 2005. p. 37-62.

GARCIA, Alexander Patricio; VILLELA, Francisco Amaral; EBERHARDT, Paulo Eduardo Rocha; SCHUCH, Luis Osmar Braga. Perfil do orizicultor do Extremo Sul catarinense. In: MENEGHELLO, Géri Eduardo; ALMEIDA, Andréia da Silva; VILLELA, Francisco Amaral; VILLELA, Francisco Amaral (org.). **Produção técnico-científica em sementes - volume I**. Pelotas: Santa Cruz, 2015. p. 387-414.

GARCIA, Yara Manfrin; CAMPOS, Sérgio; TAGLIARINI, Felipe de Souza Nogueira; CAMPOS, Marcelo; RODRIGUES, Bruno Timóteo. DECLIVIDADE E POTENCIAL PARA MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PEDERNEIRAS - PEDERNEIRAS/SP. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 14, n. 1, p. 62-72, 31 mar. 2020.

GIRÃO, Osvaldo da Silva; CORRÊA, Antônio Carlos Barros. **Progressos nos estudos de Geomorfologia fluvial urbana ao final do século XX**. Geo UERJ n. 26, p. 245-269, 2015.

GIRI, Chandra P. Brief Overview of Remote Sensing of Land Cover. In: GIRI, Chandra P. (Ed.). **REMOTE SENSING OF LAND USE AND LAND COVER: Principles and applications**. Boca Raton, Fl: Taylor & Francis Group, 2012. Cap. 1. p. 3-13

GOMES SOBRINHO, João Maria. **Índice de transformação antrópica (ita) como suporte para análise da degradação da paisagem no município Jardim de Piranhas-RN**. 2018. 44 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Geografia, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Caicó, 2018.

GONCALVES, Arthur Ferreira; DANIEL, Lucas Barros Esteves; GRUSCHINSKE, Marcelo Cidade; RIBAS Rodrigo Pinheiro; VALDATI, Jairo. Mapeamento da cobertura da terra na bacia do rio Araranguá utilizando o classificador por regiões Bhattacharya. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto -SBSR, 2017, Santos. **Anais...** do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, 2017. v. 1. p. 6383-6390.

GOULART FILHO, Alcides. **Formação econômica de Santa Catarina**. 2.ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2016. 431 p.

GOUVEIA, Rogerio Gonçalves Lacerda de; GALVANIN, Edinéia Aparecida dos Santos; NEVES, Sandra Mara Alves da Silva. Aplicação do índice de transformação antrópica na análise multitemporal da bacia do córrego do Bezerro Vermelho em Tangará da Serra-MT. **Revista Árvore**, [s.l.], v. 37, n. 6, p. 1045-1054, dez. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-67622013000600006>

GRIBB, William J.; CZERNIAK, Robert J. Land Use/Land Cover Classification Systems and Their Relationship to Land Planning. In: AHLQVIST, Ola et al. (Ed.). **Land use and land cover semantics: Principles, Best Practices, and Prospects**. Boca Raton, Fl: Taylor & Francis Group, 2016. p. 1-21.

GUADAGNIN, Demétrio Luis. **Diagnóstico da Situação e Ações Prioritárias para a Conservação da Zona Costeira da Região Sul - Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. PRONABIO, FEPAM, Porto Alegre, 1999. Relatório Técnico.

GUGLIEMELI, Aline Claro de Oliveira; SILVA, Sonia Maria Lima; STRAUCH, Julia Celia Mercedes. Análise multitemporal do grau de antropização da área de proteção ambiental municipal do Rio Uberaba, Uberaba, MG. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (online)**, [s.l.], n. 48, p. 114-127, jun. 2018. Zeppelini Editorial e Comunicacao. <http://dx.doi.org/10.5327/z2176-947820180331>

GUISLON, Aline Votri; ELIAS, Guilherme Alves; BERNARDO, Vanessa Matias; ASSUNÇÃO, Viviane Kraieski de; SANTOS, Robson dos. Histórico de Uso e Ocupação da Floresta Atlântica em uma Unidade de Conservação no Sul do Brasil. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 47-64, 10 set. 2017. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**. <http://dx.doi.org/10.21664/2238-8869.2017v6i2>. p. 47-64.

HEIDEMANN, Eugenia Exterkoetter. **O carvão em Santa Catarina 1918-1954**. 127 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em História, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1981. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/24623/D%20-%20HEIDEMANN,%20EUGENIA%20EXTERKOETTER.pdf?sequence=1>. Acesso em: 05 ago. 2020.

HENRIQUE, Wendel. A recente metropolização em Santa Catarina: Processo geográfico-territorial ou apenas um limite político-administrativo? **Geotexto**, v. 3, n. 1e 2, p. 47-65, 2007.

HERBELE, Daniel Alexandre; ALMEIDA, Jaime Antonio de. Solos. In: ROCHA; Isa de Oliveira (org.). **Atlas geográfico de Santa Catarina: diversidade da natureza – Fascículo 2**. Florianópolis: Ed. da UDESC, 2016. p. 141-155.

HOBOLD, Paulo. **A história de Araranguá: reminiscências desde os primórdios até o ano de 1930**. Porto Alegre: Palmarinca, 1994. 255 p.

HOBOLD, Paulo. **A história do Araranguá**. Araranguá: S/E, 2005. 311 p. Completa e atualizada por Alexandre Rocha.

HOELZEL, Marlon. **Interconectividade de aquíferos e os efeitos da drenagem ácida de mina na qualidade das águas da bacia carbonífera de Santa Catarina (SC)**. 2018. 62 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

HORN FILHO, Norberto Olmiro. Setorização da província costeira de Santa Catarina em base aos aspectos geológicos, geomorfológicos e geográficos. **Geosul**, 2003. 18(35):71-98

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012

IBGE. **PAM - Produção Agrícola Municipal**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=resultados>. Acesso em: 25 nov. 2021.

IBGE. **PPM - Pesquisa da Pecuária Municipal**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?edicao=17941&t=publicacoes>. Acesso em: 10 out. 2021c.

IBGE. **Séries históricas e estatísticas**. 2021. Disponível em: <https://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=6&op=1&vcodigo=C D91&t=populacao-situacao-domicilio-populacao-presente-residente>. Acesso em: 07 out. 2021b.

JUST, João, GAVA, Paulo; ROMAGNA, Rafael; ROSONI, Jonas; Rodrigues; ZOCHE, Jairo. Avifauna na região dos contrafortes da Serra Geral, Mata Atlântica do sul de Santa Catarina, Brasil. **Atualidades Ornitológicas** (Online), v. 187, p. 33-54, 2015.

KAIBARA, Marieli Ayumi. **Rendimento Animal Em Uma Pastagem Nativa Melhorada No Planalto Sul Catarinense**. 2014. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/133251/MARIELI%20AYUMI%20KAIBARA%202014.2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 08 set. 2021.

KALIL, Rosa Maria Locatelli; GELPI, Adriana. **Planejamento Urbano e Regional: Conceitos, Processos e Metodologias**. Passo Fundo: Upf Editora, 2019. 143 p.

KARNAUKHOVA, Eugenia. **A intensidade de transformação antrópica da paisagem como um indicador para a análise e gestão ambiental** (ensaio metodológico na área da bacia hidrográfica do rio Fiorita, Município de Siderópolis, SC). Dissertação Mestrado –

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. 230 p. 2000.

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

KLUG, João; SANTOS, Manoel Pereira Rego Teixeira dos; LIMA, Angela Bernadete. Colonização europeia. In: ROCHA, Isa de Oliveira (org.). **Atlas geográfico de Santa Catarina**: população - fascículo 3. 2.ed. Florianópolis: Ed. da Udesc, 2019. Cap. 6. p. 107-123.

KREBS, Antônio Sílvio Jornada. **Contribuição ao conhecimento dos recursos hídricos subterrâneos da bacia hidrográfica do rio Araranguá, SC**. 2004. 375 f. Tese (Doutorado) - Doutorado em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

KREBS, Antônio Sílvio Jornada. **Contribuição ao conhecimento dos recursos hídricos subterrâneos da bacia hidrográfica do rio Araranguá, sc**. 2004. 375 f. Tese (Doutorado) - Doutorado em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

LADWIG, Nilzo Ivo, I.; Zocche, Jairo José.; AMARO, Andréia Gimenes; SCUSSEL, Cristiane. Impactos ambientais na área de proteção ambiental do Rio Maior, no município de Urussanga/SC. In: LADWIG, N. I.; SCHWALM, H. (Org.). **Planejamento e gestão territorial**: gestão integrada do território. Criciúma: UNESC, 2017. p. 79-87.

LADWIG, N. I.; DAGOSTIM, V. Briefing da história do carvão mineral no estado de Santa Catarina? Brasil. In: Rogério Santos da Costa; Taisa Dias. (Org.). Debates Interdisciplinares VIII. 001.ed. Palhoça: UNISUL, 2017, v. 1, p. 63-79.

LANDIS, Richard J.; KOCH, Gary G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159-174, 1977.

LARSON, Magnus; ERIKSON, Li; HANSON, Hans. **An analytical model to predict dune erosion due to wave impact**. Coast. Eng. 51, 675–696. 2004.

LAVINA, Rodrigo. Indígenas de Santa Catarina: história de povos invisíveis. In: BRANCHER, Ana (Org.). **História de Santa Catarina**: Estudos contemporâneos. Florianópolis: Letras Contemporâneas, 1999. p. 73-82.

LÉMECHEV, T. On hydrological heterogeneity catchment morphology and catchment response. **Journal of Hydrology**. v. 100, p. 357- 375. 1982.

LEMOS, Rodrigo Silva; MAGALHÃES JUNIOR, Antônio Pereira; WSTANE, Carla. Planejamento e gestão territorial: reflexões a partir da modernidade, da ciência e da participação social. **Caderno de Geografia**. Minas Gerais, v. 29, n. 58, p. 726-735, 16 jun. 2019. Disponível em: DOI 10.5752/p. 2318-2962.2019v29n58p726. Acesso em: 26 set. 2019.

LIMA, Adelson Rocha; GIRARDI, Eduardo Paulon; MANCIO, Daniel; NUNES, Diorgenes da Costa. Impactos da monocultura de eucalipto sobre a estrutura agrária nas regiões norte e central do Espírito Santo. **Revista NERA**, Presidente Prudente, n. 34, p. 12-36, 2016. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/>

LIMA, Walter de Paula; ZAKIA, Maria José Brito. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES; R. R.; LEITÃO FILHO; H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000. p. 33-43.

LOBODA, Carlos Roberto; DE ANGELIS, Bruno Luiz Domingos. **Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções**. *Ambiência*, Guarapuava, v. 1, n. 1, p. 125-139, jan./jul. 2005.

LOPES, Rosana Peporine; SANTO, Eder Luis; GALATTO, Sérgio Luciano. Mineração de Carvão em Santa Catarina: Geologia, Geoquímica e Impactos Ambientais. In: MILIOLI, Geraldo; SANTOS, Robson dos; CITADINI-ZANETTE, Vanilde (Org.). **Mineração de Carvão, Meio Ambiente e desenvolvimento Sustentável no Sul de Santa Catarina: Uma abordagem Interdisciplinar**. Curitiba: Juruá, 2009. p. 51-71.

LOTTIN, Jucely. **Orleans 2000: história e desenvolvimento**. Florianópolis: Elbert, 1998.

MACEDO, Rodrigo de Campos; ALMEIDA, Cláudia Maria de; SANTOS, João Roberto dos; RUDORFF, Bernardo Friedrich Theodor. Modelagem dinâmica espacial das alterações de cobertura e uso da terra relacionadas à expansão canavieira. **Bol. Ciênc. Geod.** [online]. 2013, vol. 19, n. 2, pp. 313-337. <https://doi.org/10.1590/S1982-21702013000200009>.

MAFRA, Francisco; SILVA, J. Amado da. **Planejamento e Gestão do Território**. Porto: Principia, Publicações Universitárias e Científicas, 2004.

MAGALHÃES JUNIOR, Antônio Pereira. **Indicadores ambientais e recursos hídricos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil LTDA, 2007. 686 p.

- MAGRINI, Alessandra; SANTOS, Marco Aurélio dos. **Gestão Ambiental de Bacias Hidrográficas**. Rio de Janeiro: Coppe UFRJ, 2001. 271 p.
- MANENTI, Vanessa Dagostim. **Modelagem do uso da terra e planejamento territorial da região Carbonífera do Sul de Santa Catarina**, Brasil. 2019. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2019.
- MARCONDES, Tabajara. A agropecuária em Santa Catarina: cenário atual e principais tendências. **Revista NECAT**, ano 5, n° 9, p. 8-38, jan-jun de 2016.
- MASTELLA, André Fabiano; VIEIRA, Carlos Antônio. Acurácia temática para classificação de imagens utilizando abordagens por pixel e por objetos. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 70, n. 5, p. 1618-1643, 31 dez. 2018. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/rbcv70n5-44559>.
- MATEO RODRÍGUEZ, José. **Geocologia de los Paisajes**. Universidad Central de Caracas. Monografía. 1991.
- MATEO, José Rodriguez. **Apuntes de Geografía de los paisajes**. Havana, Cuba: Faculdade de Geografia – Universidade de la Havana, 1984. 467 p.
- MATEO, José Rodríguez. **Geocologia de los Paisajes**. Universidad Central de Caracas. Monografía. 1991.
- MATTEI, Lauro. Economia catarinense: crescimento com desigualdades regionais. In: V Encontro de Economia Catarinense, 2011, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2011.
- MEDEIROS, Fernanda Luiza Fontoura; ALBUQUERQUE, Leticia. A Apa da Baleia Franca e o Turismo de Observação de Baleias Embarcado (Tobe): Sustentabilidade ou Exploração Animal? **Revista de Biodireito e Direitos dos Animais**, Minas Gerais, v. 1, n. 2, p. 30-53, dez. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.26668/IndexLaw Journals/2525-9695/2015.v1i1.17>. Acesso em: 02 maio 2021.
- MEDEIROS, Sidney Crystian Oliveira de. **Caracterização Das Dunas da Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanfuape, Rio Tinto**, PB. 2012. 96 f. Monografia (Especialização) - Curso de Bacharel

em Ecologia, Departamento de Engenharia e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba, Rio Tinto, 2012.

MELLO, Jaime Wilson Vargas de; DUARTE, Hélio Anderson; LADEIRA, Ana Cláudia Queiroz. Origem e Controle do Fenômeno Drenagem Ácida de Mina. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, n. 8, p. 24-29, maio 2014.

MELO JÚNIOR, Carlos Mariano; EVANGELISTA JUNIOR, Francisco; SILVA, Lenildo Santos da; NEPOMUCENO, Antônio Alberto. Geração de mapas de danos de fachadas de edifícios por processamento digital de imagens capturadas por Vant e uso de fotogrametria digital. **Ambient. constr.**, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 211-226, set. 2018.

MENDES, S. L. **Workshop Floresta Atlântica e Campos Sulinos**: grupo de mamíferos - documento preliminar, 2004. Disponível em: <www.bdt.fat.org.br/workshop/mataatlantica/BR/rfinais/rt_mamiferos>. Acesso em: 10 out. 2004.

MENEGASSO, Juliana Debiasi. **Mapeamento do risco de inundação na bacia hidrográfica do Rio Belo, Orleans, SC**. 2019. 148 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2019.

MENEGASSO, Juliana Debiasi. **Mapeamento Do Risco De Inundação Na Bacia Hidrográfica Do Rio Belo, Orleans, SC**. 2019. 148 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Ambientais, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2019. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/handle/1/6713>>. Acesso em: 06 ago. 2019.

MENESES, Paulo Roberto. Princípios de Sensoriamento Remoto. In: MENESES, Paulo Roberto; ALMEIDA, Tati de. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: UnB, 2012

MENESES, Paulo Roberto; SANO, Edson Eyji. Classificação Pixel a Pixel de Imagens. In: MENESES, Paulo Roberto; ALMEIDA, Tati de. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: UnB, 2014. Cap. 12. p. 191-208.

MENEZES, Carlyle Torres Bezerra de; LATTUADA, Rafael Mello; PAVEI, Paula Tramontin. Estudos de Sedimento aquáticos contaminados por metais pesados e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos oriundos da

mineração de carvão. In: MILIOLI, Geraldo; SANTOS, Robson dos; CITADINI-ZANETTE, Vanilde (Org.). **Mineração de Carvão, Meio Ambiente e desenvolvimento Sustentável no Sul de Santa Catarina: Uma abordagem Interdisciplinar**. Curitiba: Juruá, 2009. p. 71-93.

MENEZES, Carlyle Torres Bezerra de; WATERKEMPER, Kátia. Evolução dos processos de degradação ambiental resultante da mineração de carvão em Santa Catarina de 1930-1973. In: MILIOLI, Geraldo; SANTOS, Robson dos; CITADINI-ZANETTE, Vanilde (Org.). **Mineração de Carvão, Meio Ambiente e desenvolvimento Sustentável no Sul de Santa Catarina: Uma abordagem Interdisciplinar**. Curitiba: Juruá, 2009. p. 205-215.

MILHEIRA, Rafael Guedes. **Arqueologia Guarani no Litoral Sul-Catarinense História e território**. 2010. 224 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Arqueologia, Universidade de São Paulo, São Paulo,

MMA; MPOG - Ministério do Meio Ambiente; Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (2002) – **Projeto Orla: Fundamentos para Gestão Integrada**. 74 p. 2002. Secretaria de Qualidade Ambiental, Secretaria do Patrimônio da União, Brasília, DF, Brasil. Disponível online em http://www.mma.gov.br/estruturas/orla/_arquivos/11_04122008111238.pdf

MORI, Cláudia De; LANZER, Edgar Augusto. Identificação de potencialidades de redução de custos e impactos ambientais no cultivo de arroz. **Anais**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1998. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep1998_art528.pdf. Acesso em: 15 jul. 2021.

MYERS, Norman; MITTERMEIER, Russell A.; MITTERMEIER, Cristina G.; FONSECA, Gustavo A. B. da; KENT, Jennifer. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, [S.L.], v. 403, n. 6772, p. 853-858, fev. 2000. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/35002501>.

NASCIMENTO, Dorval do. As Curvas do Trem: A Presença da Estrada de Ferro em Criciúma (1919–1975) – Cidade. **Modernidade e Vida Urbana**. Florianópolis: 2000. 176 p.

NASCIMENTO, Flávia; MENDONÇA, Rose Mary Gondim; MACEDO, Maria Laponeide Fernandes; SOARES, Paulo Sergio Moreira. Impactos

Ambientais nos Recursos Hídricos da Exploração de Carvão em Santa Catarina. **Anais...** in: II Congresso Brasileiro de Mina a Céu Aberto e II Congresso Brasileiro de Mina Subterrânea, 2002, Belo Horizonte.

NETO, Alcides Manzoni. **O Novo Planejamento Territorial:** empresas transnacionais de consultoria, parcerias público-privadas e uso do território brasileiro. 2007. 171 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/287397>>. Acesso em: 23 set. 2019.

NOVAES, Lucila Naiza Soares. **Turismo de sol e mar:** empreendimentos turísticos imobiliários e o desenvolvimento urbano e socioeconômico no litoral do Ceará - o caso de Beberibe. 2012. 210f. Tese (Doutorado em Arquitetura e urbanismo) – FAUUSP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

NOVO, Evlyn de Moraes. PONZONI, Flavio, Jorge. **Sensoriamento Remoto:** princípios e aplicações. 2.ed., INPE. 2001.

NUNES, Mariana Fontana Santana. **Dinâmica territorial e impactos ambientais na zona costeira do estado de Santa Catarina:** estudo de caso dos balneários Arroio Corrente e Cascata Vermelha – município de Jaguaruna/SC. 2021. 70 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

OLIVEIRA, Estevam Dimas de; BIZ, Jádna Bilésimo; SALVARO, Giovana Ilka Jacinto. A trajetória de modernização da cultura do arroz no município de Turvo, Santa Catarina, Brasil. **Agroalimentaria** (Caracas), v. 22, p. 135-150, 2016.

OLIVEIRA, Ulisses Rocha de; KOERNER, Karl Franz; SIMÕES, Rodrigo Silva; MOTA, Gabriel Santos da; LEAL, Karine Bastos; GAUTÉRIO, Bruna Cavalcanti. Histórico de antropização e supressão das dunas no balneário Hermenegildo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 687-704, 2018. Revista Brasileira de Geografia Física. <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v10.6.p687-704>.

ORTEGA, Diego Javier Perez; CARVALHO, Sérgio Luís de. Avaliação dos Efeitos das Atividades Antropófitas nos Recursos Hídricos na Sub-Bacia Hidrográfica do Córrego do Ipê. **Revista Brasileira de Recursos**

Hídricos, [s.l.], v. 18, n. 3, p. 97-108, 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v18n3.p97-108>.

PADRÃO, Gláucia de Almeida.; WANDER, Alcido Elenor. Transmissão de preços de arroz no mercado internacional e nacional. In: X Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 2017, Gramado-RS. **Anais....** Porto Alegre-RS: SOSBAI, 2017. p. 1-4.

PAMPLONA, Maurício; TRINDADE, Larissa Carvalho. Espaços livres de Criciúma como reflexo da mineração. **Anais**. X Colóquio QUAPÁ-SEL, 2015. Disponível em: <http://quapa.fau.usp.br/wordpress/artigos-de-coloquio/>. Acesso em: 20 mai. 2021.

PANIZZA, Andrea de Castro. **Imagens orbitais, cartas e coremas**: uma proposta metodológica para o estudo da organização e dinâmica espacial, aplicação ao Município de Ubatuba, Litoral Norte do Estado de São Paulo, Brasil. 2004. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade São Paulo, São Paulo, 2004. Doi: 10.11606/T.8.2004.tde-30092005

PEIXOTO, Jerusa da Silva. **Mapeamento e análise da dinâmica de cobertura e uso da terra do setor costeiro central do município de Jaguaruna, SC**. 2017. 74 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017

PERH/SC: **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina**. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). Plano Estadual de Recursos Hídricos. RH 10. 2017. Disponível em: <http://www.aguas.sc.gov.br>

PIAZZA, Walter Fernando. **A colonização de Santa Catarina**. 3.ed. Florianópolis: Lunardelli, 1994. 376 p.

PINHEIRO, Luana Cristine da Silva Jardim; GOMES, Roberto Arnaldo Trancoso; CARVALHO JÚNIOR, Osmar Abílio de; GUIMARÃES, Renato Fontes S.; OLIVEIRA, Sandro Nunes de. Mudanças do Uso da Terra e Fragmentação da Paisagem no Município de Correntina (Ba). Durante 1988-2008. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 35, p. 169-198, abr. 2015. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/39941/27802>>. Acesso em: 08 setembro. 2019.

PINHEIRO, Monica Virna de Aguiar. **Evolução Geoambiental e Geohistórica das Dunas Costeiras de Fortaleza, Ceará**.

Dissertação de Mestrado (Área de concentração: Dinâmica Ambiental e Territorial). Universidade Federal do Ceará: Fortaleza, 2009.

PINHEIRO, Mônica Virna de Aguiar; MOURA-FÉ, Marcelo Martins; FREITAS, Eduardo Marcelo de Negreiros. **Os Ecossistemas Dunares e a Legislação Ambiental Brasileira**. Geo UERJ, [S.l.], v. 2, n. 24, jun. 2014. ISSN 1981-9021. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/5546>>. Acesso em: 05 dez. 2021. doi:<https://doi.org/10.12957/geouerj.2013.5546>.

PINTO, Marília Alves Brito; PARFITT, José Maria Barbat; TIMM, Luís Carlos; FARIA, Lessandro Coll; SCIVITTARO, Walkyria Bueno. Produtividade de arroz irrigado por aspersão em terras baixas em função da disponibilidade de água e de atributos do solo. **Pesq. Agropec. Bras, Brasília**, v. 51, n. 9, p. 1584-1593, set. 2016.

PIRES, José Salatiel Rodrigues; SANTOS, José Eduardo dos; DEL PRETTE, Marcos Estevam. **A utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais**. In-SHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. (Orgs). Conceito de Bacia Hidrográfica: Teorias e Aplicações. ed. Editus/UESC, Ilhéus, pp. 1-13, 2002.

PORCHER, Luiz Carlos Freitas; POESTER, Gabriel; LOPES, Mariele; SCHONHOFEN, Patrícia; SILVANO, Renato Azevedo Matias. Percepção dos moradores sobre os impactos ambientais e as mudanças na pesca em uma lagoa costeira do litoral sul do Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36, n. 1, p. 61-72, 2010

PORTO, Monica F. A.; PORTO, Rubem La Laina. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**, [s.l.], v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142008000200004>.

PORTZ, Luana Carla; MANZOLLI, Rogério Portantiollo; GRUBER, Nelson Luiz Sambaqui; CORREA, Iran Carlos Stalliviere. Turismo e degradação na orla do Rio Grande do Sul: conflitos e gerenciamento. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [S.L.], v. 22, p. 153-166, 23 dez. 2010. Universidade Federal do Parana. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v22i0.20351>.

PORTZ, Luana; ROCKETT, Gabriela Camboim; FRANCHINI, Ricardo Augusto Lengler; MANZOLLI, Rogério Portantiolo; GRUBER, Nelson Luiz Sambaqui. Gestão de dunas costeiras: o uso de sistema de

informações geográficas (sig) na implantação de planos de gestão no litoral do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, [S.L.], v. 14, n. 3, p. 517-534, set. 2014. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos (APRH). <http://dx.doi.org/10.5894/rgci445>.

PRESA, Juliana Brocca. **A experiência de agricultores em relação à utilização da água na produção de arroz irrigado (1980-2009)**. Iv Congresso Internacional de História, [s.l.], p. 2019-2030, 9 set. 2009. <http://dx.doi.org/10.4025/4cih.pphuem.084>.

PRESA, Juliana Brocca. PROVÁRZEAS, AGENTE MODIFICADOR: DO ESPAÇO, DA ECONOMIA, DA SOCIEDADE E DO MEIO AMBIENTE. In: I Congresso Internacional de História Regional. **Anais...** Passo Fundo. p. 1470-1487, 2011b.

PRESA, Juliana Brocca. **O arroz no espigão e o milho no banhado**": programa PROVÁRZEAS - o desenvolvimento de uma política pública e o cultivo do arroz em municípios da bacia do rio Araranguá. 2011. 193 f. Dissertação (mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em História, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011a.

PRHBRU. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do rio Urussanga**: etapa C diagnóstico dos recursos hídricos. 2019. Disponível em: https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Plano%20de%20Bacias/Plano%20da%20Bacia%20Hidrografica%20do%20Rio%20Urussanga/Etapa_C_Diagnostico.pdf. Acesso em: 30 set. 2021.

RAMOS, Cristiane de Moraes. **Desenvolvimento territorial sustentável e indicações geográficas**: A sustentabilidade ambiental do território dos Vales da Uva Goethe – SC. 2015. 173 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e História da Cidade, Florianópolis, 2015.

RAMOS, Janaina. **Dinâmica sócio espacial da cadeia produtiva do arroz irrigado na microrregião de Araranguá SC**. 2011. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

RESCHILIAN, Paulo Roberto.; BEVILACQUA, Andrea Francomano. A bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e

desenvolvimento sustentável. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 6., 2012. **Anais...** Belém, 2012, Pôsteres – GT9.

RODRIGUES, Taíssa Caroline Silva. **Estudo da cobertura e uso da terra na microrregião do Gurupi, Amazônia maranhense, entre os anos 1976-2016 por meio da aplicação do sensoriamento remoto e SIG's**. 2018. 183 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Presidente Prudente, 2018.

ROSA, Marcos R.; BRANCALION, Pedro H. S.; CROUZEILLES, Renato; TAMBOSI, Leandro R.; PIFFER, Pedro R.; LENTI, Felipe E. B.; HIROTA, Márcia; SANTIAMI, Edson; METZGER, Jean Paul. Hidden destruction of older forests threatens Brazil's Atlantic Forest and challenges restoration programs. **Science Advances**, [S.L.], v. 7, n. 4, p. 1-8, jan. 2021. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.abc4547>.

ROSA, Roberto; BRITO, Jorge Luís Silva. **Introdução ao geoprocessamento: sistema de informação geográfica**. Uberlândia, MG: Universidade Federal de Uberlândia, 1996. 104 p.

ROVANI, Ivan Luís. **Cenários de naturalidade e sustentabilidade ecológica da região norte do Rio Grande do Sul, Brasil**. 2019. 99 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

SANT ANA, William de Oliveira. **Qualidade dos Recursos Hídricos Subterrâneos na Bacia do Rio Urussanga**, Sc. 2008. 194 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/91329>>. Acesso em: 25 ago. 2019.

SANTOS, José Gustavo Silva a. **Cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do rio Araranguá, Santa Catarina, Brasil**. 2021. 166 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, Criciúma, 2021.

SANTOS, Leandro Duarte dos; SCHLINDWEIN, Sandro Luis; FANTINI, Alfredo Celso; HENKES, Jairo Afonso; BELDERRAIN, Mischel Carmen

Neyra. Dinâmica Do Desmatamento Da Mata Atlântica: causas e consequências. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, n. 3, p. 378, 30 set. 2020. Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL. <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v9e32020378-402>.

SANTOS, Leandro Duarte dos; SCHLINDWEIN, Sandro Luis; FANTINI, Alfredo Celso; HENKES, Jairo Afonso; BELDERRAIN, Mischel Carmen Neyra. DINÂMICA DO DESMATAMENTO DA MATA ATLÂNTICA: causas e consequências. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S.L.], v. 9, n. 3, p. 378, 30 set. 2020. Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL. <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v9e32020378-402>.

SANTOS, Marcos César Pereira; PAVEI, Diego Dias; CAMPOS, Juliano Bitencourt. Arqueologia Entre Rios: do Urussanga ao Mampituba. Paleoambiente, cultura material e ocupação humana na paisagem litorânea do extremo sul catarinense entre 3500-200 anos AP. **Revista Cadernos do Ceom**, [s.l.], v. 29, n. 45, p. 64-86, 16 dez. 2016. Cadernos do CEOM. <http://dx.doi.org/10.22562/2016.45.03>.

SBRISSIA, André Fischer; Da SILVA, Sila Carneiro. O Ecossistema de Pastagens e a Produção Animal. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, Piracicaba. **Anais...** da 37º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Piracicaba: Fealq, 2001. p. 731-75

SCHEIBE, Luiz Fernando (Org.); BUSS, Maria Dolores; FURTADO, Sandra Maria de Arruda. **Atlas Ambiental Bacia do Rio Araranguá**: Santa Catarina - Brasil. Florianópolis: Ed. UFSC: Cidade Futura, 2010. 64 p.

SCHIAVETTI, Alexandre; CAMARGO, Antônio F. M. Conceitos de Bacias Hidrográficas Editores Alexandre Teorias e Aplicações. Bahia: Editus, 2002. 281 p.

SCHLESINGER, Peter, MCGRATH, David Gibbs. **Cenários de desmatamento para a Amazônia**. Estudos Avançados, São Paulo, v. 19, n. 54, p. 137-152, 2005

SCHNACK, Caroline Elise; MENEZES, Carlyle Torres Bezerra de; MUNARI, Gianfranco Ceni; BELLETTINI, Amanda. Qualidade da água no estuário do Rio Urussanga (SC, Brasil): um ambiente afetado pela drenagem ácida de mina. **Revista Brasileira de Biociências**: Brazilian Journal of Biosciences, Porto Alegre, v. 16, n. 3, p. 96-106, 06 ago. 2018.

Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/4075>. Acesso em: 17 mai. 2019.

SCUSSEL, Cristiane. **Fragmentação de Habitat em Floresta Ombrófila Densa no Sul do Brasil: Uma Análise Baseada em Métricas da Paisagem**. 2018. 68 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Ambientais, Programa de Pós-graduação Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2018. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/handle/1/5851>. Acesso em: 05 jul. 2021.

SEABRA, Vinicius da Silva; CRUZ, Carla Madureira. Mapeamento da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio São João, RJ. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, v. 25, n. 2, p. 414-426, ago. 2013. Disponível em: <DOI: 10.1590/S1982-45132013000200015>. Acesso em: 16 nov. 2019.

SILVA, Eulinor Pereira da. **O uso da água na produção rizícola e a sustentabilidade “hídrica” – caso da associação de drenagem e irrigação Santo Izidoro (ADISI)**. 2015. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2015.

SILVA, Eulinor Pereira da; LADWIG, Nilzo Ivo; BACK, Álvaro José. Consumo de água na irrigação das lavouras de cultivo de arroz. In: LADWIG, Nilzo Ivo; SCHWALM, Hugo (Org.). **Planejamento e Gestão territorial: Hidrografia e Sustentabilidade**. Florianópolis: Insular, 2015. p. 111-139.

SILVA, Maria Abreu Pires de Melo; GOUVEIA, Rogerio; PISSARRA, Teresa Cristina Tarlé; VALLE JUNIOR, Renato Farias do. ABDALA, Vera Lucia. A Transformação Antrópica e sua Influência na Concentração de Fósforo nas Águas Superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Uberaba-Mg, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, **Anais**. Santos: 2019 p. 1914-1917.

SILVA, Maria José Andrade da. **A produção do espaço urbano de Criciúma – SC e seus agentes de transformação**. 2012. 165 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Curso de Mestrado em Geografia, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. PUC-SP, São Paulo, 2012.

SILVA, Murilo Vicente Gonçalves da. Indicadores de sustentabilidade de edifícios: estado da arte e desafios para desenvolvimento no Brasil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre [Brasil], v. 7, n. 1, p. 47-66, 2007.

SIMÕES, Helena Cristina Guimarães Queiroz. Mineração: perspectiva de sustentabilidade a partir do Direito Ambiental. *Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas* Macapá, n. 2, p. 127-138, 2010

SOSBAI – SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Farroupilha, RS: SOSBAI; 2018. 205 p.

SOUSA, Ridelson Farias de; FALCÃO, Ermano Cavalcante; COSTA, Ewerton Vólney da Silva. Metodologia para diagnóstico do uso e ocupação do solo utilizando geotecnologias. In: SOUSA, Ridelson Farias de; FALCÃO, Ermano Cavalcante (Org.) **GEOPROCESSAMENTO APLICADO: CONTEXTO MULTIDISCIPLINAR**. João Pessoa: IFPB, 2017. Cap. 1. p. 11-33

SOUZA, Marcelo Lopes de. Da “diferenciação de áreas” à “diferenciação socioespacial”: a “visão (apenas) de sobrevôo” como uma tradição epistemológica e metodológica limitante. **Cidades**, Presidente Prudente, v. 4, n. 6, p. 101-114, jan./dez., 2007.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **Mudar a cidade**: uma introdução crítica ao planejamento e gestão urbanos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 6.ed, 2010.

SUTIL, Thaise. **Diagnóstico Socioambiental da Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Maior, Urussanga, SC**. 2018. 164 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Ambientais, Unidade Acadêmica de Humanidades, Ciências e Educação, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/handle/1/5662>>. Acesso em: 28 ago. 2019.

SUTIL, Thaise; LADWIG, Nilzo Ivo, BACK, Álvaro José, CONTO, Danrlei De. Diagnóstico físico, socioeconômico e socioambiental do território da área de proteção ambiental (APA) do Rio Maior – Santa Catarina – Brasil (Physical, socioeconomic and socio-environmental diagnosis of the territory of the environmental protection area (APA) of Rio Maior - Santa Catarina - Brazil). **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.l.], v. 12, n. 4, p. 1583-1599, nov. 2019. ISSN 1984-2295.

Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/240643>>. Acesso em: 06 dez. 2021

TREIN, Heinz Alfredo. **A Implicação Antrópica na Qualidade dos Recursos Hídricos Subterrâneos da Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga-SC**. 2008. 149 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geociências e Meio Ambiente, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/102930>>. Acesso em: 28 ago. 2019.

TUCCI, Carlos E. M. Tucci. M.; MENDES, Carlos André. **Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica**. 2.ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente / Sqa, 2006. 302 p.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Águas urbanas**. Estudos Avançados, [S. l.], v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Gestão da drenagem urbana. Brasília**, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012. (Textos para Discussão CEPAL-IPEA, 48). 50p.

URUSSANGA. (Município). **Lei nº 1.407/2018**, de 30 de maio de 2018. Cria o conselho gestor da APA de Cocal do Sul - CONGEAPA/Cocal do Sul e dá outras providências. Urussanga, SC.

VENTURA, Alessandro; ZAHN, Carlos Eduardo; RONCA, José Luiz Caruso. A arquitetura e o planejamento urbano – regional em face do processo de mundialização. **Exacta**, São Paulo, v. 1, 2003.

VILAÇA, Maria Freitas; GOMES, Ivair; MACHADO, Marley Lamounier.; VIEIRA, Eliane Vieira.; SIMÃO, Maria Lélia Rodriguez. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão: O estudo de caso do ribeirão conquista no município de Itaguara/MG. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 13, Viçosa. **Anais...** Viçosa/MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009.

VOLPATO, Samira Becker; MENEZES, Carlyle Torres Bezerra de Menezes; SILVA José Victor Figueiredo da. Environmental recovery of aquatic ecosystems in estuarine regions: studies applied for the treatment of contaminated sediments by acid mine drainage in Urussanga River Basin, in Santa Catarina, Brazil. **Engenharia sanitária e ambiental**, n. 22, p. 313-316, 2017.

WILLIAMS, R E, BLAKEY, B D. Conservation of Grazing land: the five general types of grazing lands. *Doil Conservation*, v. 3, n. 7, p. 115, 1967.

WITTMANN, Luisa Tombini; BRIGHENTI, Clovis Antonio. Povos indígenas. In: ROCHA, Isa de Oliveira (org.). **Atlas geográfico de Santa Catarina: população** - fascículo 3. 2.ed. Florianópolis: Ed. da Udesc, 2019. Cap. 2. p. 39-49.

WMO. **The Dublin Statement and Report of the Conference.** International Conference on Water and the Environment: Development Issues for the 21st Century. 26-31 January 1992. Dublin, Ireland.

WÜST, Caroline; TAGLIANI, Naiara; CONCATO, Ani Carla. A PECUÁRIA E SUA INFLUÊNCIA IMPACTANTE AO MEIO AMBIENTE. **VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Porto Alegre, p. 1-5, nov. 2015.

ZANELATTO, João Henrique.; JUNG, Gilvani Mazzuco.; OZÓRIO, Rafael Miranda. Índios e Brancos no Processo Colonizador do Sul Catarinense na Obra “Histórias do Grande Araranguá”, de João Leonir Dall'alba. **Revista de História Comparada**, v. 9, n. 1, p. 174 - 202, jul. 2015. Disponível em: Acesso em: 21 ago. 2020.

ZANETTE, Eduardo Netto. **Um estudo sobre recuperação ambiental de áreas degradadas na mineração do carvão em Santa Catarina com ênfase na ação civil pública nº. 93.80.00533-4. 2016.** 92 f. Monografia (Especialização) - Curso de Curso de Pós-Graduação em Direito Ambiental, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná., Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

Sobre os autores

Nilzo Ivo Ladwig

Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Tem experiência na área de Geografia e Engenharia de Agrimensura, com ênfase em Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, Sistema de Informação Geográfica, Planejamento e Gestão Territorial, atuando principalmente nos seguintes temas: desenvolvimento regional sustentável, cadastro técnico multifinalitário e planejamento sustentável em turismo. Líder do grupo de pesquisa em Planejamento e Gestão Territorial; Coordenador do Laboratório de Planejamento e Gestão Territorial (LabPGT). E-mail: ladwignilzo11@gmail.com

José Gustavo Santos da Silva

Doutorando em Ciências Ambientais (PPGCA/UNESC). Mestre em Ciências Ambientais pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense (PPGCA/UNESC). Graduado em Geografia (licenciatura) pela Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC). É professor III (Geografia) efetivo da Secretaria Municipal de Educação de Criciúma. É integrante do Laboratório de Planejamento e Gestão Territorial - LabPGT e pesquisador associado ao Laboratório de Arqueologia Pedro Ignácio Schimitz - LAPIS e ao Grupo de Pesquisa em Arqueologia e Gestão Integrada do Território. Atua como pesquisador com interesse nas áreas de geoprocessamento, sistemas de informação geográfica, sensoriamento remoto, gestão territorial e turismo. Vem atuando principalmente nos seguintes temas: Análise de cobertura e uso da terra, planejamento territorial em bacias hidrográficas, geografia escolar, turismo sustentável, geoturismo em territórios de Geoparques. E-mail:gustasantos92@gmail.com

Alessandra Jaine Moraes de Oliveira

Graduada em Gestão de Recursos Humanos pela Faculdade Educacional Anhanguera (2015), Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade do Extremo Sul Catarinense (2018) e mestrado em Ciências Ambientais pela mesma universidade (2020). É especialista em Gestão Ambiental e atualmente atua como engenheira nas áreas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, com foco em licenciamento ambiental. Sua experiência e dedicação contribuem para soluções sustentáveis e em conformidade com as normas vigentes. E-mail: alessandramoraes.engenharia@gmail.com

O livro *Alteração Antrópica nas Bacias Hidrográficas do Rio Araranguá e Urussanga* nasce do resultado de dois trabalhos de pesquisa de mestrado, produzidos no âmbito do programa de pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense. As pesquisas tiveram financiamento de bolsas da Capes e fazem parte do projeto “Influência da floresta na dinâmica hidrossedimentológica de bacias montanhosas no sul do Brasil” - EDITAL Nº 16/2017 – CAPES/ANA. O conteúdo do livro poderá ser usado para elaboração de projetos de planejamento e na gestão territorial integrado do espaço geográfico à medida que permite compreender as mudanças ocorridas nas paisagens. A metodologia empregada na produção dos resultados tanto de análise de uso e cobertura da terra como no índice de alteração antrópica, contidas no livro podem fomentar o desenvolvimento de estudos eficazes que busquem a preservação e conservação dos recursos naturais.

