

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

ALESSANDRA JAINE MORAES DE OLIVEIRA

**COBERTURA E USO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
URUSSANGA, SANTA CATARINA, BRASIL**

CRICIÚMA, SC

2021

ALESSANDRA JAINÉ MORAES DE OLIVEIRA

**COBERTURA E USO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
URUSSANGA, SANTA CATARINA, BRASIL**

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

Orientador: Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig

CRICIÚMA, SC

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

O48c Oliveira, Alessandra Jaine Moraes de.
Cobertura e uso da terra na Bacia Hidrográfica
do Rio Urussanga, Santa Catarina, Brasil /
Alessandra Jaine Moraes de Oliveira. - 2021.
165 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade do
Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-
Graduação em Ciências Ambientais, Criciúma,
2021.

Orientação: Nilzo Ivo Ladwig.

1. Solo - Uso - Planejamento. 2. Urussanga,
Rio, Bacia (SC). 3. Geoprocessamento. 4.
Sensoriamento remoto. 5. Planejamento
territorial. I. Título.

CDD 23. ed. 333.910098164

Bibliotecária Eliziane de Lucca Alosilla - CRB 14/1101
Biblioteca Central Prof. Eurico Back - UNESC



PARECER

Os membros da Comissão Examinadora homologada pelo Colegiado de Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais reuniram-se forma remota conforme RESOLUÇÃO N. 02/2020/PPGCA que estabelece procedimento para a Defesa de Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais por meio de videoconferência, para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pela candidata **ALESSANDRA JAINE MORAES DE OLIVEIRA**, sob o título: **“COBERTURA E USO DA TERRA NA BACIA HIDROGRAFICA DO RIO URUSSANGA, SANTA CATARINA, BRASIL”**, para obtenção do grau de **MESTRE EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS** no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. Após haver analisado o referido trabalho e arguida a candidata, os membros são de parecer pela **“APROVAÇÃO”** da Dissertação.

Criciúma/SC, 21 de dezembro de 2021.

Prof. Dr. Everton da Silva
Primeiro Examinador

Prof. Dr. Álvaro José Back
Segundo Examinador

Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig
Presidente da Comissão e Orientador

A mim, por nunca ter desistido dos meus sonhos, e a todos que fizeram parte desta caminhada, minha eterna GRATIDÃO.

AGRADECIMENTOS

Que possamos sempre dar valor as pessoas por sabermos a verdadeira importância que possuem em nossas vidas. Expresso aqui meu reconhecimento inestimável sobre aqueles sem os quais certamente este trabalho não seria possível.

A DEUS, pelo dom da vida, pela saúde e força e que iluminou os meus passos nesta caminhada.

A meus pais Moacir Alves e Sueli Moraes, por serem a minha base e meu pilar e os maiores incentivadores dos meus sonhos, com eles aprendi o que é amor incondicional. Com muita gratidão.

Aos meus irmãos, pelo apoio e por acreditarem nas minhas escolhas.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig pela oportunidade de orientação, confiança, apoio e por toda a paciência e persistência que foram fundamentais para a sustentação e construção dessa dissertação, sou muito grata.

À Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento, que viabilizou esta pesquisa. À Universidade do Extremo Sul Catarinense e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais pelos valorosos ensinamentos.

Ao professor Dr. Álvaro José Back pela relatoria, participação na banca de qualificação e defesa e sugestões. E ao professor Everton Silva por sua participação e contribuições a este trabalho.

A minha amiga Thaise Sutil que me deu todo o suporte e me ajudou com sua experiência e conhecimento e foi capaz de me incentivar todos os dias. Grata por me ajudar a realizar este sonho.

Agradecimentos a minha irmã Barbara e amigos Juliana, Tayse e José, e demais colegas de Laboratório pela parceria e ensinamentos.

Ao Gabriel, que apesar de ter surgido em um momento difícil, no meio de uma loucura que é construir uma dissertação e que cuja presença e incentivo foram essenciais, obrigada pela cumplicidade e suporte que fizeram desta jornada mais leve, com muito amor e gratidão.

Dedico este trabalho a todos que acreditam em um mundo melhor e na ciência.

Dedico em especial, os meus sentimentos e este trabalho as milhares de vítimas da pandemia de Covid-19.

Obrigada!

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Marthin Luther King

RESUMO

As pesquisas de cobertura e uso da terra atreladas a utilização do sensoriamento remoto são instrumentos importantes para auxílio do planejamento e da gestão territorial em especial para representação da dinâmica da paisagem. Este estudo buscou compreender e quantificar as transformações ocorridas na paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga (BHRU), em três datas (1986, 2005, 2020). Foram definidas oito classes: Agricultura, Dunas, Extração Mineral, Massa da Água, Mancha Urbana, Pastagem e Vegetação Rasteira, Sombra e Vegetação Arbórea e Arbustiva. Para classificação foram empregados softwares de processamento digital de imagens, utilizando o método de regiões. Primeiramente realizou-se a segmentação dos pixels das imagens e posteriormente a classificação pelo algoritmo MAXVER (máxima verossimilhança) e na etapa final foi usada imagem classificada pixel a pixel para uma reclassificação com base nos segmentos. Para compreender a influência antrópica sobre as modificações no território da bacia utilizou-se como ferramenta o índice de Transformação Antrópica (ITA). Os resultados apontaram dentro do período compreendido de 35 anos, que a classe de Agricultura foi a que apresentou maior redução de área (-118,156 km²), seguida das classes de Extração Mineral (-4,539 km²) e de Dunas (-6,585 km²), as classes de Pastagem e Vegetação Rasteira (78,080 km²), Mancha Urbana (31,013 km²) e Vegetação Arbórea e Arbustiva (23,299 km²) expandiram. O ITA calculado com base nos resultados do mapeamento de uso e cobertura da terra e os pesos antrópicos atribuídos pelo método de consulta a pesquisadores da área, teve como resultado para a bacia a classificação “Regular”. Os pesos atribuídos de forma individual para cada classe demonstraram que as classes, Mancha Urbana e Extração Mineral são classificadas como áreas “Muito Degradado” e Agricultura como “Degradado”. As análises individuais das Unidades de Gestão (UG) revelam que as UGs Rio Içara, Rio Cocal e Foz Urussanga são as mais afetadas pelos usos da terra e assim apresentam maiores pressões antrópicas, já as UGs Rio Caeté, Rio Maior, Rio Carvão e Rio Areia são as menos afetadas segundo o ITA. A metodologia utilizada é satisfatória ao atendimento do objetivo principal do trabalho quanto ao mapeamento e quantificação da cobertura e uso da terra na bacia. Espera-se que os resultados desta pesquisa possam auxiliar e nortear estudos ambientais e de planejamento e gestão territorial na BHRU.

Palavras-chave: Geoprocessamento. Sensoriamento Remoto. Gestão Territorial. Paisagem.

ABSTRACT

Land cover and land use surveys linked to the use of remote sensing are important instruments to aid in territorial planning and management, especially for the representation of landscape dynamics. This study sought to understand and quantify the transformations that occurred in the landscape of the Urussanga River Basin (BHRU), in three dates (1986, 2005, 2020). Eight classes were defined: Agriculture, Dunes, Mineral Extraction, Water Mass, Urban Spot, Pasture and Underground Vegetation, Shade and Arboreal and Shrub Vegetation. For classification, digital image processing software was used, using the region method, firstly, the segmentation of the images was performed and then the classification by the MAXVER algorithm (maximum likelihood) and in the final step, image classified pixel by pixel was used for a reclassification based on segments. To understand the anthropic influence on changes in the basin territory, the Anthropic Transformation Index (ITA) was used as a tool. The results showed that, within the 35-year period, the Agriculture class was the one with the greatest area reduction (-118.156 km²), followed by the Mineral Extraction (-4.539 km²) and Dunes (-6.585 km²) classes. the classes of Pasture and Underground Vegetation (78,080 km²), Urban Patch (31.013 km²) and Tree and Shrub Vegetation (23,299 km²) expanded. The ITA, calculated based on the results of the mapping of land use and land cover and the anthropic weights attributed by the consultation method to researchers in the area, resulted in the classification "Regular" for the basin. The weights assigned individually for each class showed that the classes, Urban Stain and Mineral Extraction are classified as "Very Degraded" and Agriculture as "Degraded". The individual analyzes of the Management Units (GU) reveal that the GUs Rio Içara, Rio Cocal and Foz Urussanga are the most affected by land uses and thus present greater anthropic pressures, whereas the GUs Rio Caeté, Rio Maior, Rio Carvão and Rio Sand are the least affected according to the ITA. The methodology used is satisfactory in meeting the main objective of the work in terms of mapping and quantifying the coverage and use of land in the basin. It is expected that the results of this research can help and guide environmental studies and territorial planning and management at BHRU.

Keywords: Geoprocessing. Remote sensing. Territorial Management. Landscape.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Definição de Geoprocessamento	29
Figura 2 - Processo de Classificação	35
Figura 3 - Localização da Bacia do Rio Urussanga - BHRU	41
Figura 4 - Geologia da BHRU	44
Figura 5 - Pedologia da BHRU	46
Figura 6 - Hipsometria da BHRU	47
Figura 7 - Declividade da BHRU	48
Figura 8 - Fluxograma de Procedimentos da Pesquisa.....	50
Figura 9 - Comparação do Cultivo e não Cultivo de Arroz dentro da BHRU	54
Figura 10 - Distribuição dos Pontos Amostrais de Campo na BHRU	63
Figura 11 - Fluxograma das Etapas de Processamento Digital das Imagens	65
Figura 12 - Mapa de Cobertura e Uso da Terra da BHRU - 1986.....	67
Figura 13 - Mapeamento de ITA para a BHRU (1986).....	69
Figura 14 - Mapa de Cobertura e Uso da Terra da BHRU - 2005.....	71
Figura 15 - Mapeamento de ITA para a BHRU (2005).....	72
Figura 16 - Mapa de Cobertura e Uso da Terra da BHRU – 2020	74
Figura 17 - Mapeamento de ITA para a BHRU (2020).....	76
Figura 18 - Mapas de Cobertura e Uso da Terra da BHRU	78
Figura 19 - Área de Agricultura e Rizicultura na BHRU	79
Figura 20 - Áreas de rizicultura em municípios da BHRU	80
Figura 21 - Área de Dunas no litoral da BHRU	83
Figura 22 - Ressaca no município de Balneário Rincão em.....	84
Figura 23 - Ocupação urbana na bacia e interferência de veículos (<i>offroad</i>).....	84
Figura 24 - Localização do Distrito Carbonífero de Santa Catarina	86
Figura 25 - Áreas de Mineração e Depósito de Rejeito.....	88
Figura 26 - Rede Hidrográfica da BHRU	90
Figura 27 - Massas da Água na BHRU	92
Figura 28 - Sobreposição das Manchas Urbanas (1986, 2005 e 2020)	94
Figura 29 - Mancha Urbana na BHRU	95
Figura 30 - Pastagem e Vegetação Rasteira na BHRU	97
Figura 31 - Áreas de Sombra na BHRU, município de Urussanga	98
Figura 32 - Mapeamento de Remanescentes de Mata Atlântica e Restinga.....	99

Figura 33 - Áreas de classe de Vegetação Arbórea e Arbustiva - BHRU.....	101
Figura 34 - Mapas de ITA da BHRU	102
Figura 35 - Unidades de Gestão da BHRU	106
Figura 36 - Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra da UG Rio Maior	107
Figura 37 - Mapeamento do ITA para UG Rio Maior.....	109
Figura 38 - Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra da UG Rio Carvão	110
Figura 39 - Cavas Alagadas - DAM	111
Figura 40 - Rio Carvão	112
Figura 41 - Mapeamento do ITA para UG Rio Carvão.....	113
Figura 42 - Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra da UG Caeté	114
Figura 43 - Mapeamento do ITA para UG Rio Caeté	115
Figura 44 - Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra da UG Rio Cocal	117
Figura 45 - Mapeamento do ITA para UG Rio Cocal	118
Figura 46 - Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra da UG Rio Vargeado	120
Figura 47 - Mapeamento do ITA para UG Rio Vargeado.....	121
Figura 48 - Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra da UG Rio Içara.....	123
Figura 49 - Mapeamento do ITA para UG Rio Içara	124
Figura 50 - Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra da UG Rio da Areia	126
Figura 51 - Mapeamento do ITA para UG Rio da Areia.....	127
Figura 52 - Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra da UG Foz do Urussanga.....	128
Figura 53 - Mapeamento do ITA para UG Foz do Urussanga	130
Figura 54 - Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra da UG Litorânea	131
Figura 55 - Mapeamento do ITA para UG Litorânea.....	132

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características das imagens Landsat utilizadas.....	53
Tabela 2 - Coeficiente de qualidade da classificação associado aos valores do índice Kappa	60
Tabela 3 - Matriz de erro/confusão (1986).....	60
Tabela 4 - Matriz de erro/confusão (2005).....	60
Tabela 5 - Matriz de erro/confusão (2020).....	61
Tabela 6 - Valores de Kappa e Exatidão Global	61
Tabela 7 - Valores de Kappa Condicional para Cada Classe (1986).....	67
Tabela 8 - Área das Classes de Cobertura e Uso da Terra da BHRU - 1986	68
Tabela 9 - Resultado do ITA (1986).....	68
Tabela 10 - ITA - 1986.....	69
Tabela 11 - Valores de Kappa Condicional para cada classe (2005)	70
Tabela 12 - Área das Classes de Cobertura e Uso da Terra da BHRU - 2005	71
Tabela 13 - Resultado do ITA (2005).....	72
Tabela 14 - ITA – 2005	73
Tabela 15 - Valores de Kappa Condicional para cada classe (2020)	74
Tabela 16 - Área das Classes de Cobertura e Uso da Terra da BHRU - 2020	75
Tabela 17 - Resultado do ITA (2020).....	75
Tabela 18 - ITA - 2020	76
Tabela 19 - Mensuração das Classes de Cobertura e Uso da Terra da BHRU.....	77
Tabela 20 - Perdas e Ganhos entre as Classes de Cobertura e Uso da Terra da BHRU.....	77
Tabela 21- Crescimento Populacional das Cidades que Constituem a BHRU	93
Tabela 22 - Índice de Áreas de ITA	102
Tabela 23 - Resultados do ITA.....	103
Tabela 24 - Mensuração das Classes de Cobertura e Uso da Terra da UG, Rio Maior.....	107
Tabela 25 - Área de ITA da UG Rio Maior.....	109
Tabela 26 - Mensuração das Classes de Cobertura e Uso da Terra da UG, Rio Carvão.....	110
Tabela 27 - Área de ITA da UG Rio Carvão	113
Tabela 28 - Mensuração das Classes de Cobertura e Uso da Terra da UG Rio Caeté	114
Tabela 29 - Área de ITA da UG Rio Caeté	116
Tabela 30 - Mensuração das Classes de Cobertura e Uso da Terra da UG Rio Cocal	117
Tabela 31 - Área de ITA da UG Rio Cocal	118
Tabela 32 - Mensuração das Classes de Cobertura e Uso da Terra da UG Rio Vargedo.....	120

Tabela 33 - Área de ITA da UG Rio Vargedo.....	122
Tabela 34 - Mensuração das Classes de Cobertura e Uso da Terra da UG Rio Içara	123
Tabela 35 - Área de ITA, UG Rio Içara	125
Tabela 36 - Mensuração das Classes de Cobertura e Uso da Terra da UG, Rio da Areia.....	126
Tabela 37 - Área de ITA UG Rio da Areia.....	127
Tabela 38 - Mensuração das Classes de Cobertura e Uso da Terra da UG, foz do Urussanga	129
Tabela 39 - Área de ITA, UG foz do Urussanga	130
Tabela 40- Mensuração das Classes de Cobertura e Uso da Terra da UG, Litorânea.....	131
Tabela 41 - Área de ITA da UG Litorânea.....	133

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Fonte dos Dados para Construção Dos Produtos Cartográficos	52
Quadro 2 - Chave de Interpretação das Classes de Cobertura e Uso da Terra	55
Quadro 3 - Classes e pontos amostrais	62
Quadro 4 - Pesos Atribuídos e Classificação de Degradação das Classes	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACP	Ação Civil Pública do Carvão
AMESC	Associação dos Municípios do Extremo Sul Catarinense
AMREC	Associação dos Municípios da Região Carbonífera
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
BHRA	Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá
BHRT	Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão
BHRU	Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga
CBCA	Companhia Brasileira Carbonífera de Araranguá
CCU	Companhia Carbonífera de Urussanga
CLC	CORINE Land Cover
CORINE	Coordination of Information on the Environment
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
DAM	Drenagem Ácida de Mina
DOS	Dark Object Subtraction
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
ERTS	Earth Resource Technology Satellite
ETM	Enhanced Thematic Mapper
EU	União Europeia
EUA	Estados Unidos da América
GAP	Grupo de Acompanhamento do Plano
GHR	Gestão de Recursos Hídricos
GPS	Global Positioning System
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFOV	Field Of View
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ITA	Índice de Transformação Antrópica
LabPGT	Laboratório de Pesquisa em Planejamento e Gestão Territorial

LDCM	Landsat Data Continuity Mission
MAXVER	Máxima Verossimilhança
MSS	Multispectral Scanner System
NASA	National Aeronautics & Space Administration
OLI	Operational Land Imager
PDI	Processamento Digital de Imagens
PMCU	Prefeitura Municipal de Urussanga
PRAD's	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
PROVÁRZEAS	Programa Nacional para Aproveitamento de Várzeas Irrigáveis
RBV	Return Beam Vidicon
SDS	Secretaria de Estado de Desenvolvimento Sustentável de Santa Catarina
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SNGRH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SR	Sensoriamento Remoto
TM	Thematic Mapper
UG's	Unidades de Gestão
USGS	United States Geological Survey

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	17
1.1.1 Objetivo Geral	17
1.1.2 Objetivos Específicos	17
2 MARCO TEÓRICO	18
2.1 PLANEJAMENTO E GESTÃO TERRITORIAL	18
2.1.1 Bacia Hidrográfica como Unidade de Planejamento e Gestão Territorial	20
2.2 COBERTURA E USO DA TERRA.....	24
2.3 GEOPROCESSAMENTO	27
2.3.1 Sensoriamento Remoto	29
2.3.2 Sistema de Informação Geográfica – SIG	33
2.3.3 Processamento Digital de Imagens - PDI	34
2.3.4 Classificação de Imagens.....	35
2.3.5 Análise Multitemporal de Cobertura e Uso da Terra	37
2.3.6 Índice de Transformação Antrópica - ITA	38
3 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	41
3.1 FORMAÇÃO HISTÓRICA DA BHRU	42
3.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BHRU	44
3.2.1 Geologia	44
3.2.2 Pedologia	46
3.2.3 Hipsometria.....	47
3.2.4 Declividade	48
4 METODOLOGIA	49
4.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	49
4.1.1 Procedimentos da Pesquisa.....	50
4.1.2 Pesquisa Documental e Bibliográfica.....	51
4.1.3 Elaboração da Base Cartográfica	51
4.1.4 Processamento Digital de Imagens.....	52
4.1.5 Classificação de Imagens.....	57
4.1.6 Avaliação da Acurácia Temática pelo Índice de Kappa	58
4.1.7 Pesquisa de Campo.....	61
4.1.8 Aplicação do índice de Transformação Antrópica – ITA	63

4.2 UNIDADE DE GESTÃO (UG)	65
5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	66
5.1 MAPEAMENTO DA COBERTURA E USO DA TERRA DA BHRU.....	66
5.1.1 Cobertura e Uso da Terra – 1986.....	66
5.1.2 Cobertura e Uso da Terra – 2005.....	70
5.1.3 Cobertura e Uso da Terra – 2020.....	73
5.2 COBERTURA E USO DA TERRA DOS ANOS DE 1986, 2005 E 2020.....	77
5.4 ITA PARA OS ANOS DE 1986, 2005 E 2020	102
5.5 UNIDADES DE GESTÃO INTEGRADO AO MAPEAMENTO DA COBERTURA E USO DA TERRA E ITA	106
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	134
REFERÊNCIAS	138
APÊNDICE(S)	162

1 INTRODUÇÃO

O uso da terra de forma desordenada e exaustiva no decorrer dos anos pela sociedade comprometeu as características naturais do território (SOUSA; FALCÃO; COSTA, 2017). Vive-se em um período que as preocupações em torno das questões ambientais têm se intensificado, em parte devido à exploração e consumo excessivo dos recursos naturais, atrelados à amplificação da sua degradação, em um ritmo maior que a sua própria capacidade de renovação (ALBUQUERQUE, 2007).

Nesse sentido, o ser humano vê os recursos naturais para fins de exploração, fundamentados na racionalidade econômica atrelado aos diversos sistemas políticos, que é predatório no uso destes recursos, conduzindo a humanidade na direção de um colapso ambiental (DIAS, 2018). Isto compromete “a visão da maioria da população, a ponto de todos contribuírem direta ou indiretamente com a devastação das florestas e a poluição dos rios e do solo” (CAROLA; DASSI, 2014, p.25).

Nesse contexto a sociedade em geral vem modificando o espaço onde estão inseridas, adaptando as suas necessidades, utilizando os recursos naturais sem planejamento e alterando as características naturais da paisagem e de cobertura da terra, decorrentes de um modelo de progresso e desenvolvimento da espécie humana (JATOBÁ, 2011; SEBUSIANI; BETTINE, 2011; BEPLER; JUSTINO, 2017). Compreender e avaliar as mudanças na paisagem é uma forma de contribuir no planejamento e na gestão territorial, uma vez que é possível a tomada de decisões no que diz respeito ao uso racional, proteção e conservação da natureza (MACEDO *et al.*, 2013).

As principais mudanças na paisagem incluem efeitos potencialmente deletérios sobre a ocupação e usos da terra, como a redução e a fragmentação das florestas e vegetação rasteira e o aumento das áreas destinadas a silvicultura e produção agrícola. (HAINES-YOUNG; CHOPPING, 1996; PAVÃO, 2017). E que tem como consequências a destruição da vegetação primária, poluição do solo e água resultado da mudança da cobertura da terra, contribuindo para a perda da biodiversidade, destruição de habitat, redução dos serviços ecossistêmicos e alterações de clima (HAINES-YOUNG; CHOPPING, 1996; SOARES FILHO *et al.*, 2005; PAVÃO, 2017; FEARNSSIDE, 2020).

Devido ao acelerado processo de mudanças no uso e cobertura da terra em âmbito mundial, os seus impactos ambientais, sociais e econômicos, tem causado preocupações, principalmente quando associados a eventos extremos em escala local e global (DEUS, 2013).

A avaliação dessas mudanças na paisagem é realizada por meio de estudos multitemporais de cobertura e uso da terra com o auxílio do geoprocessamento. É possível identificar os aspectos e impactos das atividades antrópicas que incidem sobre o meio, realizando comparação de imagens de diferentes datas e no mínimo duas datas de diferentes anos, dessa forma permitindo avaliar, planejar e controlar espacialmente o uso sustentável e ocupação ordenada do território (ROSA, 1990; GRIBB; CZERNIAK, 2016).

O mapeamento de superfície da terra, com a utilização de imagens orbitais, tem sido um método comumente utilizado desde a década de 1950, e ganhou proporção com o avanço da ciência do sensoriamento remoto, que tem como finalidade de auxiliar na compreensão da cobertura e uso da terra e no planejamento sustentável do território, monitoramento, gestão ordenada e racional do meio físico (RUDORFF, 2007; RODRIGUES, 2018).

Essa ciência possibilita a aquisição de forma ágil, confiável e recorrente de informações cartográficas permitindo detectar de forma contínua as mudanças transcorridas espacial e temporal na área de uma bacia hidrográfica (unidade de análise desta pesquisa), com aplicação em estudos de cunho ambiental sobre essas áreas e principalmente aquelas com históricos de degradação ambiental sobre seu território.

Aliada as informações cartográficas, uma metodologia que auxilia na dinâmica de avaliação das pressões antrópicas sobre o meio ambiente exercidas sobre o território em estudo, é o Índice de Transformação Antrópica – ITA, proposto por Lèmechev (1982) e modificado por Mateo Rodriguez (1984), com o objetivo de quantificar o grau de modificação da paisagem levando em consideração a variável de uso da terra.

O cenário configurado nos últimos anos compreende um prognóstico, no qual evidência as alterações na estrutura da paisagem devido à ocupação e a junção do modelo econômico atual na Região Sul do Estado de Santa Catarina, marcada historicamente pela degradação da cobertura da terra e recursos hídricos. Perfazendo-se assim um vasto repertório de impactos ambientais em virtude da apropriação dos recursos naturais, mediante o desenvolvimento das atividades econômicas, como a mineração, urbanização, agricultura e pecuária (SCHNACK *et al.*, 2018).

A área de estudo Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga - BHRU, inserida na Região Sul do Estado de Santa Catarina possui alterações na paisagem, decorrentes das influências antrópicas e fortalecido pelo avanço do incentivo estatal de produção de carvão mineral, mineração de fluorita e posterior a inserção de planos de incentivo à produção agrícola como o Programa Nacional para Aproveitamento de Várzeas Irrigáveis - PROVÁRZEAS, (PRESA, 2011, DIAS, 2018).

A interferência do capital estatal e privado sobre o território da bacia assim como influenciou no desenvolvimento econômico da região também é um elemento que motivaram a modificação da morfologia territorial desse espaço geográfico.

Diante disso o território da bacia passou a receber forte incentivo para o desenvolvimento devido o processo de industrialização que estava em cursos em todo o país. Isso impulsionou o advento da lavra e beneficiamento de carvão mineral, e tendo aumentado significativamente, devido à necessidade energética e o potencial energético do carvão, e posterior indústrias cerâmicas, metal mecânicas, indústria têxtil e agroindústrias. Neste mesmo período a maior parte residente da população do meio rural migrou para o meio urbano, intensificando o processo de urbanização nos municípios drenados pela bacia (TREIN, 2008).

A BHRU apresenta características de ocupação e uso da terra de formas distintas, atrelado a apropriação dos recursos naturais, mediante as atividades econômicas que acentuam o desenvolvimento da bacia, com ênfase na extração de carvão mineral dentre outros minerais, intensificação da urbanização, crescendo de forma acentuada pela bacia e aumento a demanda por esgotamento sanitário e água potável, e as atividades de agricultura e pecuária (SCHNACK *et al.*, 2018).

As principais mudanças sobre o território da BHRU estão ligadas às atividades de extração de carvão mineral desde 1861, quando ocorreram as primeiras tentativas de exploração econômica, o descaso com a recuperação das áreas degradadas pelas mineradoras, que resultou em passivos ambientais vigentes até hoje, oriundos da disposição inadequada de rejeitos de minérios resultando na geração de Drenagem Ácida de Mina – DAM, com efeitos sobre o solo e os recursos hídricos em escala regional (CITADIN, 2014).

A contaminação dos recursos hídricos é, portanto um aspecto relevante, visto que a bacia em estudo é interligada a outras duas bacias hidrográficas – do rio Tubarão e Araranguá, a região possui boa parte dos seus rios contaminados por DAM, que é gerada a partir da oxidação de minerais circundantes as áreas de carvão mineradas, caracterizada pelo baixo teor de pH (<4,5), elevadas concentrações de metais tóxicos como Alumínio (Al), Ferro (Fe) e Manganês (Mn) (CAMPANER; LUIZ-SILVA, 2009; SILVA *et al.*, 2011).

Além dos impactos sobre os recursos hídricos causados pela mineração de carvão, outras atividades também acentuam a degradação ambiental da região, como a geração de efluentes agroquímicos, agricultura (rizicultura), pecuária (suinocultura, avicultura e bovinocultura), tanto pelo uso de agrotóxicos quanto pelo nitrato presentes nos dejetos dos animais que contaminam solo, águas superfícies e subterrâneas (TREIN, 2008; BACK *et al.*, 2016). Atividades industriais de diversificados ramos (mineração de argila, fluorita, areia,

cerâmicas, metal-mecânicas), geradoras de resíduos sólidos, efluentes, esgoto domésticos, indicando a presença de contaminantes, detectados nas três bacias e resultando no comprometimento e na péssima qualidade das águas (TREIN, 2008; CASTILHOS; FERNANDES, 2011; SCHNACK, 2018).

De acordo com Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Urussanga – Etapa C (2019), a qualidade dos recursos hídricos da BHRU está diretamente relacionada com o uso e ocupação de suas terras. A bacia apresenta um histórico de degradação do seu ambiente e compreender essas modificações viabiliza o processo de planejamento e gestão dos recursos naturais. Para que esse planejamento territorial seja mais significativo é indispensável o conhecimento sobre o território, para que haja uma compreensão em relação às modificações na cobertura e uso da terra, tanto em termos históricos e de intensidade como em dimensões espaciais (PINHEIRO *et al.*, 2015).

O monitoramento da cobertura da terra e o seu uso são importantes para a obtenção de informações de uma determinada região, no caso do presente estudo a BHRU, e contribuir na busca de soluções de problemas que possam ser apresentados.

Sendo assim, o Sensoriamento Remoto (SR), aliado ao uso de imagens orbitais ou suborbitais, possibilita a realização de estudos de análise das mudanças de cobertura e uso da terra dentro de um período, permitindo conhecer a ocupação de determinado espaço geográfico e compreender o passado e presente para que se possa planejar o futuro de determinada área (ROSA, 2013; SANTOS *et al.*, 2015).

Diante do exposto, pode-se definir algumas perguntas norteadoras, são elas:

- i. Quais as mudanças ocorridas na cobertura e uso da terra na BHRU?
- ii. Quais são os principais agentes influenciadores destas mudanças na cobertura e uso da terra na BHRU?

A BHRU apresenta problemáticas ambientais históricas caracterizada pelo uso intensivo dos seus recursos naturais, e esses questionamentos ao encontro com a realidade e necessidade desta pesquisa na bacia. Diante disso pretende-se a partir dos resultados obtidos por meio do mapeamento de cobertura e uso da terra com a utilização do sensoriamento remoto, das tecnologias de informações geográficas e cálculo de ITA, auxiliar no planejamento e gestão territorial sustentável e ambiental dos 10 municípios inseridos total ou parcial na bacia.

Refletindo sobre esse contexto, tornou-se necessário gerar uma base de dados com informações multitemporais, que poderá ser utilizado por órgãos estaduais e municipais, para orientar o desenvolvimento de políticas públicas e estruturar programas voltados ao

planejamento territorial e recuperação das áreas degradadas, a preservação e conservação dos recursos naturais ainda disponíveis e a organização do território.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a cobertura e o uso da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga (BHRU), para contribuir no planejamento e gestão do seu território.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar as mudanças da cobertura e uso da terra na BHRU nos anos de 1986, 2005 e 2020;
- Verificar as mudanças nas classes de cobertura e uso da terra na paisagem da BHRU;
- Avaliar o grau de Transformação Antrópica da BHRU e os principais agentes influenciadores dessas mudanças.
- Contribuir para o planejamento e gestão territorial da BHRU por meio das análises e mapas que demonstram os vetores de transformação que impactam negativamente na BHRU.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 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).

O planejamento territorial no decorrer do século XX adquiriu importância mundial, apoiado na percepção das limitações da abordagem setorial em lidar com os problemas e as oportunidades identificadas na sociedade. O estudo voltado ao planejamento territorial tem como foco, o território como ponto de partida, para a organização da ação governamental em longo prazo, buscando uma visão estratégica (BRASIL, 2006).

O termo “território” perpassa pelos vários ramos das ciências sociais, contendo particularidades próprias que definem sua abrangência. Apresenta distintos conceitos, sempre revestidos do interesse de explicar uma realidade de relações complexas, desde os seus atores sociais, e destes com meio (ARRUDA, 2013).

Na primeira concepção da visão naturalista o território foi entendido “como imperativo funcional, um elemento da natureza inerente a um povo ou nação, pelo qual se deve lutar para conquistar ou proteger”. A ciência biológica traz território como uma área de vivência de uma espécie animal (SILVA, 2012, p.150).

Um dos primeiros estudiosos do conceito de território foi o alemão Friedrich Ratzel, um dos principais precursores dos estudos da geografia, em que publicou em sua obra *Geografia política*, em 1897, o conceito do território como o espaço sobre o qual se exerce a soberania do estado, onde a noção de espaço estava implícita, ao identificar o território como um substrato para a efetivação da vida humana, que existiria tanto com a presença do homem quanto sem, mas sob domínio do Estado. Sob essa definição Ratzel trouxe grande contribuição ao vincular o território como sendo imprescindível para a constituição do Estado-Nação e para manutenção e conquista do poder, e seus conceitos deram suporte à integração da geopolítica (CANDIOTTO, 2004; PERICO, 2009; SILVA, 2012).

Dentro desse contexto, para fins deste trabalho, pode-se estabelecer uma definição sintética de território como um espaço de construção histórica de poder intitulado, caracterizado

por recursos físicos, químicos e biológicos e valores que estabelece uma relação de identidade social e cultural.

Ao pensar o território como um espaço, justifica-se elencar seus principais interventores, para que todas as ações fomentem o planejamento e elevem as condições no modo de vida. Para alcançar um denominador comum, em relação ao padrão de planejamento, são inevitáveis e utópicas as variáveis sociais, a valorização do espaço do ponto de vista dos gestores e a organização do pensamento do território, ajudando em análises futuras sobre conceito de organização (ARRUDA, 2013).

O planejamento territorial apresenta como um dos seus principais objetivos, compensar as disparidades regionais existentes, visando mobilizar a atenção e incentivar o debate sobre a articulação entre ambiente e desenvolvimento, proporcionar a identificação e a operacionalização de estratégias de desenvolvimento ambientalmente sustentável. O fundamento do planejamento territorial é a gestão dos mais diversos recursos, considerando todos os agentes que compõe o espaço geográfico (BILHIM, 2008; NETO, 2007).

A dinâmica de gestão territorial pode ser entendida a partir de uma perspectiva espacial, em que, um mesmo território existe diferentes níveis, formados em várias escalas desde o global até o local, de acúmulos de estruturas que conformam variadas representações espaciais (LEMOS; MAGALHÃES JUNIOR; WSTANE, 2019).

Uma maneira possível de se perceber as relações entre os conceitos de planejamento e de gestão é entendê-los a partir de uma dinâmica temporal. O conceito de planejamento pode estar associado ao ato de pensar a partir de uma lógica futura e a uma intencionalidade de organizar as ações e as propostas de forma a atingir objetivos e prioridades. A gestão, por sua vez, está associada a um conjunto complexo de ações e de instrumentos (um deles pode ser o planejamento) que fundamenta a tomada de decisões por meio de uma administração mais próxima do que deve ser gerido (LEMOS; MAGALHÃES JUNIOR; WSTANE, 2019, p.729).

Mafra e Silva (2004, p.9) definem o planejamento territorial como uma “estrutura analítica e estratégica, na sua essência, sendo um conjunto de políticas que estabelecem ou modificam o ordenamento territorial”. Mafra e Silva (2004, p.5) destaca que “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”.

É constante a utilização do termo “Planejamento e Gestão do Território” para designar a intervenção sobre o território que acontece por meio de diversos atores sociais (poder público, empresas, sociedade), possibilitando conhecer a situação a qual se deseja modificar, estabelecer prioridades, avaliar os processos e verificar os impactos, permitindo maiores

chances de tomadas de decisões efetivas e eficazes e potencializar o uso dos recursos (CUNHA, 2000; NETO, 2007).

Dessa forma, políticas de planejamento e gestão do território devem ser construídas a partir de diversas concepções, fundamentadas nos conhecimentos produzidos por pessoas que podem levar a desvelar espaços onde exigem esforços de diálogo e interação. É importante a referência da participação popular em políticas públicas e tomadas de decisão que visem uma abordagem sustentável de utilização dos recursos presentes no espaço geográfico, almejando à qualidade de vida dos seres que a compõe e do meio em que vivem.

2.1.1 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 predisposição do meio à degradação ambiental, a segunda de ordem antrópica no 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 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), 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) argumentam 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 territoriais do estado e município.

A bacia hidrográfica é uma das referências espaciais de maior relevância em estudos referente 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 elas 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, 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 ambos. 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 a 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 o 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).

A BHRU representa uma área de captação de recursos, fundamental para vida humana, a água. Este recurso é forte atrativo para diversos tipos de atividade, como a irrigação, lazer, navegação, energia, uso doméstico, moradia e outras (SANTA CATARINA, 2011).

Dentro dessa perspectiva, a disponibilidade de água enquanto recurso proporciona a ocupação da bacia praticamente por toda a extensão territorial, fatos que se definem por taxas de densidade elevadas e o mau uso dos recursos naturais que ela disponibiliza (ALBUQUERQUE, 2012).

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, para isso é possível utilizar um conjunto tecnologias de geoprocessamento. Desta forma, 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 para BHRU.

Uma das formas de planejamento em uma bacia hidrográfica é utilizar as sub-bacias como unidades de planejamento. Apesar das sub-bacias não apresentarem a mesma convergência conceitual apresentada para bacia hidrográfica. De acordo com Teodoro *et al.*, (2007, p. 138), “as sub bacias são áreas de drenagem dos tributários do curso d’água principal”.

Em Santa Catarina, a Secretaria do Estado do Desenvolvimento Social (SDS), utiliza as Unidades de Planejamento com base nas sub-bacias, elas foram traçadas com base nos seguintes critérios: os divisores topográficos e otobacias, características geomorfológicas, vistoria em campo de áreas críticas, consultas ao Grupo de Acompanhamento do Plano (GAP), comitês de bacia e SDS (SANTA CATARINA, 2015).

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 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.

2.2 COBERTURA E USO DA TERRA

O avanço das técnicas de sensoriamento remoto permite a coleta de dados da superfície da Terra. A aquisição de informações detalhadas sobre o espaço geográfico é uma condição necessária e pode servir de subsídios para estudos visando a sustentabilidade ambiental, viabilizar políticas de planejamento e tomada de decisões (ARAÚJO FILHO; MENESES; SANO, 2007; LI; ZHOU; WU, 2016).

As primeiras classificações de cobertura e uso da terra baseavam-se em trabalhos de campo. No começo dos anos 1950 muitos estudiosos de diversas partes do mundo, tem se dedicado a identificação de classes de usos e cobertura da terra por meio de fotografias aéreas (BORGES; PFEIFER; DEMATTÊ, 1993).

Desse modo em uma perspectiva anterior Steiner (1965), fornece um resumo do estado do mapeamento e de cobertura e uso da terra em meados de 1960, identificando alguns dos trabalhos pioneiros da época, com a utilização de imagens aéreas, visando mapear os seus usos e coberturas. Um dos usos mais marcantes da época ocorreu nos Estados Unidos, do estudioso Marschner (1958), no qual utilizava folhas de índice de fotos aéreas para compilar um mapa de usos da terra em escala de 1: 500000 (STEINER, 1965¹ apud LOVELAND, *et al.*, 2002).

Steiner (1965) ainda destaca que anterior a este evento foram realizados estudos denominados como “Levantamentos Econômico da Terra de Michigan”, com o objetivo de utilizar as fotografias aéreas para identificar os usos da terra e melhorar a conservação das florestas anteriormente derrubadas. Ainda outros exemplos foram levantados, como as “Categorias de uso da terra na Pensilvânia”, desenvolvida pelo departamento de Geografia da Universidade de Região, como também o “Mapa de cobertura vegetativa de Massachusetts” utilizando fotografias aéreas em escalas 1: 20000, liderados pela Unidade de Pesquisa de Vida

1 Steiner, D. 1965. Use of air photographs for interpreting and mapping rural land use in the United States. *Photogrammetria*, 20(2), 65–80.

Selvagem de Massachusetts (MACCONNELL; GARVIN, 1956²; STEINER, 1965 apud LOVELAND, *et al.*, 2002).

Alguns estudos fazem interligações à caracterização da cobertura da terra e análise dos seus diferentes usos e manejos, tornando-se importante na busca da compreensão da intensidade e tipos de mudanças em determinadas áreas. Essas mudanças ocorrem em escalas temporais (meses ou anos), e espacialmente, levando em consideração a extensão da área e a intensidade do uso da terra (SEABRA; CRUZ, 2013; MATLHODI *et al.*, 2019).

Desse modo as mudanças na cobertura da terra são progressistas, ocasionados pela expansão da urbanização, agricultura, pecuária, extração de minerais e extração florestal, levando preocupações a níveis nacionais e globais devido aos impactos sobre as práticas de gestão da terra (BORGES; PFEIFER; DEMATTÊ, 1993; LOVELAND *et al.*, 2002).

Nos últimos tempos o desmatamento, a perda da biodiversidade, alterações das mudanças climáticas, os elevados índices de urbanização e transformações rurais tem apresentado um crescimento significativo em relação aos seus impactos. Surge então a necessidade de estudos que abordem as formas de apropriação dos espaços territoriais, que visem minimizar as atividades potencialmente causadoras de degradação e nocivas ao meio ambiente e promover formas adequadas de manejo sustentável em concordância com a capacidade do seu uso (PAZ; VIEIRA, 2018).

É necessário compreender que a cobertura e uso da terra estão interligados, pois, a utilização da terra resulta na modificação da cobertura. Desse modo a mudança de uso ou gestão da terra mudarão os serviços ecossistêmicos fornecidos por esse sistema, portanto, é importante estudar não apenas esses serviços, como também analisar os fatores que impulsionaram essas mudanças, os elementos da paisagem, os impactos e as consequências de tais mudanças, possuindo como principais forças motrizes do uso da terra (IZAKOVIČOVÁ, SPULEROVÁ, PETROVIČ; 2017).

Nesse sentido, pode-se afirmar a importância de estudos de conhecimentos aplicados na área de sensoriamento remoto e cobertura e uso da terra, ressaltando a conceituação dos termos “cobertura e uso da terra”, que embora sejam complementares possuem objetivos diferentes (ARAÚJO FILHO; MENESES; SANO, 2007).

A “cobertura da terra” está relacionada com o estado biofísico, físico e químico, que exibem uma relação própria de interação de energia e matéria em relação à superfície da terra, sendo composto por elementos naturais como, vegetação, água, rocha nua, dunas e

² MacConnell, W.P. and Garvin, L.E. 1956. Cover mapping a state from aerial photographs. *Photogrammetric Engineering*, 22(4), 702–707.

superfícies semelhantes, estando associadas aos tipos de cobertura artificial e natural que são de fato o que as imagens de sensoriamento remoto são capazes de registrar. O “uso da terra” refere-se às atividades humanas de apropriação das atividades primárias, conforme determinado por um complexo fator socioeconômicos, que deve ser inferido a partir de uma combinação de observação por meio do sensoriamento remoto regional e de conhecimento local, incluindo a observação de campo, como as áreas residenciais, pecuária, áreas de atividades indústrias como a mineração, extração e recreação, alterando os processos hidrológicos biogeoquímicos, além da biodiversidade (ARAÚJO FILHO; MENESES; SANO, 2007; PRADO, 2009; MOTA; BENTO-GOLÇALVES; VIEIRA, 2012; SOHL, SLEETER, 2012, RODRIGUES, 2018).

As mudanças na cobertura e no uso da terra podem ocorrer de duas formas distintas, a primeira seria a conversão de uma categoria para outra, como a mudança de cobertura (florestal para pastagem, florestal para urbanização), já a segunda forma está relacionada ao manejo, em que compreenderia uma mudança dentro da sua própria categoria (uma área que passa de pequenos campos agrícolas para agricultura irrigada) (MEYER; TURNER, 1992).

Desse modo a evolução da cobertura e uso da terra possibilita à compreensão das mudanças, os períodos que estas ocorreram, compreendendo suas estruturas no passado, tornando viável a determinação de vetores e tendências às pressões sobre os espaços naturais (SEABRA; CRUZ, 2013).

Informações detalhadas sobre classificação de cobertura e uso da terra são essenciais para aplicações relacionadas à gestão e planejamento. Para uma melhor interpretação dos usos da terra são utilizados princípios de fotointerpretação aérea, texturas, configurações espaciais. A disponibilidade de imagens aéreas de alta resolução espacial, oferecem subsídios para obter informações de qualidade, em nível bem detalhado, as cores e tons são fundamentais na interpretação das imagens. Esse recurso é dado pela informação espectral (*pixel*), e caracteriza o tipo de cobertura da terra de um objeto específico como vegetação, área construída, solo, entre outros (HEROLD; LIU; CLARKE, 2003).

Assim como o Brasil, diversos países têm utilizado imagens de satélite em estudos de mapeamento da superfície terrestre, em que cada órgão é adaptado a um sistema de classificação baseado em imagens orbitais, visando à compatibilização de informações necessárias para uma montagem de bases de dados consistentes. Destaca-se o programa criado em 1985 *Coordination of Information on the Environment – CORINE*, pela União Europeia (EU), que tem como intuito desenvolver um sistema de informações sobre a atualidade do meio ambiente Europeu (ARAÚJO FILHO; MENESES; SANO, 2007).

O CLC CORINE Land Cover é um programa de Informações Ambientais, desenvolvido na Europa em meados de 1987, com o intuito de padronizar as nomenclaturas de cobertura e uso da terra para os países Europeus, o que permitiu a geração de comparações de usos da terra e visou facilitar as tomadas de decisões regionais e globais.

A nomenclatura foi baseada em 44 tipos de cobertura e uso da terra e a determinação de uma escala de 1: 100000, permitindo uma representação ampla e semi-detalhada das informações, utilizando imagens de sistemas sensores (Landsat). O presente programa ainda continuou refazendo seu mapeamento nos anos 2000, 2006, 2012 e 2018, para 27 países que contemplam a União Europeia (ARAÚJO FILHO; MENESES; SANO, 2007; CANO SALINAS *et al.*, 2016).

É relevante destacar a importância da escala cartográfica, cuja sua resolução se baseia principalmente no nível de resolução espacial das imagens e para a sua aplicação específica. O manual técnico de Uso da Terra elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2013) propõe um sistema de classificação nacional no qual abrange três níveis de hierarquia, a fim de atender mapeamentos nas escalas 1:250000 e 1:100000 (COLDITZ *et al.*, 2012; IBGE, 2013).

O avanço da tecnologia em diversos países, tem permitido modelar e prever mudanças na cobertura e no uso da terra efetivamente usando ferramentas de geoprocessamento e por meio da obtenção de dados de satélites que podem ser usados para adquirir informações de regiões inacessíveis e aplicadas em estudos de análise multitemporal de cobertura e uso da terra (MATLHODI *et al.*, 2019).

2.3 GEOPROCESSAMENTO

Dentro de uma escala global, o conhecimento é um recurso de grande relevância, assim como a necessidade de informações adequadas para a tomada de decisões, entretanto a carência destas informações se torna um grande desafio para resolver os problemas ambientais, e o geoprocessamento apresenta-se como uma grande ferramenta para o auxílio destes problemas. A informação é um recurso importante dentro de qualquer organização, pública ou privada (Federal, Estadual ou Municipal), servindo como auxílio para as tomadas de decisões (SILVA, 2007; MOREIRA, 2003).

A visão globalizada das questões ambientais tem contribuído para uma crescente demanda por informações cartográficas, obtidos em um ritmo cada vez maior graças ao

desenvolvimento de técnicas apoiadas no uso de computadores e imagens obtidas por sistemas sensores orbitais (SILVA, 2007).

Moura (2014, p.4) afirma que “o geoprocessamento, segundo a maioria dos autores da área, engloba processamento de imagens, cartografia digital e os sistemas informativos geográficos, ou sistemas de informação geográfica”. Ainda a autora relata que a cartografia digital se refere à automação de projetos, captação organização e desenho de mapas, o sistema geográfico de informações refere-se à aquisição, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados georreferenciados, sendo um sistema de processamento de informação espacial.

O desenvolvimento da tecnologia comportou a evolução das geotecnologias que a partir do geoprocessamento e do sensoriamento remoto ampliaram o sistema de informações geográficas. A aplicação desses ramos de conhecimento nos estudos da cobertura e uso da terra viabilizam a análise espacial e multitemporal de determinado local (SILVA; 2019).

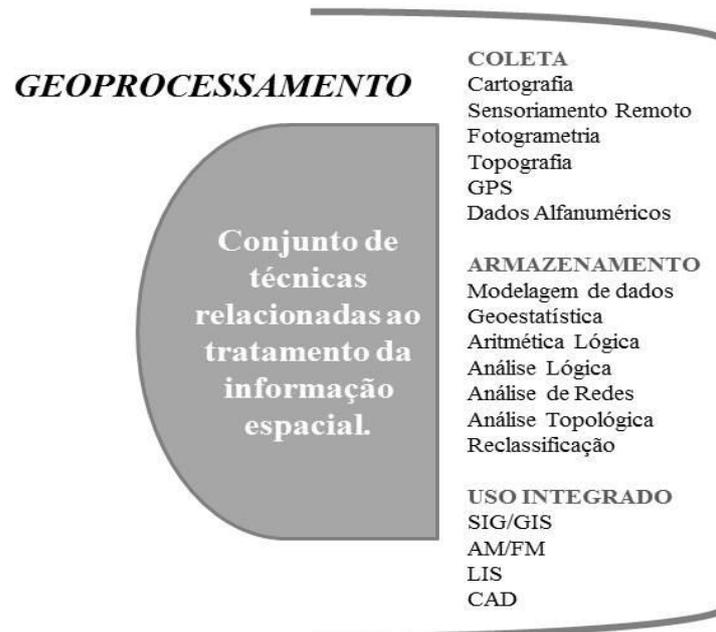
De acordo com Silva e Zaidan (2018, p. 41.), relatam que:

O conhecimento físico do território que abrange os ambientes em estudo, com a utilização de toda a informação disponível, incluindo os eventos passados naturais ou históricos que influíram nas características atuais, é condição primordial, o ponto de partida para a compreensão dos fenômenos e processos que ali estão ocorrendo (SILVA; ZAIDAN, 2018, p. 41).

Conforme Silva (2007), o geoprocessamento é um conjunto de tecnologias com foco no tratamento de informações espaciais para um determinado objetivo (Figura 1), em que as atividades são executadas por meio do sistema de Informação

Geográfica – SIG, e destinados ao processo de dados, desde a sua coleta até a geração de mapas, arquivos digitais, oferecendo recursos para o armazenamento, gerenciamento e manipulação de análise dos dados.

Figura 1 - Definição de Geoprocessamento



Fonte: Adaptado de Silva, (2007).

O geoprocessamento é o uso automatizado de informações e estão vinculados a um determinado lugar no espaço, sendo que vários sistemas fazem parte desta ferramenta como o SIG, que é o sistema que reúne maior capacidade de processamento e análise de dados espaciais, produzindo informações para tomadas de decisões que se aplicam ao planejamento territorial (SILVA, 2007).

O Sensoriamento Remoto (SR), além de englobar programas e equipamentos, apresenta conhecimento básico de todos os componentes como a radiação, atmosfera, vegetação, água, solo entre outros. Sendo compreendido como uma técnica de aquisição e aplicações das informações sobre um objeto.

2.3.1 Sensoriamento Remoto

O sensoriamento remoto, segundo Jensen (2009), funciona interligado a outras ciências de informação geográfica como a cartografia, levantamentos e Sistema de Informação Geográfica (SIG). É realizado utilizando um instrumento sensor, sendo que em sua maioria tem a capacidade de registrar radiações eletromagnéticas. Ainda conforme o autor, estas ciências fornecem informações básicas a outras ciências, podendo ser obtidas sistematicamente para áreas geográficas de grande expansão.

De acordo com Jensen (2009), o Sensoriamento Remoto:

...é o registro da 2 das regiões do: visível, infravermelho e micro-ondas do espectro eletromagnético, sem contato, por meio de instrumentos tais como câmeras, escâneres, lasers, dispositivos lineares e/ou matriciais localizados em plataformas tais como aeronaves ou satélites, e a análise da informação adquirida por meio visual ou processamento digital de imagens (JENSEN, 2009, p.4).

Contudo a principal função do sensoriamento remoto veio com as primeiras imagens orbitais do planeta terra, e desde então:

O homem tem verificado uma grande degradação do meio ambiente terrestre, provado por uma visão consumidora descartável dos recursos naturais, como se fossem inesgotáveis, poluindo o solo, a água o ar e deixando uma perspectiva negativa para as gerações futuras, (ROCHA, 2000, p.115).

Desse modo os sistemas sensores evoluíram, e os que serão utilizados nesta pesquisa destacam-se como uns dos mais bem-sucedidos, em relação à temporalidade de funcionamento, informação e qualidade.

Nos anos de 1967, a “*National Aeronautics & Space Administration*” (NASA), iniciou o programa “*Earth Resource Technology Satellite*” (ERTS). O presente programa resultou no lançamento de sete satélites com uma diversidade de sistemas de sensoriamento remoto, construídos para adquirir informações dos recursos do planeta. Sendo o programa Landsat o sistema de observação da Terra mais antigo dos Estados Unidos da América - EUA, apresentando dados de 1972, sendo um programa difícil de gerenciamento e fontes de financiamento, dedicado exclusivamente à observação dos recursos naturais, com o intuito de permitir a aquisição de dados espaciais, espectrais e temporais da superfície terrestre, de forma global (JENSEN, 2009).

O sucesso do programa Landsat (EUA) conduziu a uma era de oportunidades para o monitoramento de recursos naturais por meio do sensoriamento remoto. Desde 1972, o programa armazena imagens globais com média resolução espacial e revisita periódica. A partir desse programa, novas iniciativas surgiram por parte de vários países com suas próprias missões de observação, como *Système Probatoire d'observation de la Terre* (SPOT) pela França em 1986, *Indian Remote Sensing Satellites* (IRS-1A) pela Índia em 1989/1991, *European Remote Sensing Satellite* (ERS-1) pela União Européia em 1991, além de outros satélites comerciais, como Ikonos em 1999 (BARBOSA; NOVO; MARTINS, 2019).

O primeiro satélite a ser lançado foi o ERTS-1, renomeado de Landsat-1, que transportava câmeras *Return Beam Vidicon* (RBV) e *Multispectral Scanner System* (MSS), sendo um sistema experimental construído para testar a possibilidade de adquirir dados e recursos da Terra. Assim como o seu sucessor o ERTS-B, denominado Landsat-2, e posterior

veio o Landsat-3, ambos dispunham dos mesmos equipamentos, ressalvadas as poucas alterações na última versão (JENSEN, 2009; RODRIGUES, ARAÚJO, 2018)

Após o lançamento dos Landsat (1,2 e 3), entra em operação em 1982 o Landsat-4, com um novo sensor denominado *Thematic Mapper* (TM), operando com sete bandas espectrais simultaneamente instantâneos *Field Of View* (IFOV). Dois anos mais tarde em 1984, o Landsat-5 é lançado apresentando os sensores *Multispectral System Scanner – MSS* e sensor *TM*, sensível a sete bandas espectrais, sendo três na região visível do espectro eletromagnético, Blue, Green, Red - RGB (bandas, 1, 2 e 3), uma banda no infravermelho muito próximo (banda 4), duas bandas no infravermelho próximo (bandas 5 e 7), e uma banda no infravermelho termal (banda 6), (SILVA, 2007; JENSEN, 2009; USGS, 2017).

Essas bandas espectrais do sensor *TM* do Landsat-5, possuem aplicações distintas na avaliação de recursos naturais, especialmente no que diz respeito ao mapeamento geológico, atividades de planejamento urbano, monitoramento de áreas degradadas e de risco ambiental (RODRIGUES, ARAÚJO, 2018).

Ao ser colocado em órbita o Landsat-6 falhou, apresentava um sistema sensor *Enhanced Thematic Mapper (ETM)*. Em 1992 foi assinado o decreto de Política de Sensoriamento Remoto Terrestre - Lei nº 102-555, que autorizou a construção do Landsat-7, ficando a NASA responsável pelo seu desenvolvimento, lançamento e verificação em órbita (JENSEN, 2009; USGS, 2017).

O Landsat-7 apresentava o sensor *Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM⁺)*, equipado com bandas no visível (V), infravermelho próximo (IVP) e médio (IVM). Este sensor enviou dados completos para a terra até 2003, quando passou a apresentar problemas mecânicos no espelho corretor de linha (SLC), mesmo com este problema a coleta de dados não foi prejudicada, pois nesse período o Landsat-5 ainda estava em operação (JENSEN, 2009; BARBOSA; NOVO; MARTINS, 2019).

Em 11 de fevereiro de 2013, foi lançado o Landsat-8, anteriormente denominado *Landsat Data Continuity Mission (LDCM)*, sendo este o satélite mais recente até então lançado. Possui sensor *Operational Land Imager (OLI)* com 9 bandas espectrais e o sensor *Thermal Infrared Sensor (TIRS)* com 2 bandas espectrais no infravermelho termal, projetada para detectar nuvens do tipo cirros e estudos de áreas costeiras, além de coletar dados e imagens valiosos usados na agricultura, educação, negócios, ciência e governo. Ainda em junho deste mesmo ano o satélite (Landsat-5) foi desativado em decorrência de uma falha em um dos seus três giroscópios (JENSEN, 2009; PIRES; FERREIRA JÚNIOR, 2015; USGS, 2018).

O satélite Landsat-9 é um projeto conjunto realizada pela NASA e *USGS Geological Survey the EUA*, lançado com um foguete Atlas V da United Launch Alliance em 27 de setembro de 2021, sendo uma reconstrução do seu antecessor o Landsat-8, com capacidade de imagens em resolução maior, permitindo assim que dados mais valiosos sejam adicionados ao arquivo terrestre global do Landsat (LANDSAT SCIENCE, 2021).

O programa Landsat fornece aquisição repetitiva de dados multiespectrais de alta resolução da superfície da Terra em uma base global. As crescentes taxas de mudança na cobertura e uso da terra têm profundas consequências para as mudanças climáticas, função e serviços ecossistêmicos, ciclagem e sequestro de carbono, gerenciamento de recursos, economia nacional e global, saúde humana e sociedade (LANDSAT SCIENCE, 2019; USGS, 2020).

Desse modo a interpretação das imagens de satélite é muito utilizada para identificar essas modificações, que são possíveis de serem captados pelos sensores orbitais. As imagens de satélites permitem conhecer a forma e estágio de evolução, como também os diferentes usos da terra utilizando de técnicas matemática e computacional, para o tratamento das informações geográficas espaciais voltadas a um objetivo específico (GUIMARÃES, 2001; GARCIA *et al.*, 2019).

O uso das tecnologias de sensoriamento remoto se torna viável aos estudos sobre a atual cobertura e uso da terra, uma vez que, propicia agilidade e dinamiza a obtenção de dados terrestres por meio das imagens de satélites, com rapidez, precisão e custo relativamente baixo (NOVO, 2008). Desse modo Ladwig (2006), afirma que o sensoriamento remoto é responsável pela geração de informação eficiente que viabilizem as ações de planejamento de uma determinada porção do espaço geográfico.

Ainda conforme o mesmo autor “o sensoriamento, juntamente com os sistemas de informação geográfica são ferramentas poderosas no auxílio do processo de gestão de um território”, possibilitando a partir de um sensor, a obtenção de dados com rapidez e confiabilidade em diferentes faixas espectrais e escalas (LADWIG, 2006 p. 67).

Nas situações em que se utilizam técnicas de sensoriamento remoto, o emprego das imagens de satélite coletadas num espaço multitemporal, ou seja, em duas ou mais datas é fundamental (JENSEN, 2009; RODRIGUES, ARAÚJO, 2018). Usualmente aplicadas em áreas urbanas, no acompanhamento das taxas de desmatamento, da expansão de áreas agrícolas, entre outros, bastando apenas o executor da pesquisa estabelecer qual espaço de tempo irá trabalhar (MOREIRA, 2003).

A BHRU apresenta impactos demarcados ao longo do tempo por meio de atividades como a agricultura, urbanização, mineração (carvão, areia, fluorita), supressão de vegetação nativa, falta de controle, fiscalização e monitoramento e uso intensiva dos recursos hídricos, aspectos esses que deterioram a qualidade desse ambiente (SANTA CATARINA, 2011).

Com o uso do geoprocessamento é possível obter uma caracterização física dos elementos identificados na bacia hidrográfica, e com o auxílio do Sistema de Informação Geográfica (SIG) é possível à obtenção e processamento de dados, elaboração de mapas de cobertura e uso da terra que permita apresentar cartograficamente informações complexas do território (USGS, 2018).

2.3.2 Sistema de Informação Geográfica – SIG

O desenvolvimento tecnológico possibilitou grandes abordagens de análises de cobertura e uso da terra. A eficácia dessas tecnologias, integradas as informações produzidas a partir do uso de imagens provenientes de sensoriamento remoto, tem permitido identificar e mensurar as consequências futuras considerando a progressão de acontecimentos iniciados no passado (NASCIMENTO *et al.*, 2005; FERREIRA, 2006).

Os Sistemas de Informação Geográfica – SIG's, são sistemas de informação espacial, compostos por software e hardware, pelo qual é possível gerenciar banco de dados, permitindo as mais variadas análises (ZANATA, 2014). Podem ser entendidos como:

“[...] conjunto de técnicas empregadas na interpretação e análise de dados provenientes das mais diversas fontes, como imagens fornecidas por satélites terrestres, mapas, cartas climatológicas, censos e outros, sendo auxiliado por computadores para adquirir, armazenar, analisar e exibir dados geográficos” (ZAIDAN, 2017 p.200).

A utilização de SIG tem possibilitado o processamento rápido e dados necessários para a delimitação de áreas impactadas e de estudos de conflitos de uso e ocupação das terras, essenciais para avaliar as intervenções antrópicas nas bacias hidrográficas. Essa tecnologia tem se tornando relevante uma vez que permite a análise de um problema em grandes dimensões (SANTOS *et al.*, 2010).

De acordo Zanata (2014), os sistemas de informação geográfica auxiliam no processo de manejo e gestão na bacia hidrográfica, no qual é possível a realização de cálculo de dimensões, áreas de risco, classes de cobertura e uso da terra, dentro outros. Por apresentar uma capacidade eficiente de armazenamento, manipulação e visualização dos dados, é possível o gerenciamento do local.

Esse sistema possui diversas funções, sendo que três destas atendem o objetivo deste trabalho, a primeira é o armazenamento de dados, manejo e a integração de grandes dados referenciados espacialmente, sendo que o georreferenciado contém atributos de descritivos e de localização. A segunda se desenvolve em promover meios para realizar análises relacionadas a componentes geográficos, pela busca de informações de acordo com um critério específico de seleção, localização, proximidade, tamanho e valor. A terceira visa à organização e o manejo de dados, exibindo uma boa qualidade dos mapas (SCHOLTEN; STILLWELL, 1990).

Os SIGs são aceitos como tecnologias que possuem condições necessárias para realização de análises com dados espaciais e, portanto, oferecem ao serem implantadas, alternativas para o entendimento da ocupação e utilização do meio físico, compondo o chamado universo da geotecnologia ao lado do Processamento Digital de Imagens (PDI) e da geoestatística (SILVA, 1999).

2.3.3 Processamento Digital de Imagens - PDI

O PDI pode ser entendido como um conjunto de técnicas utilizadas para a manipulação de imagens digitais no sentido de facilitar a extração de informações (MACIEL; VINHAS; CÂMARA, 2015). O PDI tem como funções o realce, classificação e transformação de imagens, essa técnica envolve procedimentos expressos em algoritmos, dessa forma a maioria das etapas do processamento digital pode ser implantada via software (JENSEN, 2009).

No PDI empregam-se técnicas de interpretação de fotografias, usando dados digitais com a finalidade de extrair informações sobre alvos da superfície terrestre por meio da automatização da análise de dados coletados por sensores remotos. Para isto foram criados softwares e implementados em computadores e estações de trabalho *workstations* (MOREIRA, 2003; MOURA, 2005).

O PDI apresenta etapas no seu desenvolvimento como o Pré-Processamento de Imagens Digitais, são funções operacionais para corrigir os erros as distorções introduzidas nas imagens pelos sensores devido a erros instrumentais, eliminação de ruído, realce, correção, retificação geométrica, redução da dimensionalidade e correção radiométrica (JENSEN, 2009).

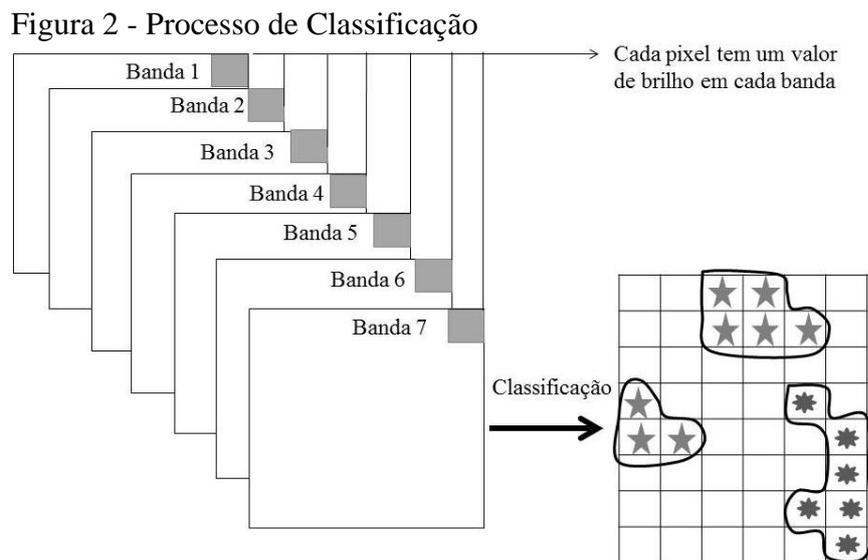
A etapa de pós-processamento consiste na melhora dos resultados obtidos dos processos realizados na imagem da área de estudo, com a função de corrigir possíveis imperfeições e avaliação da acurácia do mapeamento temático (MELO JÚNIOR; EVANGELISTA JUNIOR, *et al*, 2018)

Segundo Silva (2007, p.100), “O propósito dos sistemas de processamento e tratamento de imagens digitais é melhorar a qualidade da imagem, para facilitar a interpretação visual (realce) ou o discernimento automático de informações de interesse (classificação)”. A fim de que se tornem informações úteis, os dados de sensoriamento remoto necessitam ser processados.

2.3.4 Classificação de Imagens

A classificação é um processo de extração de informações em imagens digitais a fim de reconhecer padrões e objetos homogêneos, aplicado no sensoriamento remoto com a finalidade de mapear as áreas de superfície terrestre que corresponde ao tema de interesse, considerando suas várias bandas espectrais. Ao classificar uma imagem presume-se que os objetos diferem entre si, além de apresentarem propriedades espectrais diferentes entre eles, desse modo é necessário um conhecimento maior sobre as classes mapeadas (ROSA; BRITO, 1996; SILVA, 2007).

O processo de classificação envolve atribuir a cada *pixel* de uma imagem a uma dada “classe espectral” em função do “vetor pixel” utilizando os dados disponíveis de cada material da superfície em função das suas propriedades espectrais/espaciais (Figura 2). Em função do grau de intervenção que o analista tem no processo de classificação digital, pode ser não supervisionada e/ou supervisionada (NOVO, 2008).



Fonte: Adaptado de Novo, 2008.

A classificação é um método computacional automático de agrupamento (FITZ, 2008). Na classificação supervisionada, o usuário aponta um conjunto de amostras de

treinamento para cada classe que deseja diferenciar na imagem (SILVA, 2007). A classificação não supervisionada é uma opção utilizada quando não se conhece a área de estudo ou quando suas características não são bem definidas (NOVO, 2008; ERDAS, 1999).

A classificação supervisionada repousa em um conhecimento prévio do analista sobre a área, o qual seleciona *pixels* das classes que deseja e o software visa localizar os demais *pixels* que pertencem a mesma classe, sendo feitas amostras bem representativas. Quanto mais amostras são feitas maior é a acurácia dos dados da classificação (NOVO, 2008; FITZ, 2008).

O treinamento supervisionado consiste em distinguir as classes uma das outras e é controlado pelo analista, sendo necessário para o sucesso que o analista faça uma seleção de classes bem distintas para que não ocorra muita “confusão” entre as classes ao fim da classificação (SILVA, 2007, RICHARDS; JIA, 2006).

De acordo com RICHARDS e JIA (2006) os métodos de classificação supervisionada por *pixel a pixel* são, o paralelepípedo, distância de Mahalanobis, distância mínima, máxima verossimilhança e por região. O classificador *pixel a pixel*, utiliza informações espectrais de cada *pixel* para achar uma região homogênea, já o classificador por região, utiliza além de informações espectral de cada *pixel* a informação espacial de relação com seus vizinhos.

De acordo com Novo (2008, p.293), “independentemente do método de classificação supervisionada adotado é necessário seguir alguns procedimentos para a obtenção de bons resultados”.

- 1) Escolha do melhor conjunto de bandas espectrais para o objeto de interesse;
- 2) A localização precisa das áreas de treinamento;
- 3) A determinação do relacionamento entre o tipo de objeto e o nível digital das bandas escolhidas;
- 4) A extrapolação desse relacionamento para a toda a cena;
- 5) A avaliação da precisão da classificação realizada.

A classificação não supervisionada, caracteriza-se pela decisão do software, em que os pixels das classes são integrados diretamente pelo software, em que o analista não tem decisão sobre a escolha deles. Essa classificação pode ser realizada quando não se conhece o número e a natureza dos alvos, quando há necessidade de uma classificação exploratória para reconhecimento das classes. (MENESES; ALMEIDA, 2012; RICHARDS; JIA, 2006).

Para Loch (2006), o geoprocessamento conceito atrelado ao Sistema de Informação Geográfica - SIG e o Processamento Digital de Imagens – PDI, são ferramentas que utilizam como base as imagens orbitais ou subórbitalis, gerando a partir delas mapas temáticos, esses mapas são originados de acordo com a finalidade dos estudos. Os mapas são capazes de fornecer

subsídios para especificar experiências variadas atreladas a dificuldade de orientação no espaço geográfico.

O mapa pode ser entendido como representações gráficas de determinado espaço concebidos para fornecer conhecimentos de um determinado local, desse modo cada mapa geográfico apresenta um tema. Sendo considerados como um “Sistema de Informação Espacial, que fornece resposta para muitas questões concernentes à área representada”. (LOCH, 2006 p.35).

Proporciona ao leitor/intérprete a visualização da organização do espaço de forma aberta e agregada, os mapas são formas de interpretação e leitura assim como uma escrita, passando informações ao leitor, atraindo a atenção e melhorando a compreensão visual (MARTINELLI, 2003).

2.3.5 Análise Multitemporal de Cobertura e Uso da Terra

Com a evolução das geotecnologias, dos sistemas de sensoriamento remoto e a utilização das imagens de satélites, é possível realizar análises multitemporais, que permite analisar as mudanças ocorridas dentro de um espaço geográfico, apresentadas em formato de mapa (PRATES *et al.*, 2017).

A análise multitemporal da cobertura e uso da terra dentro do contexto de estudos de bacias hidrográficas, nesse caso a BHRU, é uma importante ferramenta para o levantamento de informações e compreensão da dinâmica socioambiental, passíveis de serem usadas para o desenvolvimento de estratégias para a aplicação de um planejamento ambiental, além de fornecer fomentos ao desenvolvimento da sustentabilidade e de políticas públicas de gestão de bacias hidrográficas e recursos hídricos (BRAZ; COSTA; GARCIA, 2015).

A análise da cobertura e uso da terra de determinada região, tornou-se ao longo dos anos um aspecto de interesse fundamental. Assim, há a necessidade constante de atualização de registros do uso da terra para que elas possam ser analisadas dentro de um espaço multitemporal (ROSA; SANO, 2014). A “obtenção de informações detalhadas e precisas sobre o espaço geográfico é uma condição necessária para as atividades de planejamento e tomada de decisões” (ARAÚJO FILHO; MENESES; SANO, 2007 p. 171).

De posse destas informações é crescente as pressões antrópicas sobre o meio ambiente da mesma forma como evoluem os processos tecnológicos como as geotecnologias de informações, com a finalidade de compreender as dinâmicas espaciais da superfície terrestre, por meio da obtenção e interpretação de imagens. A tecnologia vem sendo utilizadas nesse

contexto de maneira que possam contribuir para uma melhora continua nos diagnósticos destas ocupações e contribuindo significativamente para estudos ligados ao processo estruturado e dinâmico de planejamento e gestão do espaço e dos recursos naturais (SILVEIRA; BAZZO, 2009).

Com a aplicação das geotecnologias (SIG, SR, PDI) pode-se mensurar, classificar e analisar as transformações ocorridas na paisagem por meio de software de processamento digital e com o auxílio do índice de Transformação Antrópica (ITA), é possível mensura as transformações das interferências das ações humanas sobre o espaço (ROCHA, CRUZ, 2009; PELUZIO *et al.*, 2013).

2.3.6 Índice de Transformação Antrópica - ITA

A paisagem é parte integrante do espaço e caracteriza-se por uma combinação dinâmica de elementos geográficos, abióticos, bióticos e antrópicos, apresentando mudanças à medida que se afasta do ponto de equilíbrio em termos dinâmico, produtivos ou ambientais. É necessária a compreensão da dinâmica da paisagem dentro de um contexto temporal que permita analisar e compreender os seus níveis de transformação (BERTRAND, TRICART, 1968).

De acordo com Leite e Rosa (2012, p.01), o acelerado processo de desenvolvimento da sociedade tem deixado profundas marcas na superfície terrestre, exigindo desta forma, e com a mesma velocidade que se processam essas transformações, a elucidação de forma sistemática das possíveis alterações e interferências do ser humano sobre o meio ambiente.

A priori, a paisagem não possui uma definição clara, não sendo suscetível a uma análise objetiva. Neste sentido, busca-se uma valoração da paisagem, além de compreender sua configuração e transformação (temporal, humana e material), uma percepção que leve em consideração o aspecto subjetivo e cognitivo humano, seu grau de pertencimento e um grupo social também como elemento que constituem a paisagem (PIRES *et al.*, 2016).

É imprescindível à realização de estudos a fim de entender as mudanças nos diversas coberturas e usos da terra, utilizando imagens orbitais e técnicas que possibilitem análises dos impactos ambientais, identificando as áreas com maior grau de degradação, permitindo também a realização de análises multitemporais das modificações da paisagem.

Assim, é possível mensurar essas transformações com o auxílio das técnicas de geoprocessamento e do ITA, que agrega informações quantificadas das ações antrópicas sobre

o meio ambiente (CAVALLARI, TAMAE, ROSA, 2007; RODRIGUES *et al.*, 2014; NGUYEN *et al.*, 2016; LIOU; NGUYEN, LI, 2017; LIU *et al.*, 2017).

O ITA foi desenvolvido no ano de 1982 pelo estudioso Lèmechev e aplicado por Mateo (1984), em estudos de cunho ambiental, cujo objetivo é quantificar a pressão antrópica sobre o meio, decorrentes das mudanças da cobertura e uso da terra em relação a quaisquer unidades ambientais e espaciais (bacias hidrográficas, áreas de proteção ambiental, parques nacionais), (GOMES SOBRINHO, 2018).

O ITA é utilizado aliado ao geoprocessamento e monitoramento ambiental. A quantificação das mudanças no ambiente por meio do ITA considera a cobertura e uso da terra uma variável, além de possuir vantagens para identificar as áreas com alto grau de modificação dando subsídios para as tomadas de decisões, sua manutenção e preservação ambiental (COCCO; RIBEIRO; GALVANIN, 2015).

De acordo com Guglielmi, Silva e Strauch (2018), o ITA apoia-se na elaboração de mapas temáticos levando em considerações variáveis de cobertura e uso da terra. Os autores Ortega e Carvalho (2013), relatam que o ITA vem sendo utilizado em estudos geocológicos com a finalidade de quantificar as pressões antrópicas sobre o meio, além de áreas de proteção ambiental, identificação das mudanças nas bacias hidrográficas e parques nacionais.

Os estudos desenvolvidos por Mateo (1984) com base em Lèmechev (1982) propõe a seguinte equação para o cálculo do ITA:

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

Em que:

USO = área em valores percentuais da classe de cobertura e uso da terra;

PESO = peso dado aos diferentes tipos de cobertura e uso da terra quanto ao grau de alteração antrópica - Varia de 1 a 10, em que o peso 10 indica as maiores alterações.

O peso é definido conforme o nível de modificação das características da área, podendo ter suas variações de 0 a 10, desta forma, quanto maior for o seu valor, maior é a modificação antrópica (CRUZ *et al.*, 1998; GUGLIELMELI; SILVA; STRAUCH, 2018).

A validação da matriz dos pesos para as classes pode ser realizada com o uso do método de consulta a pesquisadores que leva em consideração a visão multidisciplinar de vários

especialistas que estabelecem um consenso a cada classe de cobertura e uso da terra (COCCO; RIBEIRO; GALVANIN, 2015).

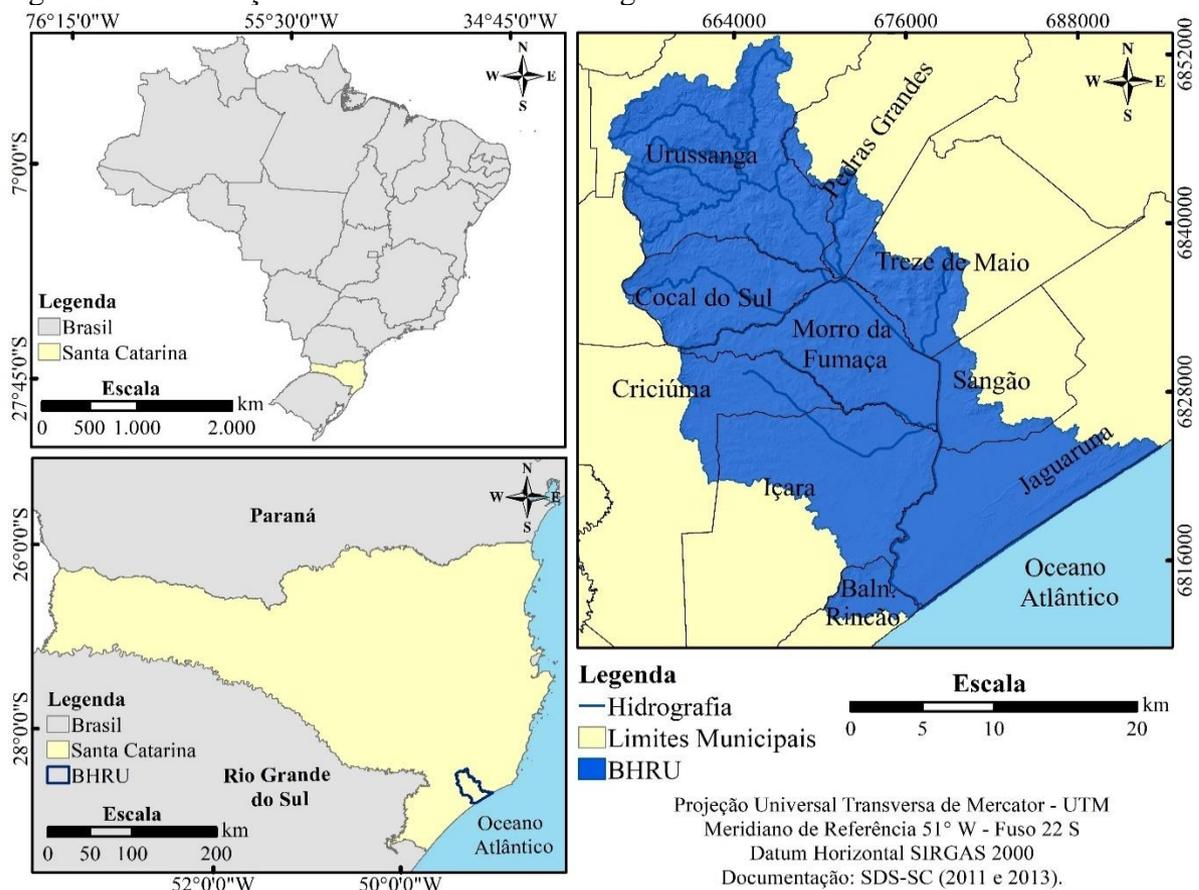
A identificação das alterações da cobertura e uso da terra, pode ser positiva ou negativa, mas serve de auxílio no diagnóstico indicando as áreas que necessitam de uma maior atenção e de políticas públicas eficientes, visando à sustentabilidade e preservação dos recursos naturais. Ao se identificar áreas com o aumento do grau de alterações antrópicas, pode-se direcionar ações e efeitos de mitigação e minimização dessas modificações (GUGLIELMELI; SILVA; STRAUCH, 2018).

Podemos aferir que é cada vez mais comum o uso de índices baseados em fórmulas matemáticas incorporadas a análises geográficas, com o suporte de SIGs e demais técnicas de monitoramento indireto da paisagem (CRUZ *et al.*, 1998). Visa-se assim que os resultados obtidos com o ITA sirvam de apoio para a análise multitemporal, auxiliando na compreensão da dinâmica da paisagem dentro da BHRU, visando mensurar o grau de transformação da sua cobertura.

3 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Esta pesquisa tem como área de estudo a Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga – BHRU, situada no Sul do estado de Santa Catarina, entre as coordenadas Geográficas 28°26'09''S, 49°24'50'' W e 28°48'37'' S, 49°00'57'' W. Ao todo dez municípios incidem sobre o território da BHRU: 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).

Figura 3 - Localização da Bacia do Rio Urussanga - BHRU



Fonte: Autora, 2021.

A BHRU compõe a Região Hidrográfica 10 (RH 10), juntamente com as bacias dos rios Araranguá e os afluentes da margem esquerda do Mampituba, que por sua vez faz parte Região Hidrográfica do Atlântico Sul (BRASIL, 2017). A bacia possui de 679,68 km², colocando-se como a menor das três bacias da RH 10, correspondendo a 0,70% do território catarinense (ADAMI; CUNHA, 2014; GALATTO *et al.*, 2015).

Na BHRU estão presentes duas associações de municípios, sendo elas a Associação dos Municípios da Região Carbonífera – AMREC e Associação dos Municípios do Extremo

Sul Catarinense – AMESC, situada entre duas bacias hidrográficas dos rios, Araranguá, ao sul e Tubarão, ao norte.

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

3.1 FORMAÇÃO 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 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 a 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.

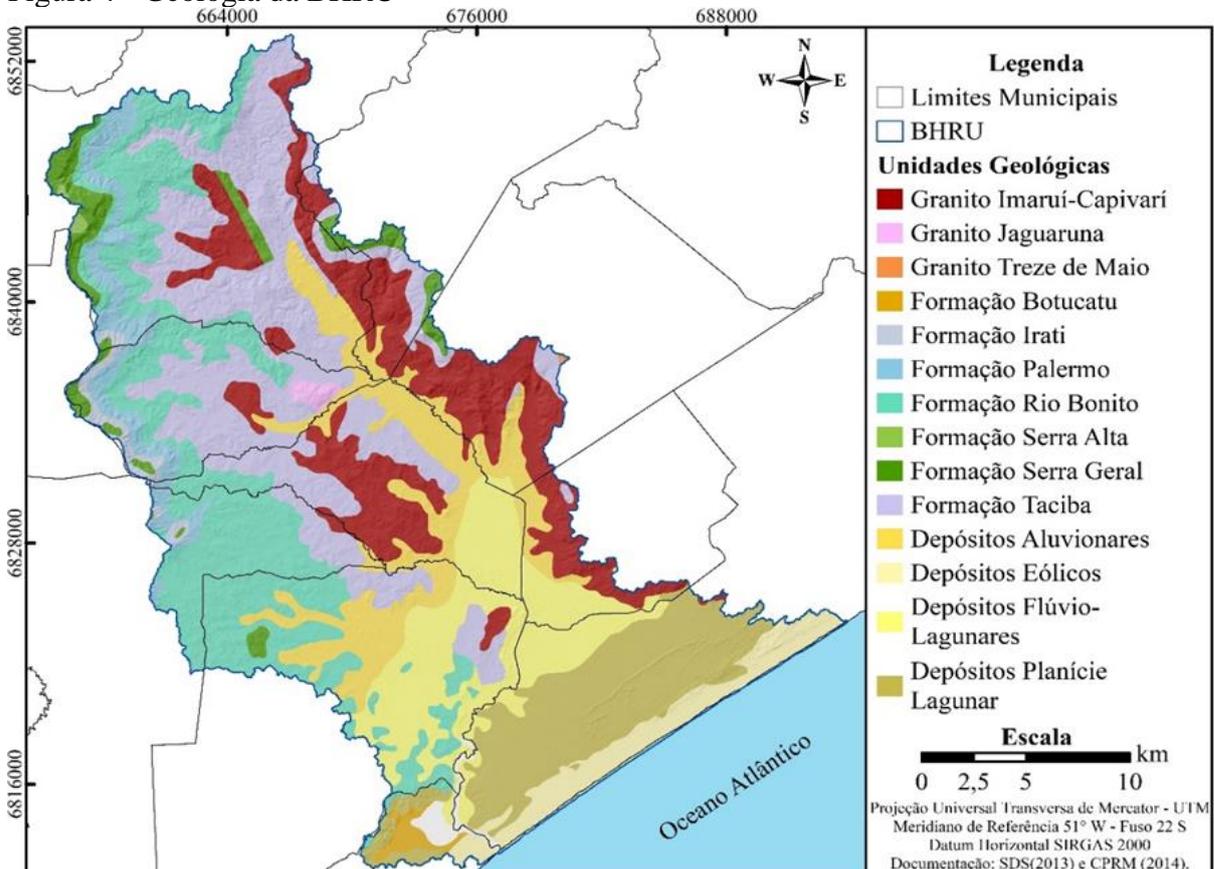
3.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BHRU

3.2.1 Geologia

A geologia do território catarinense é composta por quatro domínios geológicos: o Embasamento Cristalino, a Bacia do Paraná, os Complexos Alcalinos e os Depósitos Cenozoicos (SCHEIBE, 1986). Dos quatro domínios geológicos, apenas os Complexos Alcalinos não estão presentes na BHRU.

O Embasamento Cristalino é constituído por rochas predominantemente graníticas, que afloram ao longo da região costeira (MARIMON; WILDNER, AYALA, 2016), sendo as mais antigas do estado. Na BHRU o Embasamento Cristalino é composto por três granitos: Imaruí-Capivarí, Jaguaruna e Treze de Maio (Figura 4), que juntos ocupam 15,35% do território (103,42 km²). Todos eles situados em pequenas porções na parte central da bacia e uma extensa faixa que acompanha os divisores de águas, no leste e nordeste.

Figura 4 - Geologia da BHRU



Fonte: Autora, 2021.

O maior domínio geológico da BHRU é a Bacia do Paraná, com 48,44% (326,45 km²) do território. A Bacia do Paraná é intracratônica, preenchida por depósitos sedimentares e coberta por rochas de origem vulcânica, variando de básica à ácida (REIS, 2013), composta por diversas formações. As rochas costumam estar dispostas horizontalmente, porém, ocorrem variações locais importantes em razão do basculamento de blocos junto às falhas (SUTIL, 2018).

Na BHRU encontramos sete formações: Botucatu, Irati, Palermo, Rio Bonito, Serra Alta, Serra Geral e Taciba (Figura 4). Elas foram originadas por sedimentos eólicos, fluviais, lagunares, marinhos e glaciais, com a presença rochas sedimentares, como arenitos, folhelhos e siltitos (WILDNER *et al.*, 2014). Das formações existentes, duas se destacam, a Formação Taciba e a Formação Rio Bonito, que ocupam 20,75% (139,84 km²) e 19,30% (130,05 km²) do território, respectivamente, estendendo-se do centro ao oeste da bacia. A Formação Rio Bonito é caracterizada por um conjunto de rochas areníticas, contendo camadas de carvão (ORLANDI FILHO; KREBS; GIFFONI, 2009), que passou a ser explorado economicamente no início do século XX.

Os Depósitos Cenozoicos presentes em Santa Catarina datam do Quaternário e correspondem ao domínio geológico mais recente. Na BHRU os Depósitos Cenozoicos estão concentrados, principalmente, no baixo vale da bacia, ocupando 36,22% (244,06 km²) do território, divididos em: Aluvionares, Eólicos, Flúvio-Lagunares e Planície Lagunar (Figura 4).

Os Depósitos Aluvionares cobrem 10,09% da bacia (68,01 km²), acompanhando o vale formado pelo Rio Urussanga e são caracterizados por acumulações de areias, cascalhos, siltes e argilas, relacionados à ação dos rios, transportados e depositados na calha fluvial e na planície de inundação (MARIMON; WILDNER, AYALA, 2016).

Os Depósitos Eólicos representam a menor porção na bacia, com apenas 3,97% (2,72 km²) do território. São constituídos pela movimentação dos sedimentos praias, as areias, pelos ventos, construindo cordões de dunas junto as praias (MARIMON; WILDNER, AYALA, 2016).

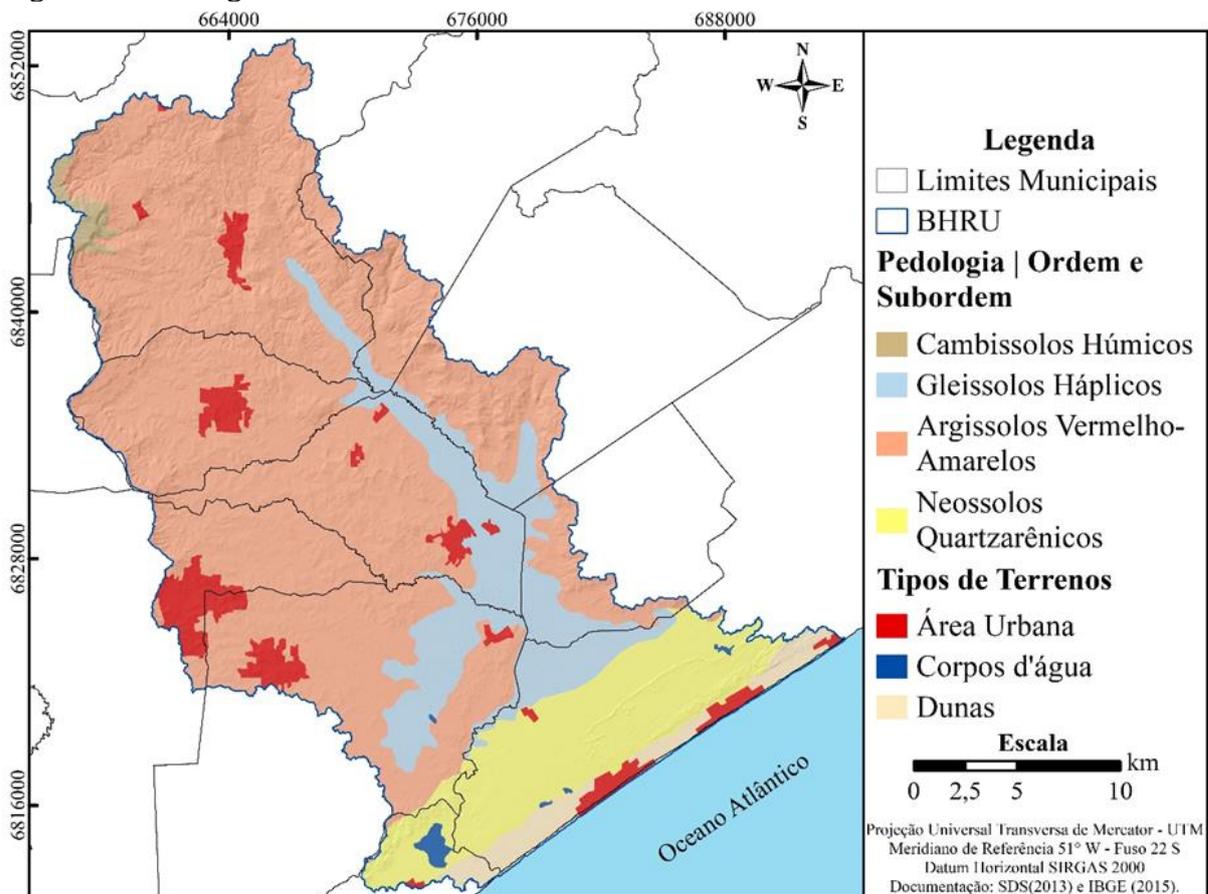
Entre os Depósitos Eólicos e os Aluvionares, estão a Planície Lagunar e os Depósitos Flúvio-Lagunares. São constituídos por areias, siltes e argilas na borda e fundo dos corpos de águas salobras, relacionados à dinâmica fluvial, junto à foz dos rios em ambientes que variam do lagunar ou marinho (MARIMON; WILDNER, AYALA, 2016). Ambos estão presentes em 22,16% (149,33 km²) do território da BHRU.

3.2.2 Pedologia

Na BHRU são encontrados quatro tipos de solos: Cambissolos Húmicos, Gleissolos Háplicos, Argissolos Vermelho-Amarelos, Neossolos Quartzarênicos, além de dunas³ (Figura 5). A maior parte da extensão territorial da bacia é compreendida pelos Argissolos Vermelho-Amarelos, com mais de 71,15% (443,33 km²). São solos caracterizados por alto grau de intemperismo, com acúmulo de argila no horizonte B, sendo mais suscetíveis a erosão (HERBELE; ALMEIDA, 2016).

Parte significativa da planície de inundação do Rio Urussanga, 14,17% (88,32 km²) apresenta os Gleissolos Háplicos. Estes solos são formados por sedimentos recentes, próximos aos cursos d'água, geralmente em relevos planos, várzeas ou planícies aluvionais, sujeitos a constante ou periódico excesso d'água (SANTOS *et al.*, 2018).

Figura 5 - Pedologia da BHRU



Fonte: Autora, 2021.

³ As dunas não são classificadas como um tipo de solo, mas sim como um tipo de terreno, por não possuírem desenvolvimento de horizonte pedogenético (SANTOS *et al.*, 2018). Na BHRU as dunas ocupam 33,14% (18,59 km²) do território.

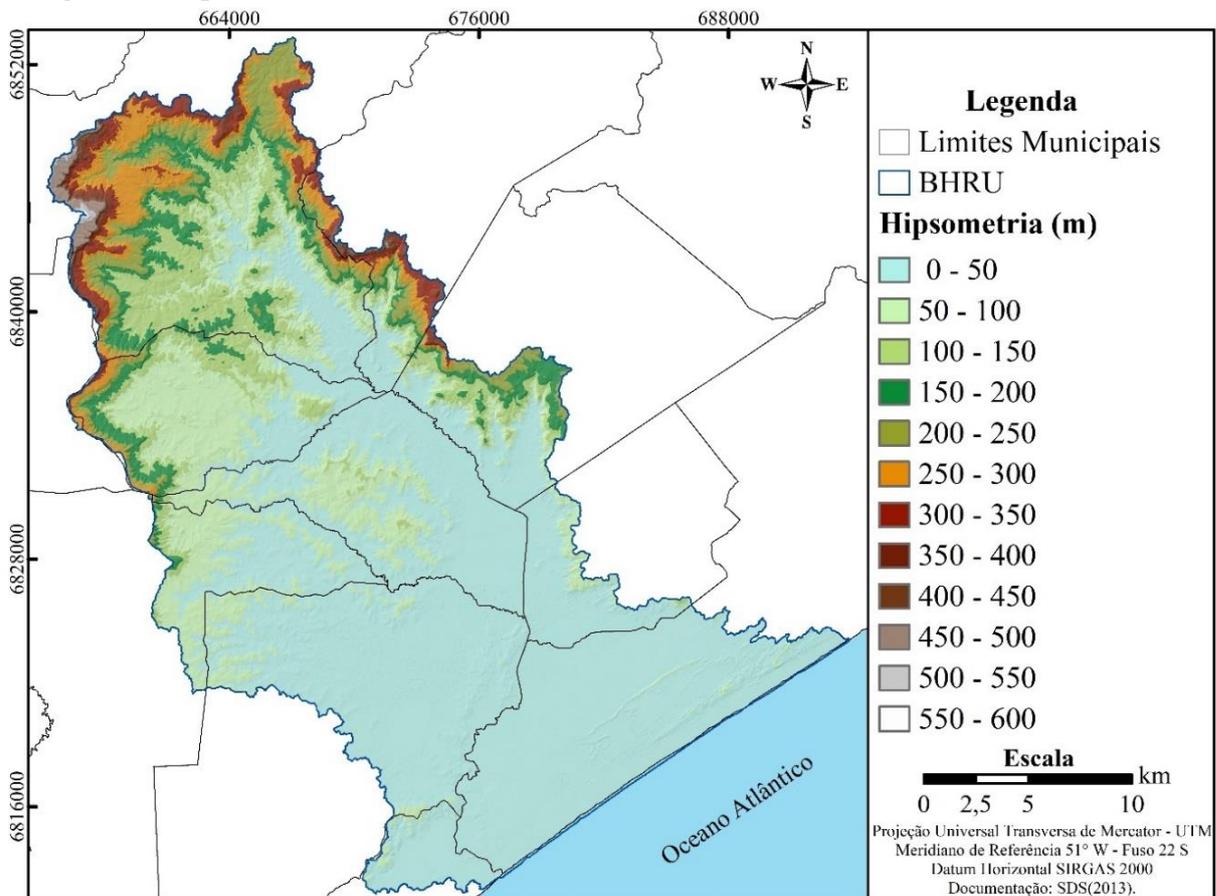
Os Neossolos Quartzarênicos são solos ainda em processo de formação, profundos, de textura arenosa e facilidade de intemperismo (PALMIERI; LARACH, 2012; SANTOS *et al.*, 2018). Na BHRU este solo se estende por uma faixa de leste a oeste, ao longo do litoral, ocupando 13,61% (84,78%) da bacia.

Em uma pequena porção do noroeste (6,65 km²) da bacia, próximo aos divisores de águas, há presença de Cambissolos Húmicos. São solos com baixo grau de desenvolvimento pedogenético, que ocorrem nas regiões de maior altitude (HERBELE; ALMEIDA, 2016).

3.2.3 Hipsometria

A altitude na BHRU apresenta uma variação de mais de 500 metros, iniciando-se em 0 metro, na região do litoral, até 598,62 metros, no noroeste da bacia (Figura 6). Apesar da expressiva variação altimétrica, a maior parte da bacia 56,04% (380,21 km²) apresenta altitudes entre 0 e 50 metros.

Figura 6 - Hipsometria da BHRU



Fonte: Autora, 2021.

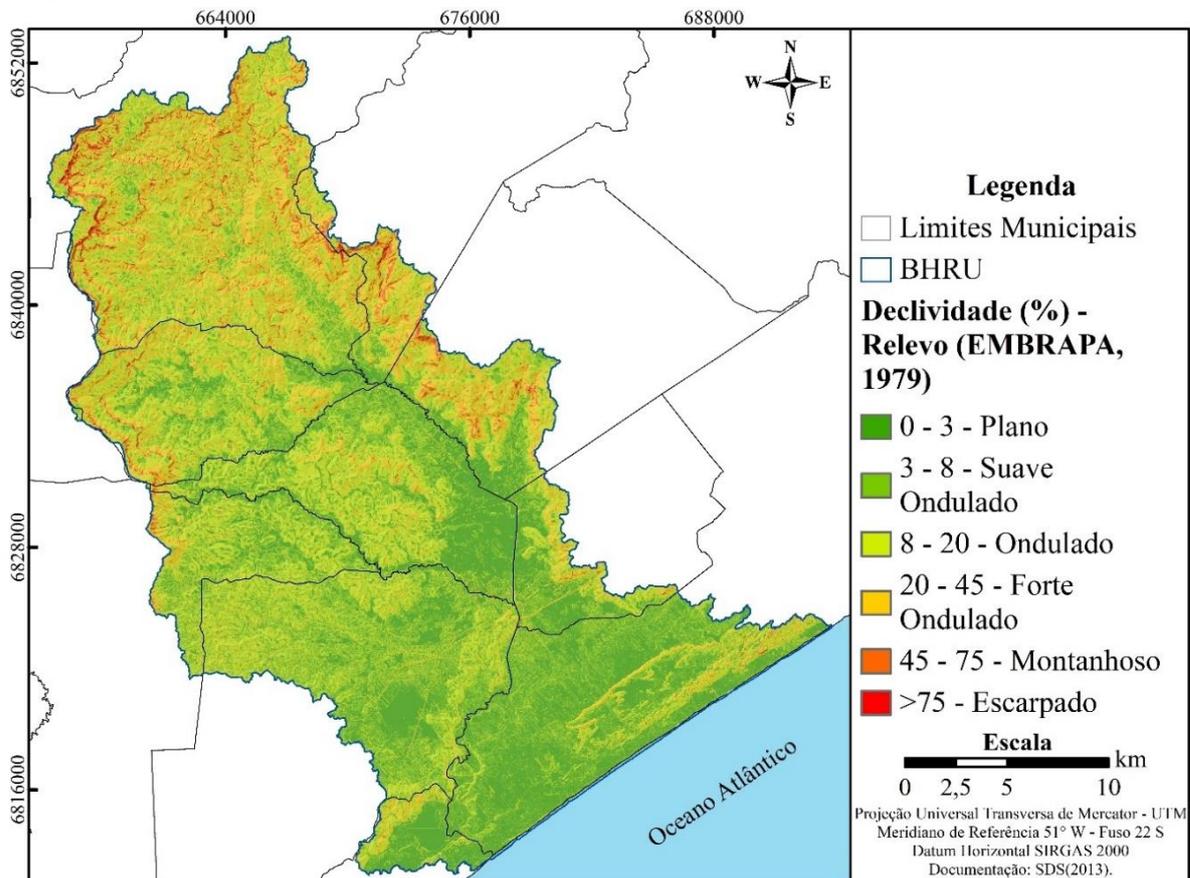
3.2.4 Declividade

Na BHRU, as classes de declividade foram geradas conforme sugestão da EMBRAPA, em seis intervalos: 0-3% (declividade média de $0,85^\circ$ - terreno plano), 3-8% (terreno suavemente ondulado - declividade média de $3,15^\circ$), 8-20% (terreno ondulado - declividade média de $7,95^\circ$), 20-45% (terreno fortemente ondulado - declividade média de $17,8^\circ$), 45-75% (terreno montanhoso declividade média de 31°) e maior que 75% (terreno fortemente montanhoso - declividade média de 37°) (SANTOS *et al.*, 2018).

A maior parte da bacia, 31,74% ($215,36 \text{ km}^2$) é composta por declividades de 20-45%, com relevo forte ondulado (Figura 7). As menores declividades 0-3% e 3-8%, caracterizadas por relevos mais planos e suaves, representam 22,64% ($153,57 \text{ km}^2$) e 24,88% ($168,79 \text{ km}^2$) do território da bacia, respectivamente. Os relevos plano e suavemente ondulado são mais propícios à mecanização agrícola (GARCIA *et al.*, 2020).

As maiores declividades de 45-75% e acima de 75% representam apenas 3,29% ($22,33 \text{ km}^2$) e estão localizadas nos divisores de águas da bacia. Quanto maior a declividade, maior é a velocidade de transporte e, portanto, mais suscetível à erosão (PINTO *et al.*, 2015).

Figura 7 - Declividade da BHRU



Fonte: Autora. 2021

4 METODOLOGIA

4.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia, procedimento técnicos e metodológicos adotados nessa pesquisa baseiam-se em estudos que vem sendo desenvolvidos no âmbito de análises sobre a cobertura e uso da terra, publicadas como um documento de referência para o mapeamento, sob a forma do “Manual Técnico do Uso da Terra”, (IBGE, 2013).

Cervo, Bervian e Silva (2002), destacam que a finalidade de uma pesquisa depende da qualificação do investigador, a pesquisa será objetiva e trará resultados diferentes. Na tradição acadêmica brasileira, a atividade de pesquisa está fortemente concentrada na universidade e constitui-se na preparação inerente de mestres e doutores.

A pesquisa se torna um fator importante e fundamental no campo das ciências sociais e nas soluções para problemas coletivos. A pesquisa não visa apenas à verdade ela procura respostas para questões propostas, utilizando métodos científicos (LAKATOS; MARCONI, 2002).

Conforme Lakatos e Marconi (2002), o método é um conjunto de atividades sistemáticas e racionais que permitem alcançar os objetivos e a produção de conhecimento auxiliando no desenvolvimento da pesquisa, o pesquisador ao seguir um método permite a identificação de erros e tomada de decisões.

Em um sentido geral, o método segundo os autores Cervo e Bervian (2007, p.27), “é a ordem que se deve impor aos diferentes processos necessários para atingir certo fim ou um resultado desejando”. Na ciência o método é entendido como o conjunto de processos visando à investigação e a demonstração efetiva de uma problemática.

Os objetivos de uma pesquisa podem ser exploratórios, descritivos e explicativos. A exploratória visa proporcionar mais informações sobre o assunto investigado, pode ser realizada por levantamentos bibliográficos como também por entrevistas enquanto na descritiva o pesquisador apenas registra e escreve os fatos observados sem interferir neles buscando relações entre variáveis, já na pesquisa explicativa visa o porquê de determinado assunto por meio da análise e classificação dos fenômenos observados (PRODANOV, FREITAS, 2013). Desse modo a presente pesquisa será baseada nos pressupostos apresentados acima, e terá estrutura descritivo/explicativa.

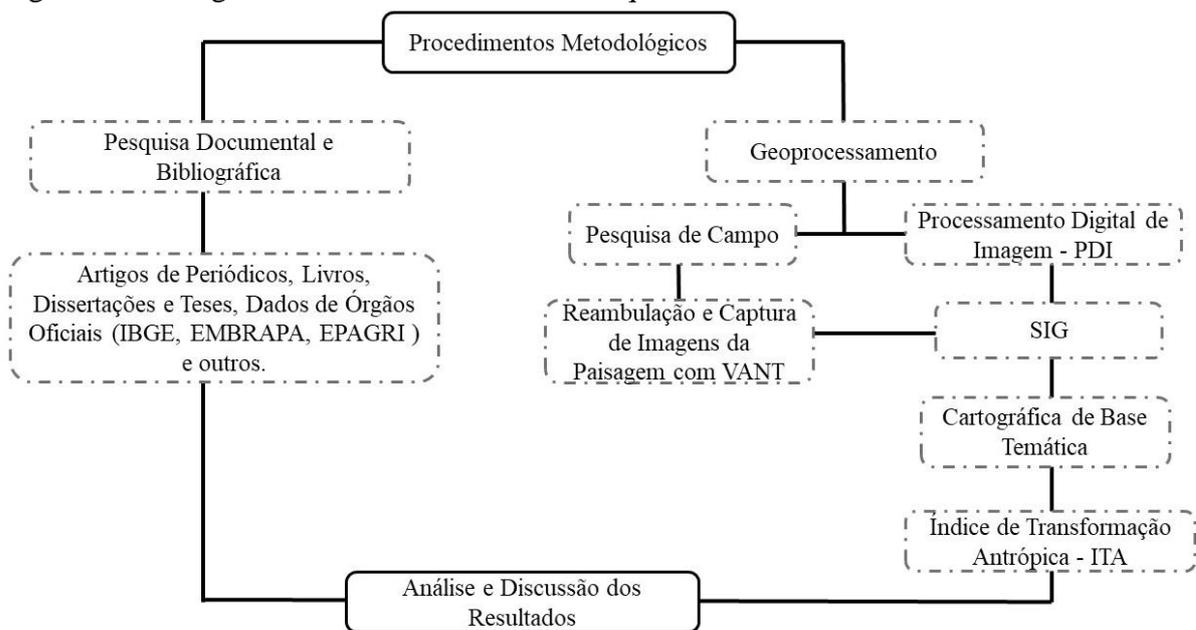
4.1.1 Procedimentos da Pesquisa

Com o intuito de alcançar os objetivos proposto nesta pesquisa, foi estabelecida uma sequência de procedimentos e de técnicas de pesquisa, bibliográfica e pesquisa documental.

Posteriormente, uma pesquisa de dados cartográficos com estruturação de base de dados espacial, matricial e vetorial, e posteriori a realização da análise multitemporal de imagens com tratamento e processamento de dados em um ambiente software de processamento digital de imagens e na sequência realizou-se o cálculo do Índice de Transformação Antrópica, com base nas classes de cobertura e uso da terra.

O fluxograma de trabalho apresentado na Figura 8, sintetiza as etapas do desenvolvimento da pesquisa.

Figura 8 - Fluxograma de Procedimentos da Pesquisa



Fonte: Autora, 2021.

Ao fim de todos os procedimentos elencados acima os resultados poderão ser mensurados, analisados e discutidos.

4.1.2 Pesquisa Documental e Bibliográfica

Para a construção, suporte teórico e fundamentação das rotinas executadas em software, realizou-se uma consulta na literatura nacional e internacional, por meio de palavras-chave sobre estudos publicados em livros, artigos, monografias, dissertações e teses, de autores que trazem como enfoque a temática do objeto proposto.

As pesquisas podem ser assinaladas em documental e bibliográfica conforme Gil (2008), o que as difere é que a pesquisa bibliográfica visa à contribuição de vários autores sobre um determinado tema em estudo, a documental por sua vez é composta por materiais que não receberam um tratamento analítico, podendo assim ser reelaboradas, como fotografias, memorandos e relatórios.

A pesquisa bibliográfica neste trabalho contou com o auxílio de estudos pesquisados em plataformas digitais, de autores que discutem o tema proposto, estabelecendo assim um suporte teórico para pesquisa. Buscando o entendimento dos fenômenos de ocupação ocorridos ao longo dos anos dentro da bacia hidrográfica, fatores econômicos, sociais e ambientais, por meio de trabalhos realizados dentro ou no entorno que contemple de alguma forma a BHRU, trazendo subsídios para a compreensão do processo histórico da região.

A pesquisa documental buscou informações documentais e análise de dados secundários vetoriais e matriciais proveniente de órgãos governamentais, de abrangência nacional, estadual e municipal. Entre os órgãos consultados estão o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina), ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico), SDS (Secretaria de Estado de Desenvolvimento Social) e PMU (Prefeitura Municipal de Urussanga).

4.1.3 Elaboração da Base Cartográfica

A fim de elaborar uma cartografia digital para dar subsídios à elaboração de mapas temáticos, os materiais empregados foram adquiridos seletivamente em bases confiáveis. Estas bases foram adquiridas em órgãos oficiais em esferas federal, estadual e municipal, assim como dados produzidos e disponíveis no Laboratório de Pesquisa em Planejamento e Gestão Territorial da Universidade do Extremo Sul Catarinense (LabPGT\UNESC). As fontes utilizadas para a construção da cartografia estão elencadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Fonte dos Dados para Construção Dos Produtos Cartográficos

Bases Cartográficas	Fonte
Divisão Política/Territorial do Brasil	IBGE (2015)
Divisão Política de Santa Catarina	SDS (2013)
Limite dos Municípios	SDS (2013)
Limite BHRU	SDS (2013)
Hidrografia	ANA (2013)
Área de Arroz Plantada	EPAGRI (2020)
Geologia	CPRM (2014)
Pedologia	CPRM (2014)
Altitude	SDS (2013)
Declividade	SDS (2013)
Remanescentes de Mata Atlântica	SOS Mata Atlântica/USGS (2016)

Fonte: Autora, 2021.

Toda base cartográfica adotada nesta pesquisa obedeceu ao sistema de projeção de coordenadas UTM (*Projeção Universal Transversal de Mercator*), Datum SIRGAS 2000, meridiano de referência 51°W (Fuso 22 S). Para a construção dos mapas temáticos utilizou-se o software ArcGIS 10.3.1 desenvolvido pela ESRI (*Environmental Systems Research Institute*) e QGIS 3.10 (Software Livre).

4.1.4 Processamento Digital de Imagens

Para a realização da etapa de processamento digital de imagens orbitais e elaboração dos mapas de cobertura e uso da terra, foi necessário a definição da série temporal, e de acordo com a temporalidade definiu-se os sistemas sensores utilizados e posteriori a obtenção das imagens orbitais. Para a obtenção das imagens, utilizou-se o banco de dados do site do *Earth Explorer* do *United States Geological Survey* (USGS), derivado do sistema de imageamento terrestre por satélite de observação da Terra, Landsat, escolhidas com base na disponibilidade de dados e na qualidade do produto.

As imagens correspondem aos sistemas sensores Landsat-5, sensor *Thematic Mapper* – TM, referente às datas (10/06/1986 e 29/05/2005), e sensor Landsat-8 sensor Operacional *Land Imager* - OLI, referente à data de (07/07/2020), possuindo em ambas as resoluções espaciais de 30 metros. Na Tabela 1 a seguir estão descritas as características das imagens utilizadas para o mapeamento.

Tabela 1 - Características das imagens Landsat utilizadas

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

Fonte: *Earth Explorer/USGS*.

As imagens foram selecionadas com base nos seguintes critérios: temporalidade respeitando um espaço temporal de 35 anos, baixa cobertura de nuvens, mesma resolução espacial, e uma sazonalidade entre o final do mês de abril e setembro.

A escolha das datas das imagens baseou-se no histórico de mudança da cobertura e uso da terra, na expansão da indústria de carvão mineral (a céu aberto) no decorrer dos anos de 1980, a intensificação do processo de urbanização na área de estudo e a sazonalidade temporal do período do ciclo de cultivo de arroz irrigado na bacia, que ocorre entre o começo do mês de agosto e o mês de janeiro. Esse período é marcado pelo preparo do solo, pré-germinação, semeadura, até alcançar seu estágio vegetativo final, essas mudanças geram uma confusão espectral dos *pixels* da imagem na fotointerpretação. As canchas de arroz confundem-se com vegetação rasteira ou massa d'água quando analisadas pelo algoritmo de classificação, justificando assim a escolha das imagens dos meses de maio, junho e julho.

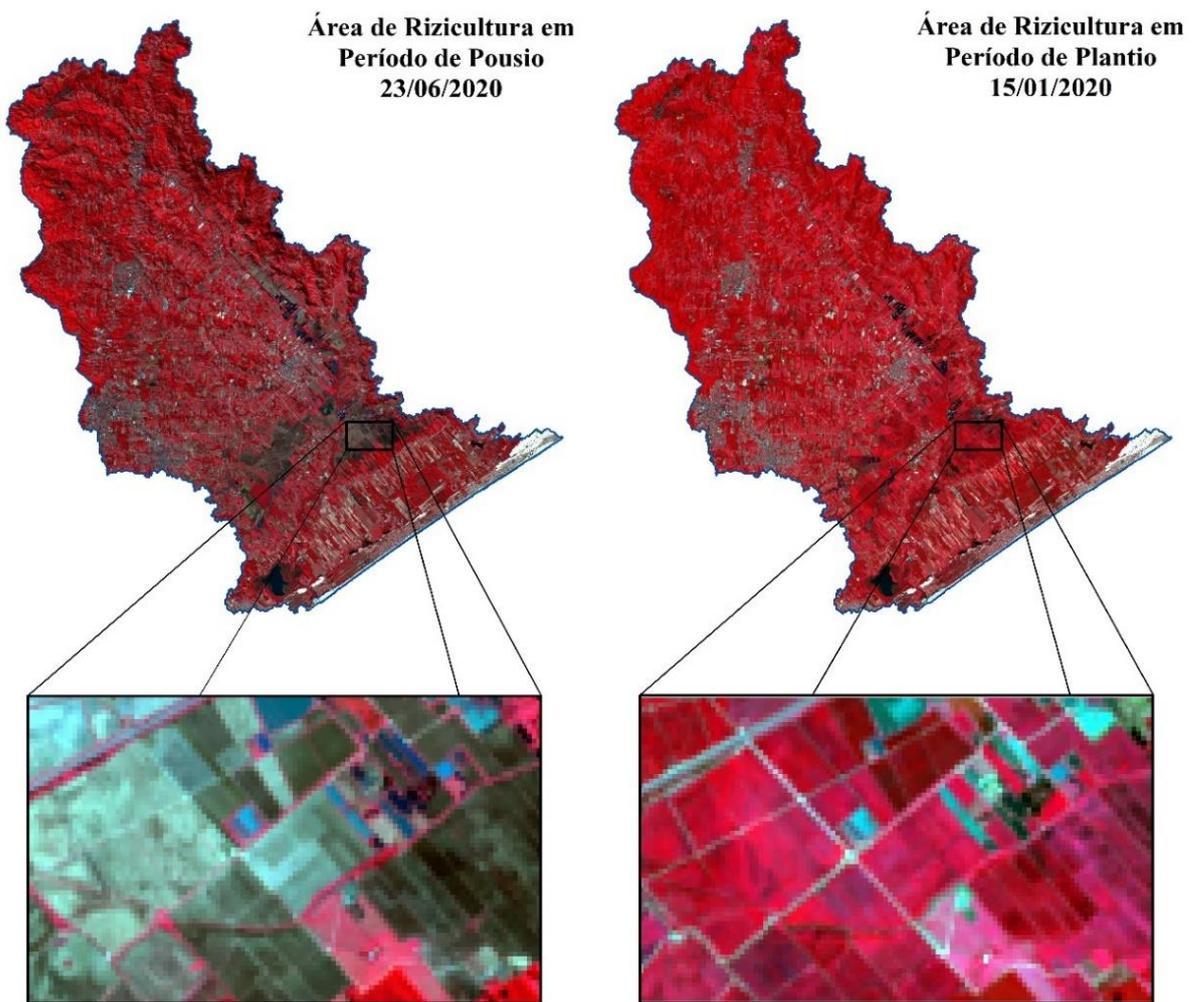
Desse modo, utilizou-se imagens Landsat da área de estudo, para realização de uma composição colorida falsa cor. Essa composição apresenta cores diferentes da combinação das cores do visível. Sendo possível realizar o realce das áreas características de agricultura por apresentar mudanças no comportamento espectral da vegetação (apresentada na coloração vermelha) quando esta é submetida a algum tipo de mudança.

Pode-se observar que no período de pousio de arroz a resposta visual observada nas imagens é de áreas vegetadas, em tons de vermelho escuro e áreas não vegetadas na parte de relevo mais plano na bacia em tons de cinza. No período do ciclo vegetativo observam-se tons de vermelhos mais escuros próximos as encostas da Serra Geral indicando uma vegetação mais

densa, e na parte mais plana se tem uma resposta visual de vegetação rasteira tonalizando um vermelho claro.

De acordo com as modificações nas sazonalidades dos períodos de pousio em que a fotointerpretação é capaz de diferenciar estas áreas, justificam-se assim a escolha das datas das imagens. Na Figura 9, 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 9 - Comparação do Cultivo e não Cultivo de Arroz dentro da BHRU



Documentação: DGI/INPE (LANDSAT 8 - OLI).
Composição: 1.D8 Falsa Cor, Infravermelho (R5, G4, B3).

Fonte: DGI/INPE, elaborado pelo autor.

Após escolha das imagens e análise preliminar iniciou-se a etapa que consiste no pré-processamento. A execução da classificação baseou-se na escolha e utilização das bandas espectrais correspondente às bandas 1/2/3/4, respectivamente a faixa do azul (*Blue - B*), verde (*Green - G*), vermelho (*Red - R*), (composição colorida RGB), e infravermelho próximo para o

sensor Landsat 5 – TM e as bandas 2/3/4/5 que correspondem respectivamente à composição RGB e infravermelho próximo para o sensor Landsat 8 - OLI.

Com o auxílio do software ArcGIS 10.3.1, foi realizada a composição colorida (RGB) que consiste no agrupamento das bandas na faixa do visível (*Red, Green, Blue*), com a finalidade de realizar a interpretação das imagens (fotointerpretação) e seleção das classes de cobertura e uso da terra, utilizando a 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). A chave de fotointerpretação visa “[...] tornar menos subjetivo o processo de extração de informações, os elementos utilizados para construir as chaves de são dependentes da resolução espacial, espectral e temporal das imagens disponíveis” (NOVO, 2008 p.306).

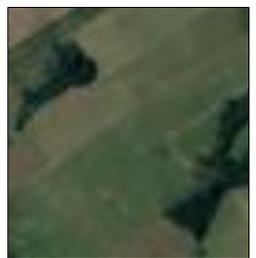
Foram definidas oito classes de cobertura e uso da terra para a execução e classificação das imagens, estão definidas no Quadro 2 e evidenciam os principais elementos da paisagem dentro da BHRU.

Quadro 2 - Chave de Interpretação das Classes de Cobertura e Uso da Terra

Classe Temática	Amostra	Cor/tonalidade	Forma	Textura	Descrição no contexto da paisagem
Agricultura		Variando de verde claro a tons de Marrom claro/escuro	Regular	Média	Presente em quase toda a extensão da bacia, apresentadas por formas regulares bem definidas. Com predomínio de cultivos apresenta-se em terrenos secos e/ou irrigados. Na bacia, encontra-se em formas descontínuas vindas desde a serra geral e ficando mais expressivo próximo ao litoral.
Dunas		Branca/bege	Irregular	Fina	Apresenta-se de forma concentrada no litoral da bacia, ocupando áreas entre os municípios Jaguaruna e Balneário Rincão.

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

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

Extração Mineral		Cinza médio	Irregular	Rugosa	Apresenta-se como áreas de extração mineral, com evidência do carvão mineral extraído na bacia. Evidência de forma descontínua, nas porções sul e norte da bacia, especificamente com maior predominância na cidade de Criciúma e Urussanga.
Massa da Água		Verde /Azul médio	Regular	Lisa	Evidente de forma concentrada e descontínua, com maior concentração, próximo ao litoral, e ao longo do território da bacia, como os cursos d'água, açudes, lagos e lagoas.
Mancha Urbana		Cinza claro	Regular	Rugosa	Caracterizada como manchas de redes e elementos urbanos, como construções, sistemas viários, terrenos, edificações, que consiste em uma cidade. Na bacia encontra-se em formas descontínuas, é mais expressivo na porção sul.
Pastagem e Vegetação Rasteira		Verde claro	Irregular	Fina	Evidente na paisagem de forma descontínua, apresenta-se em todo o território da bacia, caracterizada por áreas de campo.
Sombra		Preta	Irregular	Fina	Apresenta-se de forma contínua, com predominância na Serra Geral e próximo às áreas de relevos acentuados.
Vegetação Arbórea e Arbustiva		Verde escuro	Irregular	Rugosa média	Evidencia-se, de forma descontínua, com predominância na porção da Serra Geral, apresenta-se também em várias porções ao longo da bacia.

Fonte: Autora, 2021.

4.1.5 Classificação de Imagens

A etapa que antecedeu a classificação, as bandas das imagens das três datas selecionadas foram importadas para o software QGIS 3.10.9, em que foram registradas e reprojetadas para o Datum SIRGAS 2000, e realizada a correção atmosférica das imagens pelo método de DOS (*Dark Object Subtraction*). Após a correção foram convertidas do formato .tif para .rst, compatível com o software de processamento digital de imagem IDRISI selva.

Neste momento no mesmo software as bandas das imagens passaram pelo pré-processamento com o auxílio da ferramenta *Display Min/Max Contrast Settings*, foi realizado a correção e ajuste de contraste da imagem para posterior processo de classificação.

A classificação em sensoriamento remoto consiste na associação de *pixels* de uma imagem a uma classe ou grupo (Figura 2, Item 2.3.4), é baseado no comportamento espectral dos alvos, presumindo que os alvos diferem entre si, esse tipo de amostragem é uma importante forma de obter informações para coletar padrões homogêneos sobre o uso cobertura da terra (NOVO; 2008; ARAÚJO FILHO; MENESES; SANO, 2012).

Para a classificação de imagens desta pesquisa foi empregada o método de classificação por regiões, o processo de segmentação antecede essa etapa. No processo de segmentação a imagem é dividida em regiões que se baseia no agrupamento de *pixels* que apresentam comportamento espectral semelhante, visando identificar *pixels* vizinhos com valores de refletâncias semelhantes (semelhança ou diferença entre os níveis de cinza dos *pixels*) o que resulta numa pré-classificação (MENESES; ALMEIDA, 2012).

Segundo os autores Meneses e Almeida (2012, p.209), “O processamento da imagem se dá, inicialmente, pela utilização de um algoritmo de segmentação que, ao definir regiões homogêneas na imagem, prepara-a para classificação posterior com base nessas regiões”. A segmentação é muitas vezes a primeira etapa a ser realizada num processo que consiste na pré-classificação de uma imagem (MELO JÚNIOR, EVANGELISTA JUNIOR *et al.*, 2018).

Para realização da segmentação no *software* IDRISI selva, utilizou-se a ferramenta designada como “*segmentation*” como base nas bandas 1/2/3/4 do sensor TM (Landsat 5) e 2/3/4/5 para o sensor OLI (Landsat 8). Utilizou-se um índice de similaridade 1 e uma janela de varredura de 3x3. Após a imagem segmentada aplicou-se a ferramenta “*SegTrain*”, responsável pelo cruzamento dos segmentos gerados á uma imagem de composição falsa cor, para então realizar as coletas amostrais de treinamentos e dar origem ao arquivo de assinatura de cada classe, atribuindo assim um Identificador – ID e nome respectivo a cada classe identificada.

Após a determinação do arquivo de assinatura, inicia-se o processo de classificação multiespectral “*pixel a pixel*” das imagens, para isso utiliza-se o algoritmo Máxima Verossimilhança - MAXVER, que é encontrado dentro do software com a nomenclatura usual de MAXLINE (*maximum likelihood classification*). É um método de classificação que considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes utilizando parâmetros estatísticos, sendo considerado um método de maior eficiência, pois utiliza a média e a covariância, além de trabalhar com funções de densidade de probabilidade (MOREIRA, 2003; SILVA, 2007).

Para que esse classificador seja preciso, é necessário um número de *pixels* para cada conjunto de amostras de treinamento, permitindo uma base segura para tratamento estatístico (CRÓSTA, 2002). É considerado como o “processo de associar os *pixels* das imagens a um número finito de classes individuais que representam os objetos do mundo real, com base nos seus valores digitais” (MENESES, 2012 p.191).

Na etapa de classificação Meneses e Almeida (2012), aconselham a utilização de uma imagem de referência já classificada, utilizando qualquer outro método, podendo este ser supervisionado ou não. Desse modo, para a classificação por regiões foi utilizada uma imagem já classificada pela metodologia supervisionada *pixel a pixel* (MAXVER), utilização da ferramenta “*SEGCLASS*” (MASTELLA; VIEIRA, 2018).

Após a classificação o resultado esperado é uma imagem digital que constitui em um mapa temático de *pixel* classificados (mapa digital temático), representado em polígonos e padrões homogêneos de classes de alvos (MENESES; ALMEIDA, 2012). Ainda conformes os autores uma das últimas etapas da classificação é a validação dos seus resultados, por meio de critério numéricos para verificar e avaliar a acurácia da classificação

4.1.6 Avaliação da Acurácia Temática pelo Índice de Kappa

A fim de avaliar o desempenho do classificador, visto que o resultado desta etapa tem impacto direto no resultado da pesquisa, após a classificação pôde-se utilizar de uma medida de precisão dos resultados, possibilitando a atribuição de um nível de confiança a imagem classificada e acurácia da classificação do produto gerado. Desse modo os resultados obtidos por meio da metodologia deverão ser validados, o índice de Kappa é uma das formas mais utilizadas para avaliação da acurácia temática.

Utilizou-se o software ArcGIS para a realização da etapa de validação. Para a validação da acurácia temática de um produto é exigido um número de amostras de referência

em cada classe representativa do mapa temático. A primeira etapa constitui na construção de uma malha de pontos aleatório sendo o número de pontos amostrais distribuídos de acordo com a abrangência de cada classe. Foram considerados para oito classes optando-se para a validação da acurácia temática, 75 pontos amostrais de abrangência para representar a confusão do mapa.

A escolha dos pontos se justifica pela metodologia de Congalton (1988;1991), o qual sugere que sejam utilizadas no mínimo 50 amostras de referência para áreas inferiores a 400 km² e com menos de 12 categorias, e em áreas com extensão maior e com mais classes, de 75 e 100 amostras de referência para representação da confusão do mapa.

Considerando a abrangência da área de estudo com 679 km² e possuir oito classes temáticas, optou-se pela representativas de 75 pontos por classe para avaliação da acurácia temática.

Gerou-se uma malha de pontos (75 por classe) para cada mapa final gerado, e distribuição de forma aleatória, para isso utilizou-se a ferramenta “*Creat Random Points*”. A fim de melhorar a distribuição destes e evitar as proximidades entre os pontos, foi estabelecida uma distância de 100 metros entre eles (CONGALTON, 1988). Os pontos de referência foram avaliados por fotointerpretação tendo como base na imagem utilizada no processamento e estabelecidos dentro da tabela de atributos um código de identificação (ID), sendo mesmo estabelecido na classificação anterior para cada classe identificada.

Na sequência a matriz de erro/confusão é formada, a partir dos pontos de referência utilizados de classes definidas, para cada mapa gerado, e expressa à concordância entre a imagem classificada e o conjunto de amostras de referência. “A matriz de erros/confusão compara, classe por classe, e a relação entre os dados da verdade terrestre e os correspondentes resultados da classificação” (ARAÚJO FILHO; MENESES; SANO, 2012) apresentando como característica os erros de inclusão (*pixels* que não pertencem às classes e foram a ela atribuídos) e omissão (*pixels* que pertencem às classes em questão e que não foram a ela atribuídas), (SILVA, 2007; MOREIRA, 2009).

A partir da matriz de erro/confusão, será possível calcular um índice de precisão da classificação total. O mais conhecido e usualmente utilizado para classificação temática, por representar toda a matriz de erro/confusão é o índice de Kappa (K) que avalia em sua totalidade a acurácia do mapeamento.

Este método escolhido para validação dos dados desta pesquisa, por meio da sua equação pode chegar a valores de validações dos resultados obtidos, em que seu índice varia de 0 a 1. O valor mais próximo de 1 indica que há concordância (perfeita) e quanto mais próximo de 0, maior indicativo de que a concordância é aleatória (nula).

O índice de Kappa foi proposto por Jacobo Cohen em 1960. Landis e Koch (1977) desenvolveram os intervalos de índice de Kappa que correspondem de K , em que utilizam como base o nível de representação da qualidade do mapeamento temático variando de 0-1 (Tabela 2).

Tabela 2 - Coeficiente de qualidade da classificação associado aos valores do índice Kappa

Valor de Kappa	Qualidade do mapa temático
0,00	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).

Estão representadas nas Tabelas 3, 4 e 5 as matrizes de erro/confusão para cada mapeamento para cada ano e classe em estudo.

Tabela 3 - Matriz de erro/confusão (1986)

	Referência								Total	
	AGR	DUN	EXMIN	MA	MU	PVR	SOM	VAA		
Classificação	AGR	56	0	0	3	3	3	0	10	75
	DUN	0	73	0	0	1	1	0	0	75
	EXMIN	3	0	66	0	0	0	1	5	75
	MA	0	2	0	72	0	1	0	0	75
	UM	3	2	0	0	62	7	0	1	75
	PVR	1	1	0	1	2	68	0	2	75
	SOM	0	0	0	0	0	0	57	18	75
	VAA	3	0	0	2	0	1	1	68	75
									600	

Fonte: Autora, 2021.

Tabela 4 - Matriz de erro/confusão (2005)

	Referência								Total	
	AGR	DUN	EXMIN	MA	MU	PVR	SOM	VAA		
Classificação	AGR	67	0	0	0	3	3	0	2	75
	DUN	0	61	0	5	7	2	0	0	75
	EXMIN	4	0	66	0	0	0	0	5	75
	MA	4	0	0	66	0	3	0	2	75
	UM	4	0	0	0	62	9	0	0	75
	PVR	10	0	0	0	2	63	0	0	75
	SOM	0	0	0	0	0	1	44	30	75
	VAA	4	0	1	1	1	3	0	65	75
									600	

Fonte: Autora, 2021.

Tabela 5 - Matriz de erro/confusão (2020)

	Referência								Total	
	AGR	DUN	EXMIN	MA	MU	PVR	SOM	VAA		
Classificação	AGR	58	1	0	0	5	10	1	0	75
	DUN	0	65	0	4	6	0	0	0	75
	EXMIN	0	0	73	0	0	0	1	1	75
	MA	0	0	0	73	0	1	0	1	75
	UM	2	1	0	0	69	3	0	0	75
	PVR	0	1	0	0	1	72	0	1	75
	SOM	0	0	0	0	0	0	56	19	75
	VAA	0	0	0	0	1	0	0	74	75
600										

Fonte: Autora, 2021.

Conforme os resultados apresentados nas matrizes de erro/confusão, obteve-se o índice de Kappa e o índice de exatidão global, demonstrados na Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 - Valores de Kappa e Exatidão Global

Ano	Kappa	Exatidão Global	Qualidade do Mapeamento
1986	0,8514	0,8700	Excelente
2005	0,7981	0,8233	Muito Boa
2020	0,8857	0,9000	Excelente

Fonte: Autora, 2021.

A etapa de mensuração dos dados realizou-se com base nas mudanças multitemporais ocorridas dentro de cada classe de cobertura da terra a ser estudada. Após a obtenção destes resultados realizou-se uma análise de cada classe e das mudanças identificadas dentro do espaço de tempo analisado.

4.1.7 Pesquisa de Campo

A pesquisa de campo ocorreu no primeiro semestre de 2021, e teve como objetivo a coleta de informações e o reconhecimento da paisagem no território da BHRU.

Para o trabalho de campo foi utilizado um GPS (Global Positioning System) Gramim modelo eTrex Vista H, para obtenção de pontos amostrais da superfície da terra, planilha de anotações e um Drone Parrot, modelo Anafi Work para a tomada de imagens aéreas.

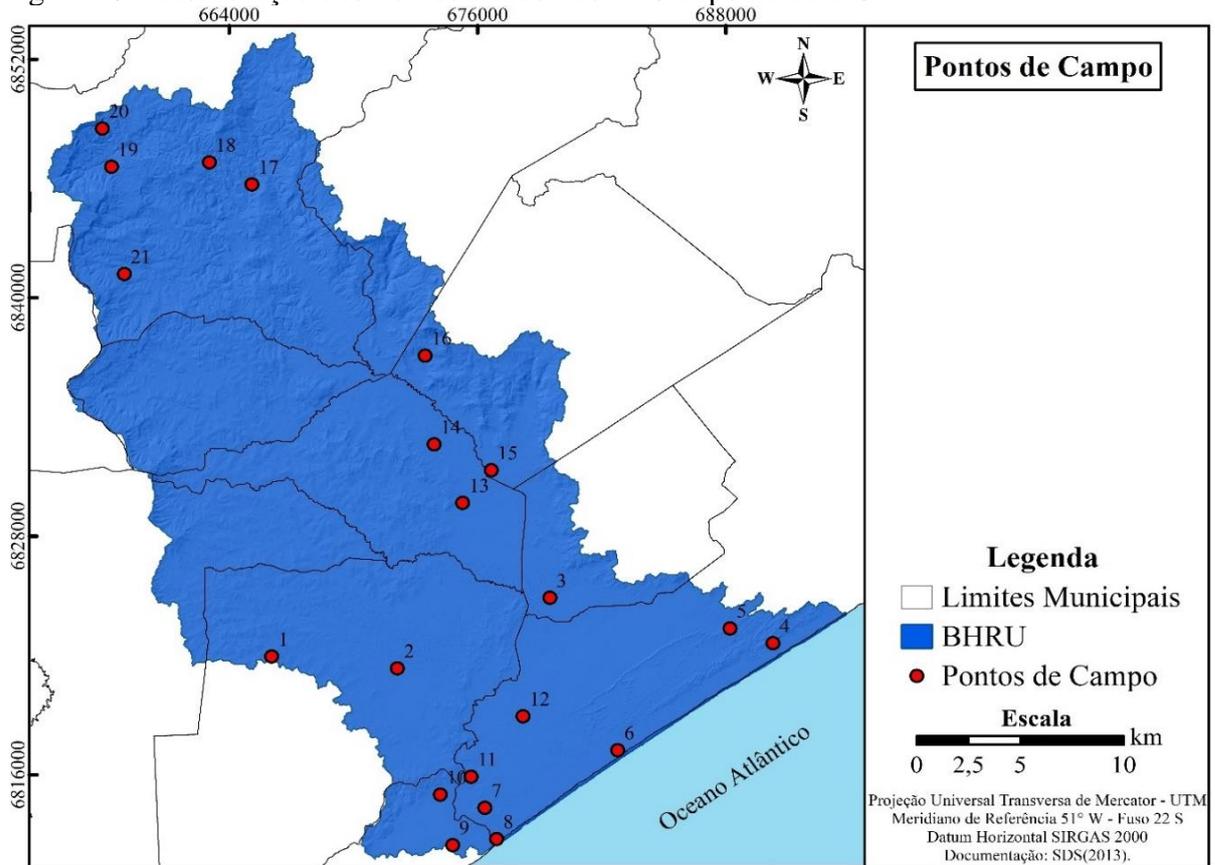
Foram amostrados 21 pontos por todo o território da bacia. Para a realização das tomadas áreas utilizou-se como critério a maior diversidade de elementos presentes na paisagem (Quadro 3, Figura 10).

Quadro 3 - Classes e Pontos Amostrais

Pontos	Classes	Município
1	Mancha Urbana	Içara
2	Agricultura	Içara (margens da BR-101)
3	Agricultura	Içara (margens da BR-101)
4	Dunas	Bal. Rincão
5	Massa da Água	Jaguaruna (Bal. Esplanada)
6	Mancha Urbana	Jaguaruna
7	Pastagem e Vegetação Rasteira	Jaguaruna (Torneiro)
8	Dunas (Foz do Rio Urussanga)	Jaguaruna (Torneiro)
9	Dunas	Bal. Rincão
10	Massa da Água (Lagoa Urussanga Velha)	Bal. Rincão
11	Extração Mineral (Extração de Areia)	Jaguaruna (Torneiro)
12	Agricultura (Uso diversificado)	Jaguaruna
13	Mancha Urbana	Morro da Fumaça
14	Pastagem e Vegetação Rasteira	Morro da Fumaça
15	Agricultura (Rizicultura)	Treze de Maio
16	Vegetação Arbórea e Arbustiva	Treze de Maio
17	Vegetação Arbórea e Arbustiva	Urussanga
18	Pastagem e Vegetação Rasteira	Urussanga
19	Extração Mineral	Urussanga
20	Vegetação Arbórea e Arbustiva / Sombra	Urussanga
21	Extração Mineral (Extração de Carvão)	Urussanga

Fonte: Autora, 2021.

Figura 10 - Distribuição dos Pontos Amostrais de Campo na BHRU



Fonte: Autora, 2021.

4.1.8 Aplicação do índice de Transformação Antrópica – ITA

Mediante classificação, validação dos resultados e mapeamento final, aplicou-se o cálculo do ITA, conforme estudos de Mateo Rodriguez (1984) descritos no subtítulo 2.3.6, com o intuito de fornecer informações sobre as modificações ocorridas dentro de um espaço temporal decorrentes das ações humanas. A finalidade do cálculo é mensurar e quantificar o grau dessas modificações dentro da paisagem ressaltando a variável de cobertura e uso da terra.

O índice foi calculado a partir do mapa classificado de cobertura e uso da terra e levou em consideração a área ocupada por cada classe e o peso determinado pelo grau de antropização variando de 0 a 10, proporcionando por meio dos resultados obtidos uma visão geral da transformação da paisagem (KARNAUKHOVA, 2000; GOUVEIA; GALVANIN; NEVES, 2013; SILVA *et al.*, 2019).

Os pesos do ITA foram definidos com base no conhecimento de diversos pesquisadores da área para auxiliar na determinação dos pesos de cada classe. Para isso adotou-se a realização de um questionário explicativo com a metodologia utilizada nesta pesquisa

realizado de forma online (APÊNDICE A), e com base nos conhecimentos individuais de cada pesquisador preencheu-se o quadro indicativo de peso de cada classe do mapeamento.

Foram consultados oito pesquisadores de diferentes áreas de conhecimento (Biologia, Engenharia e Geografia). Após a devolução dos questionários os pesos foram tabulados e realizado a média destes pesos, os resultados podem ser vistos no Quadro 4.

Apenas a classe Sombra não lhe foi atribuído peso antrópico, isso se justifica a fatores que influenciam a quantidade de sombra contida na área mapeada como o sistema sensor utilizado, dia e hora da captação da imagem pelo satélite, posicionamento do sistema solar, entre outros.

Quadro 4 - Pesos Atribuídos e Classificação das Classes

Classes	Pesos	Classificação
Agricultura	6,11	Degradado
Dunas	2,50	Pouco Degradado
Extração Mineral	8,67	Muito Degradado
Massa da Água	1,67	Pouco Degradado
Mancha Urbana	7,78	Muito Degradado
Pastagem e Vegetação Rasteira	4,67	Regular
Sombra	0	Não Atribuído
Vegetação Arbórea e Arbustiva	1,22	Pouco Degradado

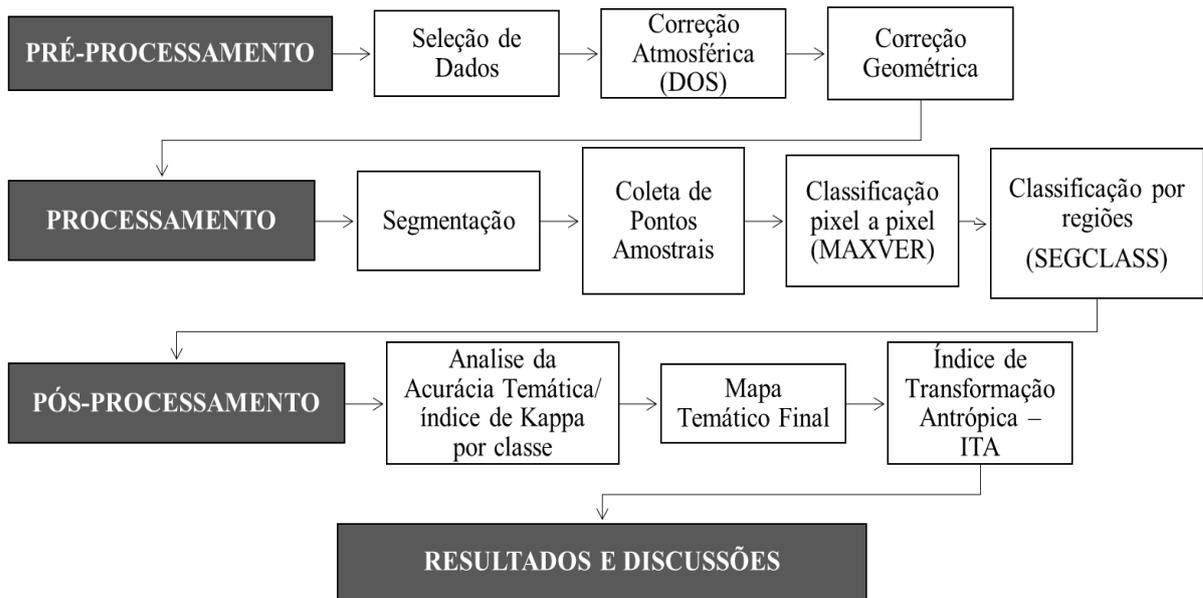
Fonte: Autora, 2021.

No estabelecimento do consenso da classificação do ITA foram considerados os trabalhos de Cruz (1984), Gouveia, Galvanin e Neves (2013) e Silva *et al.* (2019) que classificam e usam as seguintes classes: Pouco Degradado (0 - 2,5), Regular (2,5 - 5), Degradado (5 - 7,5) e Muito Degradado (7,5 - 10).

Desse modo podemos aferir que é cada vez mais comum o uso de índices baseados em fórmulas matemáticas incorporadas a análises geográficas com o suporte de Sistemas de Informação Geográfica e demais técnicas de monitoramento indireto da paisagem (CRUZ *et al.*, 1998).

Para uma melhor compreensão das etapas mencionados acima apresenta-se o fluxograma (Figura 11).

Figura 11 - Fluxograma das Etapas de Processamento Digital das Imagens



Fonte: Autora, 2021.

4.2 UNIDADE DE GESTÃO (UG)

Para elaboração dos mapas das Unidades de Gestão presentes no território da BHRU, realizou-se a obtenção da base cartográfica no site do Secretaria de Estado do Desenvolvimento Social – SDS. Consiste na delimitação de nove UG, com suas nomenclaturas discutidas pelos membros do comitê e GAP e descritas a seguir: Rio Carvão, Rio Maior, Rio Caeté, Rio da Areia, Rio Cocal, Rio Vargedo, Rio Içara, Foz do Urussanga e Litorânea.

Após realizou-se a análise da cobertura e uso da terra e do ITA para cada Unidade de Gestão para análise individual. A análise por UG é importante uma vez que pode servir de subsídios para o planejamento e gestão territorial de forma pontual (até mesmo municipal).

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O presente título divide-se em cinco sessões para apresentação e análise dos resultados. A sessão 5.1 subdividida em três etapas apresenta e discute os resultados obtidos por meio de mapas de classificação digital das imagens de satélites, apresentando uma análise do mapeamento temático, referente às mudanças ocorridas ao longo dos anos de 1986, 2005 e 2020, nas classes de cobertura e uso da terra identificadas na BHRU.

Assim as análises das três datas escolhidas serão realizadas com o intuito de compreender as mudanças ocorridas no espaço geográfico ao longo dos anos. Bem como a apresentação da acurácia temática do mapeamento (Kappa) e apresentação dos resultados das modificações antrópicas pelo cálculo de ITA.

A sessão 5.5 demonstra a análise das Unidades de Gestão considerando o mapeamento de cobertura e uso, visando auxiliar no planejamento e gestão territorial de cada unidade.

5.1 MAPEAMENTO DA COBERTURA E USO DA TERRA DA BHRU

5.1.1 Cobertura e Uso da Terra – 1986

Para a validação do mapeamento de cobertura e uso da terra do ano de 1986 foram calculados os índices Kappa, Kappa Condicional (por classe) e de Exatidão Global. O valor de Kappa foi igual a 0,851 e o de Exatidão Global 0,870, sendo assim, de acordo com Landis e Koch (1991) a qualidade de mapeamento é classificada como “excelente”.

Observando os valores do Kappa condicional para cada classe de cobertura e uso (Tabela 7) é possível constatar que a qualidade da classificação para seis classes (Dunas, Extração Mineral, Massa d'Água, Mancha Urbana, Pastagens e Vegetação Rasteira e Vegetação Arbórea e Arbustiva) foi “Excelente”, já para as classes de Agricultura e Sombra foi “Muito Boa”.

As confusões temáticas foram bastante perceptíveis entre as classes de Agricultura e Extração Mineral, Dunas e Mancha Urbana principalmente nas áreas próximas ao litoral, houve conflitos também entre as classes de Sombra e Vegetação Arbórea e Arbustiva. Isso se justifica, pois, a intensidade da resposta espectral destes alvos serem das mesmas ordens de grandeza da curva espectral (NOVO, 2008).

Tabela 7 - Valores de Kappa Condicional para Cada Classe (1986)

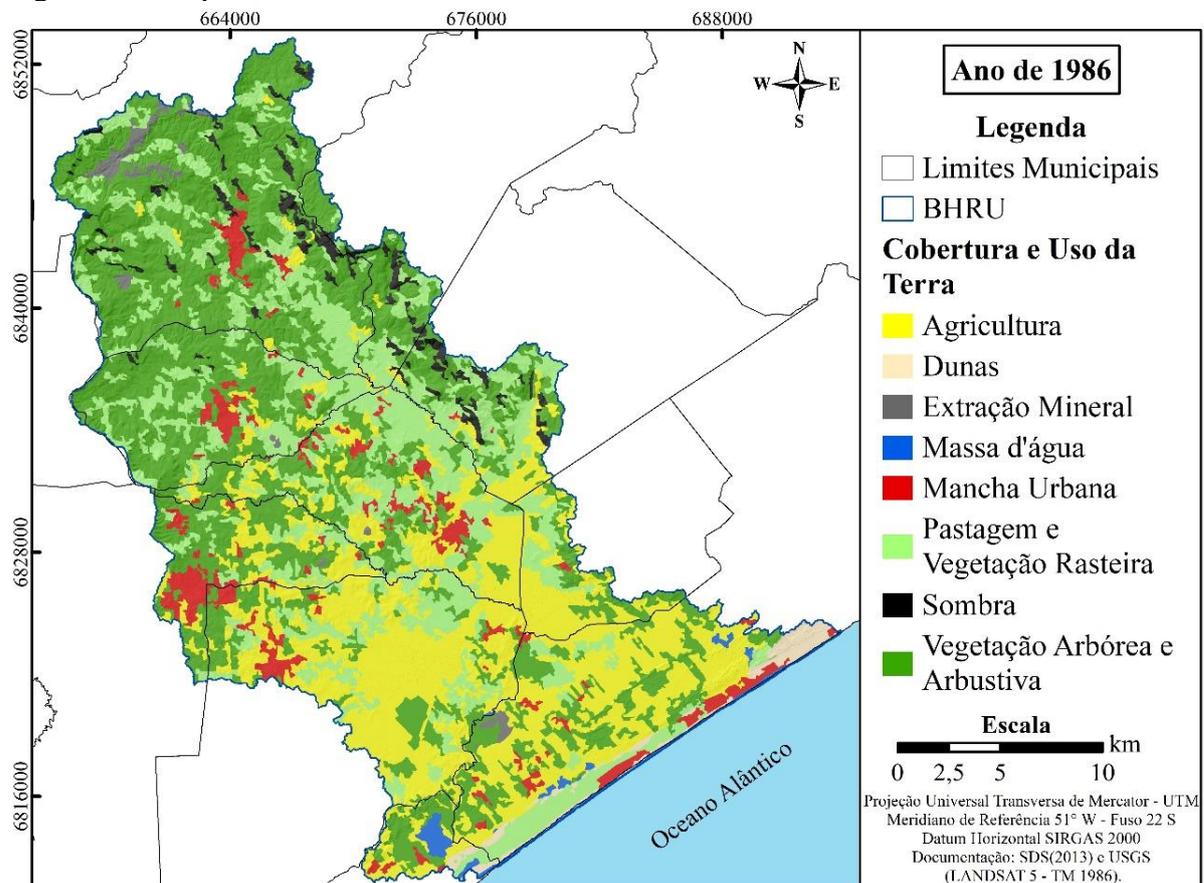
Kappa Condicional								
Classe	AGR	DUN	EXMIN	MA	MU	PVR	SOM	VAA
Kappa	0,715	0,969	0,865	0,954	0,805	0,892	0,734	0,8887

Fonte: Autora, 2021.

No mapeamento de cobertura e uso da terra de 1986, é possível observar uma predominância nas classes de Agricultura ocupando cerca 26,96% e de Vegetação Arbórea e Arbustiva, 40,04 % do território da bacia, que juntas, cobrem aproximadamente 67% da área de estudo. Enquanto a Agricultura se concentrou nas partes mais planas da bacia, a Vegetação Arbórea e Arbustiva estava mais presente próxima aos divisores de águas, em locais de relevo mais íngreme.

A classe de Pastagem e Vegetação Rasteira cobria 22,96% e estava distribuída por toda a extensão da bacia, principalmente entre as áreas de Vegetação Arbórea e Arbustiva e de Agricultura. A Mancha Urbana apresentava-se em todos os municípios da bacia, correspondendo 4,67% do território. As classes Sombra (2,27%), Dunas (1,24%) e Extração Mineral (0,96 %), representavam as menores porções da BHRU (Figura 12 e Tabela 8).

Figura 12 - Mapa de Cobertura e Uso da Terra da BHRU - 1986



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 8 - Área das Classes de Cobertura e Uso da Terra da BHRU - 1986

Classe	Área (km²) 1986	Área (%) 1986
Agricultura	183,234	26,96
Dunas	8,41037	1,24
Extração Mineral	6,55596	0,96
Massa d'Água	6,19138	0,91
Mancha Urbana	31,715	4,67
Pastagens e Vegetação Rasteira	156,052	22,96
Sombra	15,3966	2,27
Vegetação Arbórea e Arbustiva	272,202	40,04
Total	679,757	100

Fonte: Autora, 2021.

Com o intuito de quantificar a pressão antrópica sobre algum componente do meio ambiente, foi calculado o Índice de Transformação Antrópica (ITA) para cada classe do mapeamento de cobertura e uso da terra do ano de 1986 (Tabela 9).

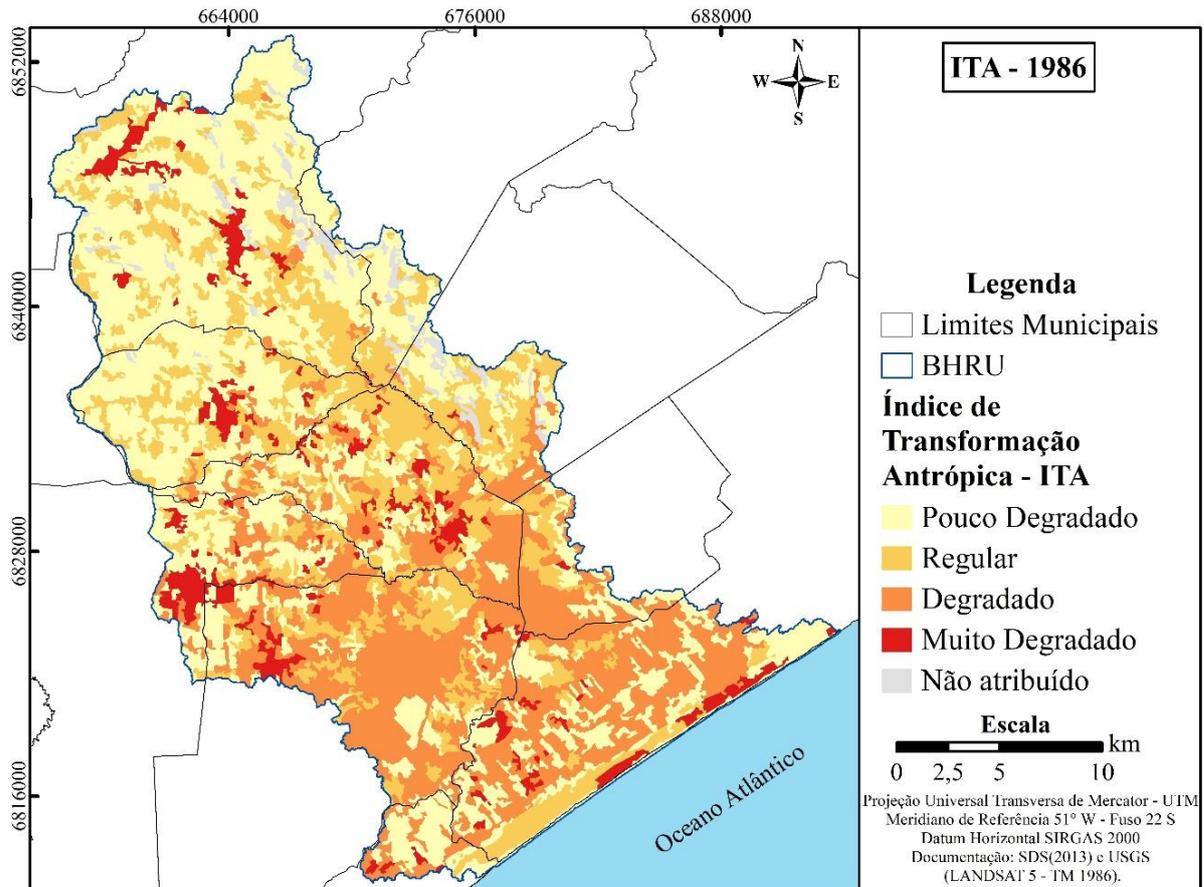
Tabela 9 - Resultado do ITA (1986)

Classe	ITA
Agricultura	1,65
Dunas	0,03
Extração Mineral	0,08
Massa d'Água	0,02
Mancha Urbana	0,36
Pastagens e Vegetação Rasteira	1,07
Sombra	0,00
Vegetação Arbórea e Arbustiva	0,49
Total	3,70

Fonte: Autora, 2021.

O ITA para 1986 foi igual a 3,70 que é classificado como “Regular”. Na Figura 13, é possível observar a distribuição do ITA para toda a BHRU (Tabela 10).

Figura 13 - Mapeamento de ITA para a BHRU (1986)



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 10 - ITA - 1986

ITA	Área (km ²) 1986	Área (%) 1986
Pouco Degradado	286,804	42,19
Regular	156,052	22,96
Degradado	183,234	26,96
Muito Degradado	38,271	5,63
Não atribuído	15,396	2,27
Total	679,757	100

Fonte: Autora, 2021.

O ITA classificado como “Muito Degradado” contempla as áreas de Mancha Urbana e Extração Mineral, “Degradado” as áreas de Agricultura, “Regular” as áreas de Pastagem e Vegetação Rasteira e “Pouco Degradado” as áreas de Dunas, Vegetação Arbórea e Arbustiva e Massa d’Água. Para a classe Sombra não foi atribuído peso de ITA que corresponde as áreas “Não Atribuído”.

No ano de 1986 a BHRU apresentava cerca de 42,19% do território classificado de acordo com o ITA em “Pouco Degradado”, isso pode estar ligado com a incidência de população em áreas rurais. Seguidos da área de 26,96% “Degradado”, relacionado ao uso

intensivo da terra para o desenvolvimento das atividades de agricultura, 22,96% “Regular”, correspondente as áreas de pastagens, e apenas 5,63% da área da bacia classificada como “Muito Degradada”, que correspondem as Manchas Urbanas e Extração Mineral (Carvão e Areia), são consideradas áreas com alto índice de modificação da paisagem e impactos significativos principalmente sobre o solo e água.

5.1.2 Cobertura e Uso da Terra – 2005

Os índices de Kappa, Kappa Condicional e de Exatidão Global calculados para validação do mapeamento de cobertura e uso da terra no ano de 2005, resultaram em valores de Kappa igual a 0,798 e o de Exatidão Global 0,823. De acordo com Landis e Koch (1991) o nível de qualidade do mapeamento temático produzido é classificado como “Muito Boa”.

Considerando os valores do Kappa condicional para cada classe de cobertura e uso (Tabela 11) é possível constatar que a qualidade da classificação para as classes Agricultura, Extração Mineral, Massa d’Água, Pastagens e Vegetação Rasteira e Vegetação Arbórea e Arbustiva foi “Excelente”, já para as classes de Dunas, Mancha Urbana e Sombra foi “Muito Boa”.

Os maiores conflitos observados foram entre as classes de Sombra e Vegetação Arbórea e Arbustiva, principalmente nas encostas da Serra. Outro conflito percebido foi entre as classes de Dunas e Mancha Urbana, que pode estar relacionado à similaridade do comportamento espectral dos alvos (BIAS; BRITES; ROSA, 2012).

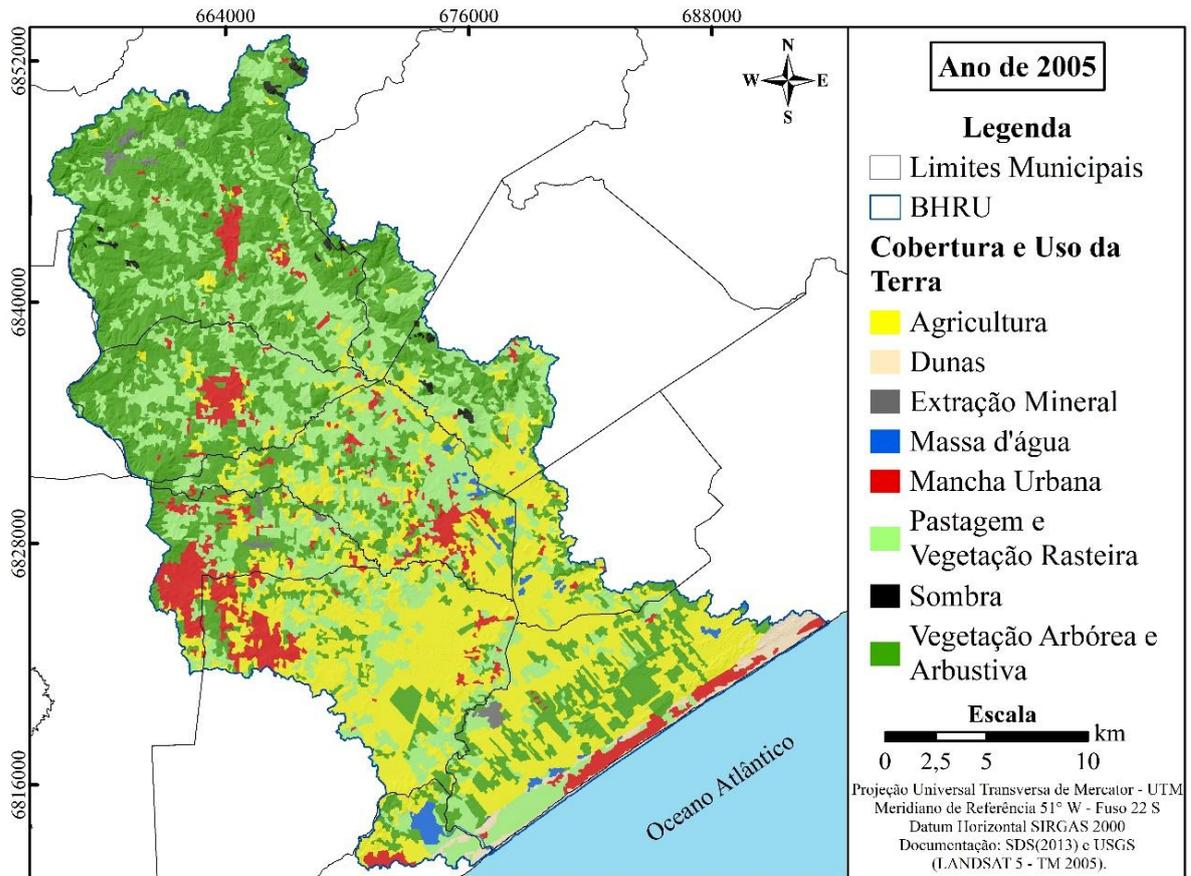
Tabela 11 - Valores de Kappa Condicional para cada classe (2005)

Kappa Condicional								
Classe	AGR	DUN	EXMIN	MA	MU	PVR	SOM	VAA
Kappa	0,874	0,792	0,865	0,865	0,802	0,814	0,554	0,839

Fonte: Autor, 2021.

No mapeamento de cobertura e uso da terra no ano de 2005 observa-se a predominância da classe de Vegetação Arbórea e Arbustiva (36,68%), Pastagem e Vegetação Rasteira (27,15%) e Agricultura (26,27%) do território da bacia, que juntas cobrem 90,10%. As demais classes, Mancha Urbana, Dunas e Massa d’água, representavam 6,66%, 1,46% e 0,86% da área de estudo (Figura 14 e Tabela 12).

Figura 14 - Mapa de Cobertura e Uso da Terra da BHRU - 2005



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 12 - Área das Classes de Cobertura e Uso da Terra da BHRU - 2005

Classe	Área (km ²) 2005	Área (%) 2005
Agricultura	178,539	26,27
Dunas	9,947	1,46
Extração Mineral	3,558	0,52
Massa d'Água	5,876	0,86
Mancha Urbana	45,239	6,66
Pastagens e Vegetação Rasteira	184,575	27,15
Sombra	2,678	0,39
Vegetação Arbórea e Arbustiva	249,345	36,68
Total	679,757	100

Fonte: Autora, 2021.

Para quantificação das pressões antrópicas sobre a paisagem da bacia, foi calculado o ITA, para cada classe do mapeamento de cobertura de uso da terra do ano de 2005 (Tabela 13).

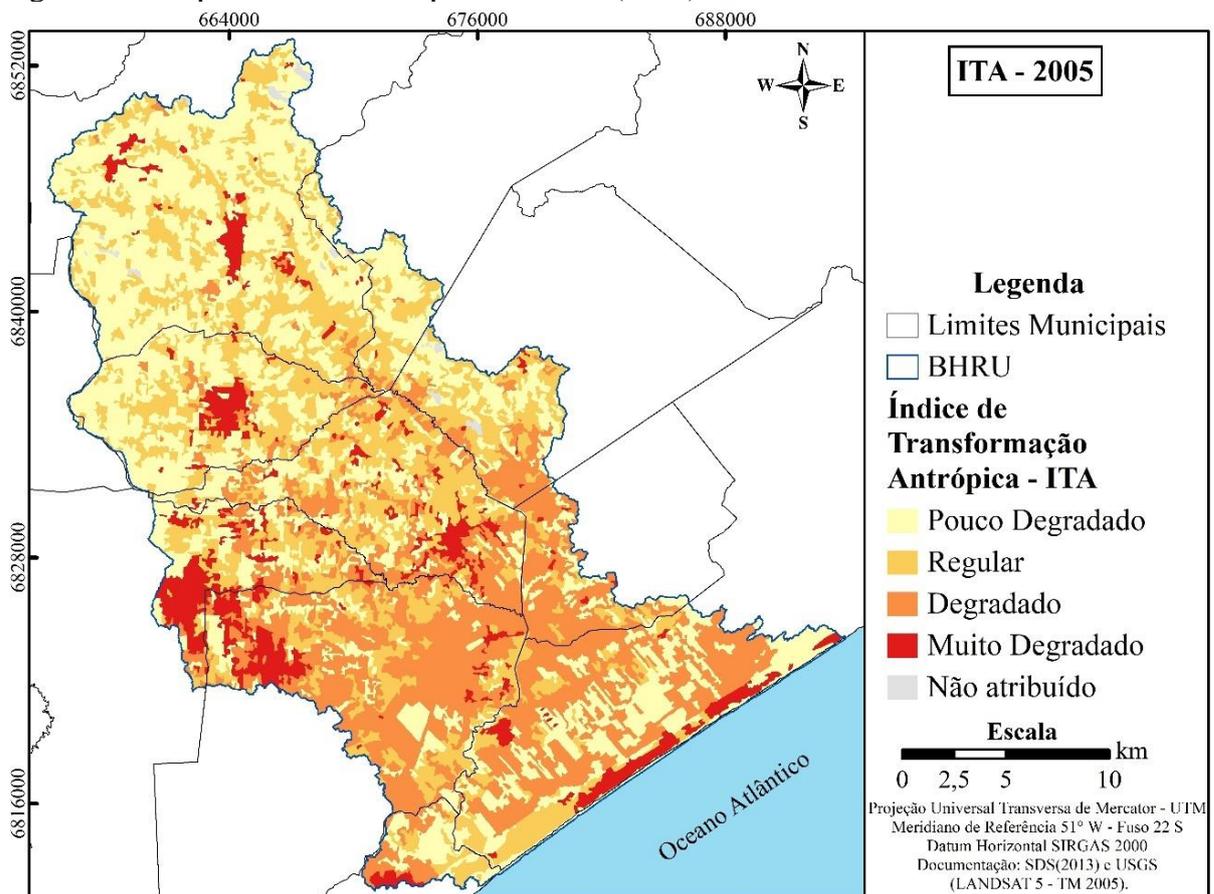
Tabela 13 - Resultado do ITA (2005)

Classe	ITA
Agricultura	1,60
Dunas	0,04
Extração Mineral	0,05
Massa d'Água	0,01
Mancha Urbana	0,52
Pastagens e Vegetação Rasteira	1,27
Sombra	0,00
Vegetação Arbórea e Arbustiva	0,45
Total	3,93

Fonte: Autora, 2021.

Para o ano de 2005 o ITA foi classificado como “Regular” com valor igual a 3,93. Na Figura 15, é possível observar a distribuição do ITA na BHRU (Tabela 14).

Figura 15 - Mapeamento de ITA para a BHRU (2005)



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 14 - ITA – 2005

ITA	Área (km²) 2005	Área (%) 2005
Pouco Degradado	265,169	39,01
Regular	184,579	27,15
Degradado	178,539	26,27
Muito Degradado	48,798	7,18
Não atribuído	2,678	0,39
Total	679,757	100

Fonte: Autora, 2021.

O ITA classificado como “Muito Degradado” contempla as áreas de Mancha Urbana e Extração Mineral, “Degradado” as áreas de Agricultura, “Regular” as áreas de Pastagem e Vegetação Rasteira e “Pouco Degradado” as áreas de Dunas, Vegetação Arbórea e Arbustiva e Massa d’Água. Para a classe Sombra não foi atribuído peso de ITA que corresponde as áreas “Não Atribuído”.

Cerca de 39,01% da área total da BHRU é classificado como “Pouco Degradado”, que corresponde as áreas de Vegetação Arbórea e Arbustiva, Dunas e Massa d’Água, que são áreas poucos impactadas dentro da paisagem da bacia. Seguido da área de Pastagem e Vegetação Rasteira considerada “Regular” com 27,15%, e próxima a este valor a área de Agricultura, considerada como “Degradado” com 26,27%, apesar de valores próximos, o impacto sobre as modificações no território são mais expressivos em termos de uso da terra. Ainda a Classe de Mancha Urbana e Extração mineral classificadas como “Muito Degradado”, são as classes que apresentam os maiores efeitos negativos ao meio ambiente da BHRU.

5.1.3 Cobertura e Uso da Terra – 2020

A validação do mapeamento de cobertura e uso da terra no ano de 2020, demonstraram por meio dos resultados dos índices de Kappa, Kappa Condicional e de Exatidão Global em valores de Kappa igual a 0,886 e o de Exatidão Global 0,900. De acordo com Landis e Koch (1991) o nível de qualidade do mapeamento temático produzido é classificado como “Excelente”.

Considerando os valores do Kappa Condicional para cada classe de cobertura e uso (Tabela 15) é possível constatar que a qualidade da classificação para as classes Agricultura, Dunas, Extração Mineral, Massa d’Água, Mancha Urbana e Vegetação Arbórea e Arbustiva foi “Excelente”, já para as classes de Pastagem e Vegetação Rasteira e Sombra foi “Muito Boa”.

Os maiores conflitos foram entre as classes de Sombra e Vegetação Arbórea e Arbustiva, visto que as respostas espectrais dos *pixels* são muitos semelhantes principalmente

perto das áreas mais altas da bacia. Esses conflitos foram percebidos também entre de Agricultura e Pastagem e Vegetação Rasteira, isso segundo Novo (2008), justifica-se em função do estágio de crescimento das áreas utilizadas para Agricultura com as classes de Pastagens e Vegetação Rasteira e o grau de refletância da vegetação existente no local.

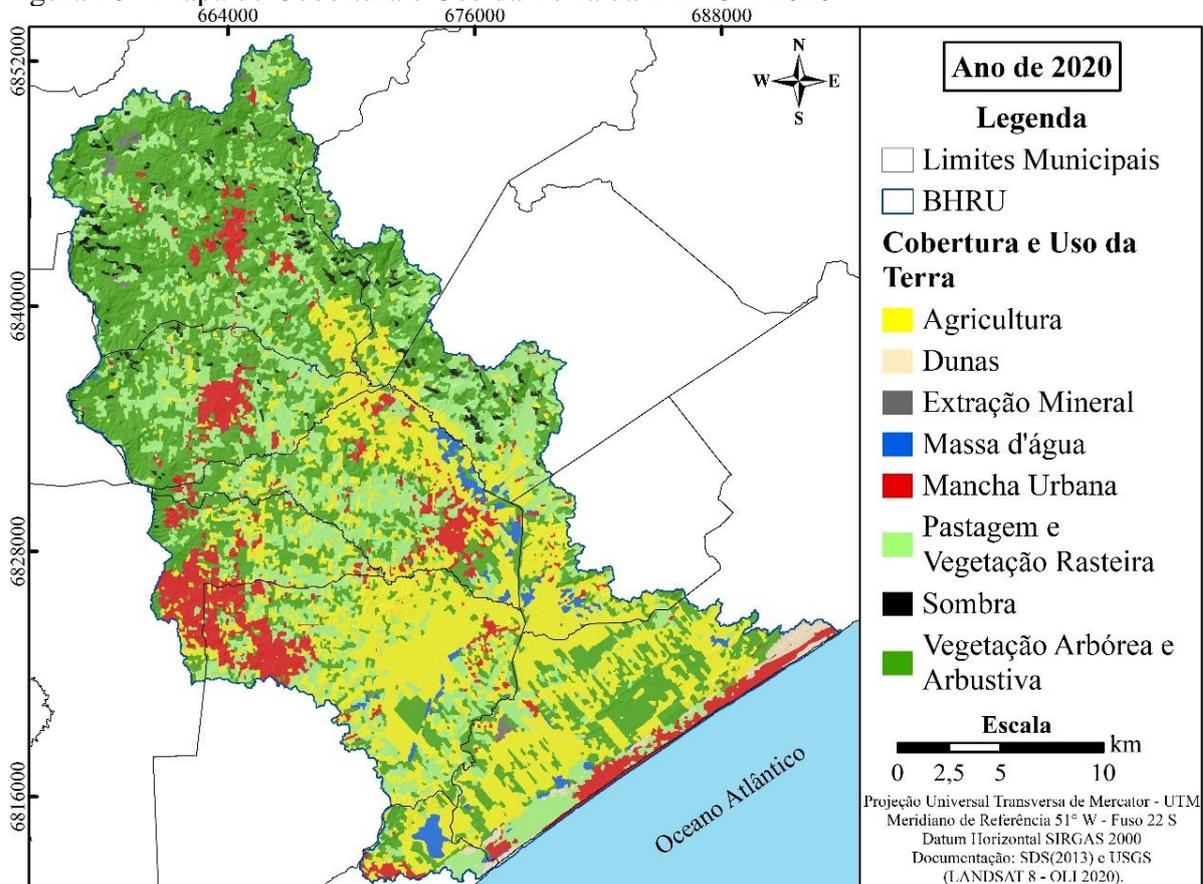
Tabela 15 - Valores de Kappa Condicional para cada classe (2020)

Kappa Condicional								
Classe	AGR	DUN	EXMIN	MA	MU	PVR	SOM	VAA
Kappa	0,748	0,850	0,970	0,969	0,907	0,953	0,720	0,984

Fonte: Autora, 2021.

No mapeamento de cobertura e uso da terra no ano de 2020 observa-se a predominância da classe de Vegetação Arbórea e Arbustiva (37,13%), Agricultura (27,15%) Pastagem e Vegetação Rasteira (23,12%) e Mancha Urbana (8,70%), que juntas cobrem uma área de aproximadamente 96,10% da BHRU. As demais classes Massa d'água (1,46%), Dunas (0,88%) e Extração Mineral (0,33%), representam pequenas porções da área de estudo (Figura 16 e Tabela 16).

Figura 16 - Mapa de Cobertura e Uso da Terra da BHRU – 2020



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 16 - Área das Classes de Cobertura e Uso da Terra da BHRU - 2020

Classe	Área (km²) 2020	Área (%) 2020
Agricultura	184,521	27,16
Dunas	5,959	0,88
Extração Mineral	2,242	0,33
Massa d'Água	9,942	1,46
Mancha Urbana	59,106	8,70
Pastagens e Vegetação Rasteira	157,14	23,13
Sombra	8,479	1,25
Vegetação Arbórea e Arbustiva	252,368	37,14
Total	679,757	100

Fonte: Autora, 2021.

Para a compreensão da transformação da paisagem do ano de 2020 da BHRU, utilizou-se o cálculo do ITA para cada classe de mapeamento da cobertura e uso da terra (Tabela 17).

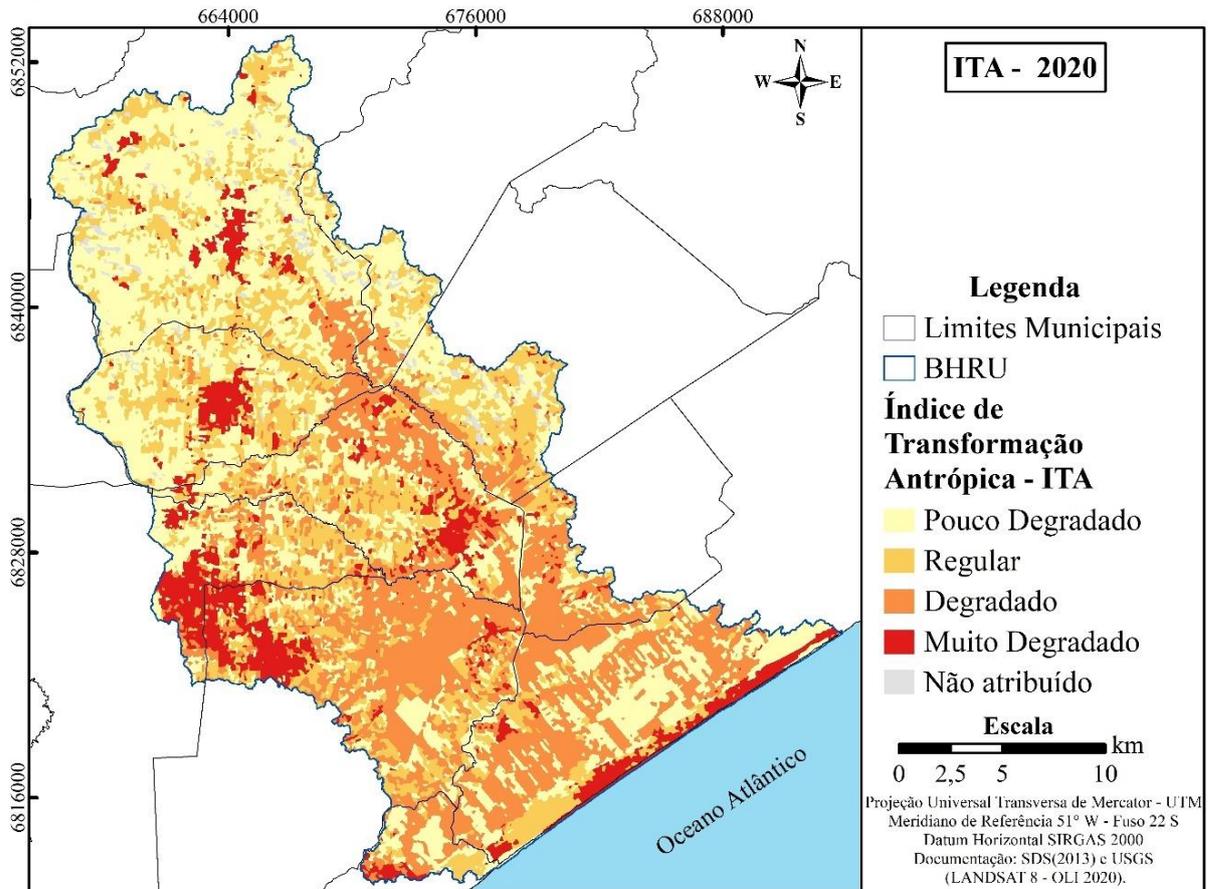
Tabela 17 - Resultado do ITA (2020)

Classe	ITA
Agricultura	1,66
Dunas	0,02
Extração Mineral	0,03
Massa d'Água	0,02
Mancha Urbana	0,68
Pastagens e Vegetação Rasteira	1,08
Sombra	0,00
Vegetação Arbórea e Arbustiva	0,45
Total	3,94

Fonte: Autora, 2021.

Para o ano de 2020 o ITA foi classificado como “Regular” com valor igual a 3,94. Na Figura 17, é possível observar a distribuição do ITA na BHRU (Tabela 18).

Figura 17 - Mapeamento de ITA para a BHRU (2020)



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 18 - ITA - 2020

ITA	Área (km ²) 2020	Área (%) 2020
Pouco Degradado	268,270	39,47
Regular	157,140	23,12
Degradado	184,521	27,15
Muito Degradado	61,348	9,02
Não atribuído	8,479	1,25
Total	679,758	100

Fonte: Autora, 2021.

O ITA classificado como “Muito Degradado” contempla as áreas de Mancha Urbana e Extração Mineral, “Degradado” as áreas de Agricultura, “Regular” as áreas de Pastagem e Vegetação Rasteira e “Pouco Degradado” as áreas de Dunas, Vegetação Arbórea e Arbustiva e Massa d’Água. Para a classe Sombra não foi atribuído peso de ITA que corresponde as áreas “Não Atribuído”.

O maior percentual de área da bacia é classificado como “Pouco Degradado” cerca de 39,47%, correspondente a classe de Pastagens e Vegetação Rasteira, Dunas e Massa d’Água,

seguidos da área de 27,15% correspondente a “Degradado”, que são as áreas de Agricultura com expansão em todo o território da bacia, caracterizando o uso intensivo do solo na região.

Ainda cerca de 23,12% correspondem a “Regular” e 9,02% “Muito Degradado” justificado pelo aumento da expansão da classe de Mancha Urbanas na BHRU e por fim 1,25% das áreas de Sombra que não apresentam peso atribuído.

5.2 COBERTURA E USO DA TERRA DOS ANOS DE 1986, 2005 E 2020

Os dados aqui apresentados serão analisados de forma conjunta levando em consideração as classes de uso e cobertura da terra identificados na BHRU, (Figura 18). As Tabelas 19 e 20 exibem os resultados das classes temáticas para cada ano em estudo.

Tabela 19 - Mensuração das Classes de Cobertura e Uso da Terra da BHRU

Classe	Área	Área	Área	Área	Área	Área
	(km ²) 1986	(%) 1986	(km ²) 2005	(%) 2005	(km ²) 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	679,757		679,757		679,757	

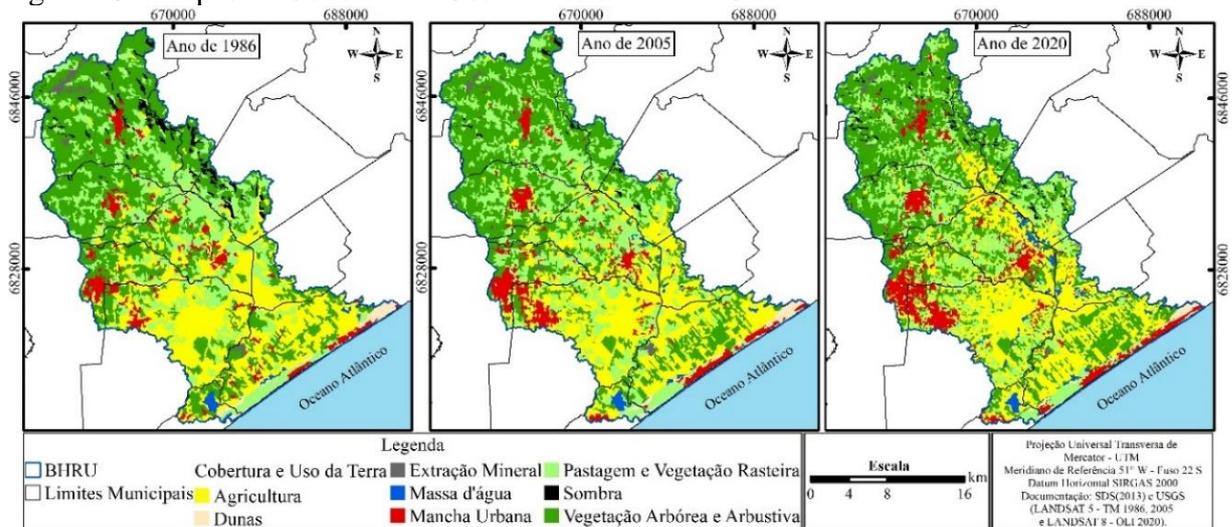
Fonte: Autora, 2021.

Tabela 20 - Perdas e Ganhos entre as Classes de Cobertura e Uso da Terra da BHRU

Classe	Perdas e Ganhos		Perdas e Ganhos		Perdas e Ganhos	
	1986 - 2005	%	2005 - 2020	%	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: Autora, 2021.

Figura 18 - Mapas de Cobertura e Uso da Terra da BHRU



Fonte: Autora, 2021.

I - Agricultura

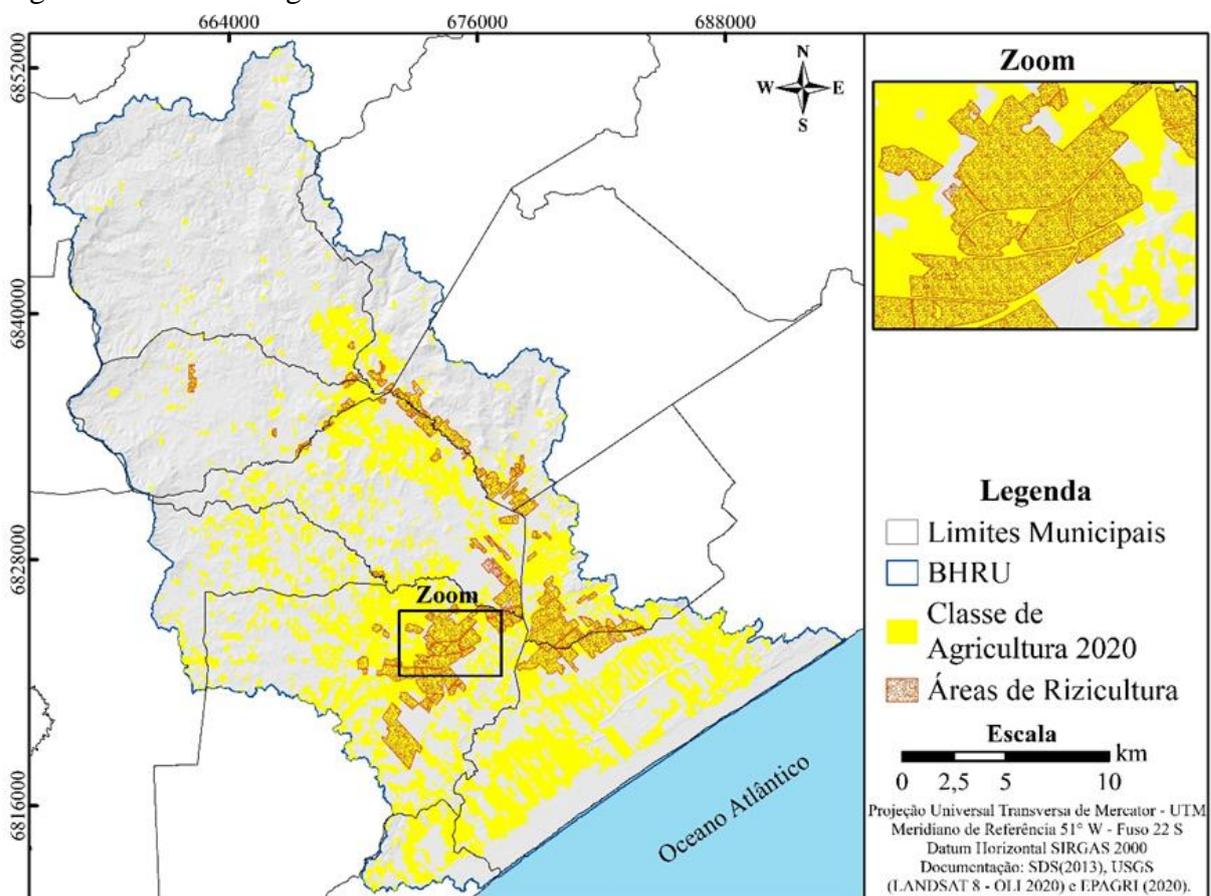
Ao longo dos anos analisados, a classe Agricultura sempre ocupou partes significativas da BHRU. No ano de 1986, esta classe representava 26,96% (183,234 km²) do território, reduzindo para 26,27% (178,539 km²) em 2005 e apresentando um pequeno aumento em 2020, chegando a 27,16% (184,521 km²).

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 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, a área do cultivo deste cereal na BHRU passou dos 33 km², conforme Figura 19 (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.

Figura 19 - Área de Agricultura e Rizicultura na BHRU



Fonte: Autora, 2021.

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 19. 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 20 - Áreas de rizicultura em municípios da BHRU



Legenda: figura A, 04/2021 (município de Jaguaruna), figura B (município Jaguaruna) e C 04/2021, (município de Jaguaruna) figura D, 04/2021 (no município de Jaguaruna).
Fonte: Autora, 2021.

Entre os impactos do cultivo de arroz irrigado está no 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.

II – 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 de 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, assim 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 hidrogeologia.

Conforme resolução CONAMA 303/2002 publicada maio de 2002, em seu Art.2º, inciso X, as dunas são consideradas Áreas de Preservação Permanente – APP. Entretanto com 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).

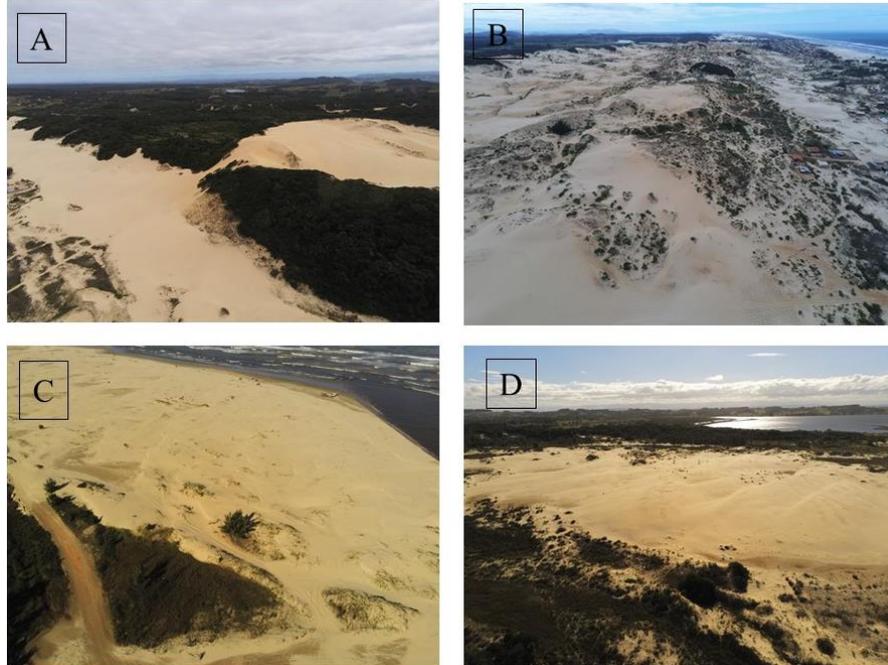
As dunas enquadram-se seguindo o texto da Lei Federal em APP, devendo de fato receberem a proteção adequada. Assim, orienta-se que o CONAMA edite uma nova resolução que resguarde as proteções das dunas. Uma alternativa para seguridade e proteção desse ecossistema é a promulgação de leis estaduais e municipais,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

A Lei nº. 12.651/2012 ainda abrange as restingas⁶, como APPs, englobando em alguns casos as áreas de dunas, estabelecendo a proteção ambiental sobre elas (CONAMA, 2002; BRASIL, 2012). Assim, no que tange a conservação dos ecossistemas de dunas e restingas (Figura 21), salienta-se a importância de práticas eficientes para a sua proteção, como

⁶ 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).

a criação de políticas públicas e unidades de conservação, proibindo ou restringindo ocupações humanas.

Figura 21 - Área de Dunas no litoral da BHRU



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

Fonte: Autora, 2021

Essa classe apresenta além de dunas, as faixas de areia. As dunas sofrem influência das correntes marítimas e pelo fluxo diário das marés, sendo que esses fatores aliados a 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 as dunas (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, permite o avanço do mar sobre as cidades litorâneas (Figura 22).

Figura 22 - 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 a 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 23) (CRISTIANO, 2018).

Figura 23 - Ocupação urbana na bacia e interferência de veículos (*offroad*)



Legenda: figura A, 04/2021 (município de Jaguaruna), figuras B (município Jaguaruna) e C 04/2021, (município de Jaguaruna) e figura D, 04/2021 (no município Jaguaruna/ Morro do Macaco).
Fonte: Autora, 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 que houve a redução das Dunas nos 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.

III - Extração Mineral

A classe de “Extração Mineral” corresponde as 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.

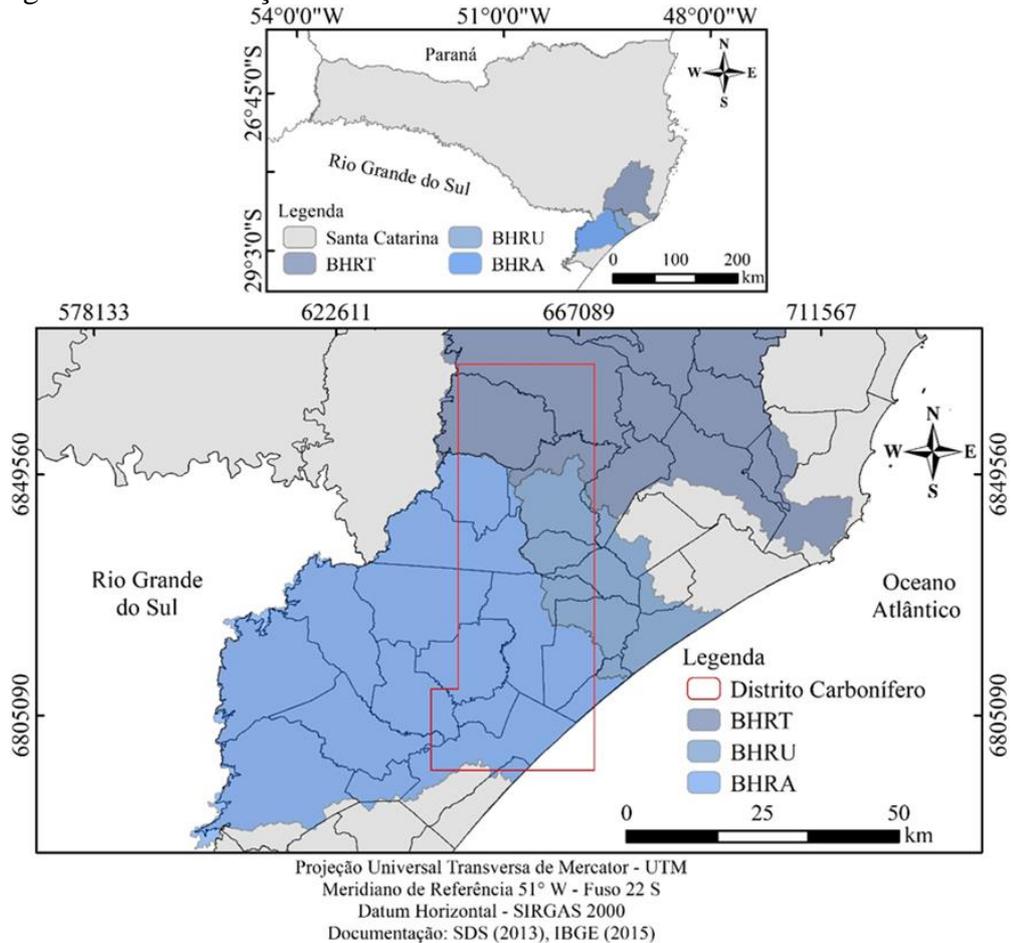
Essa classe apresentou em 1986 uma área de 6,556 km², reduzindo para 3,558 km² em 2005, seguindo a tendência de redução no ano de 2020, chegando a 2,242 km², ocupando cerca de 0,33% do território da BHRU. Entre os anos de 1986 e 2020 essa área teve uma redução de 4,313 km².

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 (1930-1945) (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 as maiores 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 24). Além da BHRU, fazem parte do Distrito Carbonífero, as bacias hidrográficas do Rio Tubarão e do Araranguá.

Figura 24 - Localização do Distrito Carbonífero de Santa Catarina



Fonte: Autora, 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 estéril do solo até atingir a camada de carvão, com o auxílio de máquinas de grande porte do tipo *dragline*, conhecida como 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 14º área mais crítica nacional 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 25 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 25 - Áreas de Mineração e Depósito de Rejeito



Fonte: figura A, 04/2021 (área de extração mineira areia no município de Jaguaruna), figuras B, C e D. 04/2021 (área de extração mineira depósito de rejeito de carvão o município de Urussanga, distrito rio carvão alto)
Fonte: Autora, 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 25 - A. 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.

IV – Massa da Água

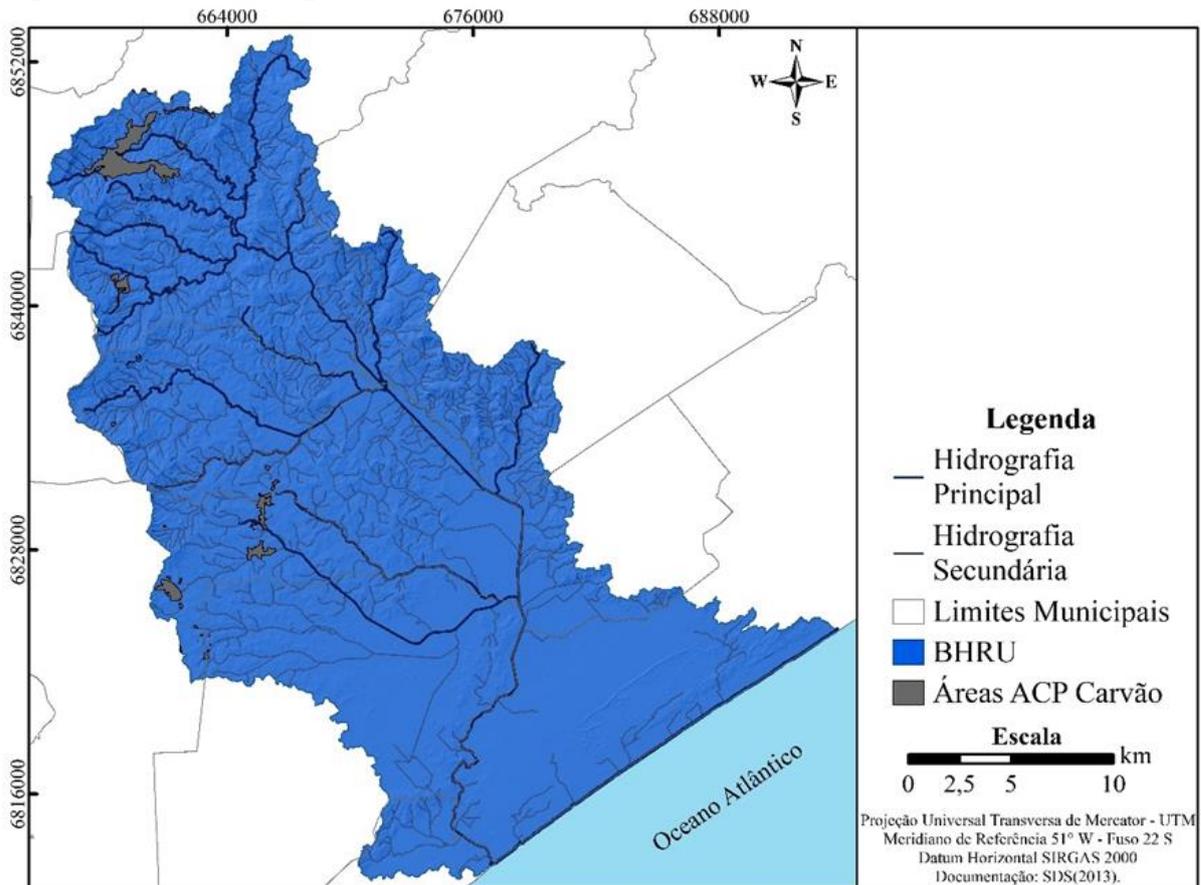
A classe massa da água identificada na bacia engloba áreas que apresentam corpos hídricos, sejam estes artificiais ou naturais (rios, represas, açudes, lagoas, reservatórios destinados a irrigação).

A BHRU apresenta 1158 km de cursos d’águas 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 Torrens, 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 26). Por esta razão, podem apresentar contaminações resultantes da extração de carvão mineral.

Figura 26 - Rede Hidrográfica da BHRU



Fonte: Autora, 2021.

É importante ressaltar que assim como os recursos superficiais encontram-se comprometidos, pelas diferentes fontes de poluição, os subterrâneos são poucos explorados e apresentam-se vulneráveis a 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 a análises desta classe restringem-se a valores quantitativos de área, não a valores qualitativos, quanto a qualidade dos recursos hídricos. Sobre este último, há outros trabalhos de cunhos científicos realizados na bacia, que trazem aspectos de qualidade de seus recursos hídricos, 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; BURGUEÑO *et al.*, 2013). O ITA para esta classe foi classificado em “Pouco Degradado” com valor igual 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 de “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 do principal rio Urussanga e áreas de arroz irrigado com canchas alagadas (Figura 27).

Figura 27 - Massas da Água na BHRU



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

Fonte: Autora, 2021.

As lagoas inseridas na bacia vêm sofrendo pressões antrópicas ao longo dos anos, principalmente por ocupações irregulares e conseqüentemente 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.

V – Mancha Urbana

A Mancha Urbana é caracterizada por manchas de redes e elementos urbanos, como construções, sistemas viários, terrenos, edificações, que representam uma cidade (BHERING, 2019). 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. 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 21).

Tabela 21- Crescimento Populacional das Cidades que Constituem a BHRU

Ano Município	1970		1980		1991		2000		2010	
	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural
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 a 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 entre 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).

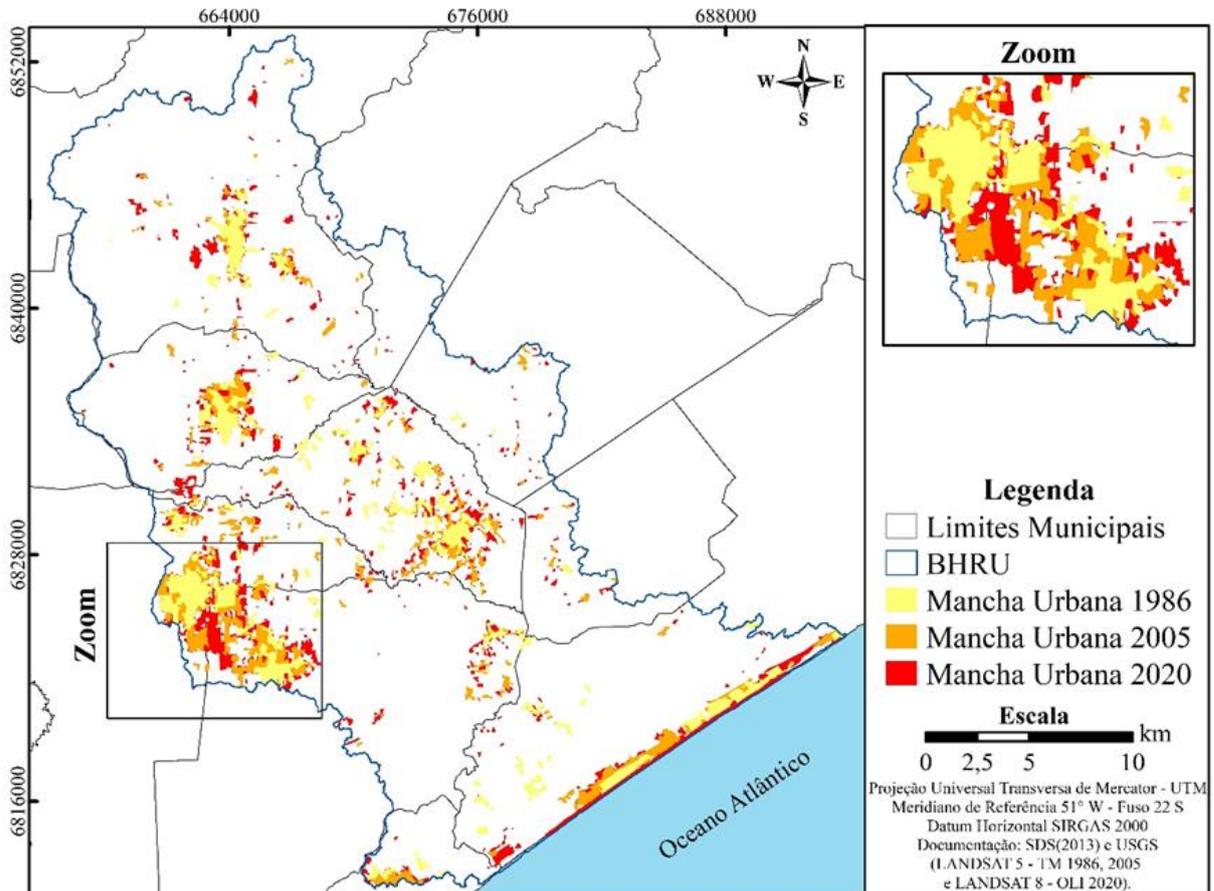
As maiores concentrações da Mancha Urbana estão inseridas na parte oeste da bacia, compreendendo os municípios de Cocal do Sul, Criciúma e Içara. Destes, Criciúma assume maior importância na hierarquia urbana estadual, sendo considerada capital regional (SANTOS, 2021), atraindo investimentos e população, por conta de toda sua dinâmica econômica (DE LUCCA, 2015).

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 conurbadas⁷. Na BHRU, Criciúma compõe uma mancha conurbada com a cidade de Içara (Figura 28) (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

⁷ 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.

Figura 28 - Sobreposição das Manchas Urbanas (1986, 2005 e 2020)



Fonte: Autora, 2021.

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 inundações (BORGES, 2013). Jaguaruna, Morro da Fumaça, Criciúma e Içara, apresentam Manchas Urbanas inseridas em áreas com alta suscetibilidade à inundações na BHRU (CURY *et al.*, 2021). Esses municípios emitiram entre os anos de 1998 e 2017, 56 decretos associados à eventos hidrológicos, como inundações, 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 possuem 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 29 as áreas de Mancha Urbana dentro da BHRU.

Figura 29 - Mancha Urbana na BHRU



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

Fonte: Autora, 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.

VI – Pastagem e Vegetação Rasteira

A classe Pastagem e Vegetação Rasteira estendesse 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 a 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 conseqüentemente 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, a maior 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 30), indicam que as pastagens se expandiram por todo território, em contrastes com outros usos identificados dentro da bacia.

Figura 30 - Pastagem e Vegetação Rasteira na BHRU



Legenda: figura A, 04/2021 (município de Jaguaruna), figura B (município Jaguaruna) e C 04/2021, (município de Treze de Maio) figura D, 04/2021(município de Urussanga).
Fonte: Autora, 2021.

Conforme trabalho de campo, pode-se observar na Figura 29 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 próximo 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 de igual 4,67, demonstrando as pressões antrópicas sobre este espaço das atividades agropecuárias sobre essas áreas, além disso ao 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).

VII – 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 foi 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 31 as fotografias tomadas no trabalho de campo para ilustrar esta classe.

Figura 31 - Áreas de Sombra na BHRU, município de Urussanga



Fonte: Autora, 2021.

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

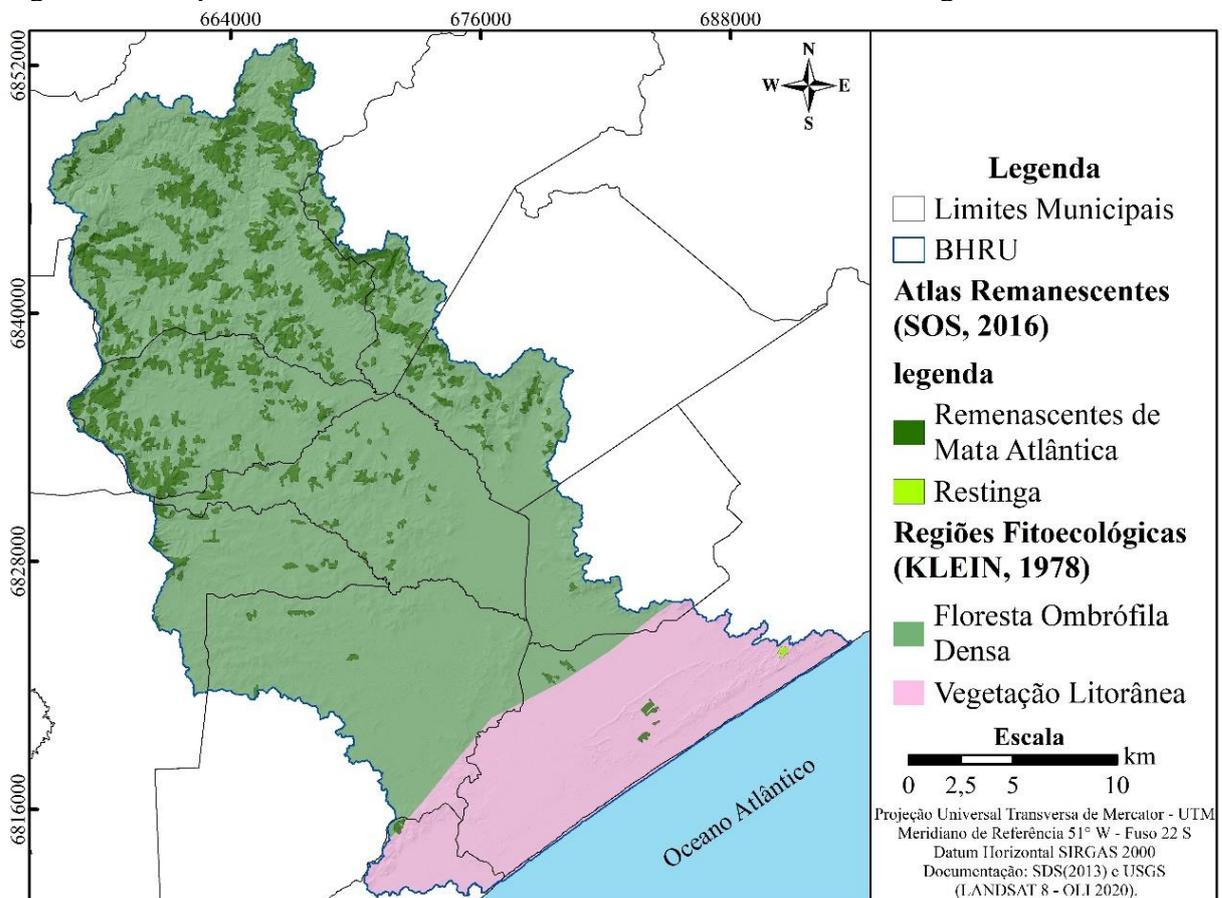
VIII - Vegetação Arbórea e Arbustiva

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 32).

Figura 32 - Mapeamento de Remanescentes de Mata e Atlântica e Restinga



Fonte: Autora, 2021.

Esse bioma sofreu forte pressão antrópica desde a colonização, passando pelos ciclos econômicos até os dias de hoje com a expansão urbana e da agropecuária, atividades que proporcionaram a 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, são associadas às dunas e planícies costeiras (ELIAS *et al.*, 2016).

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 Antropizadas⁸. Seabra e Cruz (2013) também

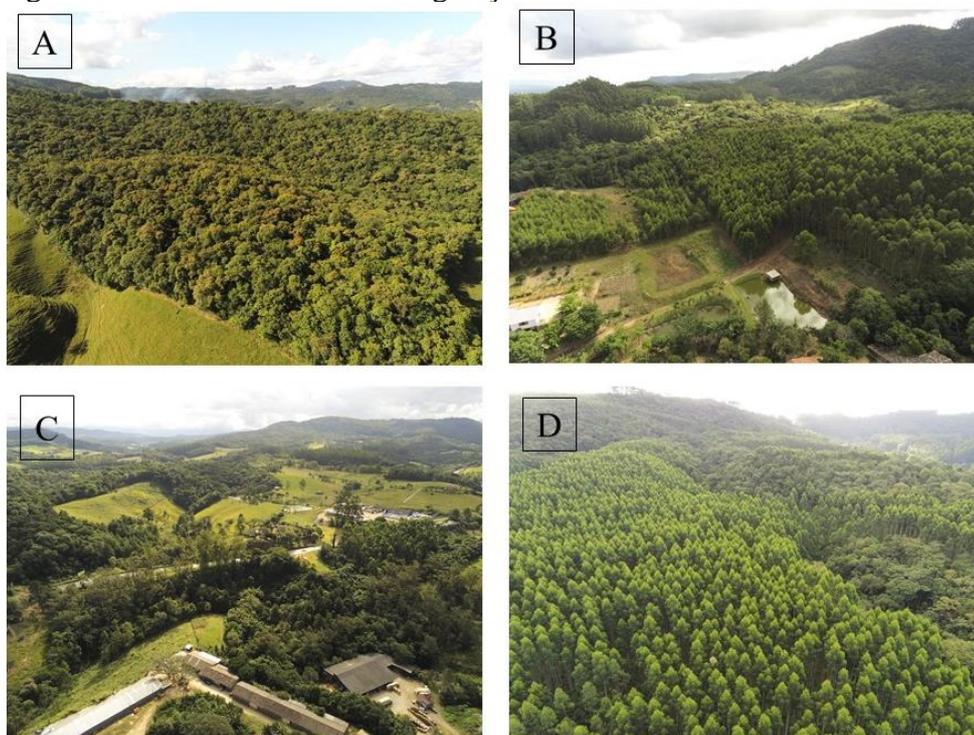
⁸ Dias (2018) considerou que as Áreas Antropizadas eram áreas agricultáveis e de pecuária, bem como os vazios urbanos.

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 33).

Figura 33 - Áreas de classe de Vegetação Arbórea e Arbustiva - BHRU



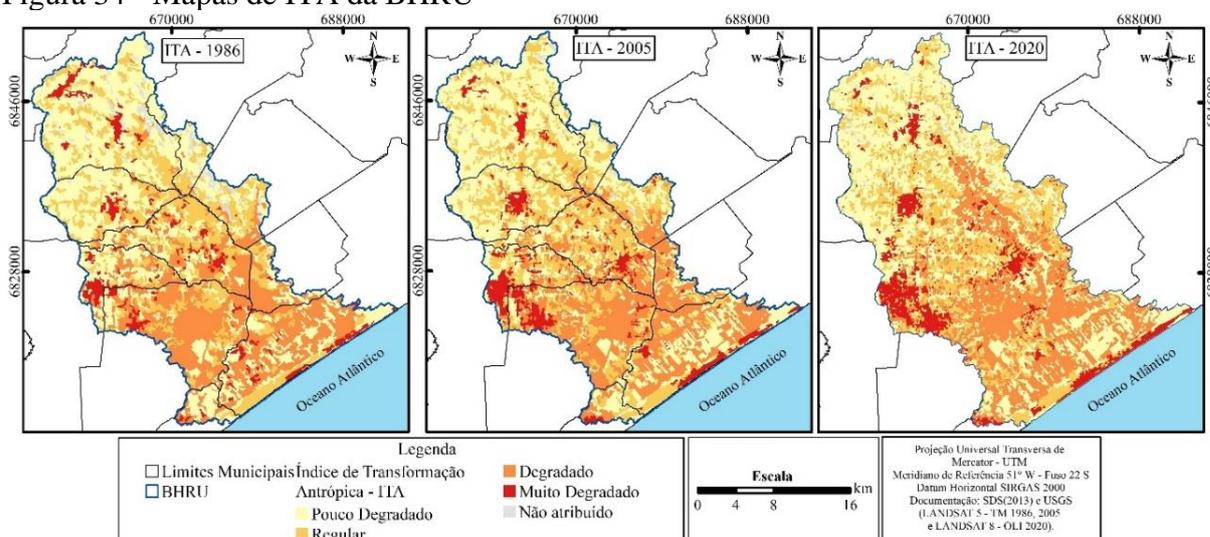
Legenda: figura A, 04/2021 (município de Urussanga), figura B (município Treze de Maio) e C 04/2021, (município de Treze de Maio) figura D, 04/2021(Município de Urussanga).
Fonte: Autora, 2021.

Conforme pesquisa de campo que a regeneração observada no mapeamento de cobertura e uso da terra, está relacionado 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. Ressalta-se a importância do manejo e monitoramento destas áreas e estudos com imagens contento maior resolução espectral, para diferenciação desta vegetação inserida na bacia.

5.4 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 34). A Tabela 22 exhibe os resultados do ITA para cada ano.

Figura 34 - Mapas de ITA da BHRU



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 22 - Índice de Áreas de ITA

ITA	Área (km ²) 1986	Área (%) 1986	Área (km ²) 2005	Área (%) 2005	Área (km ²) 2020	Área (%) 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	679,757		679,759		679,758	

Fonte: Autora, 2021.

A Tabela 23 comprova os resultados obtidos do ITA, para as três datas, foi classificado como “Regular” (2,5 – 5) em todos os períodos.

Tabela 23 - 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: Autora, 2021.

Com base nos trabalhos de Cruz (1984), Gouveia, Galvanin e Neves (2013) e Silva *et al.* (2019) que 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 as 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 o 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, 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 a 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 a 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 pertos 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 “Degradação” 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 atingida em pouco 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 e vice-versa. Para que a classe de Agricultura pudesse se expandir, outras classes foram suprimidas, desse modo 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, 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 as Dunas. As Dunas são áreas que sofrem com as pressões antrópicas constantes, como a especulação imobiliária e ocupação desordenada. A preservação delas pode ocorrer por meio de planos e programas ambientais eficientes, ao uso correto e manejo desses ambientes costeiros.

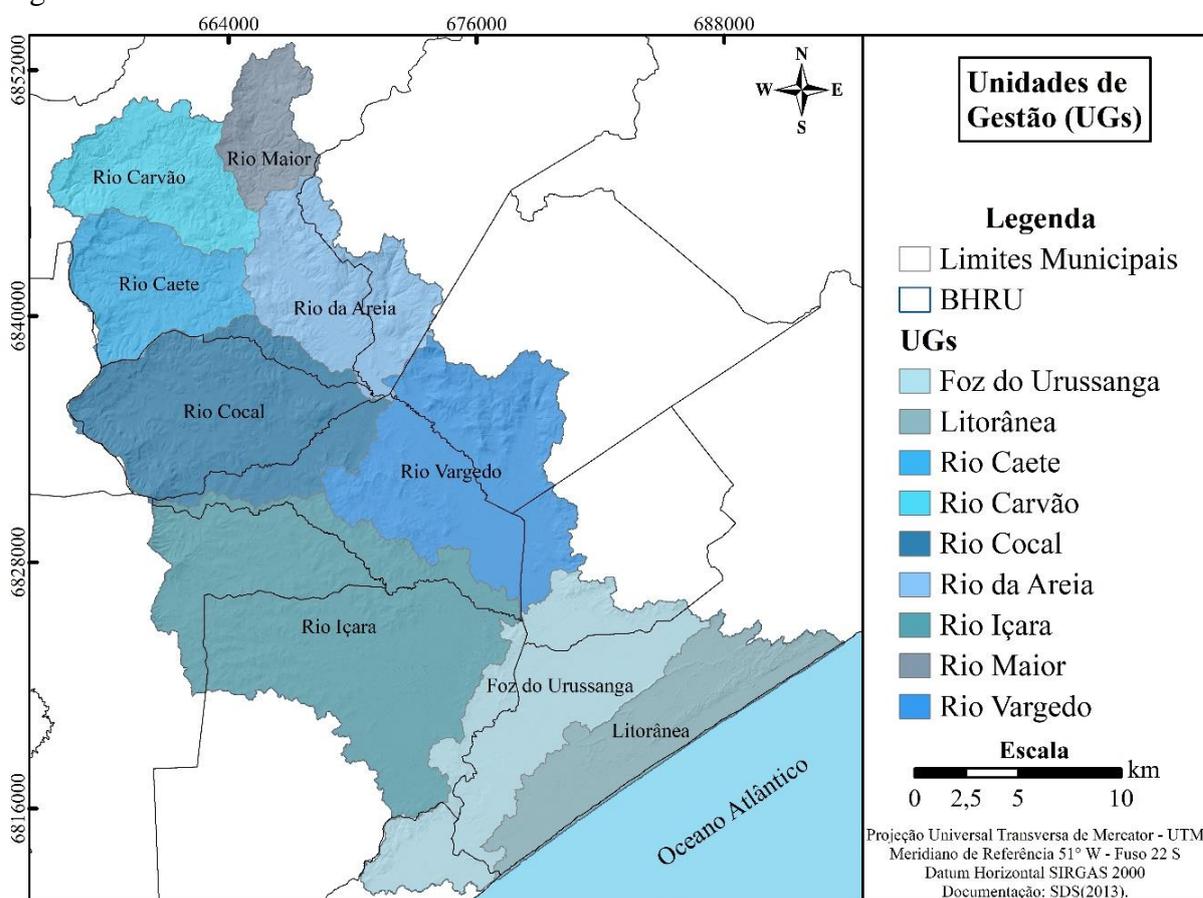
Em relação as classes de Massa da Água (1,67) e Vegetação Arbórea e Arbustiva (1,22), apresentaram valores de ITA baixo, visto que é de conhecimento que são áreas que sofrem com as interferências antrópicas, porém não é possível por meio da metodologia utilizada no mapeamento de cobertura e uso da terra 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.

5.5 UNIDADES DE GESTÃO INTEGRADO AO MAPEAMENTO DA COBERTURA E USO DA TERRA E ITA

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, tornando-se mais fácil a tomada de decisão (CARVALHO, 2020). Desse modo, neste item, pretende-se apresentar os resultados obtidos de forma individual para as nove UGs pertencente a BHRU (Figura 35).

Figura 35 - Unidades de Gestão da BHRU

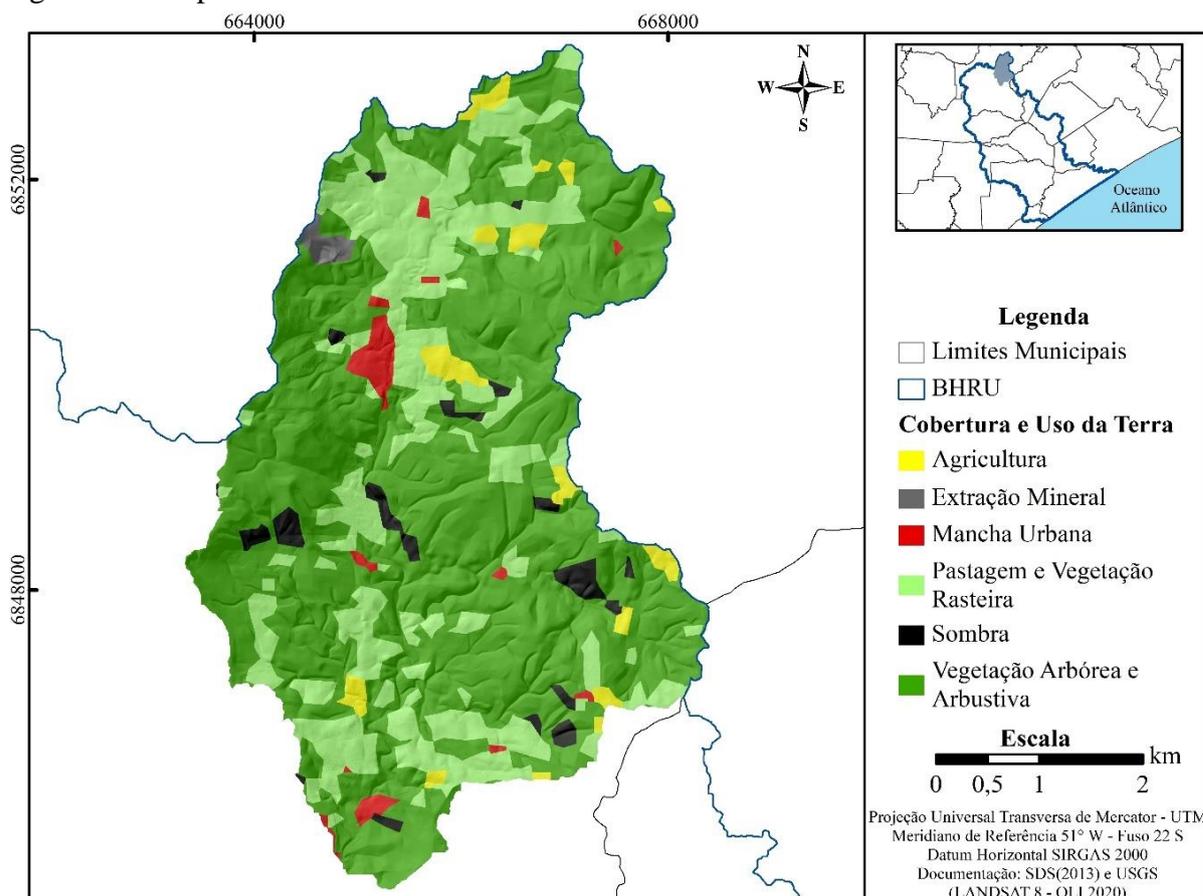


Fonte: Autora, 2021.

I - UG 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 36 e a Tabela 24 apresentam os resultados do mapeamento e a mensuração das classes de cobertura e uso da terra.

Figura 36 - Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra da UG Rio Maior



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 24 - Mensuração das Classes de Cobertura e Uso da Terra da 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: Autora, 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.

Dentro da UG do Rio Maior há duas áreas de atividades de exploração mineral 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 desordenada 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 um projeto de Lei municipal nº. 1.655/1998 a Área de Preservação Ambiental (APA) do Rio Maior. Considerada conforme lei como unidade de conservação de uso sustentável visando o desenvolvimento e a proteção e conservação do seu território.

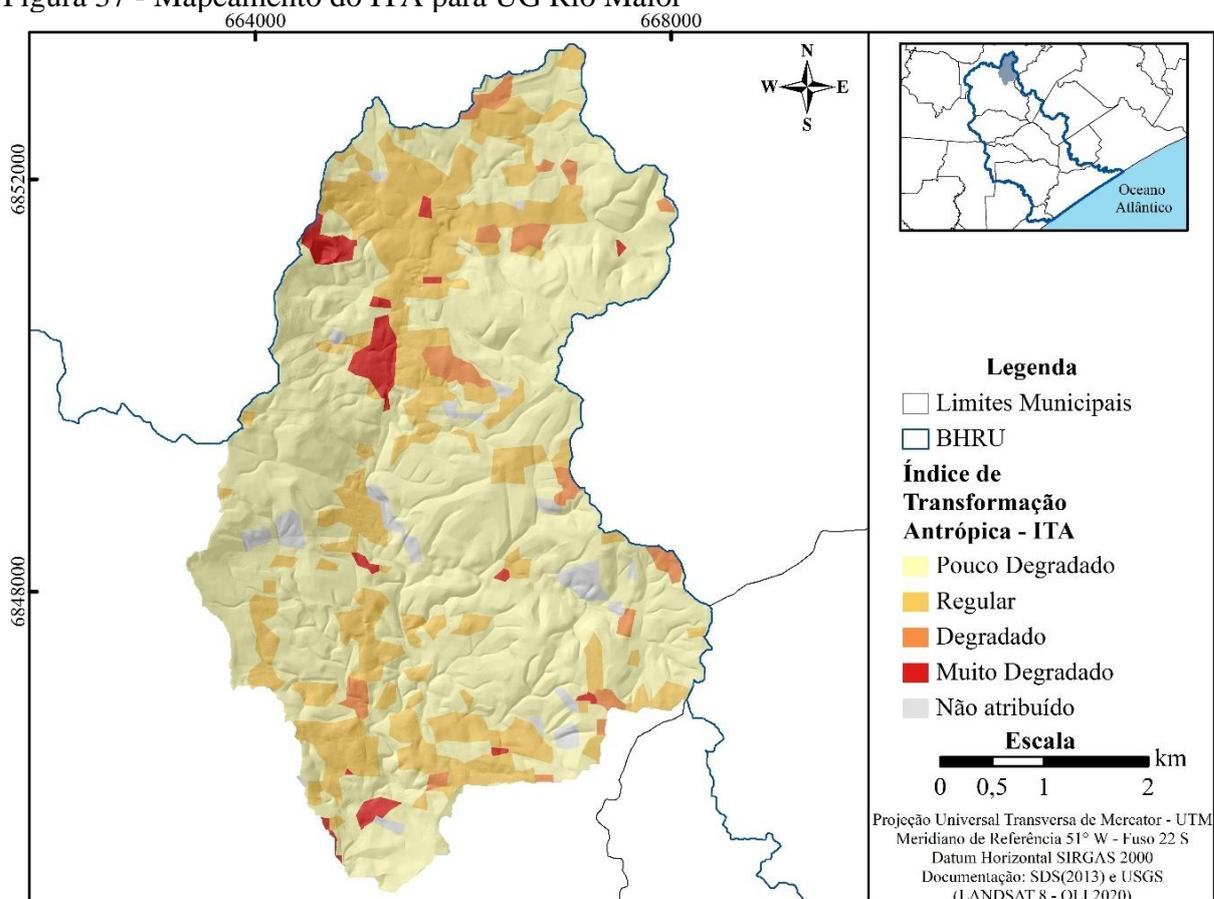
Os principais impactos ambientais presentes nesta UG estão relacionados as a ocupação desordenada, o descarte incorreto de resíduos sólidos e assoreamento dos cursos hídricos. Ladwig *et al.* (2017) ressalta que os impactos estão relacionados à questão da ocupação desordenada das margens do rio e das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

O trabalho de Sutil (2018), apresenta um diagnóstico socioambiental da APA. E, 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 apesar de 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 37 a seguir é apresentado o mapeamento e na Tabela 25 os resultados do ITA para a Unidade de Gestão Rio Maior.

Figura 37 - Mapeamento do ITA para UG Rio Maior



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 25 - Área de ITA da 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: Autora, 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.

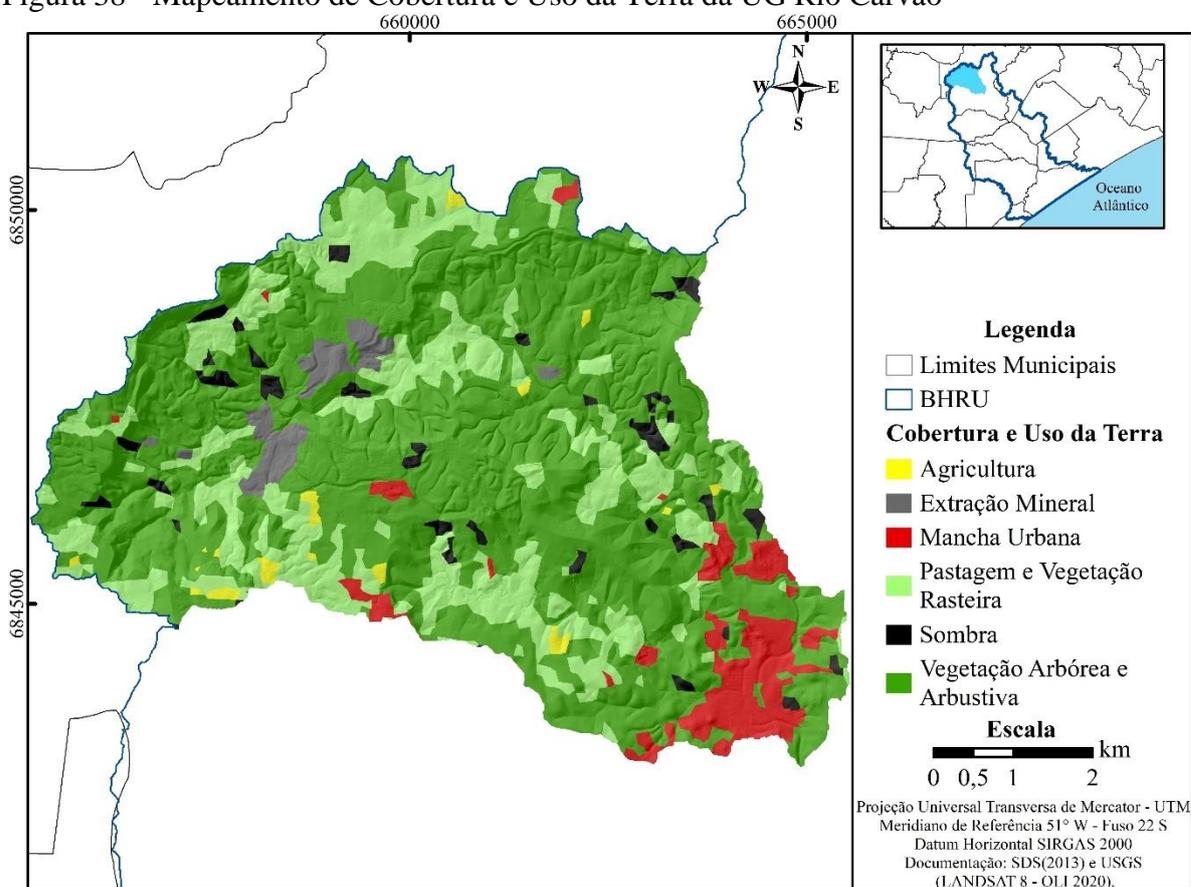
Isso se justifica por apresentar uma Área de Proteção Ambiental – APA do Rio Maior, definida pela Lei Municipal nº. 1.665/1998, com o intuito de garantir a conservação garantir a conservação de expressivos remanescentes de mata aluvial e dos recursos hídricos ali existentes. Vale ressaltar que apesar 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 - UG Rio Carvão

A UG Rio Carvão assim como a UG e Rio Maior está inserida no município de Urussanga apresenta uma área de 46,548 km² cerca de 6,85% da ocupação total o território da BHRU. A Figura 38 e a Tabela 26 expressam os resultados do mapeamento e a mensuração das classes de cobertura e uso da terra.

Figura 38 - Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra da UG Rio Carvão



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 26 - Mensuração das Classes de Cobertura e Uso da Terra da 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: Autora, 2021.

Na paisagem da UG Rio Carvão há predominância da classe Vegetação Arbórea e Arbustiva 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 prática de pequenas atividades agropecuárias agricultura familiar de subsistência (SCUSSEL, 2018), justificando assim a pequena classe de Agricultura cerca de 0,418 km² representa no mapeamento.

Essa bacia contempla uma área de exploração de carvão mineral, representada pela classe de Extração Mineral, essa atividade deixou fortes passivos ambientais nesta UG e na BHRU que impactaram tanto água, solo e no ar. As áreas impactadas são evidenciadas por meio de locais com carvão a céu aberto e cavas alagadas de drenagem ácida de mina (Figura 39).

Figura 39 - Cavas Alagadas - DAM



Fonte: Autora, 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 a 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 40) 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 40 - Rio Carvão



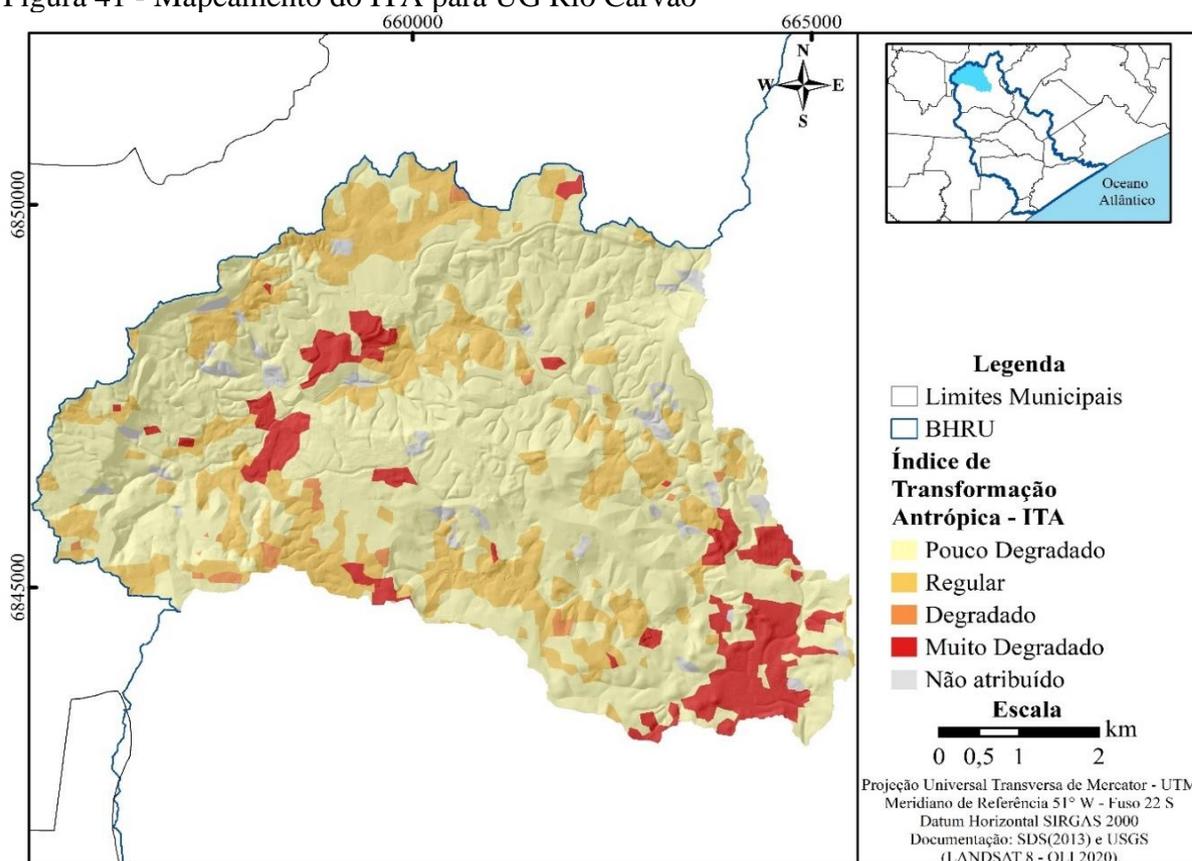
Legenda: figura A, 04/2021 (Rio Carvão), figura B (Confluência Rio Maior com Rio Cravão)
Fonte: Autora, 2021.

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 das da Classe de Extração Mineral em decorrência da Ação Civil Pública do Carvão que impôs a execução dos PRADs, muitos locais ainda estão na espera da recuperação ambiental.

Do olhar 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 41 a seguir é apresentado o mapeamento e a Tabela 27 com os resultados do ITA para a Unidade de Gestão Rio Carvão

Figura 41 - Mapeamento do ITA para UG Rio Carvão



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 27 - Área de ITA da UG Rio Carvão

Classificação	Área (km ²)	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: Autora, 2021.

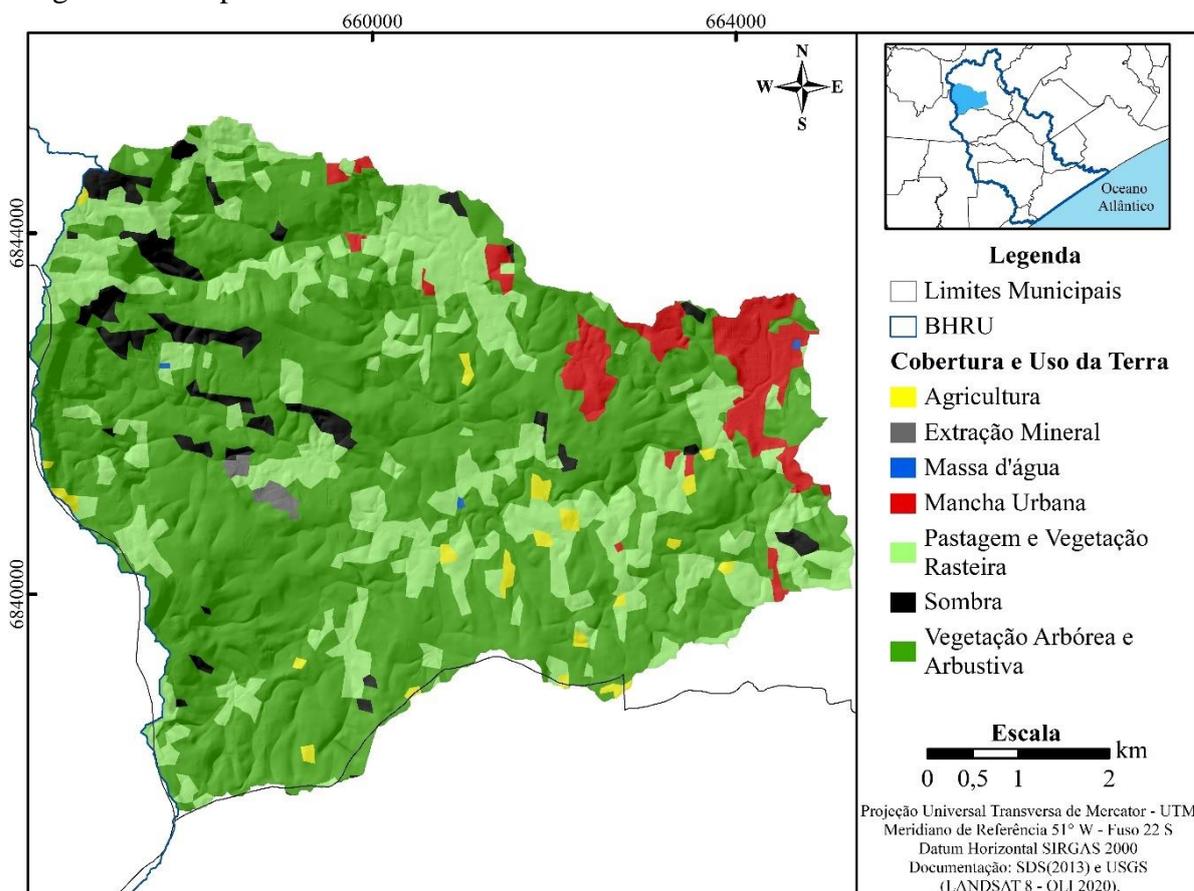
A classificação “Pouco Degradado” para essa UG apresenta 30,947 km² do total do seu território. É importante ressaltar que apesar de apresentar um peso de ITA baixo, recomenda-se uma análise mais criteriosa visto que o classificador se baseia nas áreas de cada classe de uso e cobertura da terra, para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

No tocante as 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 - UG Rio Caeté

Na Figura 42, Tabela 28 apresenta 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 42 - Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra da UG Caeté



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 28 - Mensuração das Classes de Cobertura e Uso da Terra da UG Rio Caeté

Classes	Área (km ²)	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

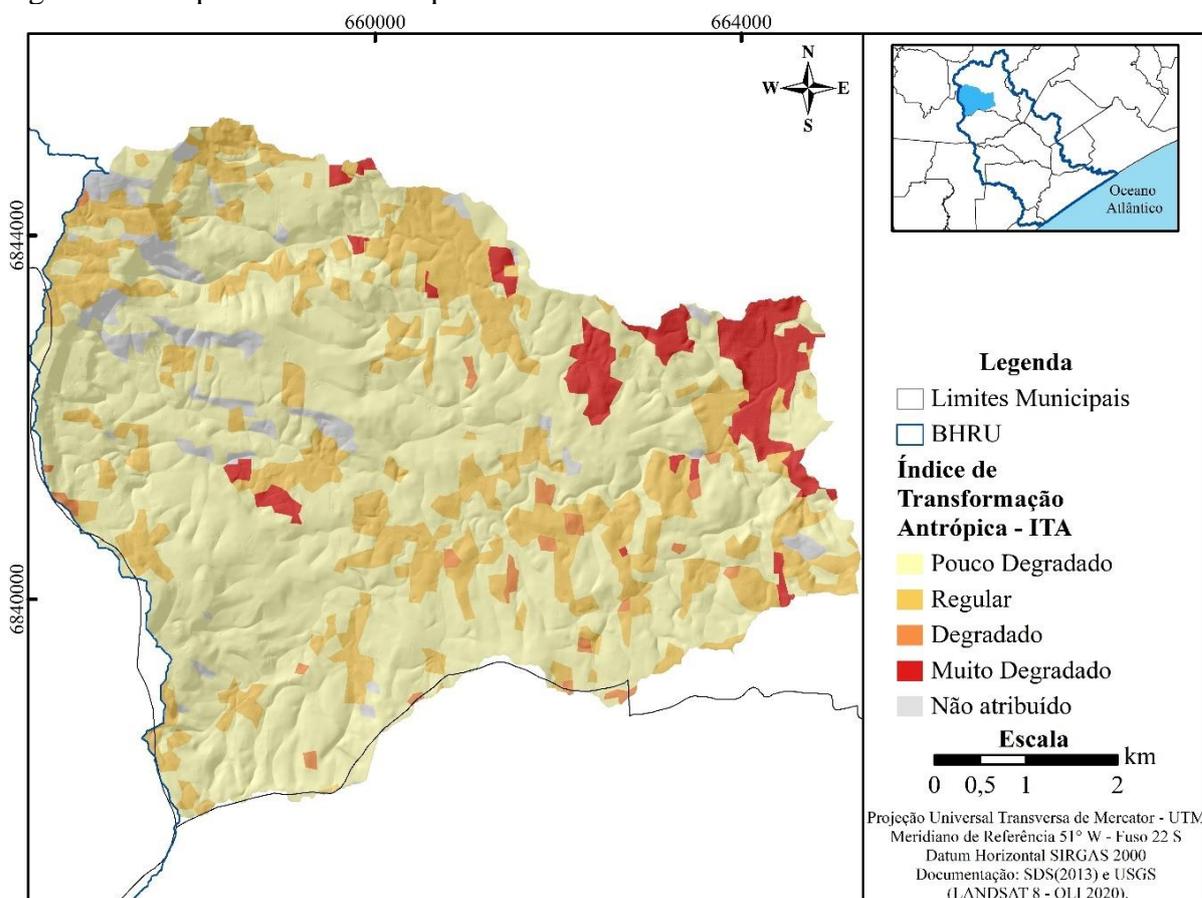
Fonte: Autora, 2021.

A UG Rio Caeté compreende uma área de 41,161 km², cerca de 6,06% do território da BHRU, é a segunda menor unidade em extensão territorial, apresentando áreas mais próximas as 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 cerca de 10,035 km², 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 está 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 43 apresenta a classificação temática do ITA para a UG do Rio Caeté. Na Tabela 29 os resultados.

Figura 43 - Mapeamento do ITA para UG Rio Caeté



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 29 - Área de ITA da UG Rio Caeté

Classificação	Área (km²)	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: Autora, 2021.

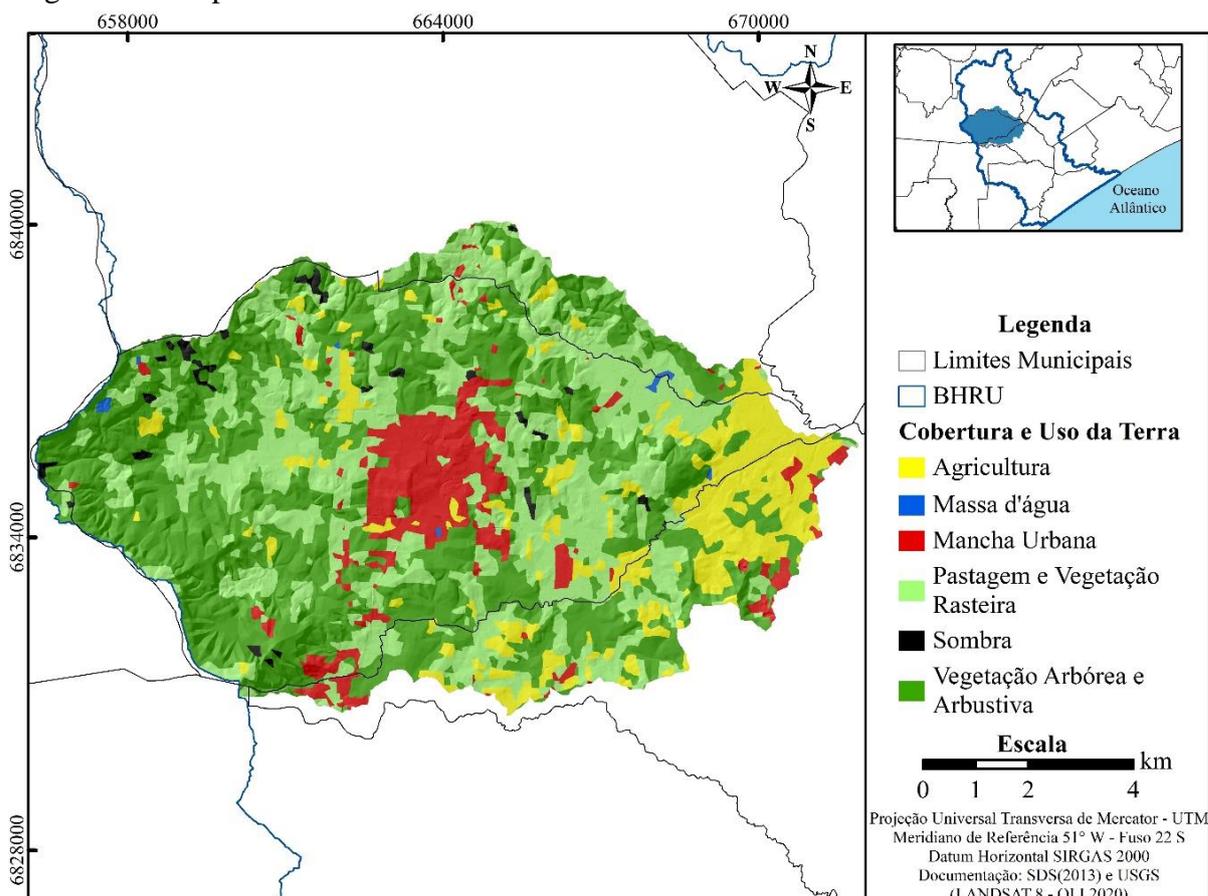
As áreas desta bacia apresentam valores bem similares entre as classificações “Pouco Degradado”, “Regular” e “Degradado”. No que tange as questões ambientais e modificações na paisagem das UG’s, esta é a unidade menos impactadas, assim como a UG do Rio Maior.

Em relação as 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 - UG Rio Cocal

A Figura 44 e a Tabela 30 apresentam o resultado do mapeamento e mensuração das classes de cobertura e uso da terra da UG Rio Cocal, ela abrange principalmente o município de Cocal do Sul e uma pequena porção dos municípios de Urussanga e Morro da Fumaça.

Figura 44 - Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra da UG Rio Cocal



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 30 - Mensuração das Classes de Cobertura e Uso da Terra da 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: Autora, 2021.

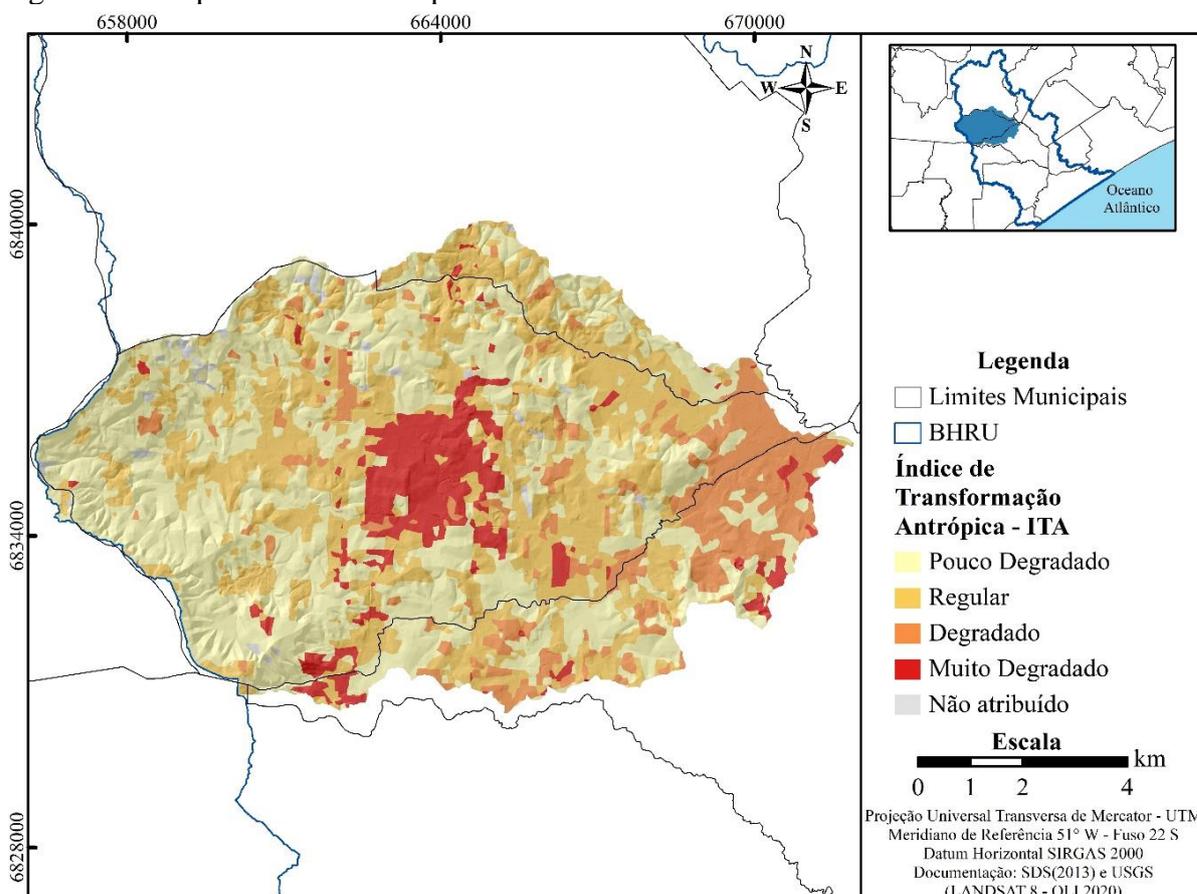
A UG do Rio Cocal apresenta maior percentual de áreas de Pastagens e Vegetação Rasteira 30,784 km², seguidos da Agricultura presente em maior quantidade na cidade de Morro

da Fumaça, expressas pelo cultivo de arroz 11,684 km² e cerca de 7,927 km² de Mancha Urbana representando o centro urbano de Cocal do Sul cerca de 12,32 % desta unidade.

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 45 e a Tabela 31 apresentam os resultados de ITA para a UG Rio Cocal.

Figura 45 - Mapeamento do ITA para UG Rio Cocal



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 31 - Área de ITA da 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: Autora, 2021.

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 a grande quantidade de áreas Pastagens e Vegetação Rasteira voltadas as atividades de pecuária, e as classes de Agricultura e Mancha Urbana.

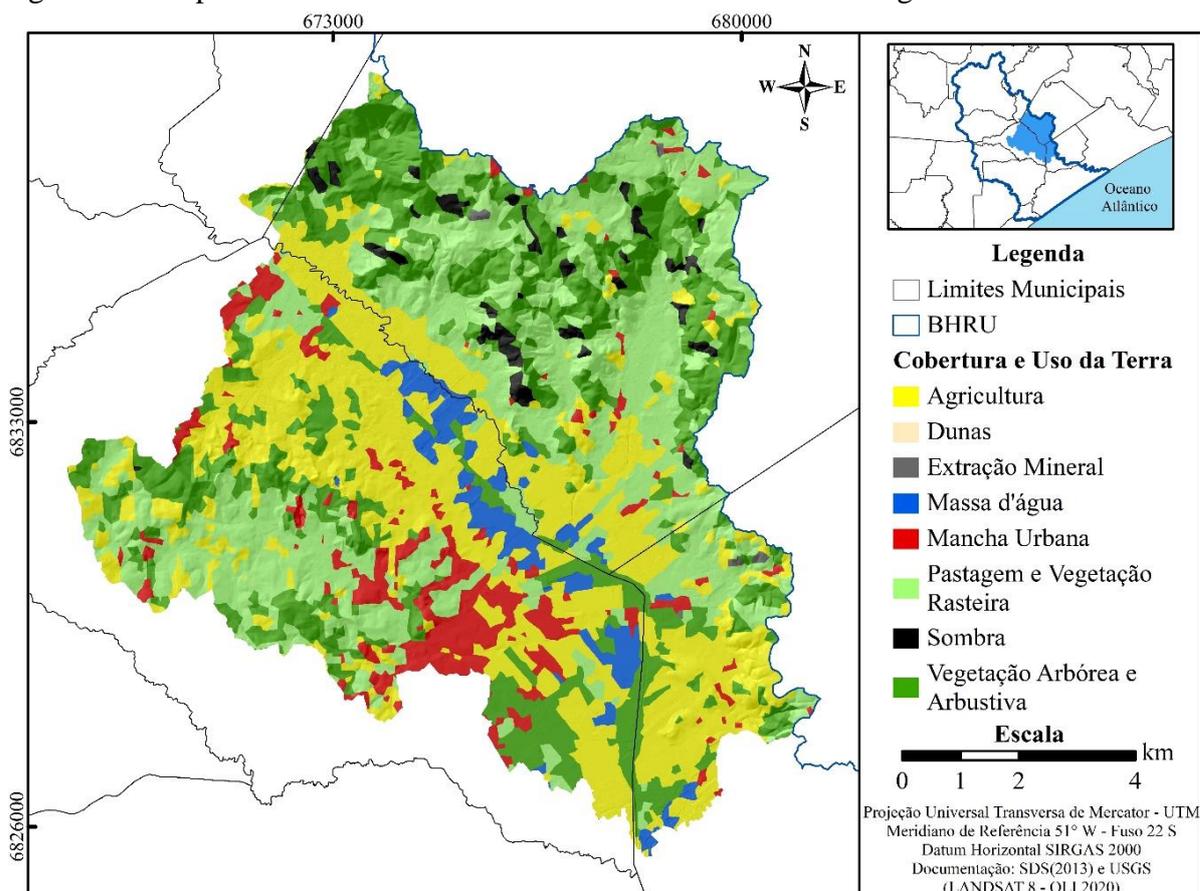
Nesta unidade encontra-se uma área de proteção ambiental a APA Cocal do Sul com extensão de 23,42 km², criada pela Lei Ordinária nº. 1407/2018, de 30 de maio de 2018, garantindo a proteção e conservação do meio bióticos, abióticos e culturais importantes para a qualidade de vida da população do município,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

Em relação as 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 – UG Rio Vargedo

A Figura 46 apresenta o mapeamento e na Tabela 32 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 46 - Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra da UG Rio Vargedo



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 32 - 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: Autora, 2021.

A UG Rio Vargedo se apresenta como a unidade onde os usos da terra são múltiplos, as áreas agricultáveis foram expandindo-se 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.

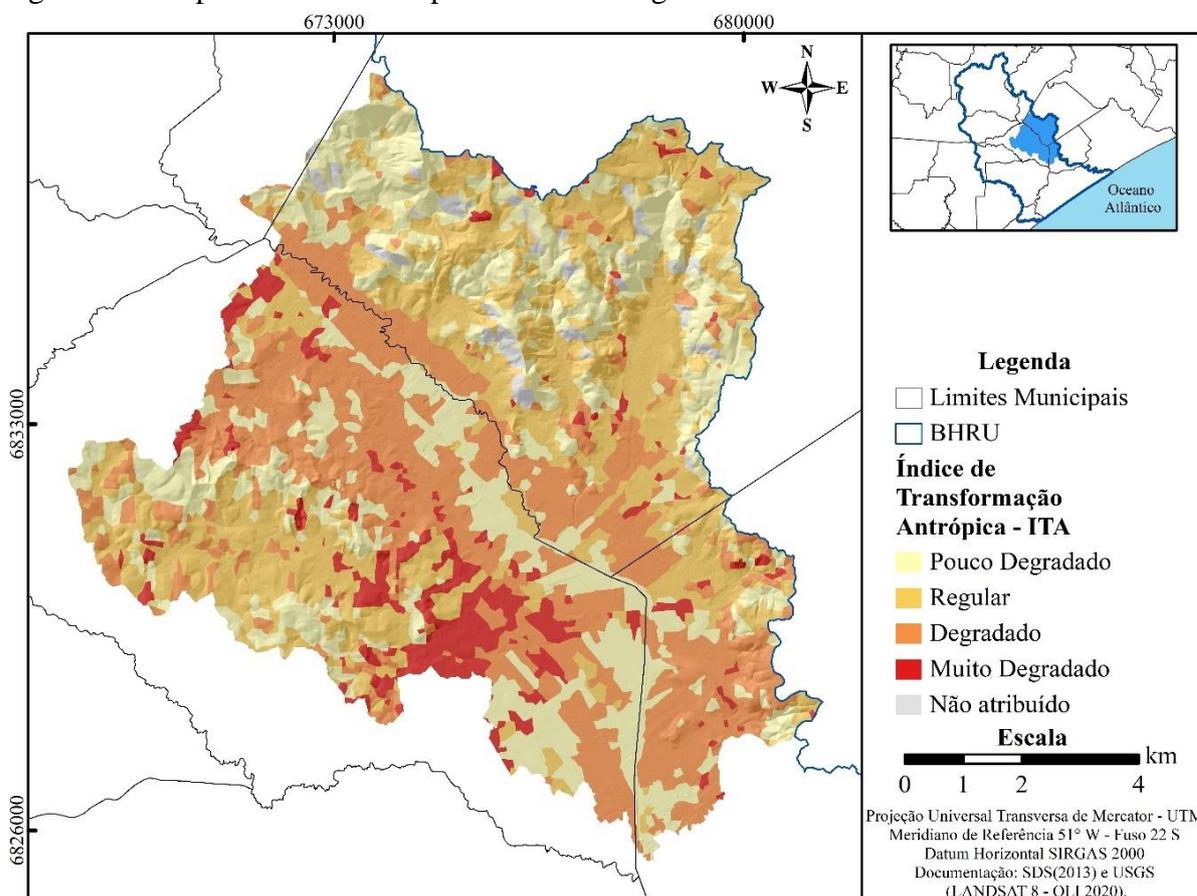
Os valores de áreas de Pastagens e Vegetação Rasteira (29,993 km²) e Agricultura (29,491 km²) são bem similares nesta UG seguidos da Vegetação Arbórea e Arbustiva 25,087 km² e Mancha Urbana 6,505 km². Outro fenômeno de destaque nesta UG é as áreas de representativas de Massa da Água 3,476 km².

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 próximos as áreas de agricultura.

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

A Figura 47 apresenta a classificação temática do ITA para a UG do Rio Vargedo e Tabela 33 os resultados.

Figura 47 - Mapeamento do ITA para UG Rio Vargedo



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 33 - Área de ITA da UG Rio Vargedo

Classes	Área (km²)	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

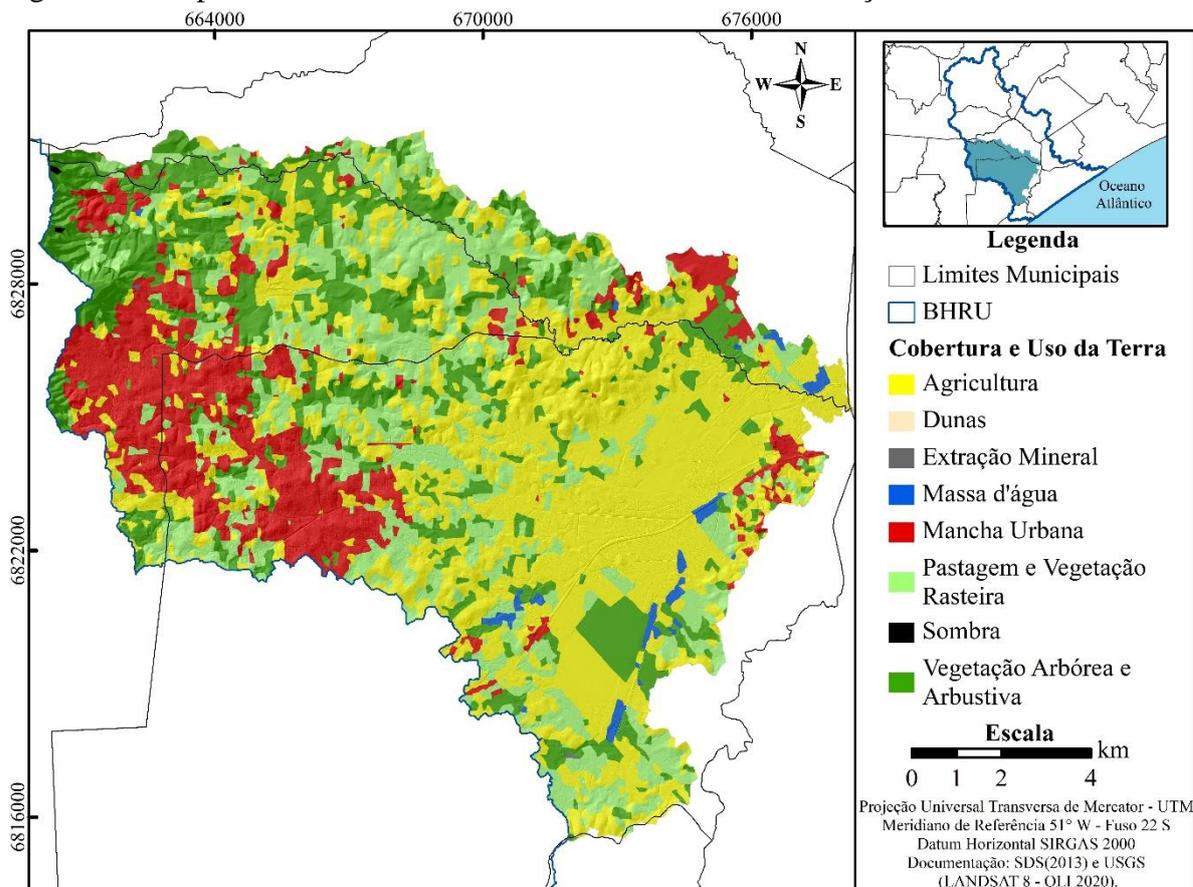
Fonte: Autora, 2021.

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 - UG Rio Içara

A UG denominada Rio Içara abrange os municípios de Içara, Criciúma e Morro da Fumaça apresenta uma área de 162,218 km² cerca de 23,86 % da ocupação total do território da BHRU. Na Figura 48 e na Tabela 34 são apresentados os resultados do mapeamento e a mensuração das classes de cobertura e uso da terra.

Figura 48 - Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra da UG Rio Içara



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 34 - Mensuração das Classes de Cobertura e Uso da Terra da UG Rio Içara

Classes	Área (km ²)	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: Autora, 2021.

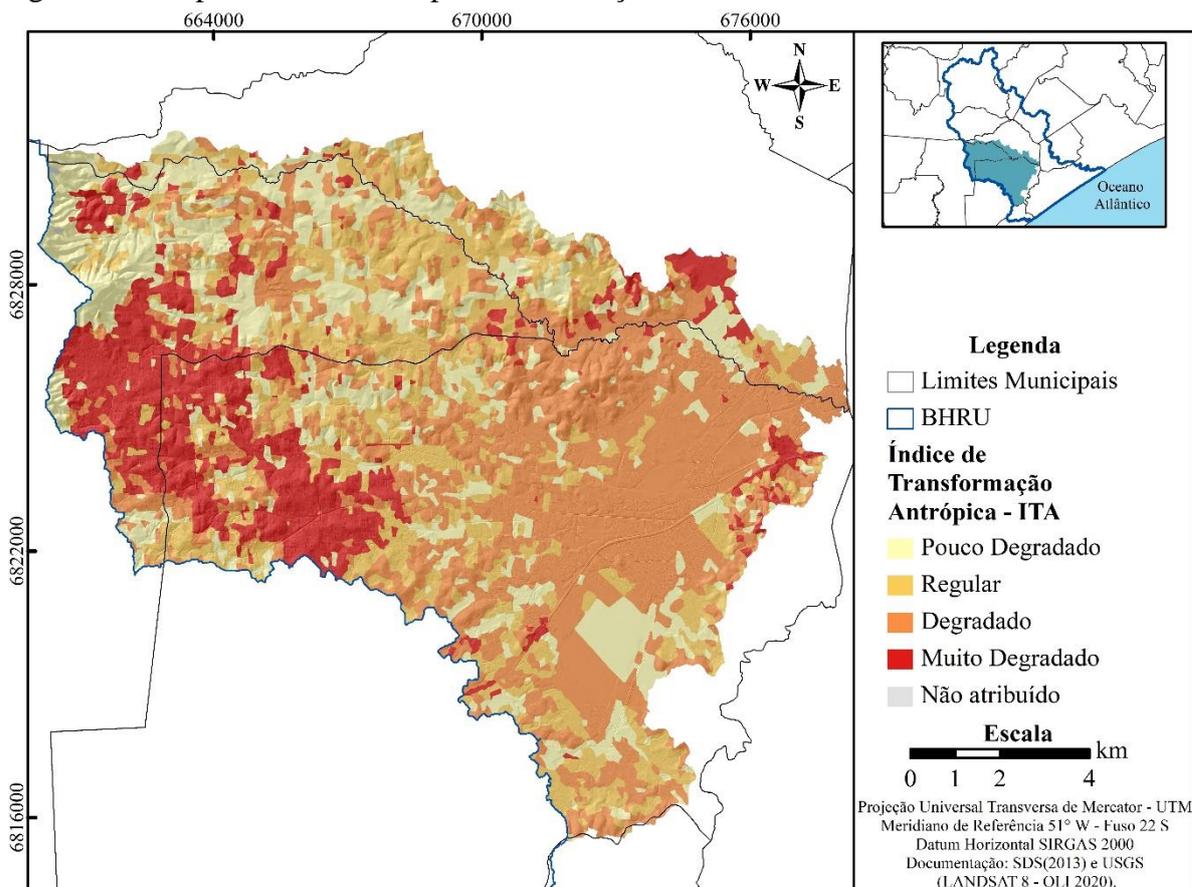
A UG do Rio Içara é a maior em extensão territorial, com características rurais e urbanas com predomínio da classe de Agricultura 64,423 km², Pastagem e Vegetação Rasteira 35,960 km² e Mancha Urbana 25,630 km².

As áreas de Agricultura dentro da unidade foram expandindo-se 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 cerca de 15,80% do território.

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

Na Figura 49 é apresentado a classificação temática do ITA para a UG do Rio Içara no ano de 2020 e a Tabela 35 os resultados de quantitativos de áreas conforme classificações.

Figura 49 - Mapeamento do ITA para UG Rio Içara



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 35 - 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: Autora, 2021.

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

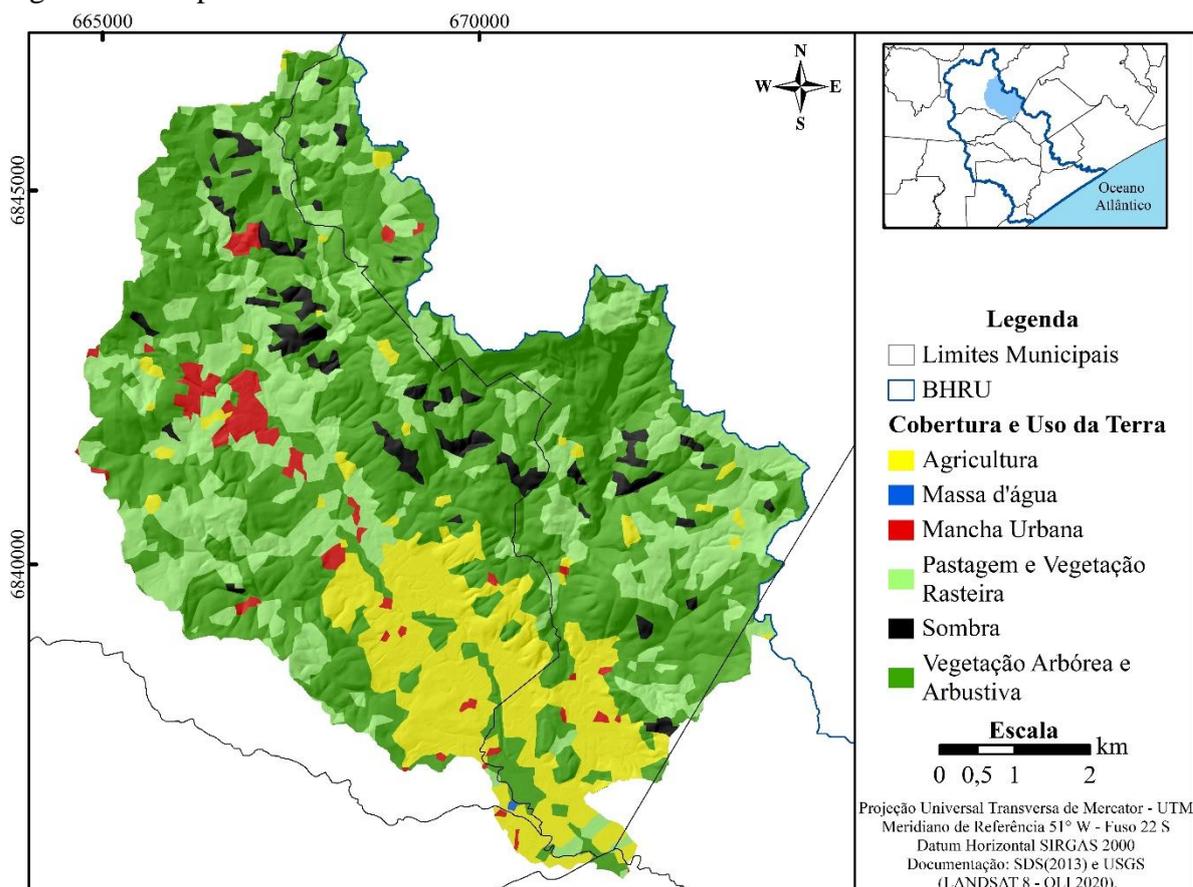
A UG Rio Içara é classificada pelo ITA como “Regular”, isso se justifica por apresentar grandes quantidade de áreas agrícolas voltadas ao cultivo principalmente de arroz irrigado nesta UG.

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 APA Esperança, Espigão e Santa Cruz com uma extensão de 15,23 km², a menor APA dentro da BHRU, mas não a menos importantes, sendo necessários medidas de controle e gerenciamento do seu território (IÇARA; 2004).

VII – UG Rio Areia

A Figura 50 e a Tabela 36 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 50 - Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra da UG Rio da Areia



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 36 - Mensuração das Classes de Cobertura e Uso da Terra da UG, Rio da Areia

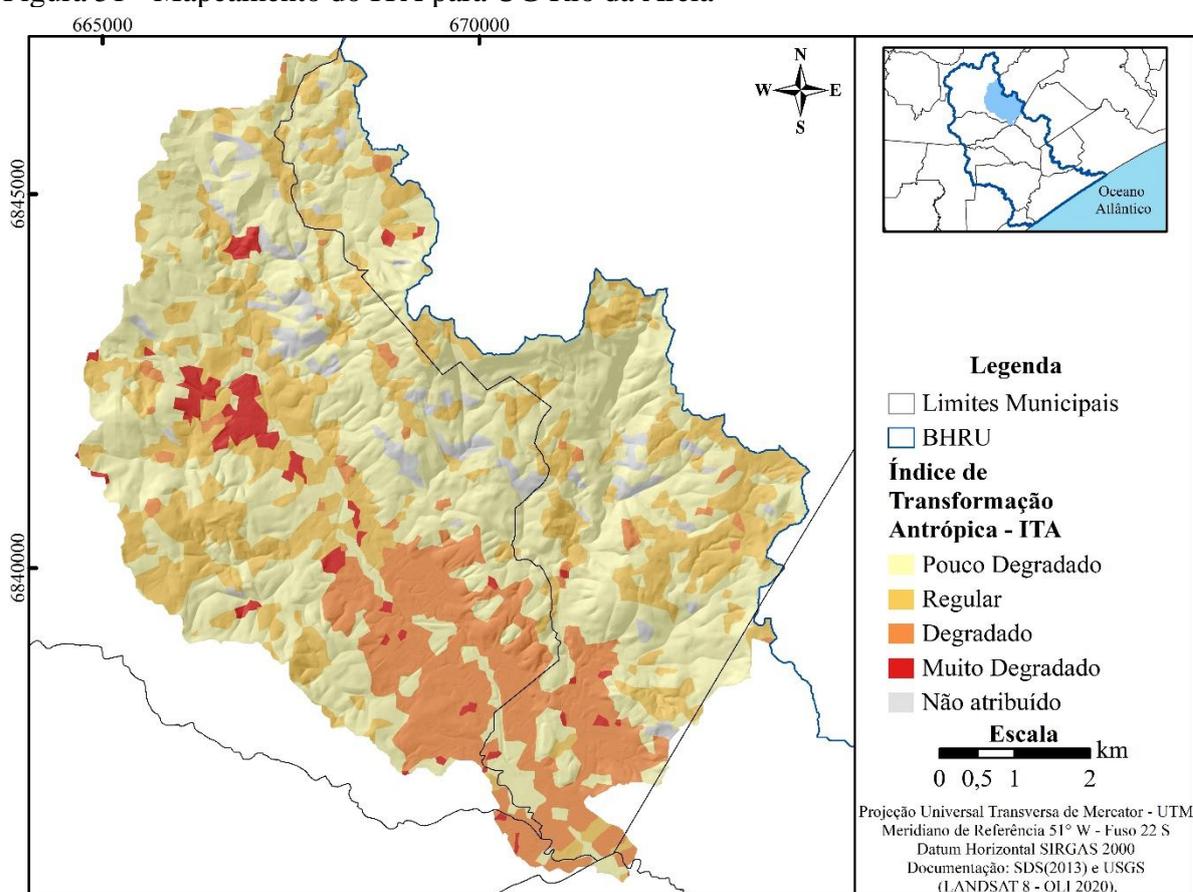
Classes	Área (km ²)	Área (%)
Agricultura	8,756	15,21
Mancha Urbana	1,384	2,40
Massa da Água	0,013	0,02
Pastagens e Vegetação Rasteira	14,327	24,89
Sombra	2,124	3,69
Vegetação Arbórea e Arbustiva	30,956	53,78
Total	57,561	100,00

Fonte: Autora, 2021.

Essa unidade apresenta a maior classe de Vegetação Arbórea e Arbustiva, 30,956 km², 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 8,756 km². A classe de Mancha Urbana apresenta 1,384 km² representando os centros urbanos de Urussanga e pequenos fragmentos interiorano próximo as áreas de agricultura.

A Figura 51 e Tabela 37 apresentam o mapeamento e resultados do ITA para a UG Rio Areia.

Figura 51 - Mapeamento do ITA para UG Rio da Areia



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 37 - Área de ITA UG Rio da Areia

Classificação	Área (km ²)	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: Autora, 2021.

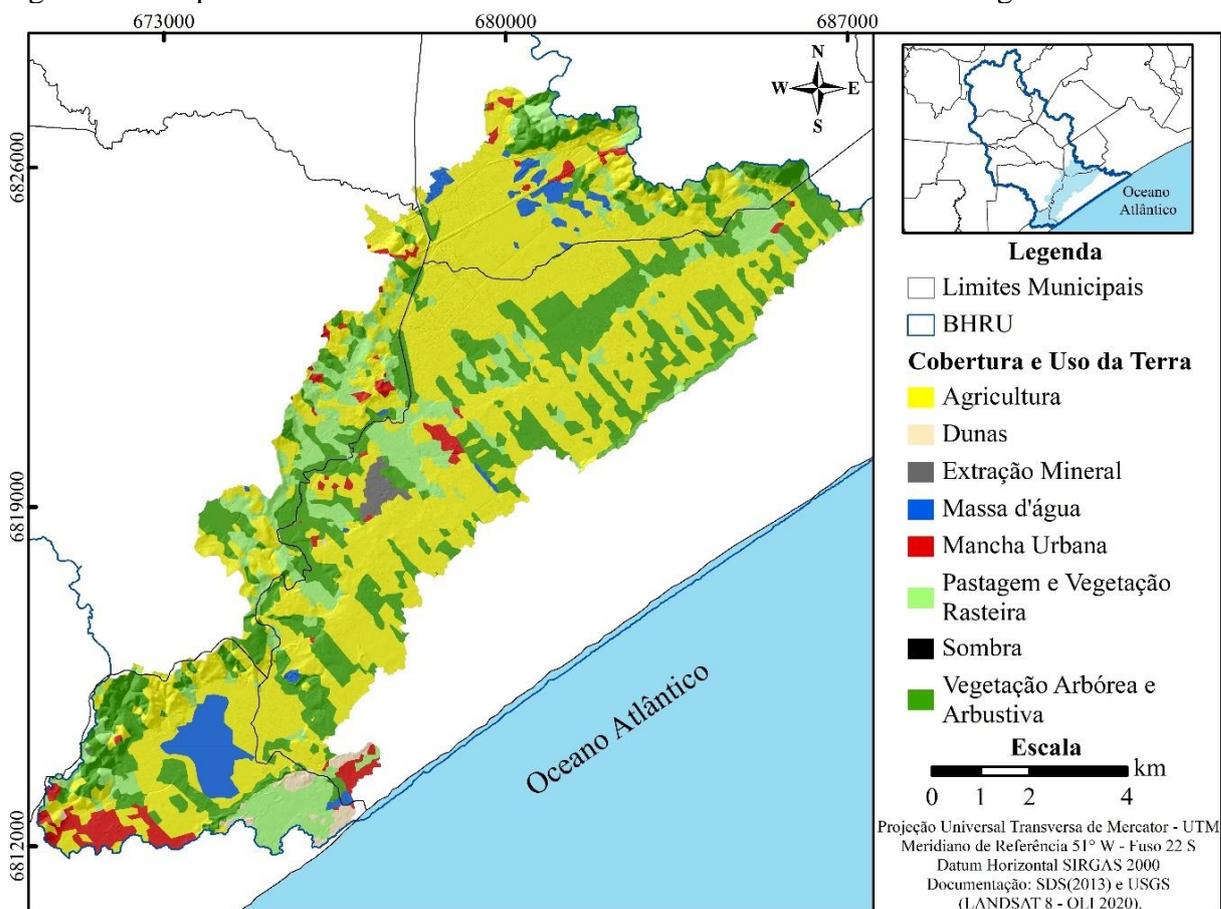
As classificações desta unidade apresentam valores bem distintos entre as classificações “Pouco Degradado”, “Regular” e “Degradado”.

A UG Rio Areia foi classificado segundo ITA com valor de 2,94 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 as questões ambientais e modificações na paisagem das UG’s, esta é uma das unidades menos impactadas pelos usos múltiplos, assim como a UG do Rio Maior.

VIII - UG 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 52 apresenta o recorte e a classificação temática e Tabela 38 a mensuração das classes de cobertura e uso da terra.

Figura 52 - Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra da UG Foz do Urussanga



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 38 - Mensuração das Classes de Cobertura e Uso da Terra da UG, foz do Urussanga

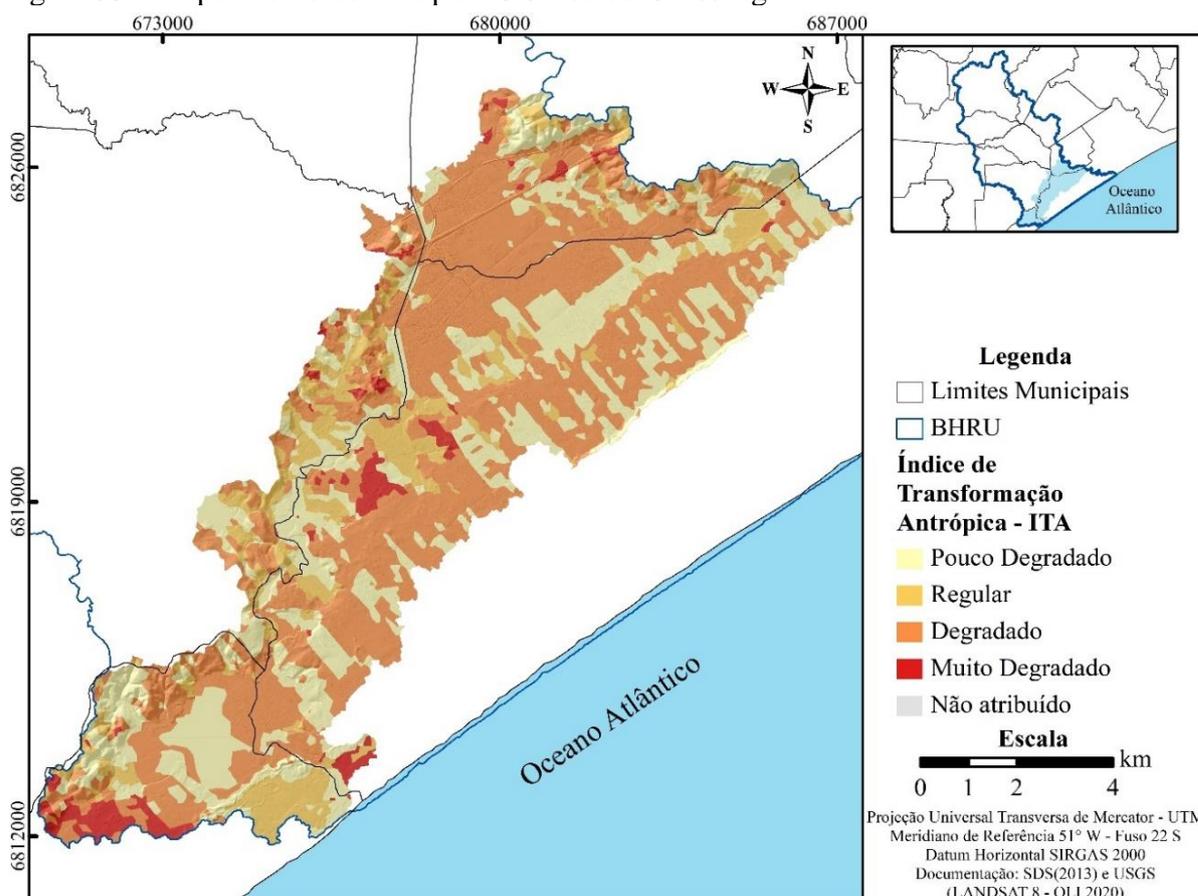
Classes	Área (km²)	Área (%)
Agricultura	49,003	52,13
Dunas	0,765	0,81
Extração Mineral	0,592	0,63
Mancha Urbana	2,963	3,15
Massa da Água	3,217	3,42
Pastagens e Vegetação Rasteira	12,43	13,22
Sombra	0,000	0,00
Vegetação Arbórea e Arbustiva	25,048	26,64
Total	94,019	100,00

Fonte: Autora, 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) 49,003 km², conforme classificação de cobertura e uso da terra e Tabela de áreas.

De forma geral, a UG da Foz 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 Lagoa Urussanga Velha inserida no município de Balneário Rincão, e atividade de Extração Mineral de areia por dragagem em Jaguaruna. A Figura 53 apresenta o mapeamento e aplicação de ITA, a Tabela 39 apresenta as áreas em km².

Figura 53 - Mapeamento do ITA para UG Foz do Urussanga



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 39 - 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: Autora, 2021.

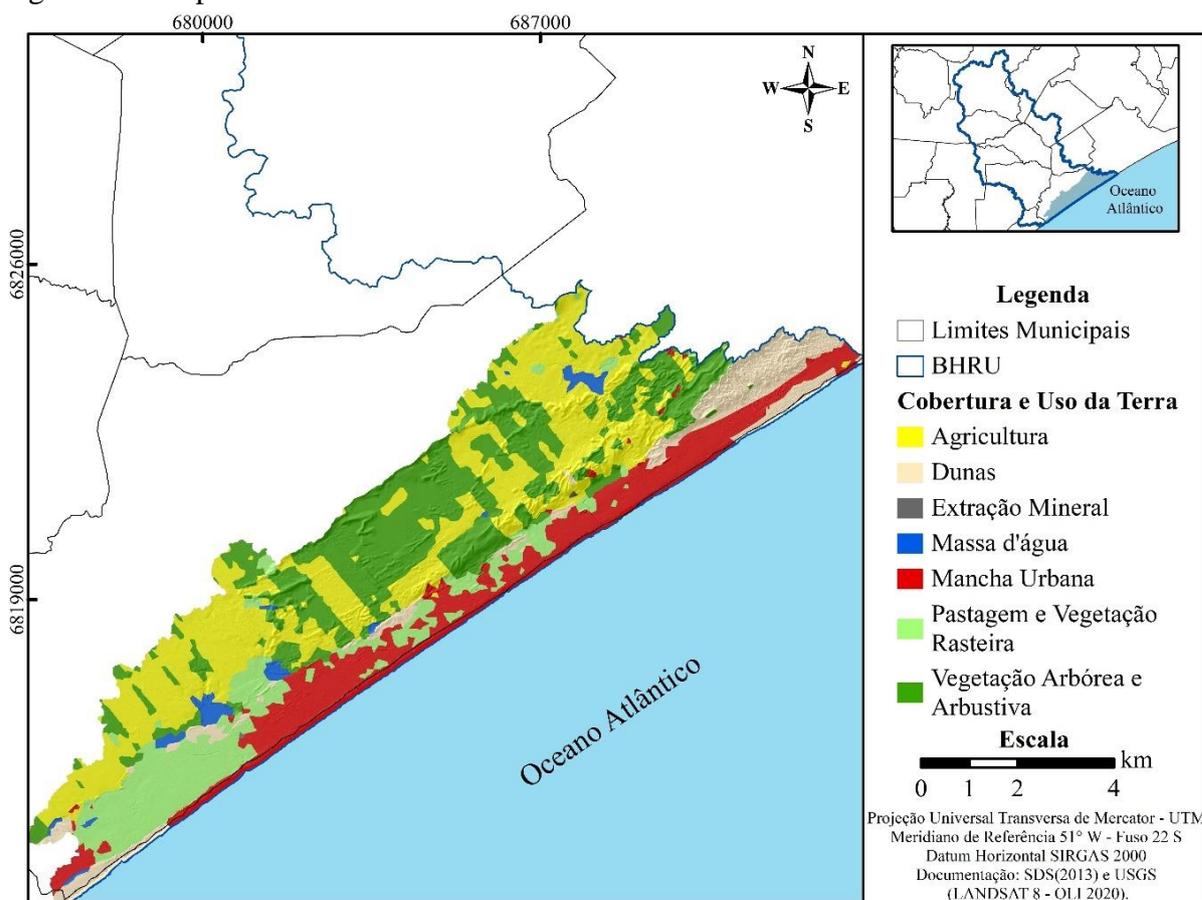
O ITA para a UG foz do Urussanga apresenta valor de 4,52 sendo classificado como “Regular” isso se dá principalmente pela quantidade de áreas agrícolas voltadas ao cultivo de arroz nesta UG.

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.

IX - UG Litorânea

A UG denominada Litorânea abrange o município de Jaguaruna. apresenta uma área de 60,049 km² cerca de 8,83% da ocupação total do território da BHRU. A Figura 54, Tabela 40 apresentam os resultados do mapeamento e a mensuração das classes de cobertura e uso da terra.

Figura 54 - Mapeamento de Cobertura e Uso da Terra da UG Litorânea



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 40- Mensuração das Classes de Cobertura e Uso da Terra da UG, Litorânea

Classes	Área (km ²)	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: Autora, 2021.

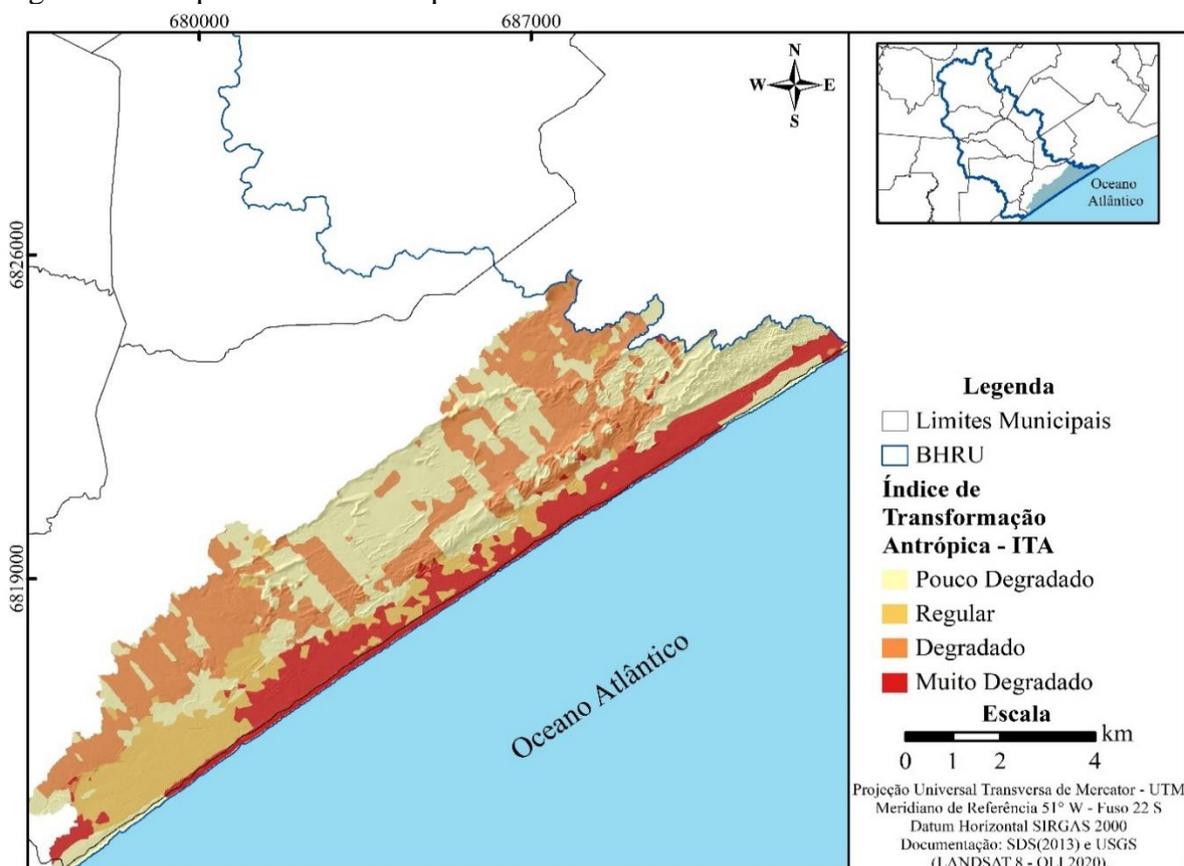
A UG Litorânea está localizada ao litoral da BHRU, apresenta usos da terra que se desenvolvem de forma intensa, como a classe de Mancha Urbana bem representativa em termos visual na paisagem da UG, apresentando uma área de 9,471 km² a terceira maior classe em termos de extensão territorial. Há predomínio 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, como consequência surge os impactos ambientais sobre os ecossistemas costeiros mais frágeis e consequente redução das áreas de dunas, importantes mecanismos de controle de e prevenção de eventos naturais (cheias, altas dos mares) na região (PORTZ *et al.*, 2014).

Dessa forma Portz *et al.* (2014), afirmam, 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 55 e Tabela 41 apresentam o mapeamento e resultados do ITA para a UG Litorânea.

Figura 55 - Mapeamento do ITA para UG Litorânea



Fonte: Autora, 2021.

Tabela 41 - Área de ITA da UG Litorânea

Classificação	Área (km²)	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: Autora, 2021.

De forma geral o valor de ITA para essa UG é 4,42 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 as questões ambientais e modificações na paisagem essa UG apresenta uma APA Baleia Franca consideradas 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 conseqüente na UG, esse fato é justificado historicamente, pois as ocupações nas zonas litorâneas iniciaram-se por via marítima sendo estas as primeiras a serem povoadas (MEDEIROS; ALBUQUERQUE, 2015). Devido as 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 as 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.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a realização desta pesquisa, optou-se pela aquisição de imagens orbitais disponibilizadas por órgãos confiáveis e de forma gratuita. O uso destas imagens aliadas as técnicas de Sensoriamento Remoto, e emprego do processamento digital de imagens, possibilitaram a realização da análise multitemporal de cobertura e uso da terra, com a utilização de imagens de 1986, 2005 e 2020, representando os diferentes usos da terra por meio das seguintes classes: Agricultura, Dunas, Extração Mineral, Mancha Urbana, Massa da água, Pastagem e Vegetação Rasteira, Sombra e Vegetação Arbórea e Arbustiva, tornando possível a aplicação do cálculo do ITA, visando auxiliar no entendimento das modificações antrópicas na bacia e consequentemente nas UGs que a compõe.

Os resultados obtidos com a pesquisa evidenciam as mudanças na cobertura e uso da terra nos períodos analisados, destacando a classe de Mancha Urbana que apresentou expansão em sua área total de 27,391 km² (1986 – 2020) e concomitante aumento da população residente na bacia, sem planejamento e ordenamento territorial adequado.

Outro destaque é a redução da classe de Vegetação Arbórea e Arbustiva cerca de -19,834 km² (1986 – 2020). Outras duas classes que apresentaram redução neste período foram Extração Mineral (-4,314 km²) e Dunas (-2,451 km²).

A redução espacial das áreas de Dunas está relacionada principalmente pela expansão urbana com foco no litoral, resultando na conversão de áreas que antes pertenciam a classe de Dunas e que foram convertidas em Mancha Urbana (28,09%) e Pastagem e Vegetação Rasteira (14,47%).

Evidencia-se que a classe de Extração Mineral foi convertida 49,56% em áreas de Vegetação Arbórea e Arbustiva e 13,01% em áreas de Pastagem e Vegetação Rasteira. A redução dessa classe, compostas principalmente por áreas de extração de carvão, está relacionada diretamente com o avanço dos Planos de Recuperação Ambiental (PRADs).

Outro fator que pode estar relacionado com essa redução espacial é a crise provocada pela desregulamentação do setor carbonífero da região promovida pelo Governo Federal no ano de 1990, a imposição e rigidez de leis ambientais e organização de movimentos ambientalistas (LADWIG; DAGOSTIM, BACK, 2018), contribuindo para a redução das áreas de Extração Mineral na BHRU.

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.

Dentre as classes de uso cobertura da terra que apresentaram aumento de sua área em termos de extensão territorial dentro do período analisado (1986 – 2020), estão as classes Agricultura (1,287 km²), Massa da Água (3,751 km²), Mancha Urbana com aumento expressivo de 27,391 km² e Pastagem e Vegetação Rasteira (1,088 km²), a expansão dessas áreas relaciona-se com a intensificação do processo de urbanização ocorrido com ênfase a partir da década de 1980, aumentando assim os impactos sobre o meio.

A classe de Agricultura apresenta oscilações como redução de área de 4,695 km² (1986 -2005) e subsequente aumento de 5,982 km² (2005 -2020), já as áreas de Pastagem e Vegetação Rasteira apresentaram processos inversos nos mesmos anos, com aumento de área 28,523 km² (1986 -2005) e redução -27,435 km² (2005 -2020).

Durante o período analisado as áreas de Agricultura foram convertidas principalmente em Pastagem e Vegetação Rasteira (18,48%) e Vegetação Arbórea e Arbustiva (18,44%) e Mancha Urbana (7,32%). A expansão dessa classe foi observada as margens do rio Urussanga, em áreas que antes pertenciam a áreas de Pastagem e Vegetação Rasteira.

A classe de Pastagem e Vegetação Rasteira sofreu conversão, cerca de 19,92 % principalmente para a classe de Agricultura (28,61%) e Vegetação Arbórea e Arbustiva essa condição pode estar relacionada com a plantação de áreas de silvicultura (BAUER, 2012). Além disso, a regeneração da vegetação, entre 2005 e 2020, pode ter alcançado o estágio Arbóreo e Arbustivo em 2020.

Esta tendência de regeneração da cobertura florestal sobre as áreas foi verificada principalmente sobre outras duas classes de uso e cobertura da terra, Pastagem e Vegetação Rasteira (19,92 %) e Agricultura (18,44 %) (1986 -2020).

Os resultados da pesquisa demonstram uma tendência de expansão das Manchas Urbanas na bacia hidrográfica do Rio Urussanga principalmente sobre outras classes como Pastagem e Vegetação Rasteira e Agricultura, redução das áreas de Extração Mineral (carvão) e regeneração das áreas de Vegetação Arbórea e Arbustiva.

O processo de mudança no uso e cobertura da terra no território da bacia está diretamente ligado com o histórico de colonização e ocupação do seu espaço. Os primeiros colonizadores chegaram à região no século XIX iniciando a ocupação territorial que ocorreu de forma histórica gerando a mistificação de várias culturas, o desenvolvimento de atividades comerciais e industriais (mineração, agricultura e pecuária) e expansão do processo de

urbanização da bacia e concomitante a degradação ambiental, em prol da sua subsistência (TREIN, 2008; MARTINS, 2016).

Os resultados da pesquisa permitiram compreender a dinâmica multitemporal de cobertura e uso da terra dentro do período analisado. Observou-se o aumento das pressões antrópicas sobre diversas coberturas e uso aqui apresentados, e de forma geral o aumento dos valores de ITA entre os anos analisados de 3,70 para 3,94 (1986 – 2020).

Os principais impactos sobre o território da bacia estão ligados as classes de Mancha Urbana e Extração Mineral que apresentam os maiores índices de transformações antrópicas sobre esse espaço geográfico. Essas classes dentro da bacia foram exploradas sem o planejamento adequado e de forma desordenada resultando na má distribuição espacial da ocupação e nos impactos ambientais principalmente sobre os recursos hídricos da bacia.

Com base nos resultados obtidos recomenda-se a utilização de outros métodos e estudos que visem caracterizar de forma mais detalhada e precisa as mudanças de cobertura e uso da terra na BHRU. Assim como a utilização de imagens orbitais com uma maior resolução espacial, visando a diferenciação da cobertura florestal em espécies nativas e áreas de reflorestamento e silvicultura. Assim como estudos que análise a qualidade atual dos recursos hídricos e da vegetação existente (áreas nativas e silvicultura). Essa recomendação tona-se pertinente uma vez que a limitação neste estudo em relação as imagens utilizadas e metodologia que não permitem a análise individual e diferenciação da vegetação, bem como análise de qualidade de recursos hídricos existentes.

Recomenda-se o controle e planejamento territorial adequado da BHRU e das suas UGs, vinculado a pesquisa científica visando o manejo adequado deste território e a sua conservação e preservação. Controle e fiscalização da expansão urbana sobre as áreas de APPs e dunas, a melhoria da infraestrutura urbana, saneamento básico, identificação e mitigação das fontes de poluição sobre os recursos hídricos da bacia, e incentivo a programas de cunho ambiental visando a melhoria da qualidade urbanística, ambiental e social, além de instrumentos de políticas urbanas efetivas deste espaço (BHRU).

Espera-se que os resultados obtidos nesta pesquisa e com a base cartográfica construída, sirva como subsídios para projetos futuros dentro da bacia, e contribua no planejamento e na gestão territorial integrado do espaço geográfico e planejamento ambiental. Visto que as informações geradas servem de elementos norteadores para a realização de estudos mais aprofundados dentro da bacia à medida que permitem compreender as mudanças ocorridas nas paisagens entre os anos de 1986 e 2020.

Com base nas informações aqui postas podem ser devolvidos estudos que visem a definição de políticas públicas e eficazes que visem a preservação e conservação dos recursos naturais e o planejamento e gestão territorial da bacia hidrográfica do Rio Urussanga.

REFERÊNCIAS

- ADAMI, Rose Maria; CUNHA, Yasmin de Moura. **Caderno do educador ambiental das bacias hidrográficas dos rios Araranguá e Urussanga**. 2ed. 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>.
- ALBUQUERQUE, Bruno Pinto. As relações entre o homem e a natureza e a crise socioambiental. 2007. 96 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ensino Médio Integrado Ao Ensino Técnico de Laboratório de Biodiagnóstico em Saúde, Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Rio de Janeiro, 2007.
- 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**. 1ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005, v. p. 63-101.
- ARAÚJO FILHO, Milton da Costa; MENESES, Paulo Roberto; SANO, Edson Eyji. Sistema De Classificação De Uso E Cobertura Da Terra Com Base Na Análise De Imagens De Satélite. **Revista Brasileira de Cartografia**, p.171-179, ago. 2007.
- ARRUDA, Augusto Guthiere Fialho. **“Planejamento territorial” e “ordenamento territorial”: uma busca da compreensão usual e epistemológica na gestão do território**. Akrópolis Umuarama, v. 21, n. 2, p. 125- 132, dez. 2013.
- 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>.
- BARBOSA, Claudio Clemente faria; NOVO, Evlyn Márcia Leão de Moraes; MARTINS, Vitor Souza. **Introdução ao Sensoriamento Remoto de Sistemas Aquáticos: Princípios e aplicações**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2019. 179 p.
- 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; BEPPLER, Michele; JUSTINO, Glauciene. Avaliação espaço temporal da Cobertura Vegetal da bacia hidrográfica do rio Miriri (PB). In: SOUSA, Ridelson Farias de; In: SOUSA, Ridelson Farias de; FALCÃO, Ermano Cavalcante (Org.) **GEOPROCESSAMENTO APLICADO: CONTEXTO MULTIDISCIPLINAR**. João Pessoa: IFPB, 2017. Cap. 1. p. 11-33.

BERTRAND, Georges; TRICART, Jean. Paysage et géographie physique globale. **Esquisse Méthodologique**. In: Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, v. 39, n,3, 1968. Pag.249-272; doi: <https://doi.org/10.3406/rgps.1968.4553>.

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/000003/0000034B.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. 276 p.

BILHIM, João. **Coordenação intergovernamental de políticas públicas e Compensações dos desequilíbrios territoriais: o caso português**. Anais do XIII Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública, Buenos Aires, Argentina, 4 - 7 nov. 2008.

BORGES, Maria Heloisa; PFEIFER, Rui Marconi; DEMATTÊ, José Alexandre Melo. Evolução e Mapeamento do Uso da Terra, Através de Imagens Aerofotográficas e Orbitais em Santa Bárbara D'Oeste. **Scientia Agrícola**, PIRACICABA, v. 50, p. 365-371, 1993. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90161993000300008>.

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

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

BOTELHO, Rosângela Garrido Machado; SILVA, Antônio Soares. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: **Bertrand Brasil**, p. 129-192. 2004.
BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Região Hidrográfica Atlântico Sul**. 2017. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/atlantico-sul>>. Acesso em: 22 set. 2019.

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

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 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. **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.

BRAZ, Adalto Moreira; COSTA, Karen Cristina Pereira; GARCIA, Patrícia Helena Mirandola. Análise Multitemporal Do Uso E Ocupação Da Terra E Alterações Ambientais Na Bacia Hidrográfica Do Rio Ribeirãozinho, Mato Grosso Sul, Brasil. **Xi Fórum Ambiental da Alta Paulista**, São Paulo, v. 11, n. 5, p.79-92, 2015.

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.

BURGUEÑO, Luis Eduardo Torma; QUADRO, Maurizio Silveira; BARCELOS, Amauri Antunes; SALDO, Pablo de Ávila; WEBER, Fernando dos Santos; KOLLAND JUNIOR, Marcos; SOUZA, Lucas Henrique de. Impactos ambientais de plantios de *Pinus sp.* em zonas úmidas: o caso do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, RS, Brasil. **Biobrasil**, v. 3, n. 2, p. 192-206, 2013.

CAMPANER, Veridiana Polvani; LUIZ-SILVA, Wanilson. **Processos físico-químicos em drenagem ácida de mina em mineração de carvão no sul do Brasil**. Quím. Nova. 2009, vol.32, n.1, pp.146-152. <https://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.

CANDIOTTO, Luciano. **Uma reflexão sobre ciência e conceitos: o território na geografia. In: Território e desenvolvimento: diferentes abordagens.** Francisco Beltrão: Unuoeste, 2004.

CANO SALINAS, Laura; LAGUNA, Rodrigo Rodriguez; LAZALDE, José Rene Valdez; HERNÁNDEZ, Rosa Iaceta Beltrán; RAMIREZ, César Aberlado González; SANDOVAL, Otilio Arturo Acevedo. Perspectiva del diseño cartográfico para estudios de uso del suelo y ordenamiento territorial: una revisión internacional, técnica y normativa. **Terra Latinoam**, Chapingo, v.34, n.4, p.409-417, 2016.

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

CAROLA, Carlos Renato; DASSI, Nilso. **Era uma vez o Rio Mãe Luzia...** Criciúma: UNESC, 2014. 149 - 160 p.

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, Andreza Tacyana Felix. Metodologia para avaliação de sustentabilidade hidroambiental para projetos de intervenções em rios perenes (MASRios). Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Recife: **Universidade Federal de Pernambuco**, 2018. 155f.

CASTILHOS, Zuleica Carmen; FERNANDES, Francisco. Rego Chaves. A bacia carbonífera sul catarinense e os impactos e passivos da atividade da indústria extrativa mineral de carvão na territorialidade. In: FERNANDES, Francisco Rego Chaves; ENRÍQUEZ, Maria Amélia Rodrigues da Silva. da S.; ALAMINO, Renata de Carvalho Jimenez. **Recursos minerais e sustentabilidade territorial: grandes minas.** 1 ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2011. p.361-386.

CAVALLARI, Ricardo Luís; TAMAE, Rodrigo Yoshio; ROSA, Adriano Justino. A importância de um sistema de informações geográficas no estudo de microbacias hidrográficas. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia.** v.6, n.11, 2007.

CERVO, Amado Luiz.; BERVIAN, Pedro Alcino.; SILVA, Roberto da. Metodologia Científica. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2007. 162 p.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia científica.** 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 242 p.

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.

COLDITZ, Rene et al. Geração e análise do mapa de cobertura do solo de 2005 para o México usando dados MODIS de 250 m. **Remote Sensoriamento, Ambiente**. 541-552, 2012.

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.

GONÇALVES, Lucas Rubbo. **AVALIAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL NA ATIVIDADE MINERADORA DO CARVÃO E DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO URUSSANGA**. 2008. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, 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, maio 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.

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.

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.

CRÓSTA, Álvaro Penteadó. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. 4. ed. Campinas: IG/UNICAMP, 2002.

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 Planeamento 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 á 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 Ea 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.

DEUS, Leandro Andrei Beses. **Espaço e tempo como subsídios à construção de cenários de uso e cobertura da terra para o planejamento ambiental na Amazônia: O caso da Bacia do Rio Acre**. 2013. 400 f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

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.

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: UNESCO, 2017. p.298-309. DOI: <http://dx.doi.org/10.18616/plan22>.

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.

ERDAS, Field Guide. ERDAS Field Guide Fifth Edition, **Revised and Expanded Atlanta:** Fifth Edition printed 1999. p.167.

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.

FEARNSIDE, Philip. Desmatamento na Amazônia brasileira: História, índices e consequências. p. 7-19. In: FEARNSIDE, Philip. (ed.) **Destrução e Conservação da Floresta Amazônica**, Vol. 1. Editora do INPA, Manaus, Amazonas. 2020. 368 p.

FERREIRA, Ana Carolina de Souza. **Evolução temporal do uso de cobertura de terra e a suscetibilidade do município de angra dos reis aos escorregamentos de terra.** 2016. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio de Janeiro Instituto de Agronomia, Seropédica, 2016. Disponível em: [http://www.ia.ufrj.br/cpacs/arquivos/teses_dissert/437_\(ME-2016\)_Ana_Carolina_de_Souza_Ferreira.pdf](http://www.ia.ufrj.br/cpacs/arquivos/teses_dissert/437_(ME-2016)_Ana_Carolina_de_Souza_Ferreira.pdf). Acesso em: 09 jan. 2020.

FERREIRA, Cristhian Spindola. **Avaliação temporal do uso e ocupação das terras na bacia do rio São Bartolomeu**, DF. 2006. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

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.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6.ed. São Paulo: Atlas, 2018. 159 p.

G1 SANTA CATARINA. **Balneário Rincão, SC, decreta emergência após ressaca do mar.** 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2016/10/balneario-rincao-sc-decreta-emergencia-apos-ressaca-do-mar.html>. Acesso em: 05 nov. 2021.

GALATTO, Sergio Luciano; SIMÃO, Gustavo; PEREIRA; Jader Lima; ALEXANDRE; Nadja Zim. Melhoramento fluvial do rio Urussanga pertencente à bacia hidrográfica do rio Urussanga, Sul de Santa Catarina. In: 15º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 15, 2015, Bento Gonçalves (RS). **Anais...** Bento Gonçalves: CBGE, 2015. Disponível em: Acesso em: 20 mai. 2020.

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, Valéria Campos; CURTI, Adilson; BARBOSA, Viviane da Silva Borges, BARBOSA, Rodrigo Correia Geoprocessing for analysis of environmental impacts caused by tailings from lagoa Santa Rock processing in fidalgo, Brazil. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 1, p.723-734, 2019. Disponível em:<<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2s2.085070869701&origin=resultlist>>. Acesso em: 15 set. 2019.

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.

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.

GOTHE, Carlos Alberto de Verney. **Avaliação dos Impactos Ambientais da Indústria Carbonífera nos recursos hídricos da região Sul Catarinense**. 1993. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Centro de Ciências Humanas, Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 1993. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/75948>>. Acesso em: 28 ago. 2019.

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.; CZERNIAK, Robert. 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.

GUGLIELMELI, 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>.

GUIMARÃES, Siane Cristhina Pedroso. **Zoneamento geoambiental como subsídio a aptidão agrícola das terras do Município de Cujubim**, RO. Rio Claro – SP, 2001. 140p. HAINES-YOUNG, Roy; CHOPPING, Mark. Quantifying landscape structure: a review of landscape indices and their application to forested landscapes. *Progress In Physical Geography*, v. 20, n. 4, p.418-445, dez. 1996. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/action/doSearch?filterOption=thisJournal&SeriesKey=ppga&AllField=Quantifying+landscape+structure%3A+a+review+of+landscape+indices+and+their+application+to+forested+landscapes>. Acesso em: 18 jun. 2019.

HEIDEMANN, Eugenia Exterkoetter. **0 CARVÃO EM SANTA CATARINA" 1918 - 1954**. 1981. 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. 1 e 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.

HEROLD, Martin; LIU, Xiaohang; CLARKE, Keith. Spatial Metrics and Image Texture for Mapping Urban Land Use. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Santa Barbara, v. 69, n. 3, p.991-1001, set. 2003. Department of Geography, University of Califórnia Santa Barbara, Santa Barbara <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p1671.pdf> Acesso em: 03 set. 2019.

IÇARA (Município). Constituição (2004). Lei nº 2019/2004, de 08 de maio de 2004. CRIA NO MUNICÍPIO DE IÇARA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS. **Lei Nº 2019, de 08 de Junho de 2004**. Içara, SC, 08 jun. 2004.

IBGE, 2016. **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. 2021a.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012

IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013. 171 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>. Acesso em: 02 ago. 2020.

IBGE. **Arranjos populacionais e concentrações urbanas no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro:

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://serieestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=6&op=1&vcodigo=CD91&t=populacao-situacao-domicilio-populacao-presente-residente>. Acesso em: 07 out. 2021b.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Ministério da Ciência e Tecnologia, disponível em <http://www.inpe.br/>. Acesso em: 11 out. 2019.

INPE. Spring: Tutorial de Geoprocessamento. São Jose dos Campos: INPE, 2002. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/index.html>. Acesso em: 15 set. 2019.
IZAKOVIČOVÁ, Zita; SPULEROVÁ, Jana; PETROVIČ, František. Integrated Approach to Sustainable Land Use Management. **Environments**, v. 5, n. 3, p.37-53, 1 mar. 2018. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/environments5030037>.

JATOBÁ, Sérgio Ulisses Silva. **Urbanização, Meio Ambiente e Vulnerabilidade Social**. Boletim Regional, Urbano e Ambiental (IPEA), v. 1, 2011.p. 141-148,

JENSEN, John R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma perspectiva em Recursos Terrestres**. 2. ed. São José dos Campos: Parêntese. 2009. 598 p,

JUST, João, Paulo Gava; ROMAGNA Rafael; ROSONI, Jonas. Rosoni. Rodrigues.; ZOCHE, Jairo. José. 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.

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.

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.

LADWIG, Nilzo Ivo. **O cadastro técnico multifinalitário e o sistema de informação geográfica para o planejamento e a gestão participativa e sustentada do turismo**. 2006. 210 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

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, Nilzo Ivo; DAGOSTIM, Vanessa. Briefing da história do carvão mineral no estado de Santa Catarina – Brasil. In: COSTA, Rogério Santos da; DIAS, Taisa (Org.). **Debates Interdisciplinares VIII**. Florianópolis: Unisul, 2017. p. 63-81.

LADWIG, Nilzo Ivo; DAGOSTIM, Vanessa; BACK, Alvaro José. A EVOLUÇÃO DA PAISAGEM DA REGIÃO CARBONÍFERA DO ESTADO DE SANTA CATARINA REALIZADO COM IMAGENS DE SATÉLITE. Raega - O Espaço Geográfico em Análise, [S.l.], v. 43, p. 93-107, mar. 2018. ISSN 2177-2738. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/50813>>. Acesso em: 05 dez. 2021. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/raega.v43i0.50813>.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 4 Ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2002. 288 p.

LANDIS, Richard; KOCH, Gary. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.1, p. 159-174, 1977.

LANDSAT SCIENCE. 2019. Disponível em: <<https://Landsat.gsfc.nasa.gov/Landsat-9/>>. Acesso em: 06 set. 2019.

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.

LEITE, Emerson Figueiredo; ROSA, Roberto. ANÁLISE DO USO, OCUPAÇÃO E COBERTURA DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO FORMIGA, TOCANTINS. Observatorium: **Revista Eletrônica de Geografia**, Tocantins, v. 4, n. 12, p.90-106, dez. 2012.

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**: 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.

LI, Wenwen; ZHOU, Xiran; WU, Sheng. An Integrated Software Framework to Support Semantic Modeling and Reasoning of Spatiotemporal Change of Geographical Objects: A Use Case of Land Use and Land Cover Change Study. **Isprs International Journal Of Geoinformation**, v.5,n. 10, p.1-8, 30 set. 2016. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijgi5100179>.

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.

LIU, Yuei.-An.; NGUYEN, Anh Kim.; LI, Ming.-Hsu. Assessing spatiotemporal eco-environmental vulnerability by Landsat data. **Ecological Indicators**, v. 80, p. 52-65, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.04.055>.

LIU, Di.; CAO, Chuxiang.; DUBOVYK, Olena.; TIAN, Rong.; CHEN, Wei.; ZHUANG, Qifeng.; ZHAO, Yujin.; MENZ, Gunter. Using fuzzy analytic hierarchy process for spatio-temporal analysis of eco environmental vulnerability change during 1990–2010 in Sanjiangyuan region, **China**. **Ecological Indicators**, v. 73, p. 612-625, 2017.<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.08.031>.

LOCH, Ruth Emília Nogueira. Cartografia: Representação, Comunicação e Visualização de dados espaciais. Florianópolis: Editora UFSC, 314 p. 2006.

LOTTIN, Jucely. **Orleans 2000: história e desenvolvimento**. Florianópolis: Elbert, 1998.

LOVELAND, Thomas.R. SOH; T.L.; STEHMAN, A.L., GALLAN, K.L. SAYLER, D.E. NAPTON, D.E. A Strategy for Estimating the Rates of Recent United States L Cover Changes. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, Sioux Falls, v. 68, n. 10, p.1091-1099, dez. 2002. 0099-1112/02/6810-1091\$3.00/0.

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>. Acesso em: 20 jun. 2019.

MACIEL, Adeline Marinho; VINHAS, Lúbia; CÂMARA, Gilberto. Aplicação de técnicas de processamento digital de imagens usando a extensão espacial PostGIS Raster em imagens de sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE

MAFRA, Francisco; SILVA, J. Amado da. **Planeamento 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.

MARIMON, Maria Paula Casagrande; WILDNER, Wilson; AYALA, Lúcia. Geologia. In: ROCHA; Isa de Oliveira (org.). **Atlas geográfico de Santa Catarina: diversidade da natureza – Fascículo 2**. Florianópolis: Ed. da UDESC, 2016. p. 45-67.

MARSCHNER, Francis Joseph. (1958). Land use and its patterns in the United States. Washington, D.C., U.S. Dept. of Agriculture.
<http://books.google.com/books?id=9QTRAAAAMAAJ>.

MARTINELLI, Marcello. **Os mapas da geografia e cartografia temática**. Contexto, São Paulo. 2003.

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, José Rodríguez. **Geoecologia de los Paisajes**. Universidad Central de Caracas. Monografía. 1991.

MATEO, José Rodríguez. **Apuntes de Geografía de los paisajes**. Havana, Cuba: Faculdade de Geografia – Universidade de la Havana, 1984. 467p

MATLHODI, Botlhe, KENABATHO, Piet; PARIDA, Bhagabat; MAPHANUANE, Joyce.. Evaluating Land Use and Land Cover Change in the MATLHODI, Botlhe, KENABATHO, Piet k. PARIDA, Bhagabat P,MAPHANYANE, Joyce. et al. Evaluating Land Use and Land Cover Change in the Gaborone Dam Catchment, Botswana, from 1984–2015 Using GIS and Remote Sensing. **Sustainability**, [s.l.], v. 11, n. 19, p.5174-5197, 20 set. 2019. MDPI AG. Disponível em :<http://dx.doi.org/10.3390/su11195174>.

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/IndexLawJournals/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.

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, Sergio Lucena. **Workshop Floresta Atlântica e Campos Sulinos: grupo de mamíferos - documento preliminar**, 2004. Disponível em: . Acesso em: 10 out. 2004.

MENEGASSO, Juliana Debiassi. **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.

MENEGON Bristot, V.; DA SILVA REZENDE DA ROSA, G. ; TONETTO, G. .; IVO LADWIG, N.; BITENCOURT CAMPOS , J.; Gustavo Santos Da Silva, J. .; José Zocche, J. .; Sander Da Silva, A. Desinent Socio-Environmental Conflict of Mineral Coal Extraction Liabilities in the Southern Carbonifera Region of Santa Catarina State. **International Journal for Innovation Education and Research**, Dhaka, Bangladesh, v. 8, n. 11, p. 178–197, 2020. DOI: 10.31686/ijer.vol8.iss11.2736. Disponível em: Acesso em: 21 may. 2021.

MENESES, Paulo Roberto. ALMEIDA Tati de. **Introdução ao processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. UNB, P.234, 2012.

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: **Mineração de carvão, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no sul de Santa Catarina: uma abordagem interdisciplinar**. Curitiba: Juruá, 2009. p. 205- 213.

MEYER William B. TURNER BL, II. **Human Population Growth And Global Land-Use/Cover Change**, Vol. 23: 39-61. 1992. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.es.23.110192.000351>. Acesso em: 06 jun. 2019.

MOREIRA, Marco Antônio. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. Viçosa, MG: UFV, 4ª edição, 2009, 320 p.

MOREIRA, Marco Antônio. **Fundamentos do Sensoriamento remoto e metodologias e aplicações**. 2. Viçosa – Minas Gerais: UFV, 2003. 307p.

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.

MOTA, Andreia; BENTO-GOLÇALVES, António; VIEIRA, Antônio. Uso e Ocupação do Solo em Portugal, Aspectos Metodológicos para a Atualização de Cartografia Temática. *Geography Journal*, Aurora, v. 1, n. 4, p.101-113, jan. 2012.

MOURA, Ana Clara Mourão. **Geoprocessamento Na Gestão E Planejamento Urbano**. Belo Horizonte - Mg: Ed. da Autora, 2005. 294 p.

MOURA, Ana Clara Mourão. **Geoprocessamento na Gestão e Planejamento**. 3. ed. Rio de Janeiro: Inter ciência, 2014. 285 p.

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, Melchior Carlos; SOARES, Vicente Paulo, RIBEIRO, Carlos Antônio Álvares Soares, SILVA, Elias E. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Alegre, Espírito Santo. **Revista Ciência Florestal**, v.15, n.2, p.207-220, 2005.

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.

NGUYEN, Anh. Kim.; LIOU, Yuei.-An.; LI, Ming.-Hsu.; TRAN, Tuan. Anh. Zoning eco-environmental vulnerability for environmental management and protection. **Ecological Indicators**, v. 69, p. 100-117, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.03.026>.

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, Evelyn Márcia Leão de Moraes. **Sensoriamento Remoto e Aplicações**. 3ª Edição Revisada. São Paulo - SP. Ed. Edgard Blücher. 2008.

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.

ORLANDI FILHO, Vitório; KREBS, Antonio Sílvia Jornada; GIFFONI, Luís Edmundo. Coluna White, Serra do Rio do Rastro, SC - Seção Geológica Clássica do Continente Gondwana no Brasil (Sítio 024). In: WINGE, Manfredo; SCHOBENHAUS, Carlos; SOUZA, Celia Regina de Gouveia; FERNANDES, Antonio Carlos Sequeira; BERBERT-BORN, Mylène; QUEIROZ, Emanuel Teixeira de; CAMPOS, Diogenes de Almeida (ed.). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. Brasília: CPRM, 2009. p. 71-86.

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>.

PALMIERI, Francesco; LARACH, Jorge Olmos Iturri. Pedologia e Geomorfologia. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (Org.) **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 59-122, 2012.

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.
PAVÃO, Mônica. **Modelagem e análise de mudanças do uso e cobertura da terra no entorno das áreas protegidas: o caso do Parque Estadual da Cantareira – São Paulo**. 2017. 145 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

PAZ, João Pedro Santos; VIEIRA, Celso Voos. Evolução do uso e cobertura do solo no município de São Francisco do Sul – Estado de Santa Catarina. *Boletim Paranaense de Geociência*, Paraná, v. 74, n. 1, p.28-36, jan. 2018. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/geociencias/article/view/50945/34967>>. Acesso em: 29 nov. 2019.

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.

PELUZIO, Telma Machado de Oliveira; Alexandre Rosa dos SANTOS; Nilton César FIEDLER, Maristela de Oliveira; BAUER, Giovanni de Oliveira Garcia; SIMÃO João Batista Pavesi; PELUZIO João Batista Esteves. Comparação foto interpretativa entre aerofoto e imagem de satélite. **Ciência Florestal**, [s.l.], v. 23, n. 2, p.537-544, 28 jun. 2013. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/198050989298>.

PERICO, Rafael. **Identidade e território no Brasil**. Brasília: IICA, v. 1, p.1-157, 2009.

PINHEIRO, Luana Cristine da Silva Jardim; GOMES, Roberto Arnaldo Trancoso, JÚNIOR, Osmar Abílio de Carvalho, 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, Cibele Teixeira; OLIVEIRA, Pedro Valle de Carvalho e; PONZONI, Flávio Jorge; CASTRO, Ruy Morgado de. Identificação de áreas susceptíveis a processos erosivos na região do Vale do Paraíba. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., 2015, João Pessoa. **Anais**. João Pessoa: Inpe, 2015. p. 67-74.

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, Érika Gonçalves.; FERREIRA JÚNIOR, Laerte Guimarães. Mapeamento da temperatura de superfície a partir de imagens termais dos satélites Landsat 7 e Landsat 8. **Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto, 17 - SBSR**, João Pessoa, Abril 2015.

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.

PIRES, Viviane Regina; ALMEIDA Alcionir Pazatto de; ALVES, Ana Luiza Pinto; DOTTO, Bruna Camila; ZIEMANN, Djulia Regina; SOUTO, Thales Silveira .As transformações da paisagem urbana do bairro Nossa Senhora das Dores no município de Santa Maria/RS. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, [s.l.], v. 8, n. 3, p.345-358, 22 ago. 2016. Fap UNIFESP. <http://dx.doi.org/10.1590/2175-3369.008.003.ao05>.

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**. v. 22, n. 63, p.43-60, 2008. FapUNIFESP. <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142008000200004>.

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>

PRADO, Fernanda de Almeida. **Sistema Hierárquico De Classificação Para Mapeamento Da Cobertura Da Terra Nas Escalas Regional E Urbana**. 2009. 168 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciências Cartográficas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Presidente Prudente, 2009.

PRATES, Caio Jander Nogueira; BARBOSA; Romário Pereira, FOGAÇA; Josué Júnior Novaes Ladeia, LEMOS; Odair Lacerda, DUTRA; Fabrício Vieira, SILVA, Reginaldo Muniz da . Análise Multitemporal de Uso e Ocupação do Solo com Enfoque na Silvicultura no Município de Cândido Sales, Bahia, nos Anos de 2005 e 2015. **Anuário do Instituto de Geociências** - UFRJ, Bahia, p.150-155, jan. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11137/2017_1_150_155>. Acesso em: 17 out. 2019.

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, 2011.

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/Planos%20de%20Bacias/Plano%20da%20Bacia%20Hidrografica%20do%20Rio%20Urussanga/Etapa_C_Diagnostico.pdf. Acesso em: 30 set. 2021.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo, RS: FEEVALE, 2013. 276 p.

RAMOS, Cristiane de Moraes. **Desenvolvimento territorial sustentável e indicações geográficas: A sustentabilidade ambiental do território dos Vales da Uva Goethe – SC**. 2015. 173f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e História da Cidade, Florianópolis, 2015.

RICHARDS, J. A.; JIA, X. **Remote Sensing Digital Image Analysis: an introduction**. 4. ed. New York: Springer Verlag, 2006

REIS, Gleice dos Santos. **A formação Serra Geral (Cretáceo, Bacia do Paraná) - como análogo para os reservatórios ígneos-básicos da margem continental brasileira**. 2013. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

RESCHILIAN, Paulo Romano. O vale do Paraíba no contexto da urbanização brasileira e a questão do planejamento regional. **Revista Ciência Humana**. Taubaté, v. 11, n.1, p. 25-32. Jan/junh. 2005.

ROCHA, Cezar Henrique Barra. **GEOPROCESSAMENTO: TECNOLOGIA TRANSDISCIPLINAR**. Juiz de Fora - Mg: E. do Autor, 2000. 220 p.

ROCHA, Stella Procópio da; CRUZ, Bernadete Madureira Cruz. Aplicação do ITA na análise espaçotemporal do entorno da BR-101 nos municípios de Angra dos Reis e Parati. **Anais...** XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal/RN, Brasil, 2009.

RODRIGUES, Luciene da Costa; NEVES, Sandra Mara Alves da Silva.; NEVES, Ronaldo José; GALVANIN, Edineia Aparecida dos Santos.; SILVA, João dos Santos Vila. **Avaliação do grau de transformação antrópica da paisagem da bacia do rio Queima-Pé, Mato Grosso, Brasil.** Revista Brasileira de Ciências Ambientais – Número 32 - Junho de 2014.

RODRIGUES, Renato de Bozzano; ARAÚJO, Sérgio Murilo Santos de. Sensoriamento Remoto E Geoprocessamento No Contexto Brasileiro E Internacional: Ferramentas Para A Análise Da Vegetação. Revista Científica Semana Acadêmica, Fortaleza, v. 1, n. 000154, p.1-21, dez. 2018. Disponível em: <<https://semanaacademica.org.br/artigo/sensoriamento-remoto-e-geoprocessamento-no-contexto-brasileiro-e-internacional-ferramentas>> Acesso em: 03/09/2019,

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, Roberto. **Introdução ao geoprocessamento.** Uberlândia: Editora da UFU, 2013.

ROSA, Roberto. **Introdução ao Sensoriamento Remoto.** Uberlândia: Ed. da Universidade Federal de Uberlândia, 1990.

ROSA, Roberto; BRITO, Jorge Luís Silva. **Introdução ao geoprocessamento: sistema de informação geográfica.** Uberlândia, MG: Universidade Federal de Uberlândia, 1996. 104 p..

ROSA, Roberto; SANO, Edson Eyji. Uso da terra e cobertura vegetal na bacia do Rio Paranaíba. Campo - Território: **Revista de Geografia Agrária**, v. 9, p. 32-56, 2014.

RUDORFF, Conrado; NOVO, Evlyn Marcia Leão de Moraes. GALVÃO; Lênio Soares. PEREIRA FILHO, Waterloo . Análise derivativa de dados hiperespectrais medidos em nível de campo e orbital para caracterizar a composição de águas opticamente complexas na Amazônia. **Revista Acta Amazônica**, V. 37, n. 2, p. 268 – 280, 2007.

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..

SANTA CATARINA, Comitê do Urussanga. **PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO URUSSANGA: FASE A.** Criciúma: Piava Sul, 2011. 1 v. Disponível em:http://www.sirhesc.sds.sc.gov.br/sirhsc/biblioteca_visualizar_arquivos.jsp?idEmpresa=41&idPasta=357. Acesso em: 12 dez. 2019.

SANTA CATARINA. **Comitê de Gerenciamento Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga. Secretaria de Desenvolvimento Sustentável.** Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga. 2014. Disponível em: <<http://www.aguas.sc.gov.br/a-bacia-rio-urussanga/bacia-hidrografica-rio-urussanga>>. Acesso em: 23 set. 2019.

SANTOS, Antonio Lazaro Ferreira. SOARES, Vicente Paulo; RIBEIRO, Carlos Antônio Alvares Soares, PEREIRA, Lyne Sussuarana *l.* Mapeamento das áreas de preservação permanente para a bacia do rio Piancó, Estado de Goiás. In: Congresso Latino americano Y Del Caribe De Ingeniería Agrícola, 9.; Congresso Brasileiro De Engenharia Agrícola, 39., 2010, Vitória. **Anais CONBEA; SBEA**, 2010. p. 70-80.

SANTOS, Alexandre Rosa dos; PELUZIO, Telma Machado de Oliveira; SAITO, Nathalia Suemi. Spring 5.1.2: **PASSO A PASSO: APLICAÇÕES E PRÁTICAS**. Porto Alegre: Caufes, 2010. 155 p.

SANTOS, Danielle Ivana Pereira dos; ARAÚJO, Érica de Oliveira; PAGANI, Pâmela Dristina Patrício; PAGANI, Caio Henrique Patrício; ARAÚJO, Marcel Eméric Bizerra de. Análise multitemporal de uso e ocupação do solo do núcleo inicial do projeto integrado de colonização Paulo de Assis Ribeiro no município de Colorado do Oeste - RO / Multitemporal analysis (...) DOI 10.5752/P.2318-2962.2015v25n43p34. **Caderno de Geografia**, v. 25, n. 43, p.34-51, 12 fev. 2015. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. <http://dx.doi.org/10.5752/p.2318-2962.2015v25n43p34>.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos; JACOMINE, Paulo Klinger Tito; ANJOS, Lúcia Helena Cunha dos; OLIVEIRA, Virlei Álvaro de; LUMBRERAS, José Francisco; COELHO, Maurício Rizzato; ALMEIDA, Jaime Antonio de; FILHO, José Coelho de Araújo; OLIVEIRA, João Bertoldo de; CUNHA, Tony Jarbas Ferreira. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018. 356 p.

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>.

SCHEIBE, Luiz Fernando. A geologia de Santa Catarina - Sinopse Provisória. **Geosul**, n. 1, p. 1-32, 1986.

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, Amanda Bellettini 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 maio 2019.

SCHOLTEN, H.J.; STILLWELL, J.C.H., 1990. Geographical Information Systems: The Emerging Requirements In: SCHOLTEN, HJ & STILLWELL, JCH (org.) **Geographical Information Systems for Urban and Regional Planning**. ed. Kluwer Academic Publishers, p.3-14.

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.

SEBUSIANI, Helena Rennó Vianna; BETTINE Sueli do Carmo. **Metodologia de análise do uso e ocupação do solo em microbacia urbana**. São Paulo: Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, 2011. Pp. 258.

SENSORIAMENTO REMOTO, **Anais...**: João Pessoa, 2015. p.99-109.

SILVA, Ardemirio de Barros. **Sistemas de Informações Georreferenciadas: Conceitos e Fundamentos**. Campinas - SP: Unicamp, 1999. 236p.

SILVA, Jorge Xavier da; ZAIDAN, Ricardo Tavares. **Geoprocessamento & Meio Ambiente**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2018. 328 p.

SILVA, Leandro Félix da; SOUZA, Bartolomeu Israel de; BACANI, Vitor Matheus. Intensidade Da Ação Antrópica Na Área De Proteção Ambiental Do Cariri Paraibano. **Caminhos de Geografia - Revista Online**, Uberlândia, v. 20, n. 71, p.364-383, set. 2019.

SILVA, Luís. FO; WOLLENSCHLAGER, Marcus; OLIVEIRA, Marcos L.S. A preliminary study of coal mining drainage and environmental health in the Santa Catarina region, Brazil. **Environmental Geochemistry and Health**, 33(1): 55-65. 2011.

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, 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.

SILVA, Sandro Pereira. A Abordagem Territorial no Planejamento de Políticas Públicas e os Desafios para Uma Nova Relação entre Estado e Sociedade no Brasil. **Cadernos Gestão Pública e Cidadania**, [S.l.], v. 17, n. 60, jan. 2012. ISSN 2236-5710. Disponível em:

<<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/cgpc/article/view/4043>>. Acesso em: 17 Nov. 2019. doi:<http://dx.doi.org/10.12660/cgpc.v17n60.4043>.

SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto.; BAZZO, Walter Antonio. Ciência, tecnologia e suas relações sociais: a percepção de geradores de tecnologia e suas implicações na educação tecnológica. **Ciência & Educação**, v. 15, n.3, p. 681-694. 2009.

SOARES FILHO, Britaldo. Silveira.; NEPSTAD, Daniel Curtis; CURRAN, Lisa; CERQUEIRA, Gustavo Coutinho; GARCIA, Ricardo Alexandrino; RAMOS, Cláudia de Barros Azevedo; VOLL, Eliane; MCDONALD, Alice; LEFEBVRE, Paul; SOHL, Terry; SLEETER, Benjamin. Role of Remote Sensing for Land-Use and Land-Cover Change Modeling. **Remote Sensing Applications Series**, p.225-240, 10 maio 2012. CRC Press. <http://dx.doi.org/10.1201/b11964-18>.

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

STEINER, D. Use of air photographs for interpreting and mapping rural land use in the United States. **Photogrammetria**, 20(2), 65–80. 1965

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

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.

TEODORO, Valter Luiz Lost. TEIXEIRA, Denilson; COSTA, Daniel Jadyr Leite ; FULLER, Beatriz Buda. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista UNIARA**, v. 20, p. 137-156. 2007.

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.

URUSSANGA (Município). Constituição (1998). Lei nº 1665, de 27 de novembro de 1998. CRIA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO RIO MAIOR, REVOGA A LEI Nº 1170/89, E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS. Urussanga, SC, Disponível em: <http://leismunicipa.is/qtgam>. Acesso em: 10 out. 2020.

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,

USGS. **Science for a changing world. Landsatmissions.** Disponível em: <https://Landsat.usgs.gov/what-are-band-designations-Landsat-satellites>, 2017. Acesso em: 03/09/2019.

USGS. **Science for a changing world. Landsatmissions.** Disponível em: <https://Landsat.usgs.gov/what-are-band-designations-Landsat-satellites>, 2018. Acesso em: 19/08/2019.

USGS. **Science for a changing world. Landsatmissions.** Disponível em: <https://Landsat.usgs.gov/what-are-band-designations-Landsat-satellites>, 2020. Acesso em: 19/08/2019.

VILAÇA, Maria Freitas; GOMES, Ivair; MACHADO, Marley Lamounier.; VIEIRA, Eliane Vieira.; SIMÃO, Maria Lília 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.

VIRTUOSO, José Carlos. **As Dinâmicas De Poder Na Apropriação Dos Recursos Comuns Com Recorte No Uso Da Água Na Bacia Do Rio Urussanga, Sob O Enfoque Dos Princípios De Ecodesenvolvimento.** 2019. 312 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Extremo Sul Catarinense – Unesc, Criciúma, 2019. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/handle/1/7072>. Acesso em: 09 maio 2020.

VOLPATO, Samira Becker; MENEZES, Carlyle Torres Bezerra de Menezes. & SILVA José Victor Figueiredo da Silva. 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.

WILDNER, Wilson; CAMOZZATO, Eduardo; TONIOLO, João Angelo; BINOTTO, Raquel Barros; IGLESIAS, Carlos Moacyr da Fontoura; LAUX, Jorge Luiz. **Mapa geológico do estado de Santa Catarina.** Porto Alegre: CPRM, 2014. Escala 1:500.000.

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. Dublin, Ireland. 1992

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.

ZAIDAN, Ricardo Tavares. GEOPROCESSAMENTO CONCEITOS E DEFINIÇÕES. **Revista de Geografia - Ppgeo - UFJF**, v. 7, n. 2, p.195-201, 28 set. 2017. Universidade Federal de Juiz de Fora. <http://dx.doi.org/10.34019/2236-837x.2017.v7.18073>

ZANATA, Juliana Maria. **Mudanças no uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Bonito, municípios de Avaré e Itatinga- SP**. Presidente Prudente, 123p., 2014.

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.

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

APÊNDICE(S)

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO ITA

QUESTIONÁRIO

Entrevistado(a): _____

Escopo do questionário: Olá, você está sendo convidado a contribuir no processo de elaboração das Dissertações intituladas, " COBERTURA E USO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO URUSSANGA, SANTA CATARINA, BRASIL".

"COBERTURA E USO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO URUSSANGA, SANTA CATARINA".

Esta pesquisa está vinculada ao programa de pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense.

Discente: Alessandra Jaine Moraes de Oliveira. (48) 9 9962-8371

Orientador: Professor. Dr. Nilzo Ivo Ladwig. (48) 9 9969-1956

Contexto:

O objetivo deste questionário é utilizar do conhecimento de pesquisadores para auxiliar na determinação dos pesos de modificação antrópica utilizados no cálculo do índice de transformação antrópica (ITA) neste trabalho. Por meio da metodologia consulta a especialistas, busca-se assim um consenso sobre o peso atribuído a cada classe.

Sobre o índice de transformação antrópica:

O ITA foi proposto por Lèmechev em 1982 e modificado por Mateo Rodriguez em 1984. 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 geocológicos 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 (1984) com base em Lèmechev (1982) propõe a seguinte equação para o cálculo do ITA:

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

Em que:

USO = refere-se a 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).

A atribuição dos pesos para cada classe pode ser definida de duas formas. A primeira seria a forma subjetiva, que considera o conhecimento dos autores sobre a área de estudo apoiados na literatura, cita-se como exemplo o trabalho de Guglielmeli; Silva e Strauch (2018) para a APA (Área de Proteção Ambiental) municipal do rio Uberaba e o trabalho de Silva; Souza e Bacani (2019) que analisaram a intensidade da ação antrópica na APA do Cariri Paraibano.

Outra forma de se estabelecer os pesos encontra-se no uso da metodologia Delphi, nesta leva-se em consideração a visão multidisciplinar de especialistas, que possibilita o estabelecimento dos pesos que cada classe de cobertura e uso terá.

Pode-se citar o trabalho de Cocco et al. (2015) neste foram estabelecidos por método Delphi os pesos para cinco classes para avaliar o ITA dentro da Bacia hidrográfica do Rio do Sangue, também o trabalho de Ribeiro; Galvanin e Paiva (2017) utilizou-se de metodologia Delphi para definir os pesos de cinco classes para a bacia hidrográfica Paraguai/Jauquara, nesta foram analisadas as pressões antrópicas dentro desta área.

Objetiva-se com os resultados obtidos por meio do ITA um aporte a análise multitemporal, desta forma auxiliando na compreensão da transformação da paisagem dentro da área de estudo. Para esta pesquisa foram definidas 8 classes que buscam evidenciar os elementos paisagísticos mais evidentes dentro da bacia, estas estão dispostas no quadro a seguir.

Como participar: com base nas classes apresentadas os entrevistados responderão individualmente. No quadro abaixo você deve elencar o peso antrópico para cada classe.

Lembrando que os valores variam de 1 a 10 sendo, quanto mais próximo de 10, maior é a pressão antrópica de determinada classe de cobertura e uso da terra sobre aquele espaço.

Agora que você já está ciente de como participar, de acordo com seus conhecimentos, assinale o peso antrópico para cada classe de cobertura e uso da terra no quadro abaixo:

Classe	Valores podem variar de:	Peso Antrópico (assinale os pesos aqui)
Mancha Urbana	1,0 - 10	
Agricultura	1,0 - 10	
Pastagens e Vegetação Rasteira	1,0 - 10	
Vegetação Arbórea/Arbustiva	1,0 - 10	
Extração Mineral	1,0 - 10	
Massa da Água	1,0 - 10	
Dunas	1,0 - 10	
Sombra	1,0 - 10	