

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

JOSÉ GUSTAVO SANTOS DA SILVA

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

CRICIÚMA, SC

2021

JOSÉ GUSTAVO SANTOS DA SILVA

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

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

S586c Silva, José Gustavo Santos da.

Cobertura e uso da terra na Bacia Hidrográfica
do Rio Araranguá, Santa Catarina / José Gustavo
Santos da Silva. - 2021.

164 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. Araranguá,
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 pelo candidato **JOSÉ GUSTAVO SANTOS DA SILVA**, sob o título: **“COBERTURA E USO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARARANGUÁ, SANTA CATARINA”**, 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 arguido o candidato, os membros são de parecer pela **“APROVAÇÃO”** da Dissertação.

Criciúma/SC, 13 de agosto de 2021.

Prof. Dr. William de Oliveira Sant Ana
Primeiro Examinador

Prof. Dr. Álvaro José Back
Segundo Examinador

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

A Perrita e Carrapato, por me mostrar que o amor verdadeiro vem de lugares não imagináveis.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS, ALLA, JAH, JEOVÁ, NAAM, GUARACI, VIXNU, MAWA, OLORUM, ZAMBI, seja qual destes conceda-nos a vida, agradeço.

Segundamente a minha família, Mãe, Vera e irmãs, Fernanda, Clair, Jaqueline e Bruna pelo amor que a mim dedicam.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig pela oportunidade de bolsa, orientação e parceria durante a caminhada. A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos, sem a qual não haveria esta pesquisa. À Universidade do Extremo Sul Catarinense e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais pelos valorosos ensinamentos.

A minha colega de laboratório e amiga Thaise Sutil, pelas orientações e parcerias acadêmicas/científicas e pessoais. Aos demais colegas de laboratório também estendo meus agradecimentos.

Aos professores Drs. Álvaro José Back e William de Oliveira Sant'Ana pela participação na banca final e sugestões.

Por fim dedico esta pesquisa a todos e todas, aqueles e aquelas, que acreditam na ciência, assim como em um mundo mais justo.

É importante destacar aqui, que esta dissertação foi produzida dentro de um momento histórico da humanidade, a pandemia da Covid-19, que se instaurou no começo de 2020, levando milhares de vidas. A cada vítima do vírus e do estado brasileiro que o negou, dedico meus sentimentos e em especial este trabalho.

Viva a ciência
Viva o SUS

“a Geografia é a História do espaço, do mesmo modo
que a História é a Geografia do tempo.”

Élisée Reclus

L'homme et la terre | primeiro tomo

RESUMO

Estudos de cobertura e uso da terra são instrumentos no auxílio do planejamento e da gestão territorial, em especial quando permitem representar a dinâmica da paisagem. Este estudo buscou compreender e quantificar as transformações ocorridas na bacia hidrográfica do Rio Araranguá (BHRA), estado de Santa Catarina, Brasil, em três períodos distintos (1985, 2005, 2019) por meio de análise multitemporal de cobertura e uso da terra. Foram definidas oito classes: Tecido urbano (TU), Áreas agrícolas (tipo solo exposto) (AATSE), Pastagens e vegetação rasteira (PEVR), Vegetação Arbórea/Arbustiva (VAA), Áreas de extração mineira (AEM), Massa da Água (MA), Dunas e areais (DEA) e Sombra (SOM). A classificação temática se deu pelo método de regiões, em que primeiramente foi realizada a segmentação dos pixels das imagens e posteriormente a classificação pelo algoritmo MAXVER (máxima verosimilhança), a última etapa consistiu em utilizar a imagem classificada pixel a pixel para uma reclassificação com base em segmentos. Para compreender a influência antrópica sobre o território utilizou-se como instrumento o Índice de Transformação Antrópica (ITA). Os resultados apontaram que em 35 anos, período compreendido neste estudo, a classe pastagem e vegetação rasteira foi a mais reduzida ($-532,29 \text{ km}^2$) em detrimento do crescimento das áreas agrícolas (tipo solo exposto) ($521,97 \text{ km}^2$), outras classes que apresentaram supressão foram as áreas de extração mineira ($-29,17 \text{ km}^2$) e áreas de dunas e areais (-7 km^2), a classe vegetação arbórea arbustiva sofreu no primeiro período estudado supressão ($-58,04 \text{ km}^2$) e posterior regeneração ($66,94 \text{ km}^2$), a classe tecido urbano sofreu aumento, expandindo sua área de influência ($79,22 \text{ km}^2$), no território da bacia. O ITA calculado com base nos resultados de mapeamento e pesos antrópicos atribuídos pelo método Delphi, apresentou como resultado que a bacia se apresenta classificada como área de “degradação regular”. Já de forma individual os pesos atribuídos para cada uma das classes demonstraram que as classes tecido urbano e áreas de extração mineira são classificadas como áreas “muito degradadas”. As análises individuais das unidades de gestão revelaram que as UG’s do Rio Mãe Luzia e Rio Araranguá são as mais afetadas pelos usos múltiplos do território, e as que absorvem a maior pressão antrópica da bacia, em contraponto as UG’s do Rio Itoupava e Manoel Alves são as menos afetadas. Conclui-se, que a metodologia utilizada foi capaz de atender o objetivo principal do trabalho, mapear e quantificar a cobertura e uso da terra na bacia. Espera-se que os resultados da pesquisa obtidos possam auxiliar em futuros estudos ambientais e de planejamento e gestão territorial na bacia.

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

ABSTRACT

Land cover and land use studies are instruments to aid in territorial planning and management, especially when they allow representing the dynamics of the landscape. This study sought to understand and quantify the transformations that took place in the Araranguá River (BHRA) watershed, in the state of Santa Catarina, Brazil, in three distinct periods (1985, 2005, 2019) through a multitemporal analysis of land cover and land use. Eight classes were defined: Urban fabric (TU), Agricultural areas (exposed soil type) (AATSE), Pastures and undergrowth (PEVR), Tree/Shrub Vegetation (VAA), Mining Extraction Areas (AEM), Water Mass (MA), Dunes and sands (DEA) and Shadow (SOM). The thematic classification was carried out by the method of regions, in which the image pixels were firstly segmented and then classified by the MAXVER algorithm (maximum likelihood), the last step consisted of using the image classified pixel by pixel for a reclassification based on into segments. To understand the anthropic influence on the territory, the Anthropic Transformation Index (ATI) was used as an instrument. The results showed that in 35 years, the period covered in this study, the pasture and undergrowth class was the smallest (-532.29 km²) to the detriment of the growth of agricultural areas (exposed soil type) (521.97 km²), others classes that presented suppression were mining extraction areas (-29.17 km²) and dune and sand areas (-7 km²), the arboreal shrubby vegetation class suffered suppression in the first period studied (-58.04 km²) and subsequent regeneration (66.94 km²), the urban fabric class has increased, expanding its area of influence (79.22) km² in the basin territory. The ATI, calculated based on the results of mapping and anthropic weights attributed by the Delphi method, presented as a result that the basin is classified as an area of “regular degradation”. On the other hand, the weights assigned to each of the classes showed that the urban fabric classes and mining areas are classified as “very degraded” areas. The individual analyzes of the management units revealed that the Rio Mãe Luzia and Rio Araranguá GU's are the most affected by the multiple uses of the territory, and those that absorb the greatest anthropic pressure in the basin, in contrast to the GU's of Rio Itoupava and Manoel Alves are the least affected. It is concluded that the methodology used was able to meet the main objective of the work, to map and quantify the coverage and use of land in the basin. It is expected that the research results obtained can help in future environmental studies and territorial planning and management in the basin.

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

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização Geográfica da BHRA	37
Figura 2 - Fluxograma de trabalho	41
Figura 3 - Comparação de imagens do período de cultivo e não cultivo de arroz	44
Figura 4 - Comparação imagens de período de cultivo e não cultivo de Arroz – Município de Turvo	45
Figura 5 - Fluxograma do processamento digital das imagens	53
Figura 6 - Distribuição dos pontos amostrais na BHRA	59
Figura 7 - Distribuição dos pontos de campo	60
Figura 8 - Mapas de cobertura e uso da terra da BHRA.....	61
Figura 9 - Áreas de cobertura e uso da terra na BHRA.....	62
Figura 10 - Mapeamento do ITA para a BHRA	63
Figura 11 - Área de ocupação da classe tecido urbano.....	64
Figura 12 - Imagens da Classe Tecido urbano	65
Figura 13 - Eixos de expansão urbana da BHRA.....	66
Figura 14 - Hierarquia urbana das cidades na BHRA	67
Figura 15 - Expansão urbana do município de Araranguá	69
Figura 16 - Expansão de tecido urbano em torno da Lagoa dos Esteves	70
Figura 17 - Crescimento populacional na BHRA.....	72
Figura 18 - Mosaico de imagens de alagamentos/enchentes na cidade de Criciúma.....	75
Figura 19 - Área de ocupação da classe Áreas agrícolas (tipo solo exposto).....	78
Figura 20 - Relevo da BHRA	79
Figura 21 - Mapeamento de áreas de rizicultura na BHRA	82
Figura 22 - Áreas de rizicultura em municípios da BHRA	83
Figura 23 - Área de ocupação da classe Áreas agrícolas (tipo solo exposto).....	85
Figura 24 - Áreas classe pastagem e vegetação rasteira em municípios da BHRA	86
Figura 25 - Área de ocupação da classe Vegetação arbórea/arbustiva.....	88
Figura 26 - Regiões Fitoecológicas da BHRA	90
Figura 27 - Unidades de Conservação e Remanescentes de Mata Atlântica da BHRA.....	92
Figura 28 - Áreas da classe vegetação arbórea/arbustiva na BHRA	93
Figura 29 - Área de ocupação da classe Extração Mineira	95
Figura 30 - Localização do distrito carbonífero	96
Figura 31 - Escavadeira Marion	97

Figura 32 - Áreas de mineração e depósitos de rejeitos	98
Figura 33 - Áreas de conflito entre tecido urbano e área de depósitos de rejeitos	99
Figura 34 - Área de DAM	100
Figura 35 - Lagoa ácida de DAM.....	100
Figura 36 - Área de ocupação da classe Vegetação arbórea/arbustiva.....	103
Figura 37 - Massas da água na BHRA	104
Figura 38 - Área de ocupação da classe Dunas e Areais	105
Figura 39 - Área de dunas no litoral da BHRA	106
Figura 40 - Comparação (1985 e 2019) das áreas de dunas no município de Bal. Rincão	107
Figura 41 - Transporte eólico de dunas em direção as casas.....	108
Figura 42 - Consequências de ressacas no litoral da bacia.....	109
Figura 43 – Ocupações irregulares em áreas de dunas na BHRA	110
Figura 44 - Áreas de sombra na BHRA.....	111
Figura 45 - Unidades de Gestão da BHRA	112
Figura 46 - Mapeamento de uso e cobertura da terra da Unidade de Gestão (UG) rio Mãe Luzia	113
Figura 47 - Mapeamento do ITA da Unidade de Gestão (UG) Rio Mãe Luzia	114
Figura 48 - Mapeamento de uso e cobertura da terra Unidade de Gestão (UG) rio Araranguá	115
Figura 49 - Mapeamento do ITA Unidade de Gestão (UG) rio Araranguá.....	116
Figura 50 - Mapeamento de uso e cobertura da terra Unidade de Gestão (UG) Rio Itoupava	118
Figura 51 - Mapeamento do ITA, UG – Rio Itoupava	119
Figura 52 - Classificação temática, UG – Rio Manoel Alves	120
Figura 53 - Mapeamento do ITA, UG – Rio Itoupava	121
Figura 54 - Classificação temática do ITA, UG – Rio Manoel Alves.....	122

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Qualidade da classificação associada aos valores do índice Kappa.....	52
Tabela 2 - Valores de Kappa e Exatidão global	56
Tabela 3 - Mensuração das classes de uso e cobertura da terra da BHRA.....	62
Tabela 4 - Perdas e Ganhos entre as classes (1985 - 2005).....	62
Tabela 5 - Perdas e Ganhos entre as classes (2005 - 2019).....	63
Tabela 6 - Resultados do ITA.....	63
Tabela 7 - Quantitativo populacional na BHRA	71
Tabela 8 - Produção Municipal de Arroz na BHRA Safra 2018/2019.....	81
Tabela 9 - Mensuração das classes de uso e cobertura da terra da Unidade de Gestão (UG) rio Mãe Luzia.....	113
Tabela 10 - Resultados do ITA, UG Rio Mãe Luzia	114
Tabela 11 - Mensuração das classes de uso e cobertura da terra Unidade de Gestão (UG) rio Araranguá	115
Tabela 12 - Resultados do ITA, UG Rio Araranguá	116
Tabela 13 - Mensuração das classes temáticas para a UG – Rio Itoupava.....	118
Tabela 14 - Resultados do ITA, UG Rio Itoupava (1985/2005/2019)	119
Tabela 15 - Mensuração das classes temáticas para a UG – Rio Manoel Alves	120
Tabela 16 - Resultados do ITA, UG Rio Itoupava	121
Tabela 17 - Resultados do ITA, UG Rio Manoel Alves.....	122

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Fonte das informações dos dados cartográficos	42
Quadro 2 - Características das imagens Landsat utilizadas.....	43
Quadro 3 - Chave de fotointerpretação para estabelecimento das classes	47
Quadro 4 - Quadro de pesos atribuídos e classificação de degradação das classes.....	54
Quadro 5 - Matriz de confusão (1985)	55
Quadro 6 - Matriz de confusão (2005)	55
Quadro 7 - Matriz de confusão (2019)	55
Quadro 8 - Valores de Kappa Condicional para cada classe.....	56
Quadro 11 - Descrição dos pontos amostrais	57
Quadro 12 - Unidades de Conservação da BHRA	91

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADISI Associação de Irrigação e Drenagem Santo Isidoro
AERUM Arqueologia entre rios: do Urussanga ao Mampituba
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
BHRM Bacia Hidrográfica do Rio Mampituba
BHRU Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga
CLC CORINE Land Cover
CORINE Co-ordination of Information on the Environment
CSN Companhia Siderúrgica Nacional
DOS Dark Object Subtraction
EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPAGRI Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
EU União Europeia
GPS Global Positioning System
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ITA Índice de Transformação Antrópica
LabPGT Laboratório de Pesquisa em Planejamento e Gestão Territorial
MAXVER Máxima Verossimilhança
OLI Operational Land Imager
PDI Processamento Digital de Imagens
PMC Prefeitura Municipal de Criciúma
PRAD's Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
PROVÁRZEAS Programa Nacional para Aproveitamento de Várzeas Irrigáveis
SDS Secretaria de Estado de Desenvolvimento Sustentável de Santa Catarina
SIG Sistema de Informação Geográfica
TM Thematic Mapper
UG's Unidades de Gestão
USGS United States Geological Survey

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	15
1.1.2 Objetivo Geral	15
1.1.3 Objetivos específicos.....	16
2 MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DO TERRITÓRIO	17
2.1.1 Planejamento e Gestão Territorial.....	19
2.1.2 Geoprocessamento	22
2.1.3 Sensoriamento Remoto e Sistema de Informações Geográficas (SIG)	23
2.1.4 Processamento Digital de Imagens.....	25
2.1.5 Análise Multitemporal de Cobertura e Uso da Terra	26
2.1.6 Índice de Transformação Antrópica (ITA)	33
3 MATERIAIS E MÉTODOS	36
3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	36
3.1.1 Formação (pré) histórica da BHRA.....	38
3.2 METODOLOGIA.....	40
3.2.1 Procedimentos da Pesquisa.....	40
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DA PESQUISA	61
4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO MAPEAMENTO TEMÁTICO	61
4.1.1 Análise do mapeamento da cobertura e uso da terra e do ITA na BHRA.....	61
4.1.2 Análise das Unidades de Gestão integrado ao mapeamento do uso e cobertura da terra e o ITA.....	111
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	123
REFERÊNCIAS	125
APÊNDICE(S)	145
APÊNDICE A – QUESTIONARIO ITA.....	145
ANEXO (S).....	148
ANEXO A – MAPAS ELABORADOS.....	149

1 INTRODUÇÃO

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

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

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

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

Neste sentido, se torna importante a existência de informações cartográficas precisas, que apresentem a dinâmica da cobertura e uso da terra e as transformações na paisagem na área de uma bacia hidrográfica (unidade territorial de análise desta pesquisa) auxiliando desta forma estudos ambientais que abarquem estas áreas de estudos, principalmente aquelas com histórico de degradação ambiental.

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

A região de estudo (BHRA) em alinhamento do discurso desenvolvimentista, apresenta inicialmente em seu contexto histórico o incentivo estatal para a produção de carvão no norte da bacia. Posteriormente foram introduzidos planos de incentivo à produção agrícola, como o Programa Nacional para Aproveitamento de Várzeas Irrigáveis (PROVÁRZEAS). (SILVA, 2012; PRESA, 2011).

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

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

Cada uma das características de ocupação do território influencia concomitantemente com as outras na degradação dos recursos naturais da bacia. Afetando os recursos hídricos da região e levando a conversões na vegetação nativa. Krebs (2004) Scheibe, Buss e Furtado (2010) citam que os recursos hídricos da região se encontram extremamente prejudicados, estimando que 2/3 destes estão poluídos de alguma forma e são impróprios para o consumo, não se restringindo somente a BHRA, mas envolvendo todas as três bacias que drenam a região carbonífera. Comasseto (2008) complementa que os problemas ambientais no âmbito da BHRA são decorrentes do modo de ocupação a qual foi submetida, aliado ao modelo econômico do capital. A “apropriação e uso dos recursos ambientais e da água pelas atividades econômicas desenvolvidas com ênfase nos setores de exploração do carvão mineral e rizicultura irrigada”. (COMASSETO, 2008 p.6).

A BHRA tem histórico de degradação ambiental, assim se faz necessário um melhor (re) conhecimento do território ocupado para atender o planejamento e a gestão dos recursos naturais e humanos. Para que o planejamento territorial seja cada vez mais significativo é necessário um conhecimento prévio do território, para antes de tudo compreender as modificações impostas na cobertura e uso da terra durante os anos de ocupação histórica de determinada área. (PINHEIRO, 2012).

É necessário conhecer o passado e compreender o presente de uma determinada área de estudo, para que seja possível planejar um futuro mais adequado. Sendo assim, o

sensoriamento remoto apresenta-se como uma possibilidade de análise multitemporal dos fenômenos de mudança de cobertura e uso da terra. Entende-se como uma ciência que ganha destaque na atualidade, possibilitando a obtenção de informação de objetos sobre a superfície terrestre à distância, ou seja, sem a necessidade de contato direto com os mesmos. (MENESES, 2012).

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

Assim, para que este trabalho seja desenvolvido, foram definidas algumas perguntas norteadoras:

- i. Quais as mudanças multitemporais ocorridas na cobertura e uso da terra na BHRA?
- ii. Quais os agentes influenciadores para as mudanças da cobertura da terra na BHRA?

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

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

1.1 OBJETIVOS

1.1.2 Objetivo Geral

Analisar a cobertura e uso da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá para contribuir no planejamento e na gestão territorial.

1.1.3 Objetivos específicos

- Definir as mudanças da cobertura e uso da terra na dinâmica multitemporal;
- Analisar o grau de transformação antrópica da BHRA.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DO TERRITÓRIO

As bacias hidrográficas são unidades do espaço geográfico de variadas dimensões e formas onde as sociedades organizaram-se durante o tempo. Menegasso (2019, p. 27) complementa que “neste espaço, civilizações se desenvolveram socialmente e economicamente, alterando a natureza e contribuindo para a degradação dos recursos naturais”.

A preocupação com a gerenciamento dos recursos naturais fica mais intensa a partir nos anos 1970 com a primeira conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, realizada em Estocolmo na Suécia, sendo a primeira iniciativa a nível mundial a discutir sobre a utilização irracional do meio ambiente. Os recursos hídricos entram em pauta, pois sua utilização incorreta já era percebida antes mesmos da década de 1970, no livro a Primavera Silenciosa de 1962 Rachel Carson já trazia sua angústia quanto ao gerenciamento incorreto da natureza. (WMO, 1992; PORTO; PORTO, 2008).

Neste seguimento gerir os recursos hídricos baseado nos recortes territoriais das bacias hidrográficas teve seu crescimento no início dos anos 1990 quando os Princípios de Dublin foram retificados na reunião que antecedeu a Rio-92. (PORTO; PORTO, 2008).

O documento traz quatro princípios orientadores, no resumo narram que a gestão dos recursos hídricos, para ser efetiva, deve ser integrada e considerar todos os aspectos, físicos, sociais e econômicos. Para que essa integração tenha o foco adequado, sugere-se que a gestão esteja orientada a partir dos recortes territoriais das bacias hidrográficas. (WMO, 1992; PORTO; PORTO, 2008).

No Brasil estes princípios são adotados a partir do ano 1997 com a implementação da Lei n. 9.433/97 que dispõe sobre a política de recursos hídricos e procura organizar o sistema gerenciador, tornando mais efetivo o gerenciamento por meio das bacias hidrográficas. (PORTO; PORTO, 2008; SCHUSSEL; NASCIMENTO NETO, 2015; MENEGASSO, 2019).

Schussel e Nascimento Neto (2015, p. 137) apontam que está legislação também “formalizou a gestão participativa de bacias hidrográficas a partir de um modelo institucional centrado em instâncias decisórias colegiadas, de âmbito regional, ou seja, os Comitês de Bacia Hidrográfica.” Os autores apontam que os comitês devem ainda integrar com a União, Estados, Municípios, sociedade civil organizada e usuários de recursos hídricos.

Se as bacias se configuram como unidades de gestão dos recursos hídricos indicadas na legislação. Consequentemente necessitam ser consideradas como unidades de estudo nas pesquisas científicas para o constante melhoramento da qualidade do meio biótico, abiótico e social, partes integrantes deste espaço geográfico.

Desta forma, podemos entender que uma bacia hidrográfica é um território, e nele se desenvolvem as atividades antrópicas. Porto e Porto (2008) comentam que todas as áreas urbanas, industriais, agrícolas ou de preservação fazem parte de alguma bacia hidrográfica. Sendo assim, a bacia torna-se uma unidade de planejamento que ganha destaque.

Schussel e Nascimento Neto (2015) relatam que para compreender uma bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão territorial, não se pode adotar o conceito clássico que acaba por compreender uma bacia “[...] apenas como a rede de drenagem e suas conexões, sendo necessário entendê-la como uma porção de espaço formada por um conjunto de elementos físicos, biológicos, sociais e políticos que interagem entre si, modificando todo o sistema”. (SCHUSSEL; NASCIMENTO NETO, 2015, p.140).

Ao distinguir a bacia hidrográfica como um sistema que abrange diferentes fatores e aceitar que todas as interações que ocorrem dentro desta unidade influência direta e indiretamente nos recursos hídricos, em sua qualidade e por decorrência todos os demais elementos que fazem parte deste sistema complexo. (CASTRO, 2005).

Para Back (2014), as características da superfície, como o tipo de solo e de vegetação, uso e ocupação da terra, declividade e altitude, interferem nos diversos componentes do ciclo hidrológico, ressaltando a importância dos estudos envolvendo outros componentes que fazem parte da composição da bacia.

Villanueva *et al.*, (2016) destacam ainda que se pode apresentar outra definição, que por sua vez sustenta uma bacia hidrográfica como um sistema aberto e complexo, onde o ciclo hidrológico ocorre e cujos elementos naturais, sociais, ambientais, econômicos, políticos e institucionais são variáveis ao longo do tempo, e estes estão em estreita relação.

Desta forma, uma bacia hidrográfica pode ser também compreendida como uma unidade territorial de planejamento além de uma unidade de gestão de recursos hídricos. Guerra e Cunha (1996) corroboram, afirmando que as bacias hidrográficas são excelentes unidades de gestão dos elementos naturais e sociais, pois permite acompanhar as mudanças introduzidas pelo homem e as consequentes respostas da natureza.

Neste sentido, as bacias apresentam-se como sistemas biológicos, físicos e socioeconômicos, integrados e interdependentes, abrangendo atividades variadas na sua

composição, desde formações vegetacionais, variação de fauna, atividades hidrológicas (subterrâneas e superficiais) climáticas e pedológicas, assim como interações sociais pelo avanço das áreas urbanizadas. (BRITO, 2004).

Ainda Bevilacqua (2012) destaca que adotar a bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento implica reconhecer que é sobre este recorte espacial que as ações antrópicas e as degradações decorrentes de suas atividades refletem no espaço geográfico.

Observa-se no exposto acima que as bacias hidrográficas são unidades de território que atualmente apresentam-se como integradoras de processo físicos, químicos e biológicos. Neste contexto, o presente trabalho adotará o conceito apresentado anteriormente por Villanueva *et al.*, (2016) e corroborado por Reschilian e Bevilacqua (2012), Bevilacqua (2012), Guerra e Cunha (1996) e Brito (2004).

Para tanto a BHRA torna-se aqui a área de estudo, pois permite com seus elementos antrópicos, naturais e históricos uma análise destas justaposições. Atingindo processos naturais e sociais, uma unidade que abrange estes processos pode ser considerada um espaço geográfico para o gerenciamento dos recursos naturais associados as ações antrópicas, pois permite a avaliação conjunta e justaposta desses elementos.

Porém, é necessário chamar a atenção para que as bacias hidrográficas não respeitam limites territoriais, culturais ou econômicos de suas áreas de abrangências. Neste caso toma-se por território da BHRA como área de estudo para um aporte ao comitê de bacia do rio Araranguá, uma vez que se pretende corroborar para uma gestão mais eficiente dos usos do território.

2.1.1 Planejamento e Gestão Territorial

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

Todavia os termos planejamento e gestão apresentam uma dicotomia quanto sua origem. Souza (2010) destaca que a partir dos anos 1980, o termo “gestão” passou a ser muito utilizado em diferentes campos do saber como sinônimo de planejamento. O autor ainda pontua que apesar desta prática os termos “planejamento” e “gestão” não são intercambiáveis, pois

apresentam referências temporais distintas e porque se referem a diferentes tipos de atividades. Apesar de serem etimologicamente e temporalmente diferentes estes não são nem de perto concorrentes, planejamento e gestão são distintos e complementares.

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

Para Costa e Santos (1997, p.4) “planejamento é uma atividade continuada e permanente, que se desenvolve, de modo ordenado e racional, sistematizando um processo de tomada de decisão na solução de um problema”. Concordantemente Kalil e Gelpi (2019, p. 21) compreendem que o “planejamento é um método de trabalho ou de atuação contínuo e permanente, não sendo um fim em si mesmo, mas um meio para se atingir um fim” ainda nas palavras das autoras:

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

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

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

Assim o planejamento se faz pensando no futuro do objeto estudado, enquanto gestão é um termo que “se remete ao presente, gerir significa administrar uma situação dentro dos marcos dos recursos presentemente disponíveis e tendo em vista as necessidades

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

imediatas”. (SOUZA, 2010, p.46). Neste sentido, a gestão seria a efetivação de parte de um planejamento.

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

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

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

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

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

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

O planejamento territorial tem sido usado como instrumento de ampliação de uma ordem alicerçada na desigualdade espacial do território, este historicamente não foi planejado

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

para todos, e não leva em consideração todos os agentes que compõe o espaço geográfico em questão. (NETO, 2007).

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

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

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

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

2.1.2 Geoprocessamento

As informações espaciais geradas a partir de imagens de satélite auxiliam na análise e compreensão do espaço geográfico, uma vez que fornecem uma ampla possibilidade de utilizações. (PANIZZA, 2004; DUAN, 2019). Desta forma o geoprocessamento apresenta-se como um ramo de atividades ampla, podendo ser entendido como “conjunto de técnicas e métodos teóricos e computacionais relacionados com a coleta, entrada, armazenamento, tratamento e processamento de dados, a fim de gerar novos dados e ou informações espaciais ou georreferenciadas”. (ZAIDAN, 2017, p.198).

Moura (2014) destaca que o geoprocessamento, segundo a maioria dos autores da área, engloba processamento digital de imagens, cartografia digital e os sistemas de informação geográfica. Assim se tem o geoprocessamento como sendo o conjunto de tecnologias destinadas

a coleta e tratamento de informações espaciais, assim como o desenvolvimento de novos sistemas e aplicações para um objetivo específico. (ROSA; BRITO, 1996; SILVA, 2007).

Dentro do geoprocessamento a ciência do sensoriamento remoto vem ganhando destaque desde o fim dos anos 1960, motivados pela corrida espacial entre União Soviética e Estados Unidos tendo a pesquisa voltada para exploração do espaço, permitindo o desenvolvimento e lançamento a partir dos anos 1970 dos primeiros sistemas sensores. (CÂMARA, 2011; INPE, 2017).

2.1.3 Sensoriamento Remoto e Sistema de Informações Geográficas (SIG)

O termo sensoriamento remoto foi cunhado pela pesquisadora Evelyn Pruitt, do escritório de Pesquisa Naval da Marinha Estadunidense por volta dos anos 1960 em artigo não publicado. (JENSEN, 2009; MENESES, 2012; KANCHEVA, 2013). Em uma definição mais ampla o sensoriamento remoto pode ser entendido como “sendo a tecnologia que permite a aquisição de informações sobre objetos sem contato físico com ele”. (NOVO, PONZONI, 2001, p.6). Ou ainda, uma “técnica de obtenção de imagens dos objetos da superfície terrestre sem que haja um contato físico de qualquer espécie entre o sensor e o objeto”. (MENESES, 2012, p.3).

O sensoriamento remoto apresenta-se na atualidade com os mais variados usos, as imagens geradas a partir destes sensores remotos devem obrigatoriamente apresentar informação espacial, para serem utilizadas dentro de softwares de SIG, estes dados georreferenciados descrevem fenômenos geográficos cuja localização está associada a uma posição sobre a superfície terrestre. (FITZ, 2008).

Phiri e Morgenrth (2017) comentaram que o desenvolvimento da tecnologia de sensoriamento remoto avançou de acordo com o desenvolvimento dos SIG's, que vieram a fornecer uma plataforma para dados de sensoriamento remoto e outras informações geoespaciais, para um local único de análise.

Segundo Zaidan (2017) os primeiros SIG's surgiram na década de 1960. No Canadá em especial, como parte de um programa governamental para criar um inventário de recursos naturais. Foi desenvolvido pelo geógrafo inglês residente no Canada Roger Tomlinson em 1962, este denominado “Canadian Geographical Information System”. O autor ainda comenta que sistema foi o primeiro SIG da era contemporânea, sendo aceito definitivamente como o primeiro SIG em 1965.

Os SIG's encontram-se dentro do nicho do geoprocessamento e pode ser entendido como;

“[...] um conjunto de técnicas empregadas na integração 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).

Desta forma, a integração entre as técnicas envolvidas no geoprocessamento (SIG, sensoriamento remoto) permite a elaboração de informações confiáveis de cobertura e uso da terra. O mapeamento de cobertura e uso da terra pode ser atendida pelas técnicas de geoprocessamento, auxiliada pelas imagens orbitais geradas pela ciência do sensoriamento remoto

Ferreira e Lacerda (2009, p.183) complementam que atualmente os estudos de cobertura e uso são facilitados pela evolução da ciência do sensoriamento remoto e do geoprocessamento. Assim “a utilização e a evolução do sensoriamento remoto estabeleceram uma nova realidade de obtenção de informações espaciais e o geoprocessamento permite as análises dessas informações”. (FERREIRA; LACERDA, 2009, p.183).

Para análises temporais com auxílio dessas geotecnologias necessita-se de imagens orbitais, estas são produzidas por meio sistemas sensores. Estes vem sendo idealizados desde os anos 1960 e assim evoluíram em questões de tecnologia, tendo durante os anos alguns lançamentos. O sistema sensor imagiador mais bem-sucedido em termos de temporalidade e funcionamento é o sistema Landsat.

A série Landsat teve seu primeiro lançamento em 1972 (*Earth Resource Technological Satellites* (ERTS-1) ou Landsat 1), atualmente está no oitavo satélite de imageamento, o Landsat 8, lançado em 2013. A grande temporalidade exercida pelo sistema Landsat permite ao usuário desenvolver estudos de séries temporais desde meados dos anos 1970 até os dias atuais, cabe ao executor da pesquisa definir o espaço temporal de análise. (FERREIRA; FERREIRA; FERREIRA, 2008; PHIRI; MORGENROTH, 2017).

Essa decisão está atrelada ao objetivo do pesquisador para com as imagens, uma vez que estas disponibilizam uma variedade de dados a serem explorados para análise geográfica. (PANIZZA, 2004; PHIRI; MORGENROTH, 2017; ZHU *et al.*, 2019). Assim, Ladwig (2006) relata que o sensoriamento remoto é responsável por gerar informações que facilitem e viabilizem o planejamento de ações no território.

Ainda o autor citado afirmou que “o sensoriamento remoto, juntamente aos sistemas de informação geográfica (SIG), são ferramentas poderosas no auxílio do processo de gestão de um território”. (LADWIG, 2006, p. 67).

As técnicas de geoprocessamento atreladas a um software de PDI (Processamento Digital de Imagens) e a um SIG tendo como base imagens geradas a partir de um produto de sensoriamento remoto (seja orbital, suborbital ou terrestre) pode-se transformar em um produto final após a análise. Este produto pode ser diferente conforme o objetivo do trabalho, o produto derivado de imagens designa-se mapas temáticos.

Para os cartógrafos/geógrafos, “os mapas são veículos de transmissão do conhecimento, eles são representações gráficas de determinado espaço geográfico, concebidos para transmitir a visão subjetiva ou o conhecimento de alguém ou de poucos para muitos”. (LOCH, 2006, p.330).

Sendo assim um mapa pode ser considerado como sistema de informação espacial concebido a partir de muitos dados georreferenciados, ou ainda instrumentos de comunicação visual com múltiplas possibilidades de informação de conteúdo geográfico de forma gráfica, proporcionando ao leitor/interprete a visualização da organização do espaço de forma aberta e agregada. (LOCH, 2006; MARCHEZINI *et al.*, 2017).

Os mapas são formas de saber, são socialmente construídos e sempre levam as ideias de quem o faz, os mapas são linguagens, assim como uma carta escrita, este passa uma informação ao leitor. (MARTINELLI, 2003). O que fica claro é que informações geográficas representadas na forma de mapas, atraem atenção, assim como são de melhor compreensão por parte de quem observa.

Sendo assim o geoprocessamento atrelado as imagens fornecidas pelo sensoriamento remoto, são instrumentos de auxílio no processo de gestão territorial. (ROSA; BRITO, 1996). A partir dos conceitos discutidos é possível realizar-se a metodologia de análise multitemporal, esta é o resultado deste conjunto de ferramentas usadas em colaboração mútua.

2.1.4 Processamento Digital de Imagens

Processamento Digital de Imagens (PDI) pode ser entendido como o conjunto de técnicas utilizadas para manipulação de imagens digitais no sentido de facilitar a extração de informações. (MACIEL; VINHAS; CÂMARA, 2015). O PDI é responsável pela correção,

realce, classificação e transformação de imagens, utilizando-se de softwares próprios para estas operações. (MOURA, 2014).

O campo do PDI “remete-se ao tratamento de imagens digitais por meio de computadores, assim como ao conjunto de técnicas para a manipulação de imagens digitais com o objetivo de facilitar a extração de informações desejadas”. (MELO JÚNIOR; EVANGELISTA JUNIOR; SILVA, 2018, p. 215). Essas técnicas possibilitam o usuário do PDI a realizar a partir dos produtos novos dados advindos das informações contidas nas imagens.

O PDI apresenta etapas na sua manipulação, sendo pré-processamento, processamento e pós-processamento. O pré-processamento tem por objetivo tratar dos dados brutos adquiridos, realizando nas imagens transformações radiométricas, correção de distorções, remoção de ruídos, reprojeções entre outras técnicas que auxiliem no objetivo do trabalho.

O processamento versa sobre a parte de segmentação e classificação das imagens da área de estudo. A etapa de pós-processamento consiste em melhorar os resultados obtidos nos trabalhos realizados nas imagens, corrigindo possíveis imperfeições e avaliando a acurácia temática do mapeamento. (MELO JÚNIOR; EVANGELISTA JUNIOR; SILVA, 2018).

O uso de dados do sensoriamento remoto e das imagens orbitais são uma maneira operacional de monitorar as mudanças na cobertura e uso da terra, auxiliando no entendimento das alterações no território influenciados pelas ações antrópicas, principalmente em mudanças a longo prazo, sendo estes processos mais significativos para as mudanças ambientais. (DUAN *et al.*, 2019; MATLHODI; 2019).

2.1.5 Análise Multitemporal de Cobertura e Uso da Terra

A história do mapeamento de cobertura e uso da terra remonta ao começo dos anos 1950, tendo como base as fotografias aéreas que começavam a se desenvolver, impulsionados pela II Guerra Mundial que acabará de ocorrer. As fotografias aéreas já tinham como finalidade além do uso militar, o auxílio nas questões civis abrangendo aplicações em torno dos recursos hídricos, florestas, agricultura e planejamento urbano. (LOVELEND, 2012).

O pioneirismo nesse tipo de aplicação teve início nos Estados Unidos, os exemplos mais antigos citados na literatura indicam trabalhos como o de Marschner (1958), “Principais usos da terra nos Estados Unidos”, no qual o autor usou folhas de índice de fotografias aéreas para compilar um mapa de tipos gerais de uso da terra em uma escala final de 1:5000000.

Destaca-se ainda os trabalhos de "Levantamento Econômico da Terra do Michigan", no qual fotografias aéreas foram usadas para identificar os usos da terra necessários para melhorar a conservação das florestas já derrubadas, assim como a pesquisa conjunta do Departamento de Geografia da Universidade da Pensilvânia e da Unidade de Pesquisa em Vida Selvagem Cooperativa de Massachusetts, onde se desenvolveu o "Mapa de cobertura vegetativa de Massachusetts" usando fotografias aéreas em escala de 1:20000. (MACCONNELL; GARVIN, 1956³; STEINER, 1965⁴ *apud* LOVELEND, 2012).

Uma vez ressaltada a importância deste tipo de trabalho, é necessário ter a compreensão do uso dos termos, uma vez que uso e cobertura são termos distintos, sendo na maioria dos casos usados em conjunto. Sohl e Sleeter (2012) enfatizam que a maioria dos modelos de uso e cobertura da terra tentam compreender as forças motrizes por trás do uso antrópico da terra, incluindo as forças socioeconômicas e biofísicas.

No entanto as classificações temáticas procuram concentrar nas coberturas resultantes da terra ou mais comumente em uma mistura de “classes” de uso e cobertura. É necessária uma distinção entre “uso da terra” e “cobertura da terra” uma vez que sua conceituação é frequentemente empregada de forma incorreta. (RODRIGUES, 2018).

Compreende-se por “cobertura da terra” a caracterização dos objetos da superfície terrestre em termos de suas propriedades biofísicas, físicas e químicas que exibem uma relação própria de interação energia-matéria, ou seja, ao revestimento da terra. O “uso da terra” refere-se a sua utilização humana e/ou cultural associado a uma cobertura, são exemplos de uso da terra: área residencial, pecuária, áreas de mineração/extração. (DI GREGORIO 1998; PRADO, 2009; SOHL; SLEETER, 2012; DI GREGORIO, 2016; RODRIGUES, 2018).

O uso da terra refere-se como a terra é usada pelos seres humanos, enquanto a cobertura da terra se refere à cobertura vegetal, estrutural ou outra superfície resultante de um determinado uso da terra. A definição de uso da terra dessa maneira estabelece um vínculo direto entre a cobertura da terra e as ações das pessoas em seu ambiente. (DI GREGORIO, 1998; GIRI, 2012; DI GREGORIO, 2016).

Sohl e Sleeter (2012) destacam que ao contrário da cobertura do solo, que pode ser diretamente observada e monitorada a partir de dados de sensoriamento remoto, o uso do solo

³ MacConnell, W.P. and Garvin, L.E. 1956. Cover mapping a state from aerial photographs. *Photogrammetric Engineering*, 22(4), 702–707.

⁴ Steiner, D. 1965. Use of air photographs for interpreting and mapping rural land use in the United States. *Photogrammetria*, 20(2), 65–80.

geralmente deve ser inferido por meio de uma combinação de observação de sensoriamento remoto e conhecimento da área mapeada (incluindo observação de campo), assim como outras informações auxiliares que vinculam uma determinada cobertura de terra em uma região a um determinado uso da terra.

Rodrigues (2018, p. 39) argumenta que “as mudanças que ocorrem no uso da terra normalmente acarretam mudanças na cobertura da terra, mas podem ocorrer modificações na cobertura, sem que ocorra, obrigatoriamente, uma mudança no uso daquela área”.

Outro ponto a se destacar é a utilização dos termos “terra” e “solo” que por vezes são considerados sinônimos. Os termos “cobertura” e “uso”, e os termos “terra” e “solo” tem diferenças conceituais. (PRADO, 2009).

Conceitua-se o termo “terra” como superfície terrestre e entende-se que nela ocorrem os fenômenos de parte natural ou antrópica, enquanto um solo pode ser entendido como uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos. (EMBRAPA, 2018).

Segundo Guerra (1993) o solo pode ser uma camada superficial de terra arável que possui vida microbiana. Desta forma utilizar o termo “terra” quando se trata de mapeamento de cobertura e uso é mais fidedigno com a realidade, pois trata de tudo que está acima da superfície terrestre, uma vez que o termo “solo” refere-se as formações pedológicas.

Prado (2009) ressalta que com a grande variedade de tipos de cobertura da terra existentes, o ser humano apresenta a necessidade de descreve-los e classificá-los, tendo em vista a padronização e compatibilização dos dados para mapeamento, uma vez que a padronização dos dados seja contemplada por diversos órgãos competentes o planejamento e a gestão do território podem se dar de forma mais igualitária.

Diversos países têm utilizado imagens de sensoriamento remoto para mapear a superfície terrestre, cada um com seu órgão responsável, no que tange as questões de padronização destaca-se o programa da União Europeia denominado CORINE (*Co-ordination of Information on the Environment*) criado em 1985 pela Comissão Europeia.

Este programa tem por objetivo de desenvolver um sistema de informação sobre o estado do ambiente a nível europeu. Uma das principais componentes deste programa foi o projeto *CORINE Land Cover* (CLC) que teve como primeiro objetivo a produção de uma cartografia de ocupação e uso do solo para os países da União Europeia relativa ao ano de 1990.

Este programa teve continuação, refazendo o mapeamento para o ano de 2000, 2006, 2012 e 2018 de 27 países integrantes da união Europeia, tendo todos os dados

disponibilizados em plataforma digital, pode-se assim visualizar a série histórica e baixar os dados utilizados. A importância deste programa foi a padronização na metodologia de classificação e de nomenclatura das classes.

A cartografia desenvolvida pelo programa CORINE fornece um inventário do uso e ocupação do solo e captura a estrutura da paisagem na escala 1:100000, utilizando imagens do sensor Landsat onde foram sistematizadas em uma nomenclatura de 44 classes, desenvolvida para a realidade Europeia. (PAINHO, CAETANO, 2006).

Esta classificação pode ser adaptada a outras realidades, ou levar outros conjuntos de países a desenvolver em conjunto um sistema que contemple as diferentes realidades. A nível nacional foi elaborado pelo IBGE (2013) o manual técnico de uso da terra onde é proposto um sistema de classificação baseado em três níveis hierárquicos para atender mapeamentos nas escalas 1:250000 e 1:100000.

É importante destacar a escala, pois como lembra Di Gregório (2016) a legenda é dependente da escala e da representação cartográfica, bem como dos dados e do método de mapeamento. IBGE (2013) destaca que no caso de escalas maiores é necessária maior informação suplementar, um conhecimento da área de estudo.

Para a determinação da nomenclatura das classes de cobertura e uso do solo realizada nesta pesquisa toma-se como base o programa CORINE land cover, por ter uma série histórica já consolidada.

Visa-se para o espaço geográfico brasileiro e até Latino Americano uma política espelhada no programa “*Corine Land Cover*” da União Europeia, em que se desenvolva uma padronização da cobertura e uso da terra. Tendo as coberturas de toda UE, assim como cada país individualmente por meio de suas respectivas secretarias de planejamento poderiam mapear em maiores escalas seus territórios seguindo a padronização, assim utilizando de imagens de alta resolução, o que possibilitaria uma maior compreensão das coberturas e usos da terra de cada país.

Desta forma, os pesquisadores devem fornecer os dados usados para uso público e de futuras pesquisas, no caso do mapeamento de cobertura e uso disponibilizar ao final o *Shapefile* dos polígonos mapeados. Esta informação atrelada a um SIG pode gerar novos estudos, uma vez que outras metodologias utilizam deste mapeamento para gerar análises.

No atual processo de globalização, o acesso à informação é necessário para as sociedades modernas, principalmente após os anos 1990 com a rede mundial de computadores a difusão de informações se acentua. O atual período tecnológico que segundo Santos (2012)

tem início após os anos 1970 caracterizado pela forte interação entre técnica, ciência e informação, fatores estes responsáveis pelo surgimento de uma nova estrutura social e econômica denominada pelo autor como meio técnico-científico-informacional.

Para Santos (2012) “[...] a informação não apenas está presente nas coisas, nos objetos técnicos, que formam o espaço, como ela é necessária à ação realizada sobre essas coisas”. (SANTOS, 2012 p. 160). Atualmente o acesso à informação é necessário ao planejamento e desenvolvimento das políticas públicas, sendo um facilitador de tomadas de decisão.

Silva (2007) afirma que a informação é um recurso de suma importância dentro de qualquer organização, quer seja ela pública ou privada em todas as instâncias administrativas do estado (Federal, estadual ou municipal) auxiliando nas tomadas de decisão. Portanto estas instituições deveriam produzir informações suficientes do seu território para reduzir o tempo e melhorar a tomada de decisão, estas informações devem ser de cunho descritivos para atender questões econômicas e sociais do território e também informações especializadas em forma gráfica (mapas). (SILVA, 2007).

No Brasil, algumas instituições recebem a responsabilidade de produzir, organizar e divulgar dados e informações, sejam estes descritivos ou gráficos. Alguns órgãos públicos auxiliam na produção destes, como o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), entre outros, que vem trabalhando para o melhoramento destas informações.

Pode-se citar também as universidades, que de forma secundária responsabilizam-se em parte pela produção de dados e informações a nível nacional e regional por meio de pesquisas científicas, artigos, dissertações e teses. Apesar dos esforços destas instituições ainda quando falamos de Brasil, um país de dimensões continentais a produção do conhecimento, principalmente a níveis regionais ou locais encontram-se em carência.

Nos limites da BHRA as informações produzidas são de maior parte dos programas de pós-graduação das universidades. Estas em níveis cartográficos ainda são deficientes, além de não possuírem uma atualização periódica. Deve-se levar em consideração que as mudanças no território são por vezes rápidas quando se trata das atividades da sociedade moderna, com influência antrópica no território modificando sua morfologia. (MATLHODI *et al.*, 2019).

Para a gestão eficiente do território é necessária uma atualização constante das informações e conhecimentos sobre ele. Na unidade territorial em estudo pretende-se auxiliar

na construção destas informações gráficas para o melhor planejamento territorial do espaço geográfico por meio da compreensão dos usos e coberturas da terra ao longo dos anos.

Neste sentido, Ferreira (2006, p.4), afirmou que o “estudo do uso e ocupação das terras constitui um importante passo para o entendimento da relação entre homem e o meio físico”, possibilitando assim após estudos prévios, estimar consequências futuras, considerando a progressão de acontecimentos iniciados no passado.

Anderson *et al.*, (1974) afirmaram em meados do século XX em publicação do *Geological Survey* intitulada “Sistema de classificação do uso da terra e do Revestimento do solo para utilização com dados de sensores remotos” que a produção destes é de suma importância, destacando a variedade de casos em que se necessitam dados sobre o uso da terra.

Ainda Anderson *et al.*, (1974, p.14) complementam que “desde que os órgãos públicos e as organizações particulares devam saber o que está ocorrendo - e devem preparar projetos sérios para sua própria ação futura - então é básico dispor de uma informação confiável”

Assim como Anderson *et al.*, (1974), anteriormente Clawson e Stewart (1965) em sua publicação *Land Use Information*, demonstravam preocupação com a dinâmica de uso da terra, assim os autores citam que:

"Nessa situação dinâmica, precisa, significativa, dados atuais sobre uso da terra são essenciais. Desde que os órgãos públicos e as organizações particulares devam saber o que está ocorrendo e devem preparar projetos sérios para sua própria ação futura então é básico dispor de uma informação confiável". (CLAWSON; STEWART, 1965).

Uma das preocupações de Clawson e Stewart (1965) era com a geração e gestão dos dados, uma vez que em 1965 ainda estava nos primórdios do geoprocessamento e dos Sistemas Geográficos de Informação.

Destaca-se ainda a preocupação de Anderson *et al.*, (1965) com a padronização destes dados produzidos por meio do sensoriamento remoto, um banco de dados organizado e padronizado pode facilitar a tomada de decisão.

A necessidade de dados padronizados sobre uso da terra e revestimento do solo só pode aumentar, na medida em que procuramos estimar e manejar áreas que constituem motivo de preocupação, fundamentais para o controle ambiental, como planícies inundáveis e terras úmidas, áreas de desenvolvimento e produção de recursos energéticos, habitats de vida silvestre, terras de recreação, e centros residenciais importantes e de desenvolvimento industrial. (ANDERSON *et al.*, 1974, p.15).

A BHRA apresenta-se justamente na inquietação do autor citado acima, pois é necessário a produção de dados em todo o território, mas especialmente em áreas de preocupação ambiental. No caso estudado a bacia apresenta problemática ambiental em dois

seguimentos já comentados, as planícies inundáveis, chamadas áreas de várzea, e degradação por desenvolvimento de produção de recursos energéticos, no caso aqui o carvão mineral para geração de energia.

Desta forma as questões ambientais têm ganhado destaque a partir de uma visão globalizada destas problemáticas, simultaneamente com uma preocupação da escassez dos recursos naturais, como a disponibilidade de água potável para consumo, produção e solo adequado para cultivos.

Esta visão globalizada das problemáticas ambientais “tem contribuído para uma crescente demanda por informações cartográficas, obtidas em ritmo cada vez mais intenso graças ao desenvolvimento de técnicas apoiadas no uso de computadores e imagens obtidas por sensores orbitais. (SILVA, 2007, p. 11).

É necessário ressaltar a importância do mapeamento temático de uso da terra, pois este inicia as mudanças em sua cobertura, assim a cobertura da terra é continuamente transformada pelas influências antrópicas de seu uso nas propriedades, sejam privadas ou públicas. (IZAKOVIČOVÁ, ŠPULEROVÁ, PETROVIČ; 2017).

As mudanças no uso e na forma de manejo da terra feitos de forma incorreta e sem responsabilidade transformarão, portanto, o fornecimento de serviços ecossistêmicos, desta forma podem alterar o ciclo hidrológico de uma determinada área, também causam alterações dos padrões de temperatura, precipitação e vegetação, reduzindo a quantidade de carbono sequestrado e auxiliando na emissão de gases do efeito estufa. (KOUME *et al.*; 2019).

Portanto, torna-se importante o estudo da cobertura e uso da terra em escala multitemporal. Deve-se compreender os processos de modificação assim como avaliar os fatores que impulsionam as conversões nas coberturas. Sendo as principais forças para a intensificação das mudanças: políticas, econômicas, culturais, tecnológicas e naturais, cada uma com suas particularidades e graus de conversão. (IZAKOVIČOVÁ, ŠPULEROVÁ, PETROVIČ; 2017).

Desta forma, utilizar a análise multitemporal para avaliar a cobertura e uso da terra mostra-se uma ferramenta eficiente e que pode ser empregada em qualquer local do planeta, uma vez que há imagens gratuitas disponibilizadas suficientes para realizar os procedimentos.

A produção de informações precisas e detalhadas sobre o espaço geográfico é imprescindível para formular políticas de planejamento e tomadas de decisão por parte interessadas no uso destes dados. Planejar e gerir um território é tarefa difícil, mais ainda quando se trabalha com grandes áreas territoriais que envolvem cobertura e usos complexos.

O mapeamento da cobertura e uso da terra são auxiliares propostos a este planejamento, uma vez que fornecem informações sobre determinado espaço geográfico, promovem o desenvolvimento sustentável do ponto de vista ambiental sendo importantes bases de planejamento regional e local. Desta forma os trabalhos podem ser usados em para outros fins, uma vez que tenham informações confiáveis, sigam uma metodologia, tanto de classificação das classes de cobertura e uso quanto de nomenclatura. (ARAÚJO FILHO; MENESES; SANO; 2007; GRIBB; CZERNIAK, 2016).

Informações sobre a cobertura e uso da terra são necessárias para gerenciar os recursos naturais e monitorar as mudanças ambientais globais e suas consequências para com o território, ter conhecimento da utilização e consumo da terra é essencial para o planejamento e gerenciamento eficientes do espaço geográfico. (GIRI, 2012; GRIBB; CZERNIAK, 2016).

2.1.6 Índice de Transformação Antrópica (ITA)

O ITA foi proposto por Lèmechev em 1982 e modificado por Mateo Rodriguez em 1991. O ITA tem por objetivo a quantificação do grau de modificação da paisagem levando em consideração a variável uso da terra. Cada classe recebe um peso de modificação do espaço, ou seja, o quanto aquela área impacta no meio natural, podendo variar de 1 a 10. (GOUVEIA; GALVANIN; NEVES, 2013; COCCO *et al.*, 2015; GUGLIELMELI; SILVA; STRAUCH, 2018; SILVA *et al.*, 2019).

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

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

$$ITA = (\sum (\%USO \times PESO))/100 \quad \text{Eq. 1}^5$$

⁵ Foi proposto por Back (2021) durante banca de defesa uma nova forma de escrita da equação:

$$ITA = \frac{\sum U P}{100} \quad \text{Eq. 2}$$

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).

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

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

Os pesos ainda podem ser definidos de forma subjetiva, pois o método considera o conhecimento dos autores sobre a área de estudo apoiados na literatura, desta forma os pesos são atribuídos de acordo com os tipos de cobertura e usos da terra em determinada área de estudo, 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.

Em que:

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

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

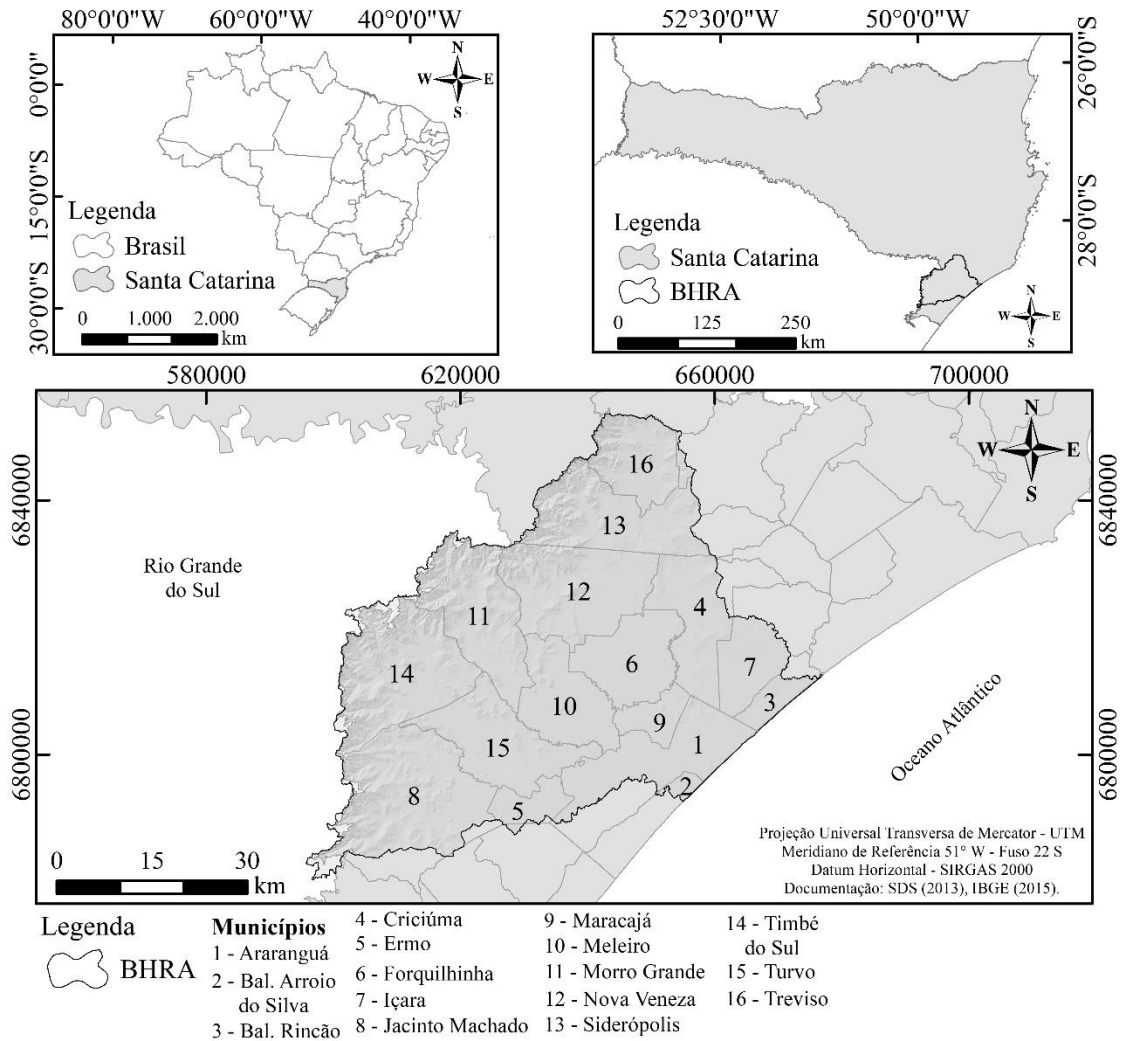
3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Para esta pesquisa delimitou-se como território de estudo a Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá localizada no sul de Santa Catarina (Figura 1), fazendo parte do sistema da vertente Atlântica. (SCHEIBE; BUSS; FURTADO, 2010).

Compreende duas associações de municípios, a AMREC (Associação dos Municípios da Região Carbonífera) e a AMESC (Associação dos Municípios do Extremo Sul de Catarinense) totalizando 16 municípios. Destes, dez estão localizados totalmente na bacia (Maracajá, Meleiro, Morro Grande, Nova Veneza, Siderópolis, Timbé do Sul, Treviso, Turvo, Ermo e Forquilha) e, seis estão parcialmente (Araranguá, Balneário Arroio do Silva, Balneário Rincão, Criciúma, Içara e Jacinto Machado).

Figura 1 - Localização Geográfica da BHRA



Fonte: Autor

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

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

A Serra Geral apresenta-se como o principal divisor de águas da rede hidrográfica do sul de Santa Catarina, direcionando as bacias a leste de suas escarpas para a vertente do atlântico. A área de ocupação da bacia é de aproximadamente 3071 km² e corresponde a 3,07% do território catarinense e o comprimento dos recursos hídricos chega a 5.916 km. (KREBS, 2004; COMASSETO, 2008; PERH/SC, 2017).

3.1.1 Formação (pré) histórica da BHRA

Para descrever sucintamente a ocupação pré-histórica da BHRA, recorre-se ao trabalho de Campos (2015) em que o projeto AERUM (Arqueologia entre rios: do Urussanga ao Mampituba) foi desenvolvido em forma de tese, tendo um recorte espacial o extremo sul de Santa Catarina, abrangendo a bacia do Araranguá, compreendendo mais de 80% da área do Projeto Entre Rios.

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

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

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

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

A colonização do extremo sul catarinense se deu de forma lenta, esta colonização é caracterizada pelas ações de exploração e reconhecimento das terras. Após a criação das capitânicas Hereditárias, as terras do sul ficaram sobre domínio de Pero Lopes de Souza e seus herdeiros, que tinham por objetivo o reconhecimento dos territórios portugueses e espanhóis em busca de suas riquezas minerais, vegetais e humanas, esta última caracteriza-se pelo aprisionamento de indígenas para a escravização. (DALL'ALBA, 2008).

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

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

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

Desta forma vieram descendo em direção ao sul, para os vales do Urussanga, Mãe Luzia e finalmente do Araranguá. (COSTA, 2011). Segundo Farias (2000, p.312) Araranguá foi o núcleo inicial das cidades, o “município irradiador do povoamento de toda a região do extremo sul catarinense” tendo anexado em seus territórios até 1925 os diversos municípios que hoje fazem parte da bacia. O vale do rio Araranguá, ainda no século XVIII, é um ponto de passagem/ligação importante entre o Rio Grande do Sul até as áreas centrais da colônia. (HOBOLD, 2005; CAMPOS, 2015).

3.2 METODOLOGIA

Em um sentido mais amplo o método de pesquisa é a ordem que se deve impor aos diferentes processos que serão fundamentais para atingir um certo fim ou resultado pretendido. Pode-se entender dentro da ciência um método como um conjunto de processos que são incorporados na investigação de uma problemática. (CERVO; BERVIAN, 2002).

Para Lakatos e Marconi (2001) um método é um conjunto de atividades sistemáticas e racionais que com maior segurança e economia permitem alcançar os objetivos propostos. Permitindo assim concomitantemente a produção de conhecimentos válidos, auxiliando no traçado do caminho a ser seguido. Seguir um método também permite a detecção de erros e nas tomadas de decisões por parte do pesquisador.

Segundo Cervo e Bervian (2002) um método não se inventa, ele depende fundamentalmente do objeto da pesquisa. Gil (2017) discute que as pesquisas podem ser classificadas mediante um critério, desta forma quando se trata de classificar pesquisas é usual sua classificação com base nos objetivos gerais.

Desta forma para Gil (2017) as pesquisas podem ser classificadas em três eixos ou grupos, são estes: exploratórias, descritivas e explicativas. As exploratórias têm por objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, assim tornando mais explícito e construindo hipóteses, desta forma este tipo de pesquisa busca o aprimoramento das ideias ou a descoberta de intuições, sendo está a mais flexível.

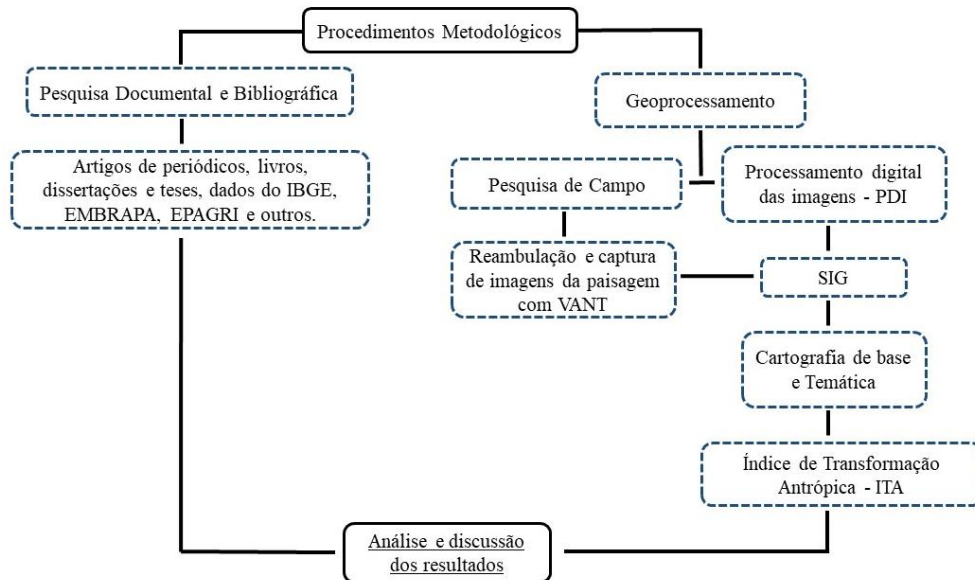
As descritivas têm por objetivo primário a descrição das características de determinada população ou fenômeno, a partir desta pode estabelecer relações entre as variáveis. Por fim as pesquisas explicativas têm preocupação em identificar os fatores que determinam ou contribuem para ocorrência de fenômenos. Pautando-se nestes pressupostos estabelecidos por Gil (2017) esta pesquisa tem estrutura descritiva/explicativa.

3.2.1 Procedimentos da Pesquisa

Para atingir os objetivos propostos, foram utilizadas as seguintes técnicas de pesquisa: bibliográfica e documental. Posteriormente, uma pesquisa de dados cartográficos e a posteriori a realização de análise multitemporal de imagens em ambiente de software de processamento digital de imagens, assim como o cálculo do ITA. Por fim, se realizou as

discussões com aporte dos resultados obtidos. O fluxograma de trabalho (figura 2) sintetiza o desenvolvimento da pesquisa.

Figura 2 - Fluxograma de trabalho



Fonte: Autor, 2021.

I. Pesquisa Documental e Bibliográfica

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

A busca em literaturas pré-existentes denomina-se de pesquisa documental ou bibliográfica, estas apesar de semelhantes carregam uma diferença, que segundo Gil (2017) está na natureza das fontes. Sendo a pesquisa bibliográfica realizada em fontes já constituídas e analisadas como livros ou artigos científicos, assim pesquisa documental versa sobre a leitura em documentos que ainda não tiveram tratamento específico, como arquivos de fotografia, memorandos e relatórios.

A pesquisa bibliográfica neste trabalho buscou o entendimento dos fenômenos de ocupação histórica da bacia, assim como de fatores socioeconômicos por meio dos trabalhos realizados na BHRA ou em seu entorno, auxiliando na compreensão histórica e atual dos fenômenos.

A pesquisa documental preocupou-se com a análise dos documentos disponibilizados pelo IBGE como o censo demográfico de 2010, censo Agro de 2017. Também

em documentos de instituições estaduais como da EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina), SDS (Secretaria de Estado de Desenvolvimento Sustentável de Santa Catarina).

II. Geoprocessamento

Elaboração da base cartográfica

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

Quadro 1 - Fonte das informações dos dados cartográficos

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

Fonte: Autor, 2019.

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

O Processamento Digital das Imagens e o Cálculo ITA

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

Quadro 2 - Características das imagens Landsat utilizadas.

Sensor	Data de aquisição da imagem	Orbita/ponto	Resolução espacial	Resolução radiométrica	Resolução temporal	Bandas utilizadas
Landsat 5 - TM	09/07/1985	220/80	30 m	8 bits	16 dias	1(B) 2(G) 3(R) 4(IR)
Landsat 5 - TM	29/05/2005	220/80	30 m	8 bits	16 dias	1(B) 2(G) 3(R) 4(IR)
Landsat 8 - OLI	05/06/2019 ⁶	220/80	30 m	16 bits	16 dias	2(B) 3(G) 4(R) 5(IR)

Fonte: *Earth Explore/USGS*

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

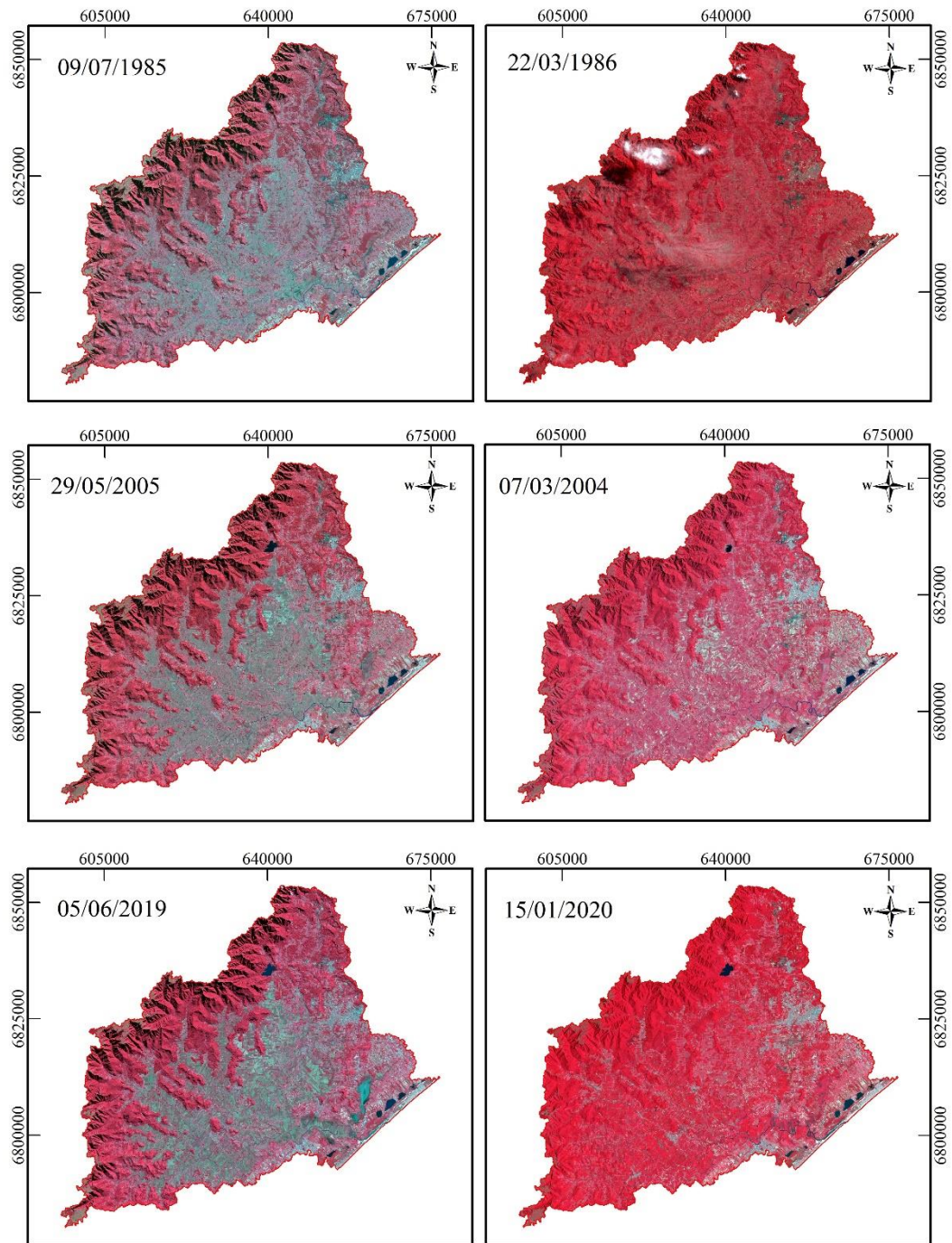
Este último critério justifica-se pelo fato de que entre o mês de agosto e o mês de janeiro ocorre o ciclo da cultura do arroz irrigado na bacia. De acordo com Silva, Ladwig e Back (2016), na região do extremo sul do estado de Santa Catarina as recomendações para o plantio de arroz vão de 21 de agosto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

Pode ser observado na Figura 3 uma comparação de imagens LANDSAT da área de estudo, em que foi realizado uma composição colorida falsa cor com as bandas que serão

⁶ Optou-se pelo uso da imagem do ano de 2019 pela razão que em 2020 não foi encontrada uma imagem sem cobertura de nuvens no período de sazonalidade pretendido.

utilizadas para o mapeamento (09/07/1985, 29/05/2005, 05/06/2019) período em que as áreas de cultivo estão em pousio). Para contrapor foi realizada composição colorida falsa cor no mesmo parâmetro com imagens que representam o período de sazonalidade onde há presença do cultivo de arroz (22/03/1986, 07/03/2004, 15/01/2020).

Figura 3 - Comparação de imagens do período de cultivo e não cultivo de arroz



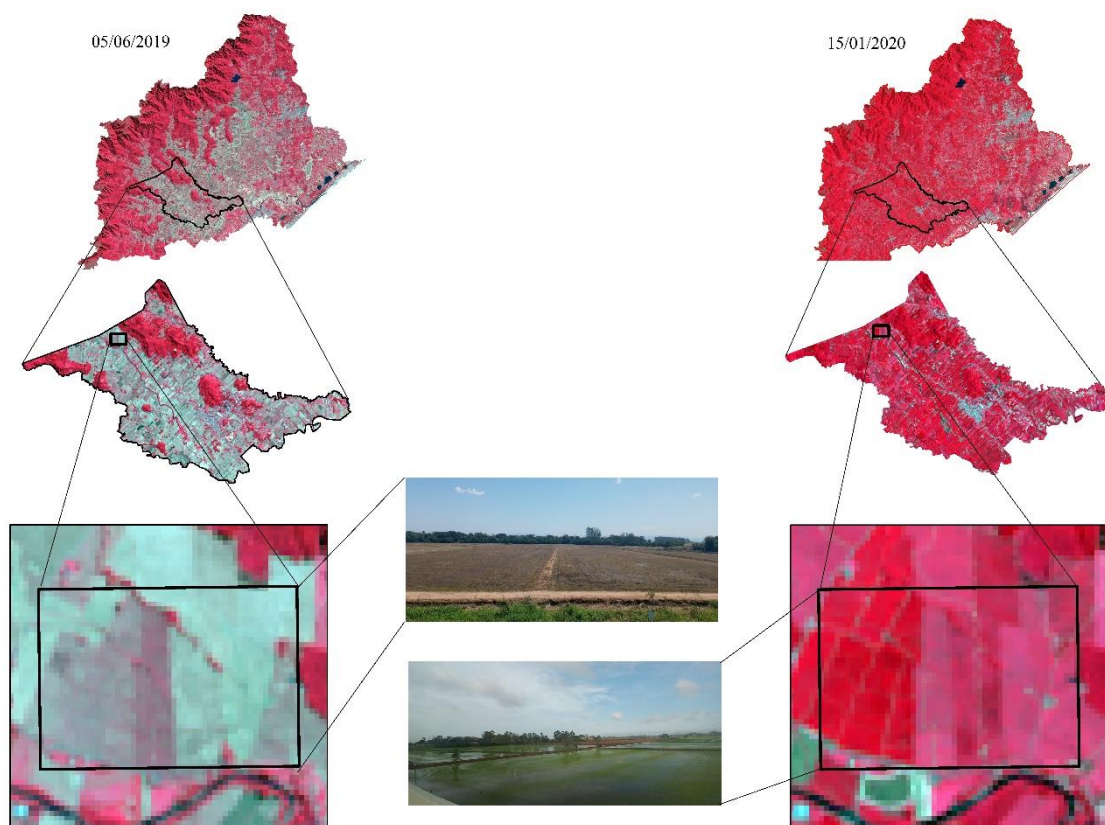
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
 Meridiano de Referência 51° W - Fuso 22 S
 Datum Horizontal SIRGAS 2000
 Documentação: DGI/INPE (imagem base, LANDSAT 5 - TM e LANDSAT 8 - OLI)
 Composição: LD5 Falsa Cor, Infravermelho (R4, G3, B2)
 LD8 Falsa Cor, Infravermelho (R5, G4, B3)

Fonte: DGI/INPE, elaborado pelo autor.

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

Na figura 4 pode-se observar uma área no município de Turvo (maior produtor de arroz dentro da BHRA), a resposta espectral desta classe de cobertura e uso da terra, se observa uma área em período sazonal de plantação e outro fora do período. Assim justifica-se a escolha das imagens do período sazonal de pousio em que a fotointerpretação pode diferenciar estas áreas.

Figura 4 - Comparação imagens de período de cultivo e não cultivo de Arroz – Município de Turvo



Fonte: DGI/INPE, elaborado pelo autor.

Após a definição das bandas e datas das imagens, iniciou-se a etapa de pré-processamento. Com o auxílio do software ArcGIS 10.3.1 foi realizada uma composição colorida (RGB) para a etapa de fotointerpretação e seleção das classes de cobertura e uso, em que foi utilizada a técnica de chave de fotointerpretação. A interpretação de uma foto ou

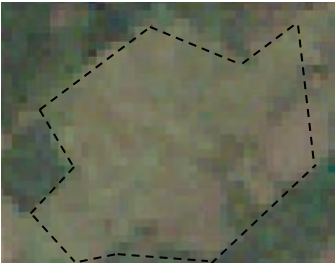
imagem é definida como “o exame de imagens com o propósito de identificar objetos e avaliar o seu significado”. (PHILIPSON, 1997⁷; McGLONE, 2004⁸ *apud* JENSEN, 2009 p. 129).

Esta etapa consistiu em diferenciar os elementos da paisagem a ser classificada por meio de interpretação visual. (JENSEN, 2009). As classes de cobertura e uso da terra definidas estão dispostas no quadro 3. Foram definidas 8 classes que buscam evidenciar os elementos paisagísticos mais evidentes dentro da bacia.

⁷ PHILIPSON, W. *Manual of photographic interpretation*. 2ed, Bethesda: ASP&rs 49-103p

⁸ McGLONE, J. C. *Manual of photogrammetry*. 5ed. Bethesda: ASP&rs. 1151p

Quadro 3 - Chave de fotointerpretação para estabelecimento das classes

Classe	Amostra	Cor/tonalidade	Forma	Textura	Descrição no contexto da paisagem
Tecido urbano		Cinza claro	Regular	Rugosa	Caracterizada como manchas definidas por rede dos elementos urbanos (construções, sistemas viários, terrenos) que constituem uma cidade. Encontra-se de forma descontínua pelo território da bacia, com maior concentração ao norte.
Áreas Agrícolas (tipo solo exposto)		Variando de verde claro a tons de Marrom claro/escuro	Regular (típico de áreas agrícolas)	Média	Evidente na paisagem representada por formas regulares bem definidas presente em quase toda extensão territorial da bacia com predominância de cultivos temporários de terreno seco e ou irrigado.
Pastagens e vegetação rasteira		Verde claro	Irregular	Fina	Evidencia-se na paisagem de forma descontínua na bacia, apresentando-se por todo território caracterizando-se por áreas de campo aberto sem vegetação arbórea arbustiva.

Vegetação Arbórea/Arbustiva		Verde escuro	Irregular	Rugosa média	Apresenta-se de forma contínua nas escarpas da Serra, onde é predominante. Aparece também em porções mais espaçadas pela bacia em geral em áreas mais íngremes.
Áreas de extração mineira		Cinza médio	Irregular	Rugosa	Apresenta-se no contexto como áreas de extração mineira para carvão mineral a céu aberto. Evidencia-se de forma descontínua ao norte da bacia, com predomínio de amostras nos municípios de de Criciúma, Forquilha, Siderópolis e Treviso.
Massa da Água		Azul médio	Regular e Irregular	Lisa	Apresenta-se de forma concentrada no litoral, com predominância para o complexo lagunar no município de Balneário Rincão e Araranguá. Também de forma descontínua como nos cursos da água pela bacia, açudes e reservatório do Rio São Bento em Siderópolis
Dunas e areais		Branca/bege	Irregular	Fina	Apresenta-se de forma concentrada no litoral, ocupando áreas entre os municípios de Balneário Rincão e Araranguá e Bal. Arroio do Silva.

					
Sombra		Preta	Irregular	Fina	Apresenta-se de forma contínua com predominância nas escarpas da Serra e próximo as áreas com relevo mais íngreme.

Fonte: Autor (2021).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Neste caso como a área mapeada possui aproximadamente 3089 km², apesar desta classificação possuir 8 classes, optou-se para a avaliação da acurácia temática o uso de 75 pontos por classe temática pela maior complexidade de alvos no mapeamento.

Para cada mapa final foi gerada uma malha de pontos (75 por classe), sendo distribuídos de forma aleatória pela ferramenta “*Creat Random Points*”, também se estabeleceu uma distância mínima de 100 metros entre os pontos, com o objetivo de melhorar a distribuição destes e evitar proximidades entre os pontos. (CONGALTON,1988).

Os pontos de referência foram avaliados por fotointerpretação, tendo como base a imagem utilizada no processamento. Dentro da tabela de atributos dos pontos criados, foi

possível estabelecer um código de identificação para a classe identificada (o mesmo ID utilizado na classificação anterior).

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

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

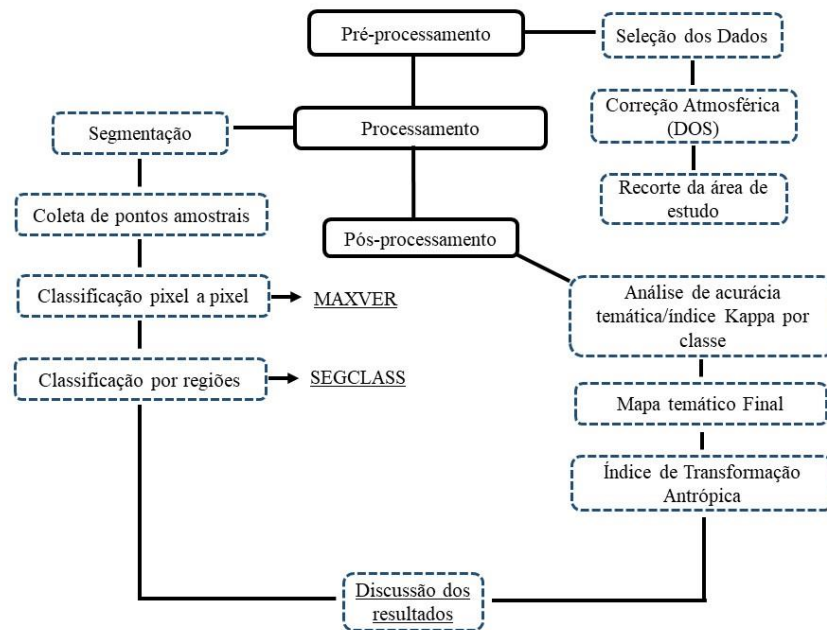
Tabela 1 - Qualidade da classificação associada aos valores do índice Kappa

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

Fonte: Landis e Koch (1977) *apud* Resck (2009).

Observa-se na Figura 5 o fluxograma do processamento digital das imagens para melhor entendimento das etapas.

Figura 5 - Fluxograma do processamento digital das imagens



Fonte: Autor, 2019

Adiante a classificação e mapeamento final foi empregado o cálculo do ITA. Seguindo as orientações dos estudos de Mateu Rodriguez (1984) conforme descrito no subtítulo 3.1.5. Este tem por objetivo fornecer informações da carga antrópica das unidades de paisagem.

Os pesos de transformação antrópica foram definidos com base na metodologia Delphi, que consiste em utilizar do conhecimento de pesquisadores para auxiliar na determinação de pesos. Adotou-se como procedimento a disponibilização de um questionário *online* (APENDICE A), em que foi explicado a metodologia, e com base nos conhecimentos individuais, cada pesquisador preencheu o quadro indicando o peso de cada classe.

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

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

Classes	Pesos	Classificação
(TU) Tecido urbano	7,78	Muito degradada
(AATSE) Áreas agrícolas (tipo solo exposto)	6,11	Degradada
(PEVR) Pastagens e vegetação rasteira	4,67	Degradação regular
(VAA) Vegetação arbórea/arbustiva	1,22	Pouco degradada
(AEM) Áreas de extração mineira	8,67	Muito degradada
(MA) Massa da água	1,67	Pouco degradada
(DEA) Dunas e areais	2,50	Pouco degradada
(SOM) Sombra	0	Não atribuído

Fonte: Autor, 2021

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

Objetiva-se com os resultados obtidos por meio do ITA um aporte a análise multitemporal. Desta forma auxiliando na compreensão da transformação da paisagem dentro da área de estudo.

Validação dos resultados de mapeamento

A validação temática foi realizada com base na matriz de confusão em que foi gerado o índice Kappa que avalia a totalidade da acurácia do mapeamento. Foi extraído da matriz de erro também o coeficiente Kappa Condicional que se refere a concordância de cada categoria do mapa temático. (CONGALTON; GREEN, 2008).

A seguir são apresentadas as matrizes de confusão para cada mapeamento e os resultados obtidos. No quadro 5, 6 e 7 podem ser observadas as matrizes de confusão para cada ano de estudo.

Fonte: Autor, 2021. Legenda Tecido urbano (TU), Áreas agrícolas (tipo solo exposto) (AATSE), Pastagens e vegetação rasteira (PEVR), Vegetação Arbórea/Arbustiva (VAA), Áreas de extração mineira (AEM), Massa da Água (MA), Dunas e areais (DEA), Sombra (SOM).

De acordo com os resultados da matriz de confusão obteve-se um índice Kappa e um índice de exatidão global para cada ano, tabela 2.

Tabela 2 - Valores de Kappa e Exatidão global

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

Fonte: Autor, 2021.

Conforme a tabela de nível de qualidade proposta por Landis e Koch (1991) apresentada anteriormente, o resultado do mapeamento para as três datas de estudo é excelente. Ainda se obteve o Kappa condicional para cada classe nos diferentes anos de mapeamento, que pode ser observado no quadro 8, 9 e 10.

Quadro 8 - Valores de Kappa Condicional para cada classe

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

Fonte: Autor, 2021. Legenda Tecido urbano (TU), Áreas agrícolas (tipo solo exposto) (AATSE), Pastagens e vegetação rasteira (PEVR), Vegetação Arbórea/Arbustiva (VAA), Áreas de extração mineira (AEM), Massa da Água (MA), Dunas e areais (DEA), Sombra (SOM).

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

Pesquisa de Campo

A pesquisa de campo foi realizada no primeiro semestre de 2021, com o objetivo de reconhecer a paisagem na bacia, focando no reconhecimento das classes de cobertura e uso da terra utilizadas no mapeamento temático.

Como auxílio para a realização do reconhecimento da paisagem, foram utilizados três instrumentos, um GPS (*Global Positioning System*) Garmim, modelo eTrex Vista H para a obtenção dos pontos amostrais, uma planilha de campo para as anotações e um Drone Parrot, modelo *Anafi Work* para a tomada de imagens aéreas.

Foram coletados 24 pontos amostrais, procurando destacar a maior diversidade de paisagens nas classes mapeadas no território da bacia, os pontos são apresentados no quadro 11. Na figura 6 é demonstrado a distribuição dos pontos coletados. E na figura 7 é apresentado a distribuição dos pontos atrelado a imagens de cada classe.

Os resultados coletados em campo serão discutidos em conjunto com os resultados da classificação temática e do ITA.

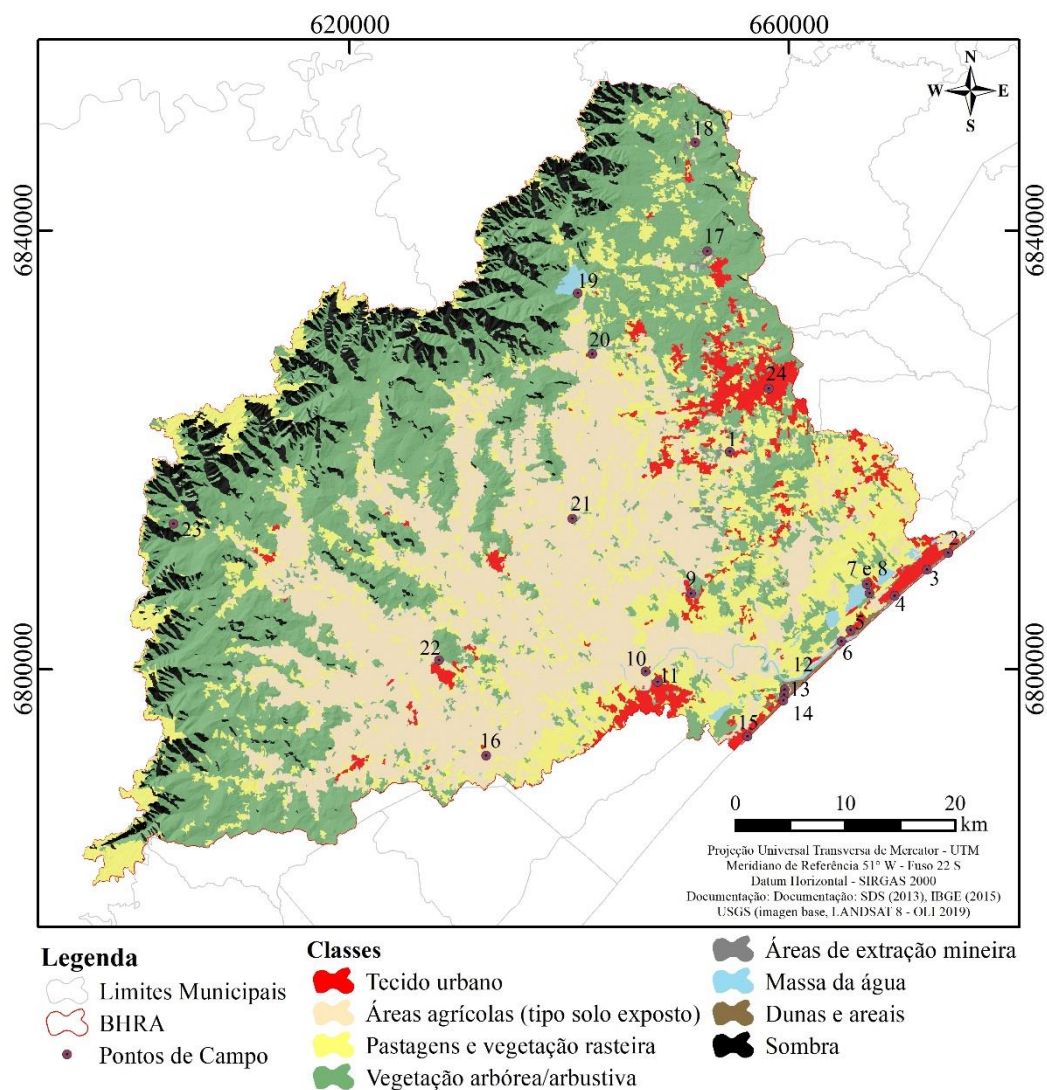
Quadro 9 - Descrição dos pontos amostrais

Pontos	Descrição	Município
1	Área de extração Mineira	Criciúma (Localidade do Sangão)
2	Área de dunas e tecido urbano em APP	Bal. Rincão
3	Tecido Urbano	Bal. Rincão (Centro)
4	Área de dunas e tecido urbano	Bal. Rincão
5	Uso misto, tecido urbano, massa da água	Araranguá (Barra velha)
6	Foz de Rio Araranguá	Araranguá
7	Vila entorno das lagoas	Bal. Rincão (Vila suíça)
8	Vila entorno das lagoas	Bal. Rincão (Vila suíça)
9	Área de extração de basalto (mineração Cedro)	Maracajá (margens da BR -101)
10	Área de agricultura (tipo solo exposto) área de arroz	Araranguá (entrada norte da BR-101)
11	Tecido urbano de Araranguá	Araranguá (próximo a saída para Barranca)
12	Área de dunas e falésias	Araranguá (morro dos conventos/Farol)
13	Área e dunas e falésias (em área de App)	Araranguá (morro dos conventos/Beco das Dunas)
14	Área de dunas, Bar em área de App	Araranguá (morro dos conventos/Bar barrancos)
15	Faixa de dunas e tecido urbano em área de App	Arroio do Silva
16	Área de agricultura (tipo solo exposto) arroz seco	Ermo
17	Área de extração mineira (mineração Gabriele)	Siderópolis
18	Área de extração mineira (depósito carbonífera catarinense)	Treviso
19	Massa da água (Barragem do rio São Bento)	Siderópolis
20	Áreas de agricultura múltipla	Nova Veneza
21	Área de agricultura (tipo solo exposto) arroz	Meleiro
22	Remanescente de vegetação arbórea arbustiva e reflorestamento	Turvo
23	Área de vegetação arbórea arbustiva e sombra	Timbé do Sul (serra da rocinha)

24	Tecido urbano	Criciúma (Santa barbara/prefeitura)
----	---------------	-------------------------------------

Fonte: Autor, 2021.

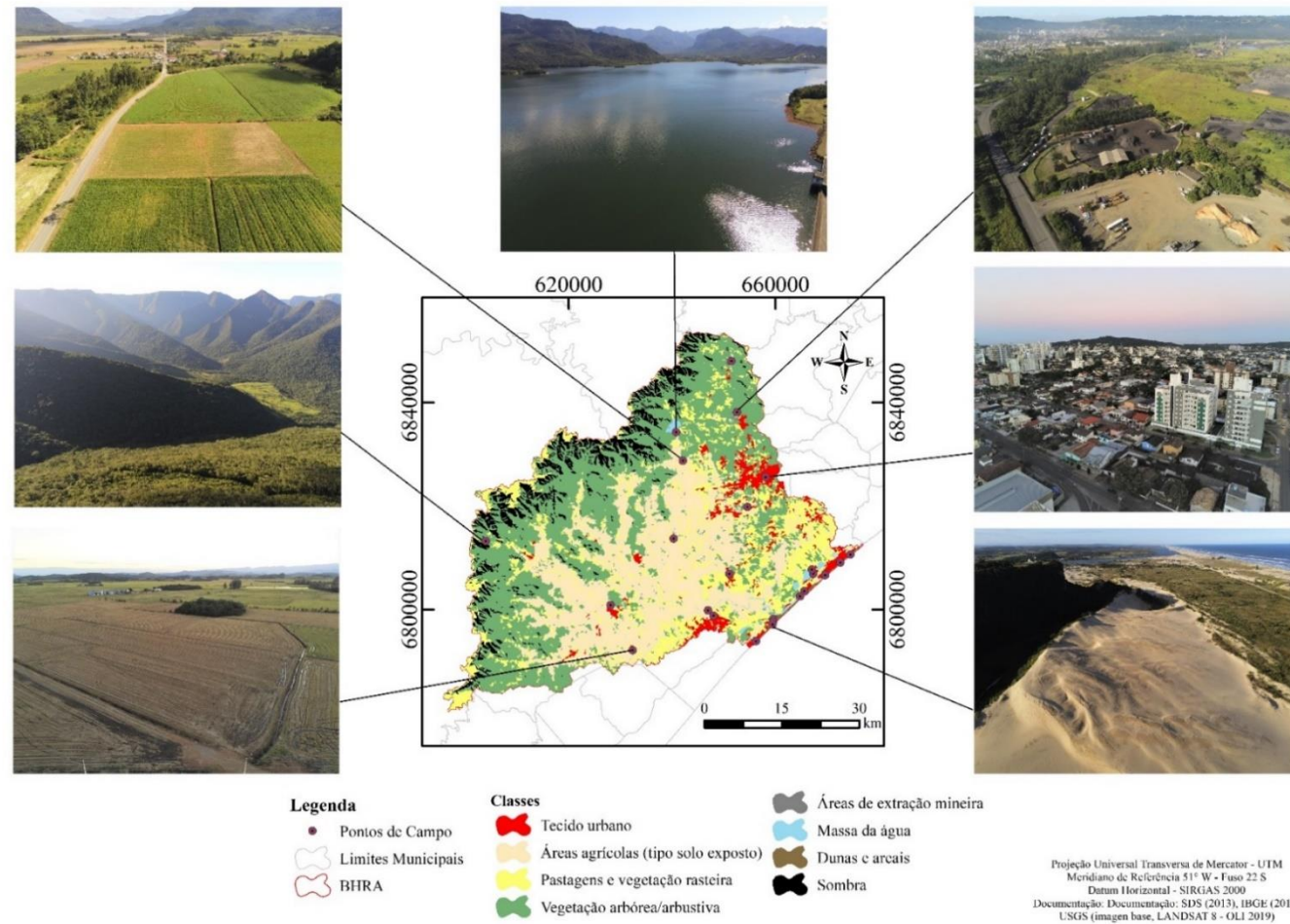
Figura 6 - Distribuição dos pontos amostrais na BHRA

**Descrição dos Pontos**

Pontos	Descrição	Município	Pontos	Descrição	Município
1	Área de extração Mineira	Criciúma (Localidade do Sangão)	13	Área de dunas e falésias (em área de App)	Araranguá (morro dos conventos/Beco das Dunas)
2	Área de dunas e tecido urbano em APP	Bal. Rincão	14	Área de dunas, Bar em área de App	Araranguá (morro dos conventos/Bar barrancos)
3	Tecido Urbano	Bal. Rincão (Centro)	15	Faixa de dunas e tecido urbano em área de App	Arroio do Silva
4	Área de dunas e tecido urbano	Bal. Rincão	16	Área de agricultura (tipo solo exposto) arroz seco	Ermo
5	Uso misto, tecido urbano, massa da água	Araranguá (Barra velha)	17	Área de extração mineira (mineração Gabriele)	Siderópolis
6	Foz de Rio Araranguá	Araranguá	18	Área de extração mineira (deposito carbonífera catarinense)	Treviso
7	Vila em torno das lagoas	Bal. Rincão (Vila suíça)	19	Massa da água (Barragem do rio São Bento)	Siderópolis
8	Vila em torno das lagoas	Bal. Rincão (Vila suíça)	20	Áreas de agricultura múltipla	Nova Veneza
9	Área de extração de basalto (mineração Cedro)	Maracajá (margens da BR - 101)	21	Área de agricultura (tipo solo exposto) arroz	Melcio
10	Área de agricultura (tipo solo exposto) área de arroz	Araranguá (entrada norte da BR-101)	22	Remanescente de vegetação arbórea arbustiva e reflorestamento	Turvo
11	Tecido urbano de Araranguá	Araranguá (próximo a saída para Barranca)	23	Área de vegetação arbórea arbustiva e sombra	Timbé do Sul (serra da rocinha)
12	Área de dunas e falésias	Araranguá (morro dos conventos/Farol)	24	Tecido urbano	Criciúma (Santa barbara/prefeitura)

Fonte: Autor, 2021.

Figura 7 - Distribuição dos pontos de campo



Fonte: Autor, 2021.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS DA PESQUISA

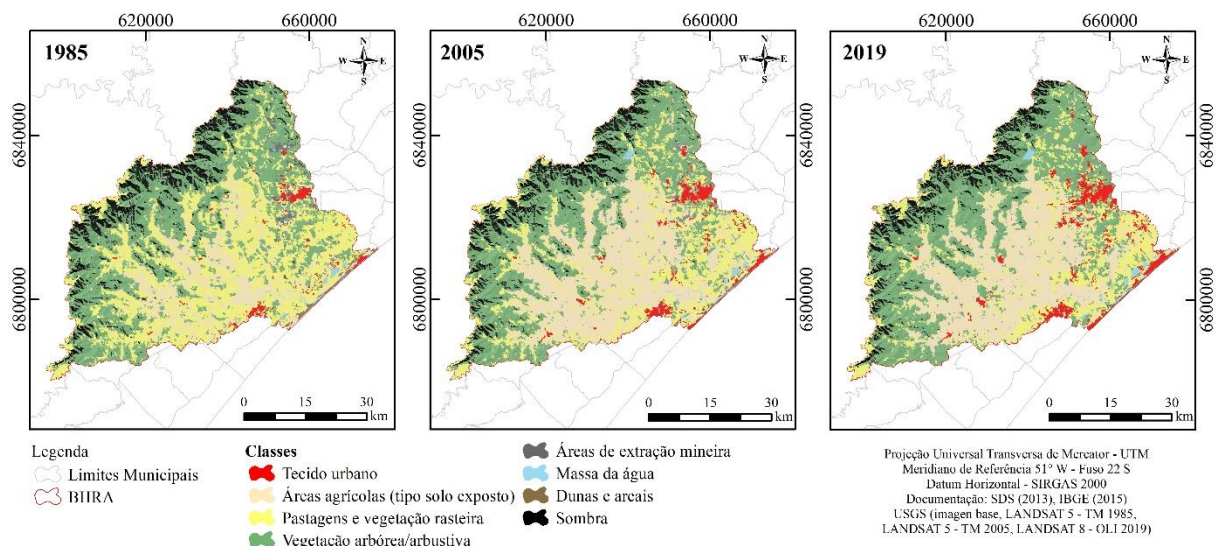
4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO MAPEAMENTO TEMÁTICO

Neste subtítulo será apresentada a análise dos resultados obtidos referente às mudanças multitemporais das classes de cobertura e uso da terra identificadas na BHRA, os resultados do ITA, assim como os resultados obtidos no trabalho de campo. Optou-se por fazer a análise dos resultados do mapeamento de forma conjunta das três datas escolhidas para todo o território da bacia. Em um segundo momento será analisadas as Unidades de Gestão da bacia (Rio Mãe Luzia, Rio Manoel Alves, Rio Araranguá e Rio Itoupava), buscando assim, compreender as mudanças ocorridas no espaço geográfico ao longo dos anos.

4.1.1 Análise do mapeamento da cobertura e uso da terra e do ITA na BHRA

Observa-se na Figura 8 o mapeamento de cobertura e uso da terra para os anos de 1985, 2005 e 2019 da BHRA (os mapas em escala maior podem ser consultados no Anexo A). A Tabela 3 demonstra o resultado da mensuração das classes de cada ano e a figura 9 exemplifica estes números. A BHRA apresenta grande extensão geográfica, desta forma optou-se por mensurar as classes em km².

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



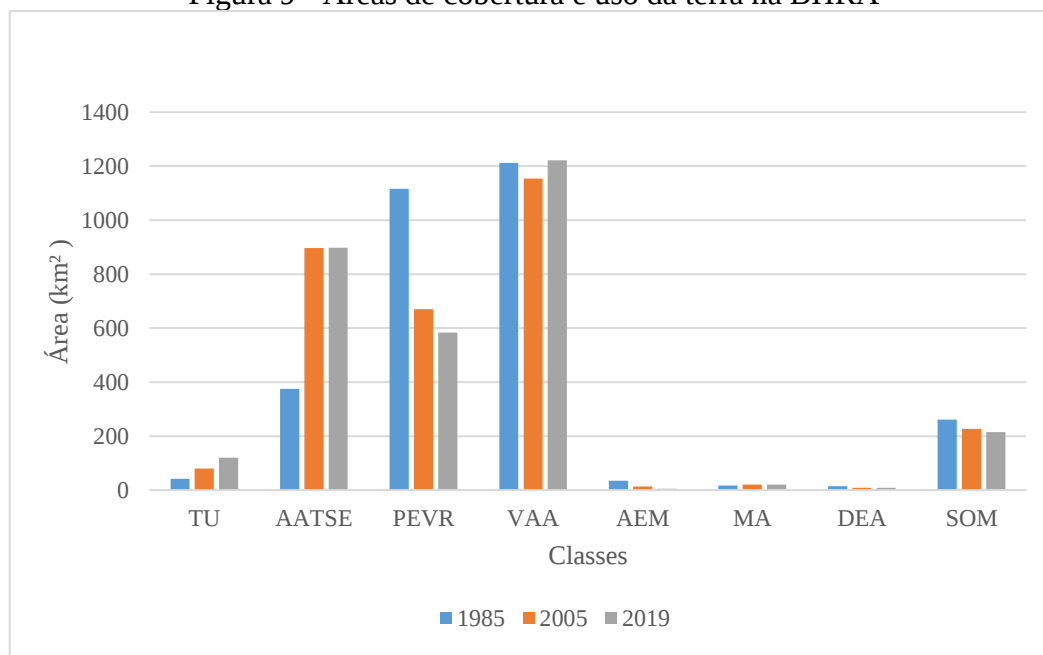
Fonte: Autor, 2021

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

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

Fonte: Autor, 2021.

Figura 9 - Áreas de cobertura e uso da terra na BHRA



Fonte: Autor, 2021.

As perdas e ganhos de área de cada classe pode ser observado nas tabelas 4 e 5.

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

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

Fonte: Autor, 2021.

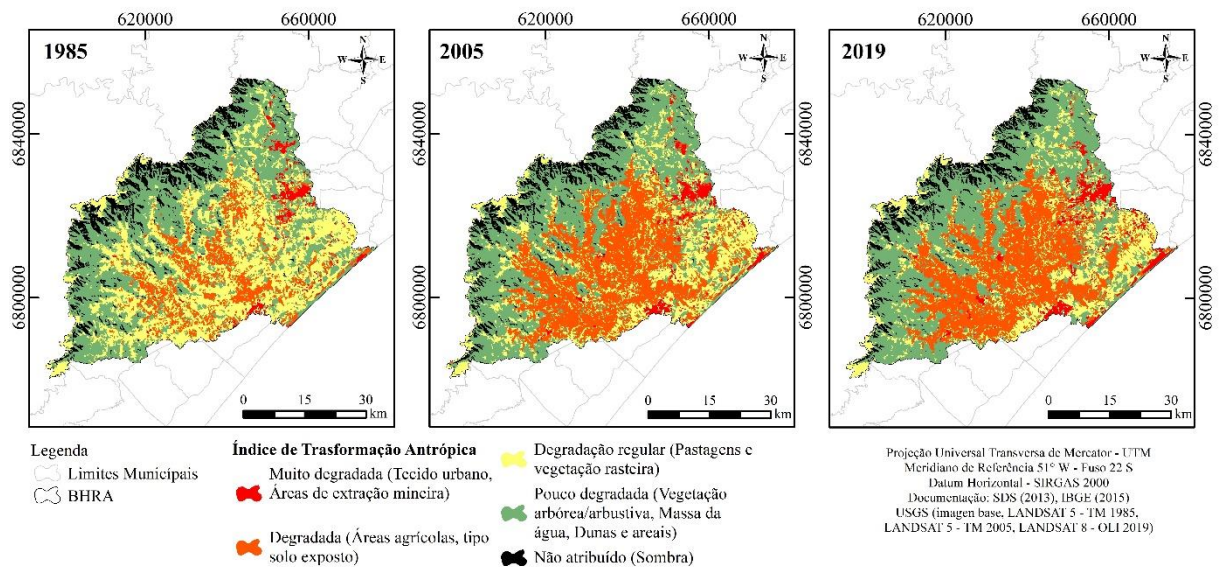
Tabela 5 - Perdas e Ganhos entre as classes (2005 - 2019)

Classe	Área (km ²) 2005	Área (km ²) 2019	Perdas e Ganhos (km ²)
Tecido urbano	79,88	120,55	40,68
Áreas agrícolas (tipo solo exposto)	897,16	897,30	0,14
Pastagens e vegetação rasteira	670,25	583,62	-86,63
Vegetação arbórea/arbustiva	1154,10	1221,24	67,14
Áreas de extração mineira	13,27	4,94	-8,33
Massa da água	20,64	20,82	0,17
Dunas e areais	8,78	7,93	-0,85
Sombra	227,12	214,79	-12,32
Total	3071,20	3071,20	-

Fonte: Autor, 2021.

A figura 10 mostra os resultados do mapeamento do ITA para as três datas estudadas. A tabela 6 comprova os resultados obtidos para o ITA, este de forma geral foi classificado para a BHRA como “degradação regular” em todos os anos de análise. Os resultados individuais são discutidos a seguir em conjunto com a mensuração de cada classe.

Figura 10 - Mapeamento do ITA para a BHRA



Fonte: Autor, 2021.

Tabela 6 - Resultados do ITA

Classe	Área (%)				Resultado ITA		
	1985	2005	2019	Peso ITA	1985	2005	2019
Tecido urbano	1,35	2,60	3,93	7,78	0,10	0,20	0,31
Áreas agrícolas (tipo solo exposto)	12,22	29,21	29,22	6,11	0,75	1,78	1,79
Pastagens e vegetação rasteira	36,33	21,82	19,00	4,67	1,70	1,02	0,89
Vegetação arbórea/arbustiva	39,47	37,58	39,76	1,22	0,48	0,46	0,49
Áreas de extração mineira	1,11	0,43	0,16	8,67	0,10	0,04	0,01
Massa da água	0,54	0,67	0,68	1,67	0,01	0,01	0,01
Dunas e areais	0,49	0,29	0,26	2,5	0,01	0,01	0,01

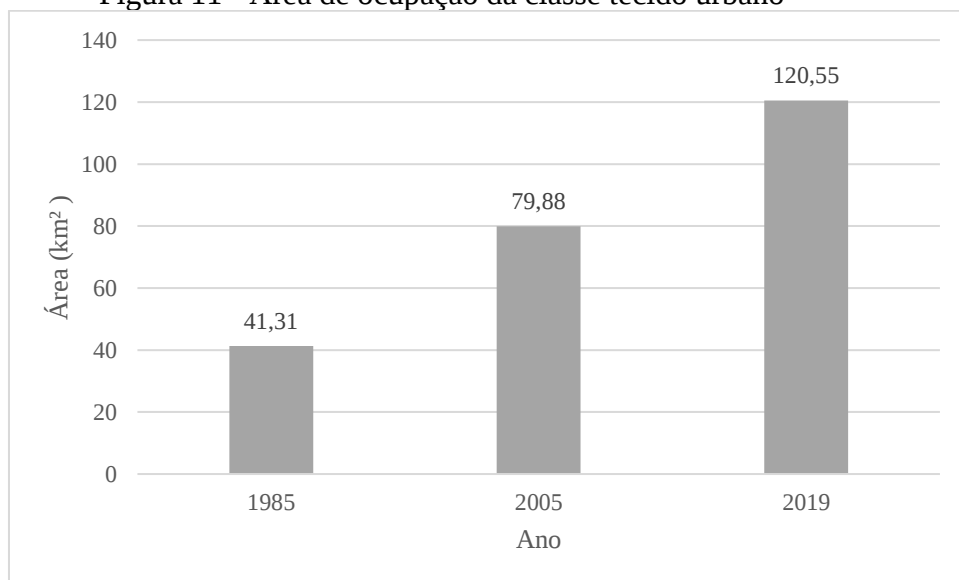
Sombra	8,50	7,40	6,99	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100	100	100	-	3,15	3,52	3,49

Fonte: Autor, 2021.

I – Tecido urbano

A primeira classe de cobertura e uso analisada no mapeamento temático refere-se a classe “Tecido urbano”, esta engloba área com edificações, sistemas viários e terrenos que constituem uma cidade. Esta classe representa no ano de 1985 uma área de 41,31 km², expandindo para 79,88 km² em 2005 e seguindo a tendência de aumento em 2019, registra 120,55 km², tendo um aumento de 38,57 km² de 1985 a 2005 e de 40,68 km² de 2005 a 2019, totalizando um aumento de área de 79,24 km² entre 1985 e 2019. Esse crescimento pode ser visto na figura 11 a seguir.

Figura 11 - Área de ocupação da classe tecido urbano



Fonte: Autor, 2021.

A classe Tecido urbano foi a que apresentou o segundo maior valor ITA (7,78) proposto pelos avaliadores, sendo classificada como degradada, demonstrando a pressão antrópica sobre esta unidade de análise. A seguir na figura 12 são apresentadas algumas imagens obtidas no trabalho de campo para esta classe.

Figura 12 - Imagens da Classe Tecido urbano



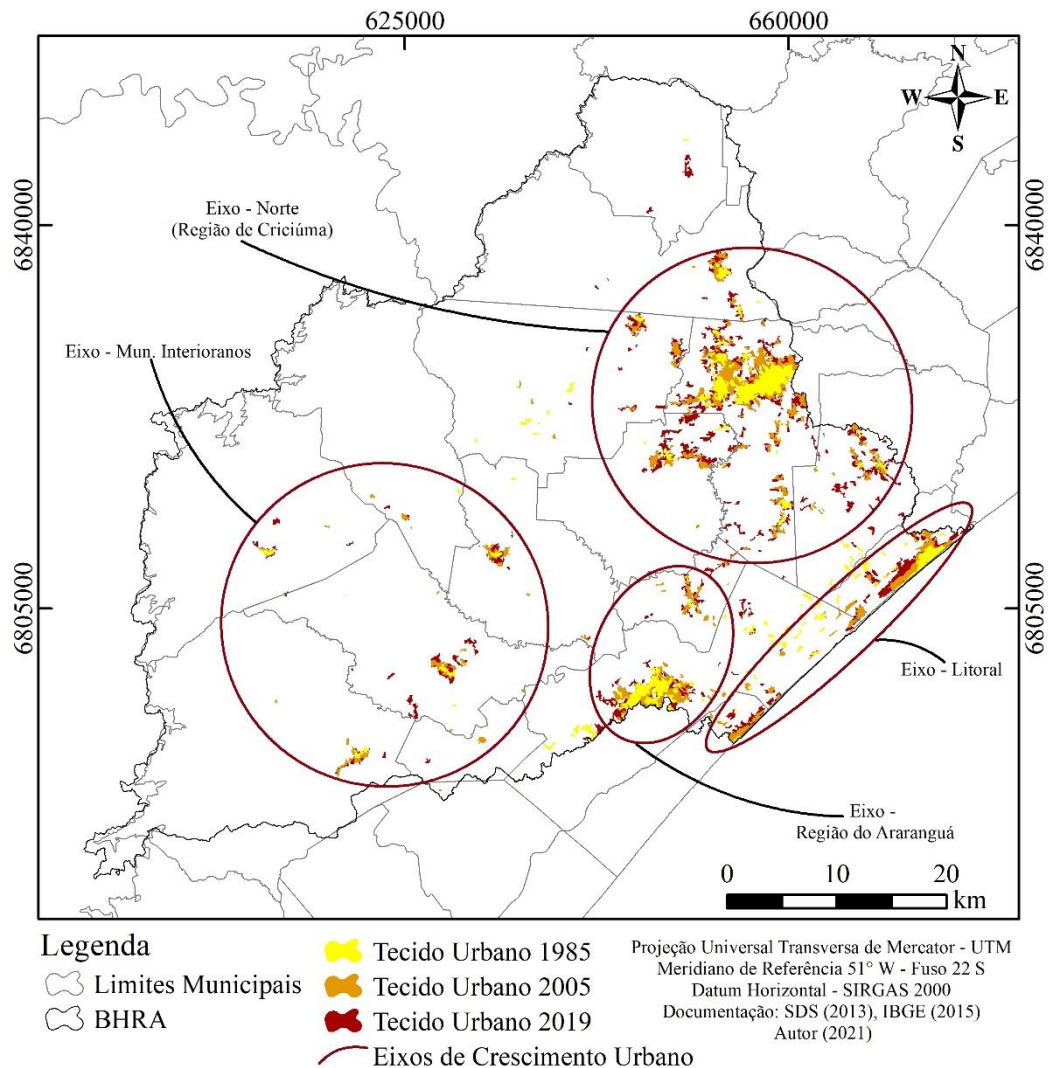
Legenda: imagem A, 05/2021 (Centro Balneário Rincão), imagem B 05/2021, (Araranguá) imagem C, 05/2021 (Balneário Arroio do Silva), imagem D, 05/2021 (Criciúma).

Fonte: Montagem (Autor, 2021).

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

Apesar desta expansão urbana iniciada a partir de meados do século XX, até a década de 1970 nenhum dos municípios da bacia era considerado urbano, com taxas de urbanização inferior a 50%. (COMASSETO, 2008). A expansão da classe tecido urbano pode ser observado no território da bacia em quatro eixos (norte da bacia, região de Araranguá, litoral e municípios interioranos (Figura 13).

Figura 13 - Eixos de expansão urbana da BHRA

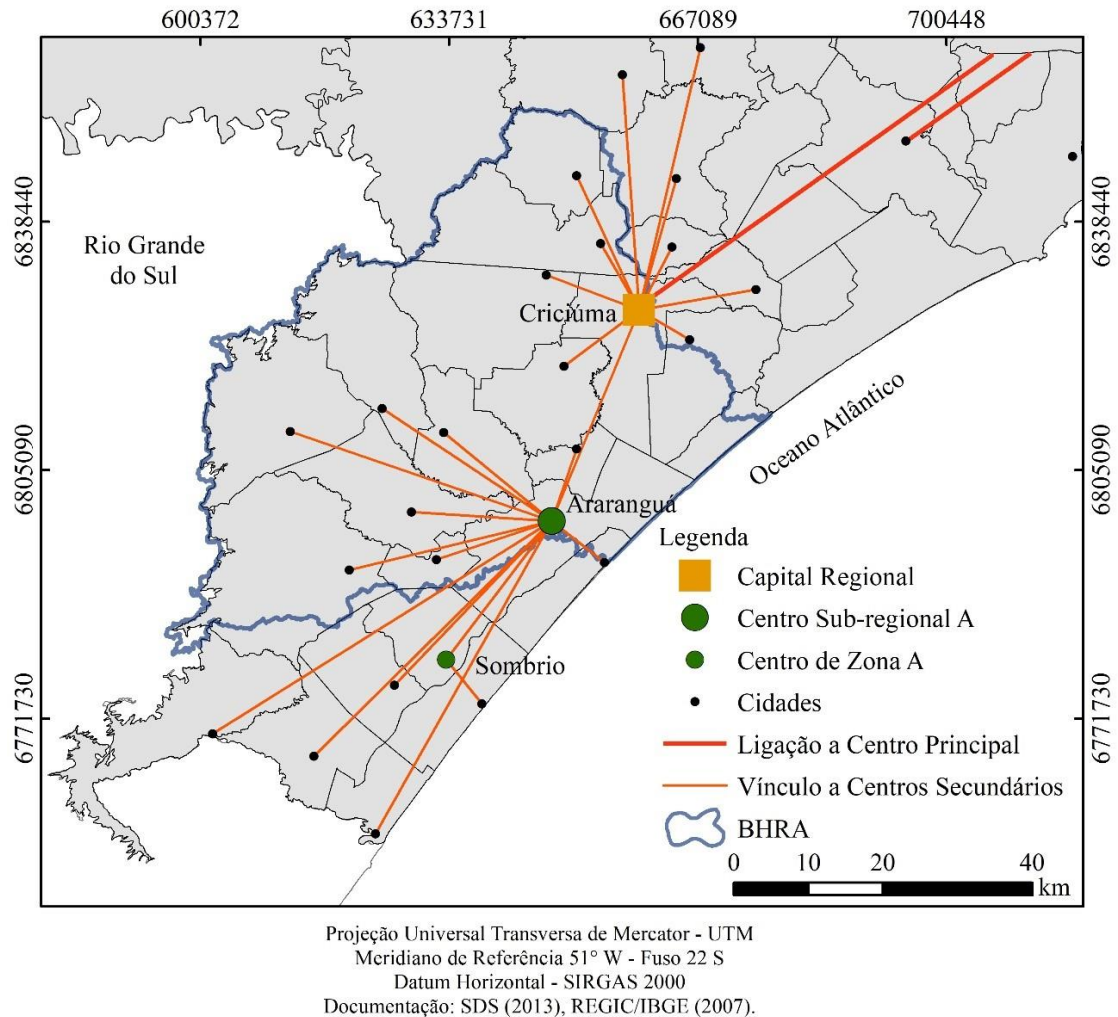


Fonte: Autor, 2020

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

Criciúma se tornou o principal município da bacia, tendo destaque comercial desde o começo dos anos 1900, esta, com o passar dos anos se tornou polo de atração em diversas áreas, pode-se observar na figura 14 a hierarquia urbana das cidades do extremo sul catarinense, em que, se tem como destaque a cidade de Criciúma como capital regional e Araranguá como centro sub-regional A.

Figura 14 - Hierarquia urbana das cidades na BHRA



Fonte: Autor, 2021.

Os municípios do eixo norte da bacia tiveram como características uma urbanização acelerada a partir do século XX, este crescimento é influenciado pelas atividades comerciais instaladas na época, mineração e posteriormente indústrias cerâmicas, metalmecânicas, agroindústrias e têxteis, estas atuam como agentes produtores e modificadores da morfologia do espaço urbano, tendo apoio do estado para suas instalações e atividades. (SIZENANDO, 2011; SILVA, 2012, GOULARTI, 2015).

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

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

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

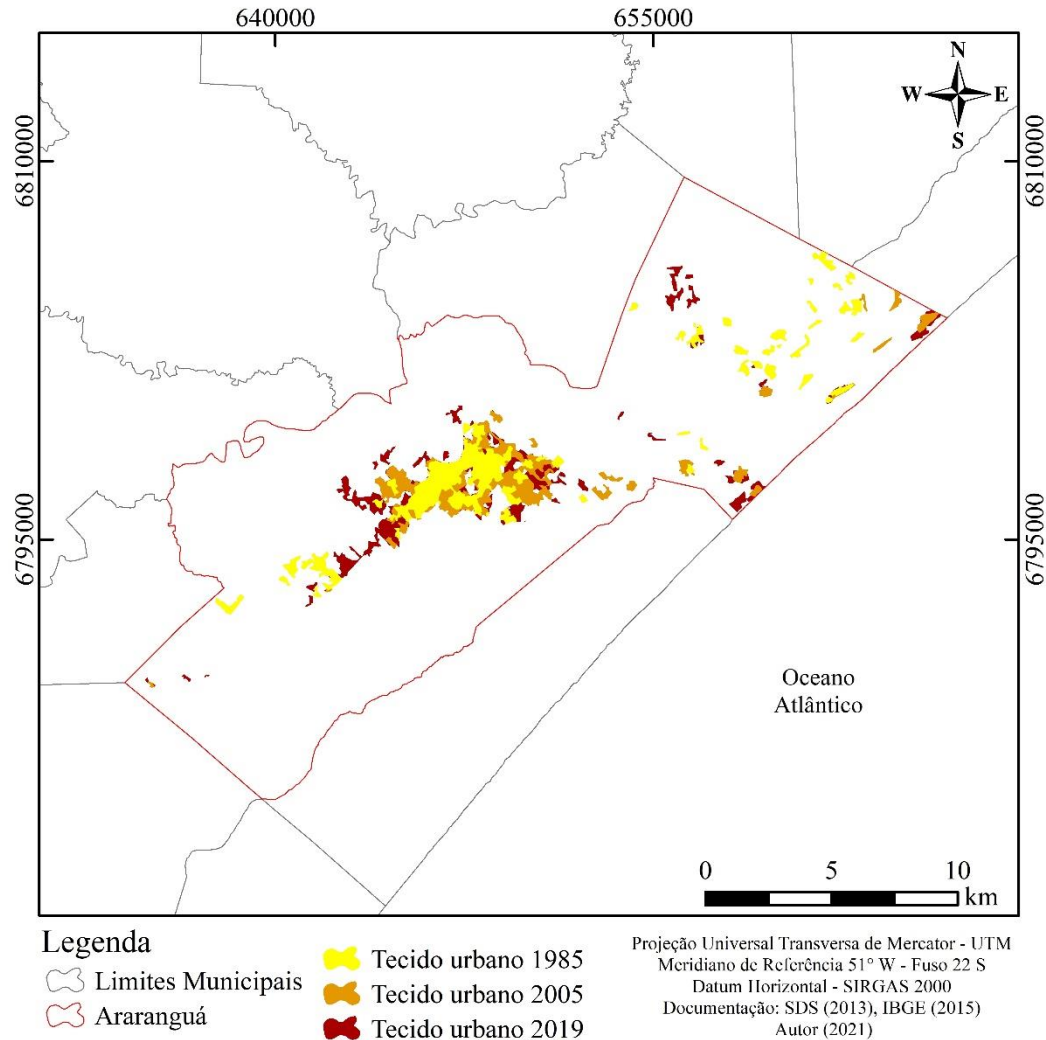
Segundo Marcon, Zocche e Ladwig (2017) ao analisar a expansão urbana do município de Araranguá no período de 1957 a 2010, afirmaram que uma das características dos municípios da região sul do estado de Santa Catarina é a alta taxa do crescimento populacional por meio da migração espacial urbana-urbana,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

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

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

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

Figura 15 - Expansão urbana do município de Araranguá



Fonte: Autor, 2021.

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

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

Segundo Manenti (2019) a parte litorânea que engloba o município de Balneário Rincão demonstra tendência de crescimento de seu tecido urbano, expandindo-se em direção ao município de Içara e também em torno do complexo lagunar. No trabalho de campo foi possível observar a expansão da ocupação no entorno das lagoas (figura 16).

Figura 16 - Expansão de tecido urbano em torno da Lagoa dos Esteves



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

Fonte: Montagem (Autor, 2021),

Nota-se no mapeamento realizado, que a área de tecido urbano se expandiu no entorno das lagoas, principalmente os condomínios próximos da Lagoa dos Esteves, as fotografias obtidas no trabalho de campo demonstraram na composição da paisagem que as áreas de tecido urbano vêm se adensando, além da expansão de área observada no mapeamento.

Este adensamento tem entre outras causas a especulação imobiliária do litoral, que vêm crescendo significativamente, principalmente atrelado a ideia de segunda residência. (LANZER; RAMOS; MARCHETT, 2013; ABRAHÃO; TOMAZZONI, 2018).

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

A busca das lagoas para diversas práticas turísticas ou de moradia permanente acarreta um aumento significativo da população residente no entorno destas. Este aumento da

ocupação populacional no entorno destas, assim como no litoral da bacia pode ser visto como um indicador de pressão antrópica sobre estes ecossistemas.

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

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

Lanzer; Ramos; Marchett (2013) ao estudarem impactos ambientais nas lagoas costeiras do litoral norte do Rio Grande do Sul, complementam que a produção e destinação inadequada de resíduos sólidos e o uso de barcos a motor e *jetskys* nas lagoas também são fatores de impacto ambiental.

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

Observa-se na tabela 7 o quantitativo populacional dos municípios da bacia e na figura 17 o crescimento populacional desta. Se tem em concordância a expansão do tecido urbano observado nos mapas de cobertura e uso da terra. O aumento demográfico é mais acentuado nos municípios de Criciúma, Içara, Forquilha e Araranguá, estes somados tiveram aumento de população no período de 1991 a 2019 de 117.637 habitantes ou 77,6% do total do aumento populacional no período.

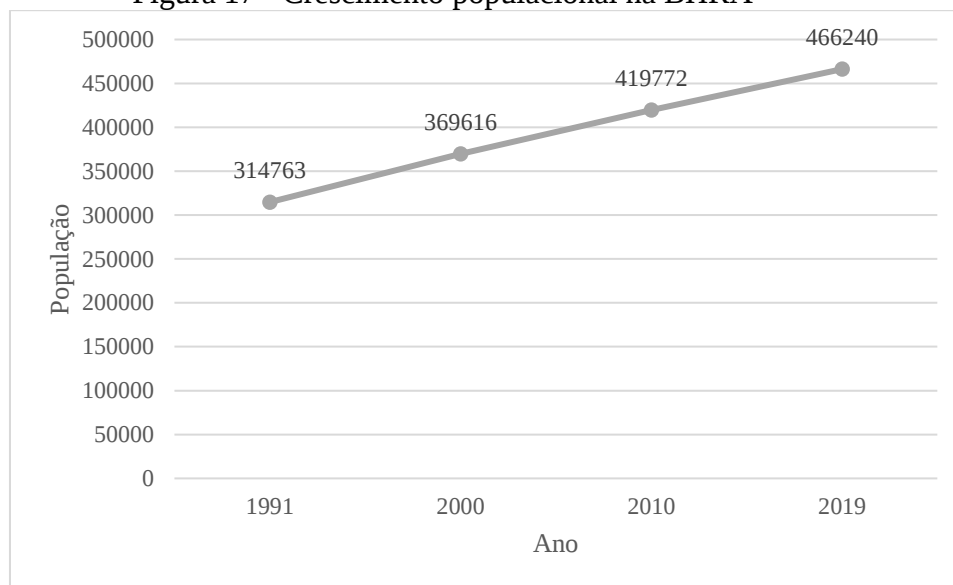
Tabela 7 - Quantitativo populacional na BHRA

Município	População Total 1991	População Total 2000	População Total 2010	População Estimada 2019	Perdas e Ganhos de População 1991 - 2019
Araranguá	44.240	54.706	61.310	67.578	23.338
Bal. Arroio do Silva	4.175	6.043	9.586	12.705	8530
Bal. Rincão	-	-	-	12.570	-
Criciúma	146.320	170.420	192.308	213.023	66703
Ermo	2.058	2.057	2.050	2.066	8
Forquilha	14.059	18.348	21.786	24.169	10110
Içara	38.095	48.634	58.833	55.581	17486
Jacinto Machado	11.514	10.923	10.609	10.457	-1057
Maracajá	4.642	5.541	6.404	7.207	2565
Meleiro	7.333	7.080	7.000	7.028	-305
Morro Grande	3.029	2.917	2.890	2.898	-131

Nova Veneza	9.898	11.511	13.309	14.987	5089
Siderópolis	10.730	12.082	12.998	13.920	3190
Timbé do Sul	5.576	5.323	5.308	5.354	-222
Treviso	2.658	3.144	3.527	3.891	1233
Turvo	10.436	10.887	11.854	12.806	2370
Total	314.763	369.616	419.772	466.240	

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

Figura 17 - Crescimento populacional na BHRA



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

Nota-se que apesar da crescente expansão urbana e populacional nos municípios destacados acima, há em contraponto outros municípios da bacia que têm diminuído o seu crescimento populacional, apresentando baixas taxas de crescimento, como é o caso de Jacinto Machado, Meleiro, Morro Grande e Timbé do Sul. Estes compõem o que chamamos aqui de quarto eixo urbano na bacia.

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

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

Apesar destes municípios do quarto eixo não apresentarem altas taxas de crescimento (em alguns casos até a diminuição da população no período analisado) nota-se que a expansão do tecido urbano destes também ocorreu.

Destaca-se também que a população do município de Içara teve diminuição no período de 2010 a 2019 devido ao desmembramento no ano de 2013 do município de Balneário Rincão, sendo este o motivo de não apresentar dados para o censo de 2010.

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

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

Os problemas ambientais derivados da intensa urbanização são diversos, estes podem ser hoje compreendidos como problemas urbanos socioambientais, uma vez que separar a população residente do ambiente que ocupam é inviável para análise.

Segundo Monte-Mór (1994)⁹ apud Silva e Travassos (2008, p. 37) “o principal problema dos núcleos urbanos metropolitanos em países em desenvolvimento se refere aos aspectos de saneamento, cujo caráter incompleto cria sérios problemas ambientais e de saúde”.

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

Apesar de todos os municípios da bacia possuírem os PMSB, segundo o relatório apresentado:

“a situação do esgotamento sanitário nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá é bastante precária, similar à verificada no restante do Estado e do país, ou seja, com baixo índice de tratamento dos esgotos domésticos. Esse cenário justifica-se pelo fato de apenas o município de Criciúma possuir rede coletora do tipo separador absoluto, mesmo que com atendimento de uma pequena parcela da população, sendo o restante dos municípios da bacia caracterizado, em sua maioria, por soluções

⁹ MONTE-MÓR, R. L. de (1994). “Urbanização extensiva e lógicas de povoamento: um olhar Ambiental” in: SANTOS, M. et al., **Território, globalização e fragmentação**. São Paulo, Hucitec.

individuais através de fossas sépticas (que por não se ter conhecimento da existência de manutenção e limpeza desses tanques, torna esse processo de tratamento menos eficaz) e lançamento de esgoto diretamente na rede pluvial”. (PRHBRA/2014, p.91).

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

Outros problemas urbanos observados na bacia podem ser considerados, como a impermeabilização do solo, principalmente na região de Criciúma, Araranguá e parte litorânea, onde a expansão urbana é mais expressiva.

A cidade de Criciúma pela falta de planejamento e ocupação irregular dos espaços urbanos, atrelado a ausência de redes de escoamento e impermeabilização do solo, sofre com inundações todos os anos, em diversos bairros, principalmente na parte central da cidade (figura 18). Silva e Back (2016) destacam que na cidade de Criciúma, são constantes estes fenômenos de alagamentos/enchentes¹⁰, em vários pontos da cidade, desta forma causando prejuízos ao poder público e as comunidades locais.

Estes eventos de alagamentos/enchentes estão associados a chuvas intensas e a deficiência do sistema de drenagem que ocorrem na região, estas são responsáveis por desencadear estes fenômenos hidrológicos (BRASIL, 2007; BACK; SONEGO; PEREIRA, 2019). Porém se observa estragos maiores devido a urbanização excessiva como consequência da impermeabilização do solo urbano, assim como a baixa eficácia das redes de escoamento pluvial. (TUCCI, 2003; TUCCI, 2008).

¹⁰ Alagamentos: define-se como o acúmulo momentâneo de águas em uma dada área decorrente de deficiência do sistema de drenagem. (BRASIL, 2007, p.94).
Enchentes: Elevação temporária de nível da água em um canal de drenagem devida ao aumento da vazão ou descarga. (BRASIL, 2007, p.90).

Figura 18 - Mosaico de imagens de alagamentos/enchentes na cidade de Criciúma



Fonte: Montagem (Autor, 2021), imagem A (portal 4oito, 2020, rua Princesa Isabel, bairro Centro), imagem B (portal 4oito, 2020, rua João Cechinel, bairro Centro) imagem C (portal NSC total, 2015, Av. Santos Dumont, bairro São Luiz).

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

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

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

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

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

Como utilizamos aqui o recorte da bacia hidrográfica para fins de planejamento e gestão territorial torna-se importante comentar a pressão exercida sobre os recursos hídricos da região a partir da urbanização das cidades.

Segundo Tucci (2012) quando analisamos o espaço geográfico da bacia hidrográfica podemos relacionar a cidade como um dos usuários dos recursos hídricos, retirando água para o abastecimento e lançando seus afluentes, ainda segundo o autor os impactos gerados e exportados pela cidade nos cursos da água são resultado das ações produzidas dentro do meio urbano, sendo levadas para o restante da bacia.

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

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

Para Tucci (2008) a tendência da gestão dos recursos hídricos tem sido realizada tendo como recorte geográfico a bacia hidrográfica, porém a gestão do planejamento urbano

(do uso da terra no meio urbano) tem sido realizado pelos municípios ou grupo de municípios (associações municipais).

Dessa forma temos aqui planejamentos opostos, apesar de contidos nos planos de bacia os municípios criam planos municipais (planos diretores, planos de saneamentos básico) que não consideram a totalidade da bacia em que estão inseridos, muito menos os recursos hídricos como um todo. Para o autor citado a gestão do ambiente das cidades deve tratar de ações que atendam os condicionantes externos à cidade, aqueles previstos no plano de bacia, ou seja, deve partir de dentro das cidades ações afirmativas para conter e reverter os impactos gerados pelo ambiente urbano nos recursos hídricos.

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

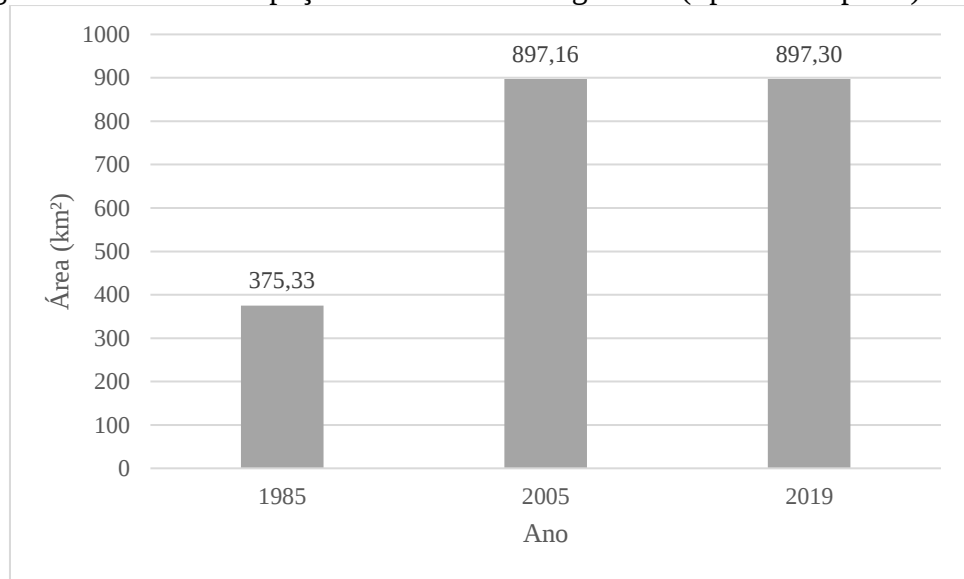
II Áreas agrícolas (tipo solo exposto)

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

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

Esta classe representa para a bacia em 1985 uma área de ocupação de 375,33 km² expandindo-se para 897,16 km² em 2005 e quase mantendo sua área para 2019, apresentando área de 897,30 km² ocupando 29,22% do território da bacia, demonstrando um ganho de área de 521,83 km² entre 1985 e 2019. A figura 19 apresenta este crescimento.

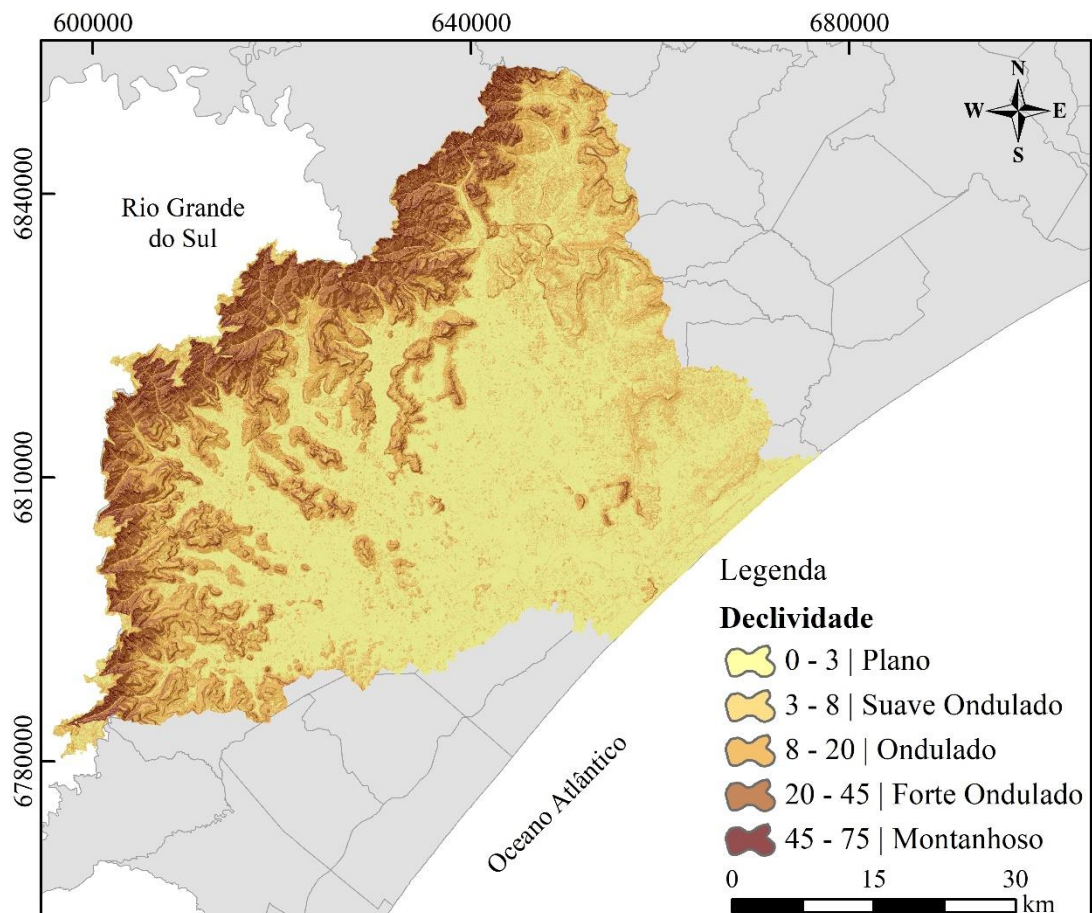
Figura 19 - Área de ocupação da classe Áreas agrícolas (tipo solo exposto)



Fonte: Autor, 2021.

A principal classe que sofreu conversão para áreas agrícolas foi a classe de pastagem e vegetação rasteira, principalmente aquelas que se encontravam em áreas mais planas da bacia relevo da bacia pode ser observado na figura 20 a seguir.

Figura 20 - Relevo da BHRA



Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
 Meridiano de Referência 51° W - Fuso 22 S
 Datum Horizontal SIRGAS 2000
 Documentação: SDS (2013), Dados Alos Palsar

Fonte: Autor, 2021

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

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

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

técnicas de plantio e manejo e resultam em produtividade e rentabilidade distintas” (BACK, 2015 p. 73).

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

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

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

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

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

Os avanços tecnológicos, principalmente a partir dos anos 1970, auxiliaram na evolução de área plantada e na produtividade das áreas de arroz irrigado. O poder público com intuito de viabilizar o uso das áreas de várzea nos estados brasileiros criou o Programa Nacional de Aproveitamento Racional das Várzeas Irrigáveis (PROVÁRZEAS), que teve início em 1978,

pelo governo João Baptista Figueiredo e oficializado em junho de 1981 por meio do Decreto n. 86. 146. (BRASIL, 1981).

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

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

Em 1980, a área cultivada com arroz nos municípios da bacia era de 26.105 ha, nos anos 2000 a área de cultivo já havia aumentado para 42.700 ha. (GAIDZINSKI; FURTADO, 2005). Na safra 2011/2012 as áreas plantadas chegaram a aproximadamente 51.000 ha, atualmente (safra 2018/2019) os municípios da BHRA utilizam em conjunto 61.945 ha (Tabela 8) (CEPA/EPAGRI, 2019). Na figura 21 pode se observar as áreas plantadas na bacia, segundo mapeamento feito pela EPAGRI/CIRAM utilizando imagens do satélite Sentinel 2.

Tabela 8 - Produção Municipal de Arroz na BHRA Safra 2018/2019

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

Bal. Rincão

Total

61945

457494

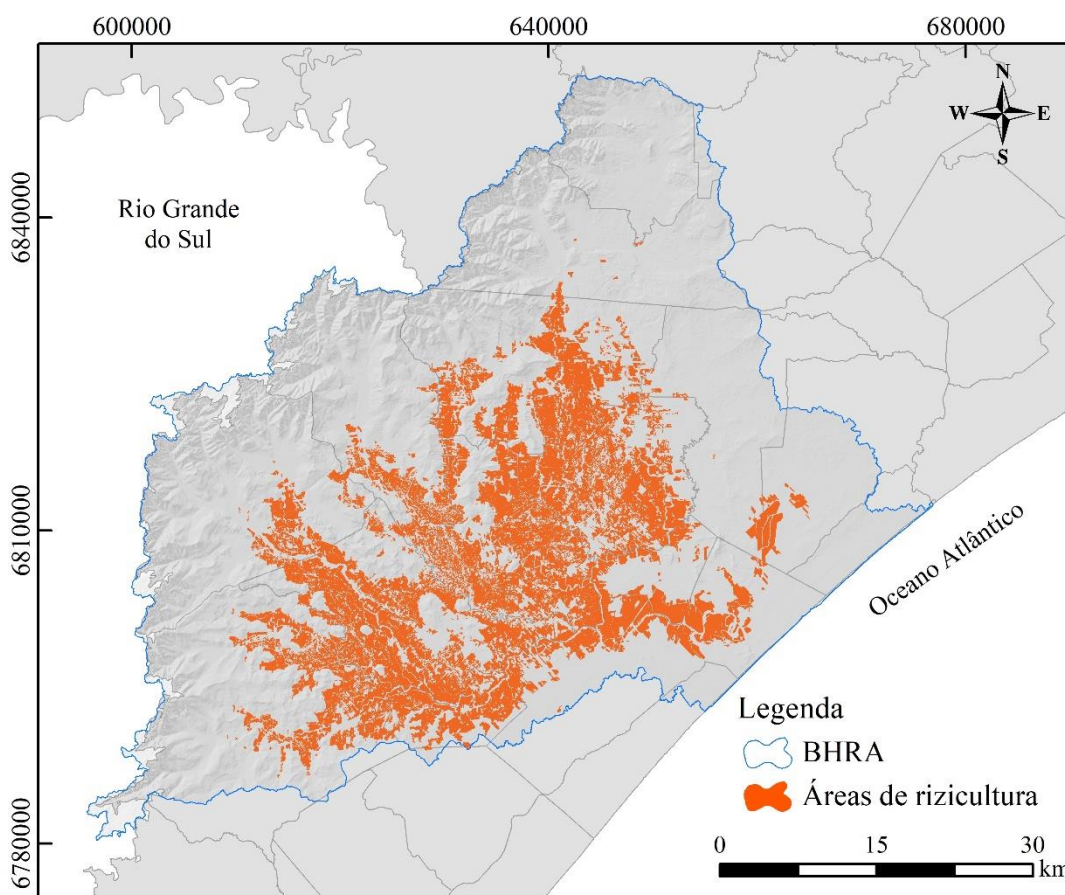
93024

Fonte: INFOAGRO/EPAGRI (2019).

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

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

Figura 21 - Mapeamento de áreas de rizicultura na BHRA



Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
 Meridiano de Referência 51° W - Fuso 22 S
 Datum Horizontal SIRGAS 2000
 Documentação: SDS (2013), EPAGRI/CIRAM (2020)

Fonte: EPAGRI/CIRAM (2020).

Pode ser observado na figura 22 a seguir, as fotografias obtidas por meio do trabalho de campo, onde pode-se notar, assim como no mapeamento de cobertura e uso da terra para esta classe, que as áreas destinadas ao cultivo do arroz irrigado são extensivas. No período em que foi realizado o trabalho de campo, estas áreas se encontravam em pousio, observou-se que já havia trabalho de manejo destas para receber a próxima safra.

Foi também observado que estas áreas uma vez que se encontram em épocas de pousio apresentam características de solos expostos (imagem B e D), ou ainda resquícios da colheita passada, apresentando tons esverdeados.

Figura 22 - Áreas de rizicultura em municípios da BHRA



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

Fonte: Montagem (Autor, 2021).

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

A produção agrícola na bacia exerce sobre os recursos hídricos pressão no que diz respeito a utilização de agrotóxicos na produção do cultivo do arroz irrigado, esta tem apresentado aumento ao longo das últimas três décadas, acompanhando a expansão da área plantada e nos sistemas de plantio, o uso de agrotóxicos adotado na bacia traz a preocupação

com a contaminação dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos. (BACK; DESCHAMPS; SANTOS, 2016).

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

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

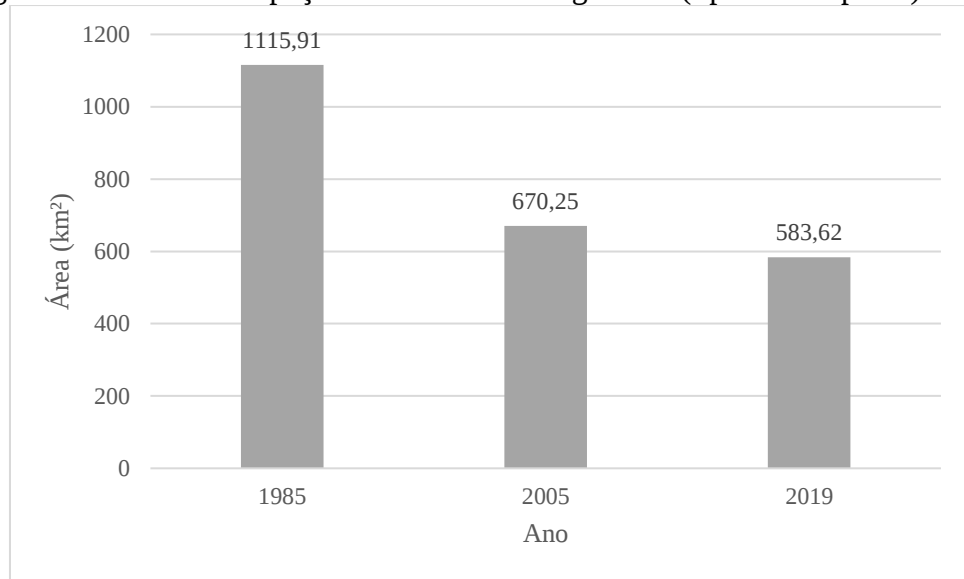
Se tem na bacia extensas áreas agrícolas, principalmente destinadas ao cultivo do arroz irrigado. Sendo assim, para que estas áreas pudessem se expandir, outras classes foram suprimidas, a classe que mais apresentou perda de área em relação as áreas agrícolas, foi a classe pastagens e vegetação rasteira,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

III - Pastagens e Vegetação Rasteira

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

Esta classe apresenta área de 1115,91 km² em 1985, tendo supressão significativa em 2005 para 670,25 km² e seguiu a tendência para 2019 chegando a 583,62 km². A classe foi classificada segundo os avaliadores com ITA de 4,67 (degradação regular). Esta classe foi a que apresentou maior supressão no período analisado, tendo perda total de 532,29 km². Na figura 23 se observa a área de ocupação desta classe.

Figura 23 - Área de ocupação da classe Áreas agrícolas (tipo solo exposto)



Fonte: Autor, 2021

É necessário se apontar aqui duas diferenciações para esta classe de cobertura e uso mapeada para dentro da bacia, primeiramente estas são áreas provenientes da conversão (desmatamento) do bioma original (mata atlântica) para áreas convencionalmente chamadas de pastagens ou vegetação rasteira. (KREBS, 2004; CARDOSO, 2016).

Sendo assim, o segundo apontamento diz respeito a esta conversão, tornando estas, áreas de pastagens antropizadas, diferentemente das áreas de pastagens naturais dos campos de cima da serra que se encontram também no bioma mata atlântica (BUFFON; PRINTES; ANDRADES-FILHO, 2018).

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

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

Segundo Sbrissia e Silva (2001) a presença animal é um dos principais fatores degradantes deste espaço, o avanço da agropecuária e de áreas agrícolas sobre as áreas de pastagens e vegetação rasteira tem representado a principal causa de supressão nas áreas de pastagens. No caso da BHRA a agropecuária não é tão representativa quanto a agricultura no avanço sobre estas áreas.

Foi observado no trabalho de campo que estas áreas se encontram espaçadas pelo território, contrastando com os outros usos identificados na bacia. A figura 24 registra os contrastes na paisagem.

Figura 24 - Áreas classe pastagem e vegetação rasteira em municípios da BHRA



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

Fonte: Montagem (Autor, 2021).

Na figura A se demonstra o contraste entre as áreas da classe pastagem e vegetação rasteira com as áreas da classe áreas agrícolas (tipo solo exposto) a presença da rizicultura e a classe vegetação arbórea arbustiva. Esta configuração é a que se encontra na maior parte do território da bacia, uma vez que a classe de pastagem e vegetação rasteira foi a que mais sofreu perdas. Outros contrastes podem ser observados nas demais imagens, como o contraste entre a classe pastagem e vegetação rasteira e área de depósito de rejeito de mineração, áreas urbanas e dunas.

Segundo Dias-Filho e Ferreira (2013); Andrade *et al.*, (2017) as áreas de pastagens quando comparadas a áreas de solos expostos ou outras modalidades de cultivo, se manejadas

de forma correta podem ser benéficas para o meio ambiente, uma vez que além de produzir de alimentos auxiliam no armazenamento de carbono atmosférico (sequestro de carbono) mitigando os gases do efeito estufa, além de ciclar nutrientes, controlar a erosão do solo, filtrar poluentes, dentre outras.

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

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

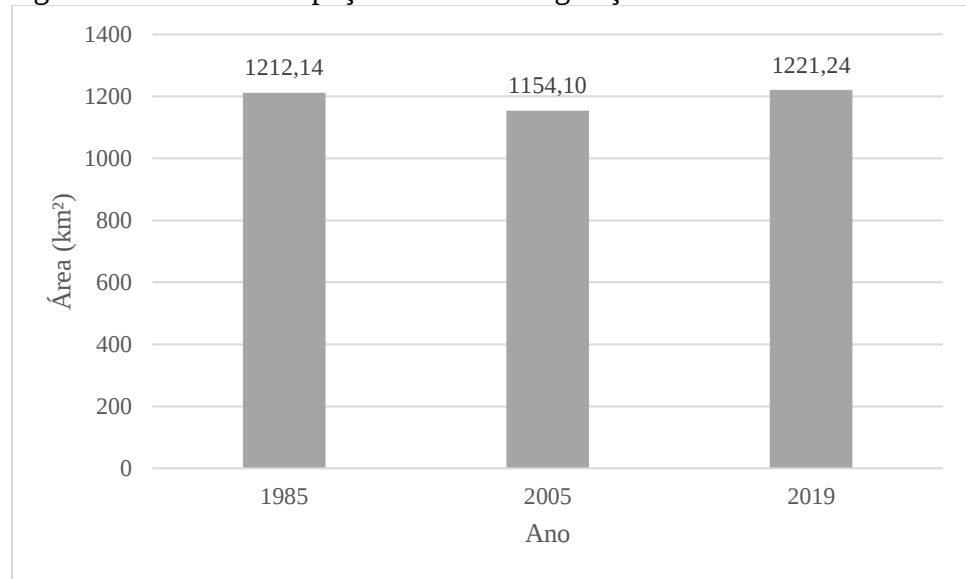
IV - Vegetação Arbórea/Arbustiva

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

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

Esta classe apresentou área de 1212,14 km² em 1985, tendo diminuição de área no ano de 2005 para 1154,10 km² e aumento de área para 1221,24 km². O ITA para esta classe foi classificado como “Pouco degradado” (1,22), isso se dá, entre outros fatores em função desta classe ter apresentado regeneração no período de estudo. Na figura 25 a seguir pode ser observado as áreas para esta classe.

Figura 25 - Área de ocupação da classe Vegetação arbórea/arbustiva



Fonte: Autor, 2021.

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

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

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

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

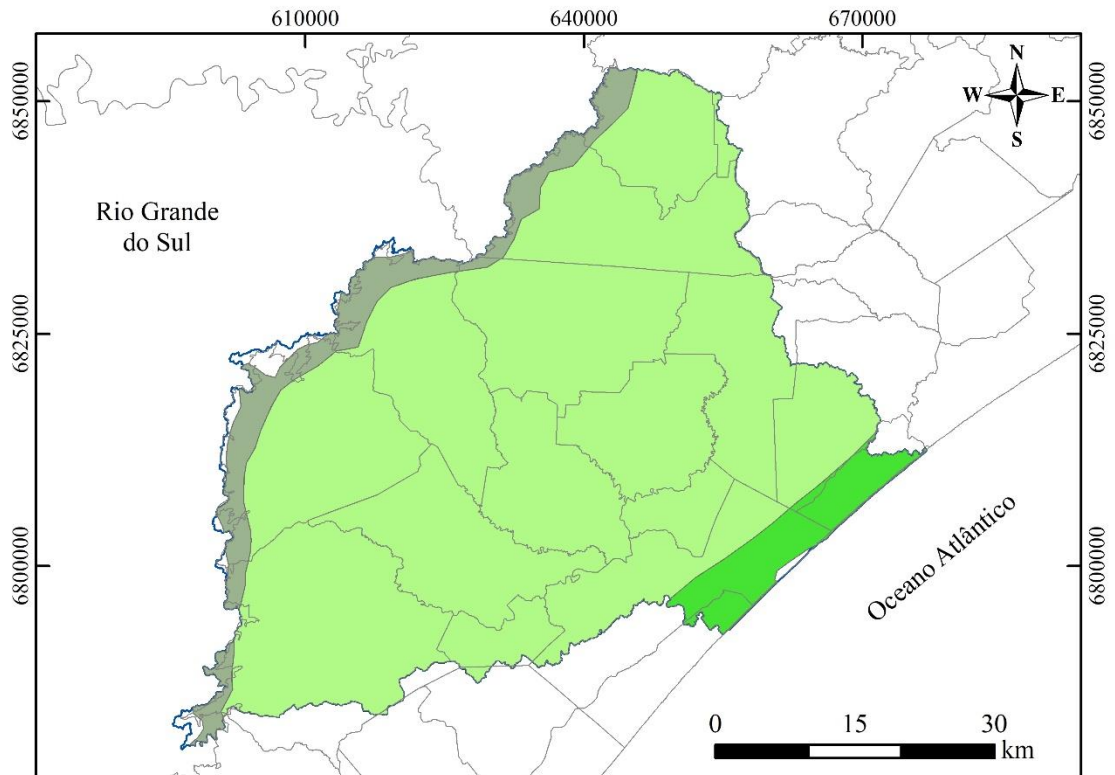
As principais formações vegetais identificadas na BHRA segundo Klein (1978) são Floresta Nebular, Floresta Ombrófila Densa (subdividida em subformações: aluvial, terras baixas, submontana e montana) e Vegetação Litorânea (restingas). Na figura 26 pode ser visualizado as formações fitoecológicas da bacia, estas compreendem a ocupação original do bioma neste território.

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

A Floresta Ombrófila Densa 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).

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

Figura 26 - Regiões Fitoecológicas da BHRA

**Legenda**

- Limites Municipais
- BHRA

Regiões Fitoecológicas

- Floresta Nebular
- Floresta Ombrófila Densa
- Vegetação Litorânea (restinga)

Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
 Meridiano de Referência 51° W - Fuso 22 S
 Datum Horizontal - SIRGAS 2000
 Documentação: SDS (2013), IFFSC (2013).

Fonte: Autor, 2021.

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

Dentre as pressões exercidas sobre estes ecossistemas litorâneos e interioranos do bioma mata atlântica, pode-se elencar aqui alguns tópicos, como o avanço da urbanização em direção ao litoral, e as áreas de expansão agrícolas em direção ao continente. É necessário resguardar as porções de mata atlântica ainda existentes, pois segundo Just *et al.*, (2015); Elias,

Santos e Citadini-Zanette (2017) este bioma abriga uma parcela significativa da biodiversidade no Brasil e apresenta altos níveis de riqueza e endemismo, porém seu histórico de degradação acabou fragmentando significativas porções deste bioma, levando a diminuição de populações de muitas espécies.

Elias (2013 p. 18) afirma que “a diminuição desta importante reserva de biodiversidade pode incluir perdas no que diz respeito ao funcionamento dos ecossistemas, variabilidade genética, espécies e processos biológicos e evolutivos”.

O trabalho de Just *et al.*, (2015) realizado dentro da reserva biológica do Aguai que é parte do território da BHRA, relatam que embora nenhuma extinção local tenha sido registrada na literatura, em sua pesquisa não foram registradas algumas espécies típicas da Mata Atlântica, que possuem ocorrência na área de estudo, demonstrando preocupação com a diminuição da biodiversidade local.

Para Guislon (2017) uma forma de preservar estas áreas remanescentes e manter a biodiversidade é a criação de áreas protegidas, prática que vem sendo adotada mundialmente. Dentro da BHRA encontram-se hoje 23 unidades de conservação, as tipificações segundo o sistema brasileiro de unidades de conservação podem ser vistas no quadro 12.

Quadro 10 - Unidades de Conservação da BHRA

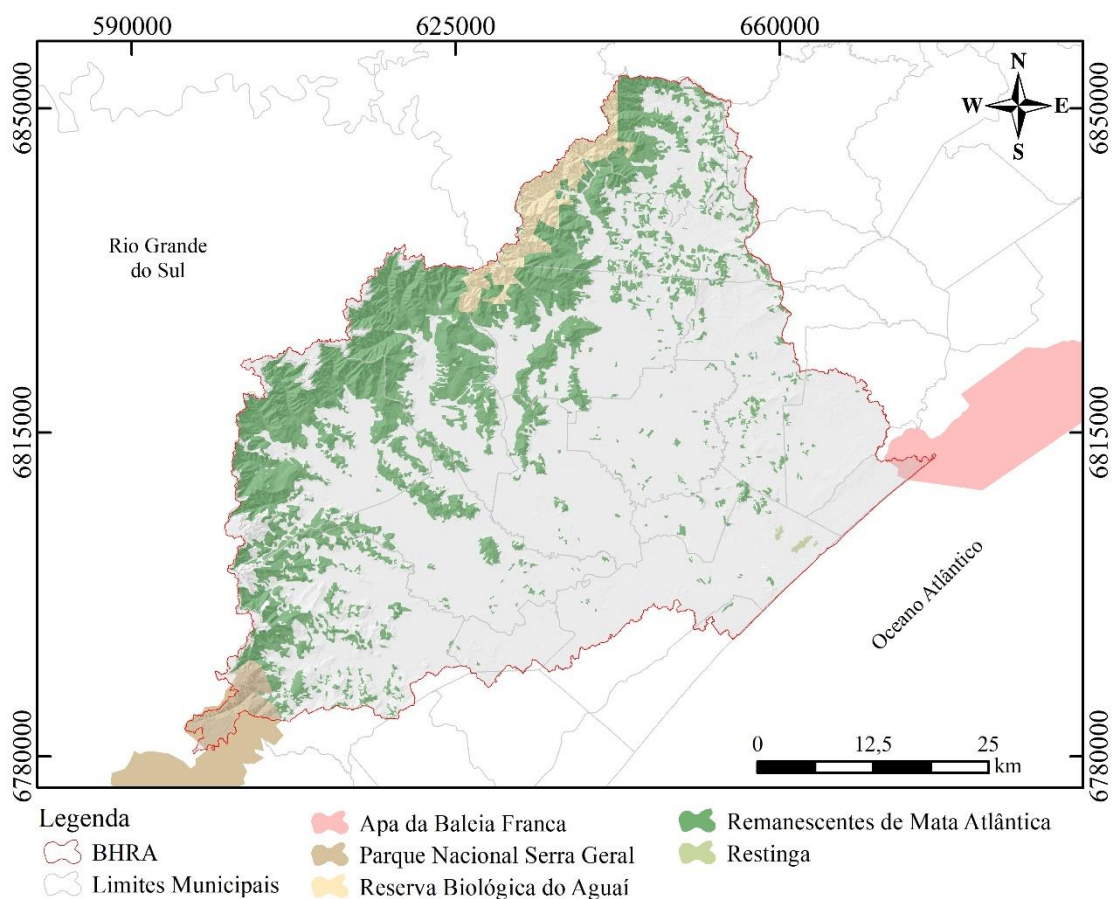
Área de preservação ambiental (APA)	Município
APA da Baleia Franca	Balneário Rincão
APA Lagoa do Verdinho	Criciúma
APA Morro Albino e Morro Estevão	Criciúma
APA Nascente da Localidade Morro da Cruz	Criciúma
APA Nascente da Localidade do Colonial	Criciúma
APA Nascente da Localidade Poço 1	Criciúma
APA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

Parque Ecológico José Milanese	Criciúma
Parque Ecológico Maracajá	Maracajá
Parque Ecológico São Francisco de Assis	Forquilha
Parque natural Municipal Morro do Céu	Criciúma

Fonte: ADAMI; CUNHA, 2014, Autor (2021).

Observa-se que apesar do grande número de áreas protegidas na bacia, estas não são representativas em abrangência, restringindo-se ao norte a reserva do Aguaí, e ao sul com a parque nacional Serra Geral, deixando boa parte dos remanescentes de mata Atlântica ainda existentes na bacia (principalmente aqueles que fazem parte da encosta da serra), de fora de alguma área de proteção. Se tem na figura 27 um mapa demonstrativo das principais unidades de conservação da bacia, sobrepostas as áreas de remanescentes de Mata Atlântica.

Figura 27 - Unidades de Conservação e Remanescentes de Mata Atlântica da BHRA



Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
 Meridiano de Referência 51° W - Fuso 22 S
 Datum Horizontal - SIRGAS 2000
 Documentação: SDS (2013), Geodiversidade/CPRM (2016)
 SOS Mata Atlântica/INPE (2016).

Fonte: Autor, 2021

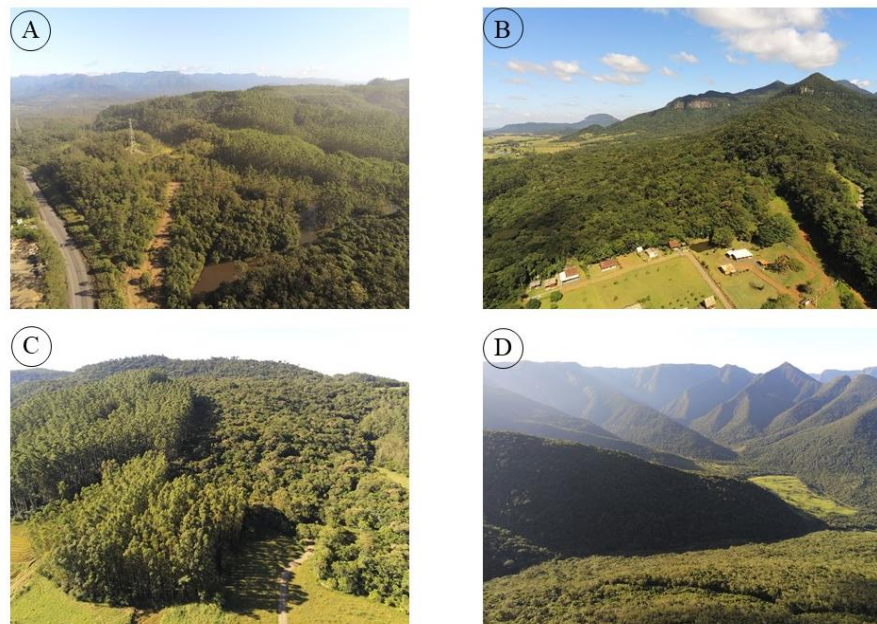
É recomendável a criação, regulamentação e manutenção de áreas protegidas para estes remanescentes, como já afirmado anteriormente este bioma apesar de diversas alterações em sua paisagem original na área de estudo, é uma importante reserva de biodiversidade, sendo considerada como área prioritária para a conservação. (MYERS *et al.*, 2000; JUST *et al.*, 2015; ELIAS *et al.*, 2016;).

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

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

A questão de estudo e monitoramento da qualidade das áreas de vegetação torna-se importante, uma vez que após os anos 1980 segundo Marcondes (2016) houve grande expansão na área de silvicultura, principalmente com *Pinus* spp., este ocupou áreas de pastagens naturais, posteriormente houve expansão também de *Eucalyptus* spp. em áreas de pastagens. Se observa na figura 28 áreas de mata atlântica e a inserção da silvicultura.

Figura 28 - Áreas da classe vegetação arbórea/arbustiva na BHRA



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

Fonte: Montagem (Autor, 2021),

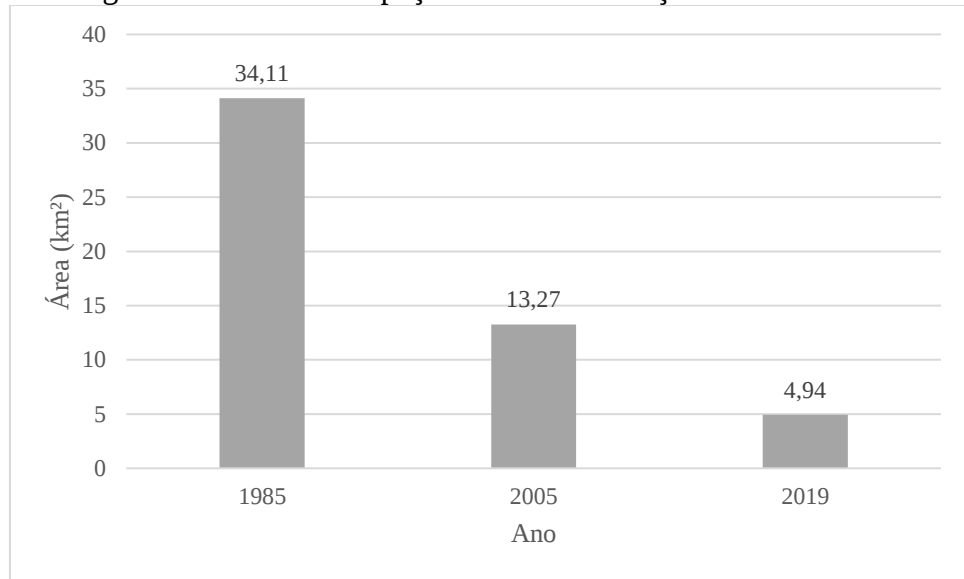
Foi observado na pesquisa de campo, que está regeneração que se apresentou no mapeamento de cobertura e uso da terra para esta classe, no entorno de muitas áreas de vegetação arbórea/arbustiva se deu por meio de reflorestamentos, se tem nas imagens acima que a inserção deste tipo vegetação é evidente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

V - Áreas de extração mineira

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

Esta classe apresenta área de 34,11 km² em 1985, em 2005 houve diminuição das áreas mapeadas para 13,27 km², seguindo a tendência de diminuição em 2019 apresenta área de 4,94 km². Esta classe recebeu o maior valor ITA entre as classes analisadas, sendo 8,67 (muito degradada). Isso se dá, em função da mineração ser um agente transformador e detrator do espaço geográfico, impactando negativamente no ambiente. Se observa na figura 29 a seguir as áreas para esta classe.

Figura 29 - Área de ocupação da classe Extração Mineira

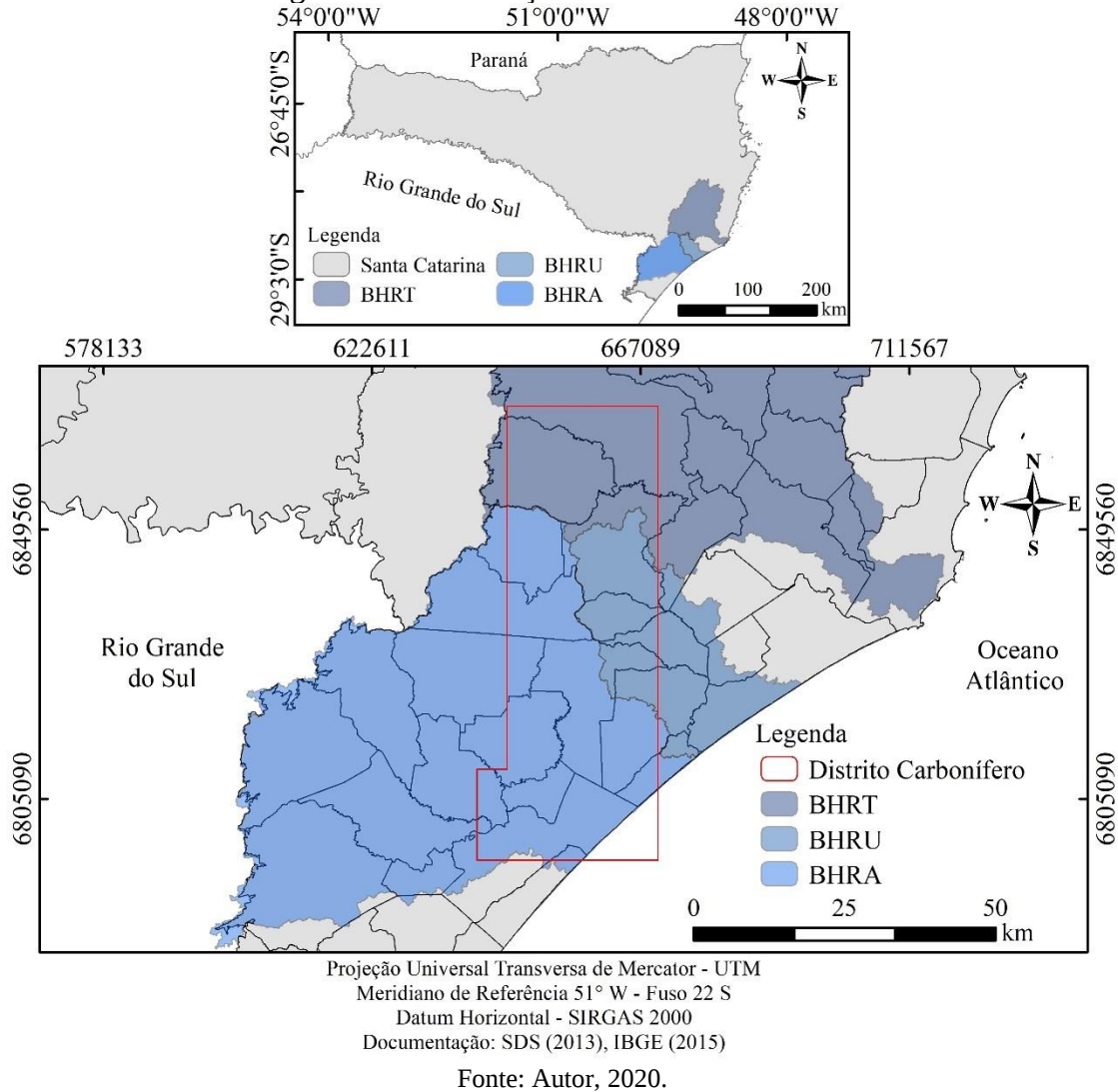


Fonte: (Autor, 2021).

A BHRA está inserida dentro de uma zona de destaque comercial, a zona carbonífera de Santa Catarina (Figura 30). Em Santa Catarina, a extração de carvão mineral remonta o fim do século XIX com as primeiras lavras de mineração na região do município de Lauro Muller.

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

Figura 30 - Localização do distrito carbonífero



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

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

A extração a céu aberto era realizada onde a camada de carvão era encontrada em baixas profundidades, esse tipo de extração era realizado por meio de escavadeiras de grande porte do tipo *dragline*, como a famosa Marion (Figura 31). Esta foi responsável durante 28 anos pela extração no município de Siderópolis, ou ainda em outros municípios como Lauro Muller, Urussanga, a extração era feita por meio de tratores e escavadeiras convencionais. (MENEZES; WATERKEMPER, 2009).

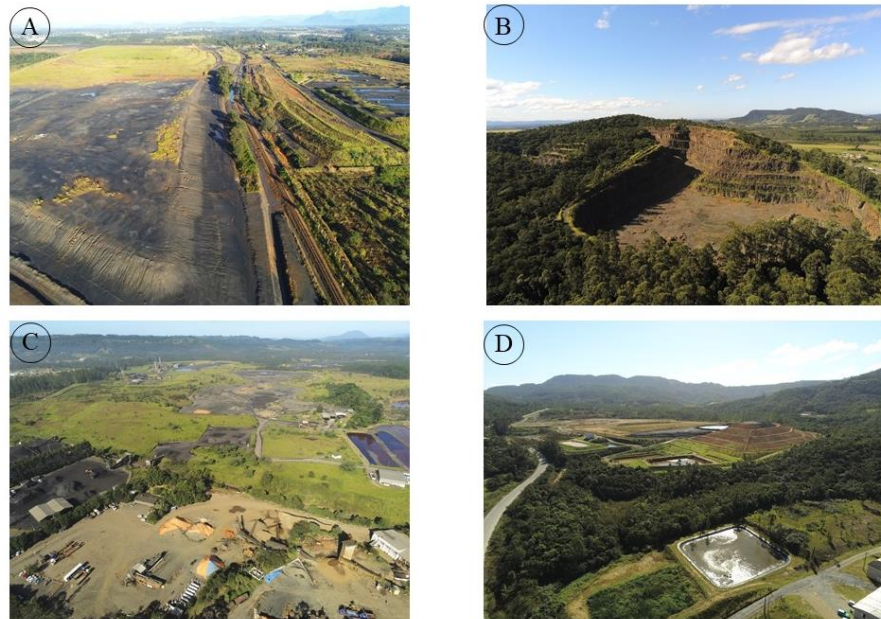
Figura 31 - Escavadeira Marion



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

Este tipo de extração provocou modificações significativas nas paisagens destes municípios e no seu espaço geográfico, as consequências geradas por esse tipo de lavra foram enormes pilhas de rochas estéreis misturadas com rejeitos. Pode ser observado a figura 32, a inserção da mineração e seus rejeitos na paisagem da bacia.

Figura 32 - Áreas de mineração e depósitos de rejeitos



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

Fonte: Montagem (Autor, 2021),

Foi possível observar que estas áreas de mineração e rejeitos estão próximas a áreas de tecido urbano (figura 33), o mapeamento de cobertura e uso da terra para esta classe revelou que muitas áreas antes ocupadas por depósitos de rejeitos se converteram em áreas de tecido urbano. É possível verificar na paisagem da fotografia a seguir, que estas áreas de tecido urbano estão se expandindo em direção as áreas de depósitos de rejeitos, mesmo que algumas destas áreas se encontrem em processo de recuperação ambiental por meio dos PRAD's (Plano de Recuperação de Áreas Degradadas) instaurados.

Figura 33 - Áreas de conflito entre tecido urbano e área de depósitos de rejeitos



Fonte: Autor, (2021).

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

Pode ser visto na figura 34 e 35 um exemplo de DAM, localizado no município de Treviso. Se tem na imagem a formação de uma lagoa ácida, localizada abaixo dos patamares do depósito de rejeitos de carvão das mineradoras ativas na região, que realiza a mineração em um município e transporta os rejeitos para outro.

Figura 34 - Área de DAM



Legenda: todas as imagens, 05/2021 (área de drenagem ácida de mina no município de Treviso).

Fonte: Montagem (Autor, 2021).

Figura 35 - Lagoa ácida de DAM



Fonte: (Autor, 2021).

A drenagem ácida contribui para a contaminação de três bacias hidrográficas que a região carbonífera abrange, BHRA, BHRU, BHRT, além das cavas, outro mecanismo de geração de drenagem ácida de mina são as galerias subterrâneas, pilhas de estéréis, básicas de decantação e outros rejeitos. (MENEZES; LATTUADA; PAVEI, 2009). Esse tipo de

contaminação drenagem ácida de mina, segundo Lopes; Santo e Galatto (2009) é o mais preocupante problema ambiental da região carbonífera, devido a sua agressividade e intensidade com que contamina solos e águas.

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

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

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

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

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

Os PRAD's executados advindos da ação civil proposta desta tiveram significativo impacto na recuperação de áreas degradadas na região da BHRA. Encontra-se ainda inúmeros embates a serem travados, pois algumas destas empresas que vieram a gerar passivos ambientais faliram ou encerraram suas atividades, ficando a cargo do poder público a recuperação destas áreas.

Sendo o poder público limitado no que diz respeito a orçamentos da União, agravado pela crise econômica atual, é deveras pessimista o cenário de recuperação destas áreas, pois necessita-se de quantias consideráveis de recursos para execução. Nota-se na história do carvão na região que o poder público por meio dos incentivos estatais para a mineração modificou junto as empresas nacionais e estrangeiras a morfologia do espaço geográfico dentro do distrito carbonífero.

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

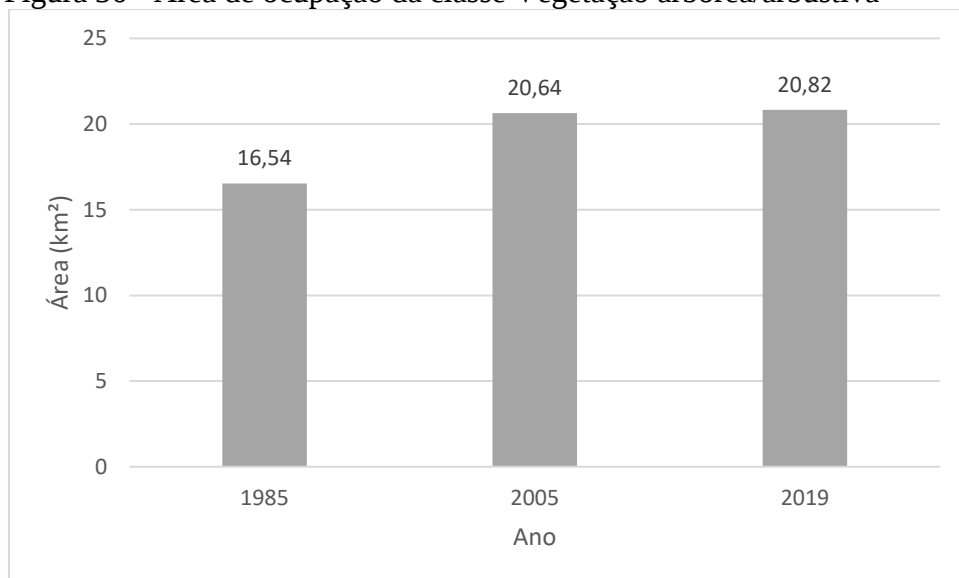
Atualmente a exploração de carvão na região, assim como de outros minérios ocorre de forma mais planejada (ZANETTE, 2016), isso se dá em virtude dos avanços na legislação ambiental, segundo Simões (2010, p.136), “a promulgação da atual constituição brasileira e as leis ambientais posteriores, trouxeram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

VI - Massa da água

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

Também de forma descontínua como nos açudes e reservatório do Rio São Bento em Siderópolis, a maioria das massas da água referente aos rios não pode ser visualizada no mapeamento devido a resolução espacial das imagens. A variação de área desta classe foi de 16,54 km² em 1985, sofrendo aumento para 20,64 km² em 2005 e pequeno aumento para 20,82 km² em 2019, o ITA para esta classe é avaliado como “pouco degradado” (1,67). Se observa na figura 36 a seguir as áreas para esta classe.

Figura 36 - Área de ocupação da classe Vegetação arbórea/arbustiva



Fonte: (Autor, 2021).

É importante salientar que a análise se restringe às massas de água que foram mapeadas, não considerando seus aspectos de qualidade. Ressalta-se também que há outros trabalhos de cunho científico dentro da área da BHRA que se dedicam a estudar com mais objetivo a questão da qualidade dos recursos hídricos da bacia, cita-se Alexandre (2000), Krebs (2004), Hoelzel (2018), Bellettini (2019).

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

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

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

Pode ser observado na figura 37, exemplos elencados no trabalho de campo das massas de água mais significativas da bacia.

Figura 37 - Massas da água na BHRA



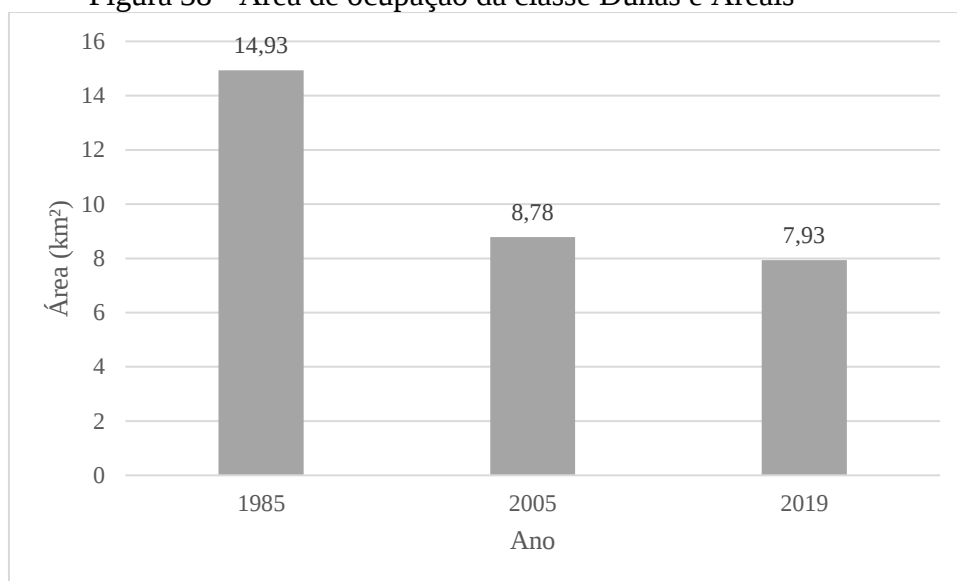
Legenda: imagem A, 05/2021 (Foz do Rio Araranguá no município de Araranguá), imagem B 05/2021, (Lagoa dos Esteves, no município de Bal. Rincão) imagem C, 05/2021 (Barragem do Rio São Bento, no município de Siderópolis).

Fonte: Montagem (Autor, 2021).

VII – Dunas e areais

A penúltima classe mapeada é denominada de dunas e areais mais concentrada no litoral da bacia, ocupando áreas entre os municípios de Balneário Rincão, Balneário Arroio do Silva e Araranguá. Esta classe sofreu mudanças de área, sendo que em 1985 contava com 14,54 km², tendo supressão de área em 2005 para 8,78 km², seguindo a tendência, no ano de 2019 apresentou área de 7,93 km². Se observa na figura 38 a seguir as áreas para esta classe.

Figura 38 - Área de ocupação da classe Dunas e Areais



Fonte: (Autor, 2021).

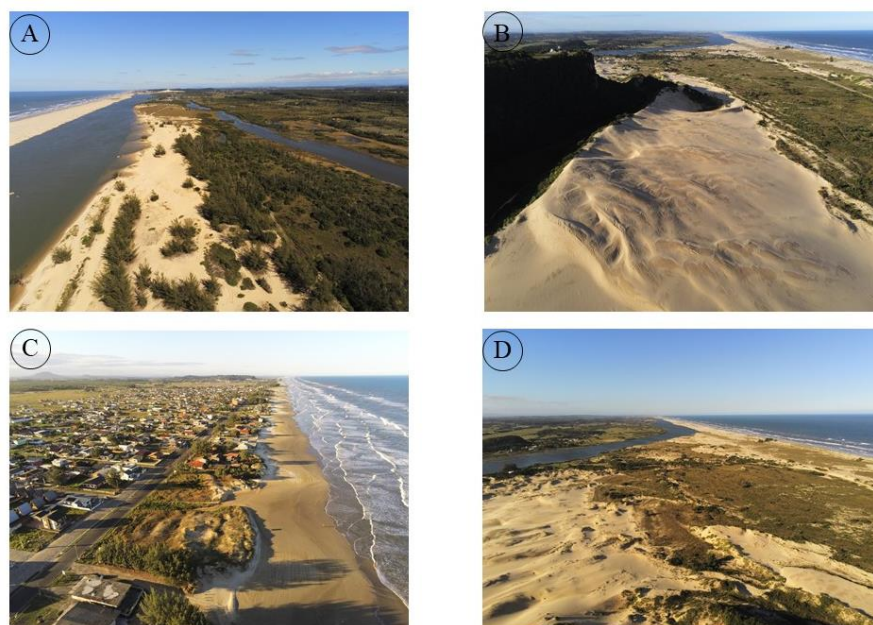
A áreas de dunas fazem parte do sistema costeiro, este sistema segundo Portz *et al.* (2014) é a faixa de interface e integração de fenômenos entre a terra firme e o mar. Ainda segundo os autores as dunas estão inseridas neste sistema, na maioria das praias arenosas, estas são constituídas de grandes volumes de sedimento, com formas, tamanhos e orientações diferentes. (PORTZ *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2018). Segundo Oliveira *et al.*, (2018 p. 688) a “zona costeira do extremo sul do Brasil é caracterizada por certa homogeneidade na linha da costa, apresentando praias arenosas oceânicas e dunas na retaguarda”.

As áreas de dunas, conforme a Resolução do CONAMA 303/2002, são consideradas Áreas de Preservação Permanente, assim como no novo Código Florestal, que as engloba nas áreas de restinga¹¹, estabelecendo-as em sua totalidade como área de APP. (CONAMA, 2002; BRASIL, 2012). Para Portz *et al.*, (2018) estas áreas incidem em espaços territoriais legalmente protegidos, ambientalmente frágeis e vulneráveis.

Se tem na figura 39 algumas imagens que mostram esta paisagem no litoral da bacia. Pode se observar nas imagens a baixo as áreas de dunas e vegetação de restinga.

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

Figura 39 - Área de dunas no litoral da BHRA



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

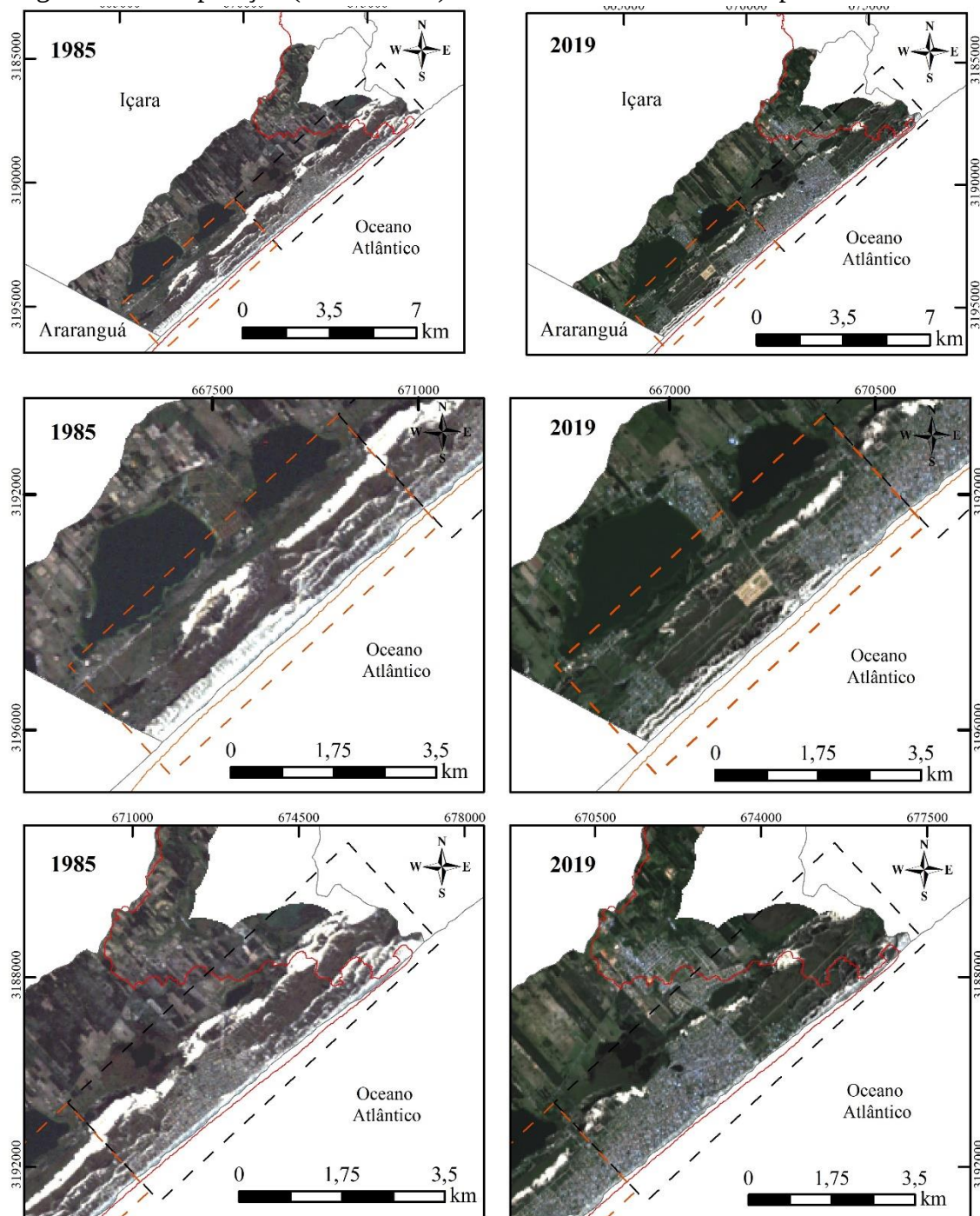
Fonte: Montagem (Autor, 2021).

As áreas de dunas na bacia hidrográfica encontram-se em processo de supressão e alteração devido ao avanço da urbanização em direção ao litoral, as práticas turísticas e locais sem planejamento, assim como os florestamentos com espécies exóticas. (GUADAGNIN, 1999; CRISTIANO, 2018). Outros tipos de degradação podem ser elencados como o pisoteio, o uso de veículos e a deposição de lixo. (MMA, 2002).

Os avanços do tecido urbano podem ser observados no mapeamento a seguir (figura 40), que apresenta um comparativo entre 1985 e 2019 do município de Balneário Rincão, este foi o município que mais apresentou supressão nas áreas de dunas, entre os municípios litorâneos da bacia.

Pode-se observar nas imagens a supressão de áreas de dunas nos dois quadrantes propostos, a principal causa para a supressão de dunas é o aumento do tecido urbano, tanto na região litorânea, quanto na região interior do município. A medida em que o município se desenvolve as áreas antes ocupadas por dunas e areais, se tornam local de expansão urbana.

Figura 40 - Comparação (1985 e 2019) das áreas de dunas no município de Bal. Rincão



Legenda

- Limites Municipais
- BHRA
- Quadrante - 1
- Quadrante - 2

Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
 Meridiano de Referência 51° W - Fuso 22 S
 Datum Horizontal - SIRGAS 2000
 Documentação: SDS (2013), IBGE (2015)
 USGS (imagen base, LANDSAT 5 - TM 1985,
 LANDSAT 8 - OLI)

Fonte: Autor, 2021.

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

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

Para Cristiano (2018) as dunas frontais formam uma barreira de proteção contra ressacas do mar. A autora ainda comenta que com a ausência de fenômenos de ressaca do mar, a funcionalidade das dunas é esquecida, assim exercendo papel indesejado pelos moradores que ocupam as áreas próximas as dunas, principalmente quando há o transporte eólico das dunas em direção as casas (Figura 32).

Se tem na figura 41 o avanço eólico das dunas em direção ao tecido urbano que ali está, é inegável que o avanço das dunas causa problemas aos moradores, porém a ocupação irregular é a principal causa e motivadora destas perturbações causadas pelo avanço das dunas.

Figura 41 - Transporte eólico de dunas em direção as casas



Fonte: Montagem (Autor, 2021), imagem A e B (portal Sulinfoco, 2013, Município de Bal. Rincão), imagem C e D (Autor, 2021, município de Bal. Rincão).

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

O fenômeno conjunto (ocupação irregular, ausência de dunas e ressaca do mar) nas praias do litoral da bacia podem ser observados nas imagens da figura 42, testemunhos de uma ressaca ocorrida em 2017.

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

Figura 42 - Consequências de ressacas no litoral da bacia



Fonte: Montagem (Autor, 2021), imagem A (portal Engeplus, 2020, Município de Bal. Rincão), imagem B e D (portal uaaau, 2020, Arroio do Silva) imagem C (Prefeitura de Bal. Arroio do Silva, 2020, Arroio do Silva,).

Nos dias atuais, foi observado no trabalho de campo que este problema persiste nestes locais, a ocupação irregular em áreas de restingas e dunas é ainda realizado (figura 43).

Figura 43 – Ocupações irregulares em áreas de dunas na BHRA



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

Fonte: Montagem (Autor, 2021).

Considerando o exposto acima, as áreas de dunas e os ambientes costeiros como um todo, são ecossistemas frágeis, que vem sofrendo com a pressão antrópica, principalmente pela forma irregular e sem planejamento do uso e ocupação do solo estabelecidos ao longo dos anos.

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

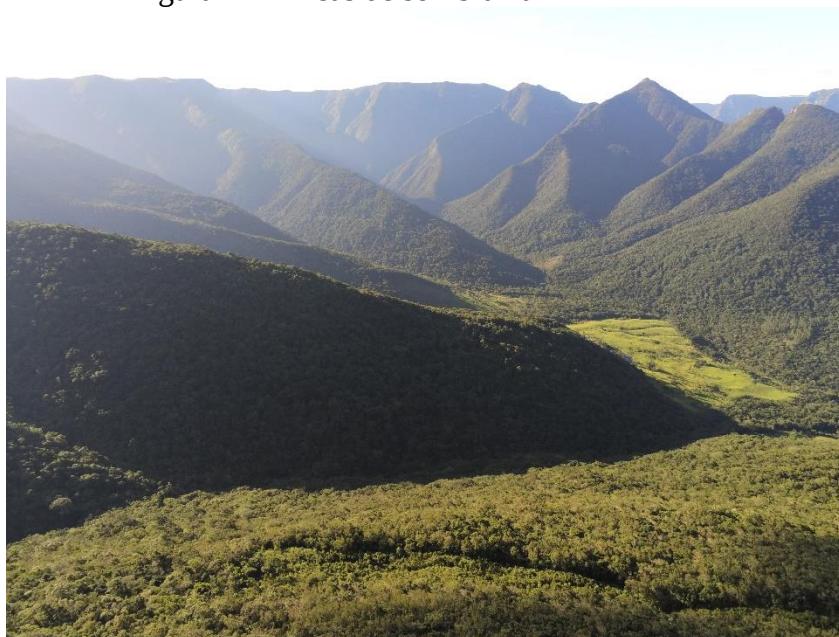
Portz *et al.*, (2014) complementam, que desta forma deve-se analisar as possibilidades de regularização dos usos e ocupações existentes nesses locais, assim garantindo a permanência e continuidade das atividades ali postas. O turismo apesar de ser uma atividade degradante do ambiente, se feito sem planejamento,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

VIII – Sombra

A última classe considerada no mapeamento é a classe “Sombra”, que apresentou variação de área entre as datas estudadas, porém de modo geral esta área não pode ser

considerada na pesquisa, pois não se sabe o que realmente se encontra nas feições sombreadas. Estas encontram-se em sua maioria nas áreas íngremes da bacia, em geral nas encostas da Serra Geral, e variam conforme o ângulo de inclinação do sol e quantidade de energia refletida. Se observa na figura 44 as imagens tomadas no trabalho de campo para ilustrar esta classe.

Figura 44 - Áreas de sombra na BHRA



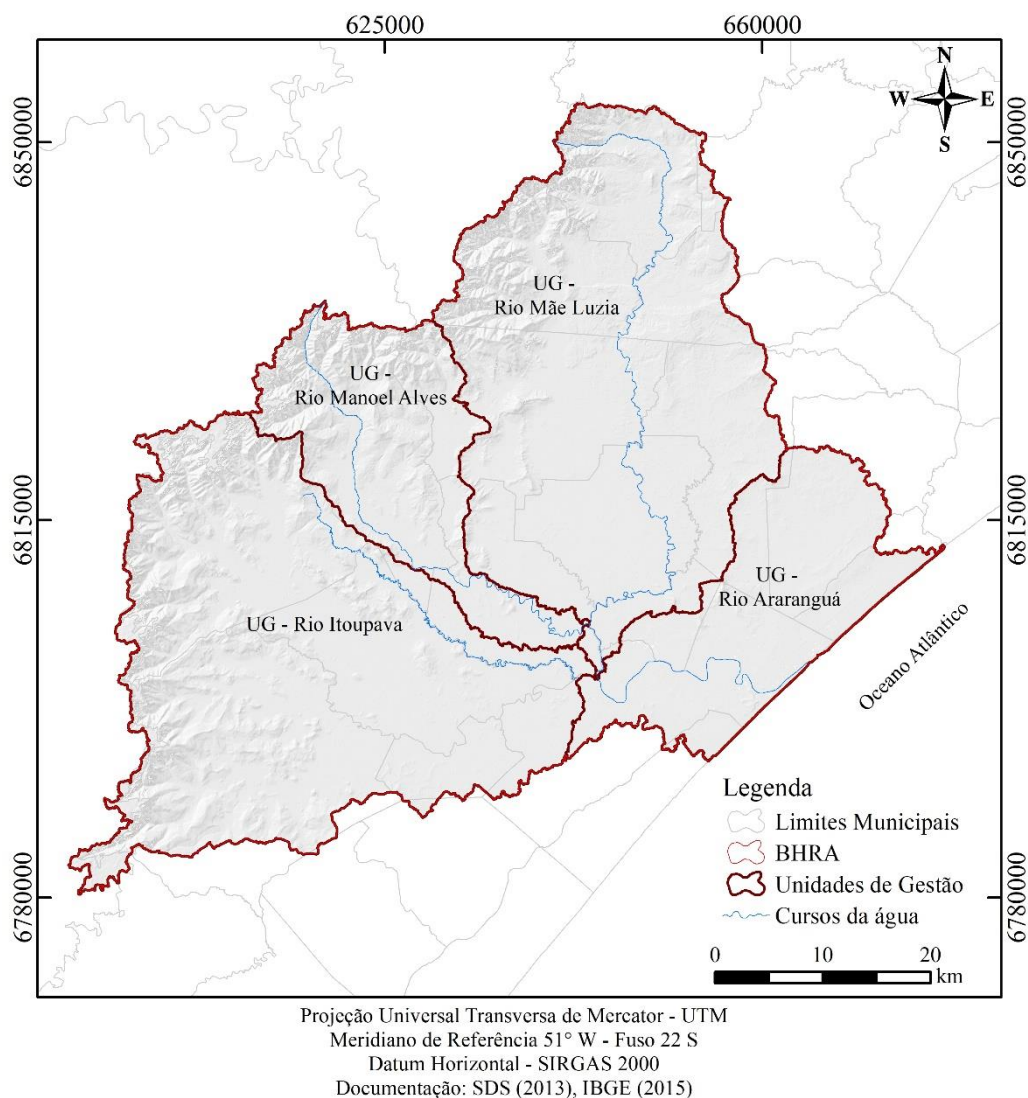
Legenda: Área de sombras nas encostas da Serra Geral, Município de Timbé do Sul.

Fonte: (Autor, 2021).

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

É importante destacar que a análise por unidades de gestão pode servir como norteadora para planejamento e gestão territorial de forma concentrada em cada unidade, sendo que cada uma apresenta características próprias, se torna mais acessível tomar decisões pontuais. Como cada classe de forma individual já foi discutida anteriormente, para evitar repetições desnecessárias pretende-se aqui apresentar os resultados para cada UG da bacia, representadas na figura 45.

Figura 45 - Unidades de Gestão da BHRA



Fonte: Autor, 2021

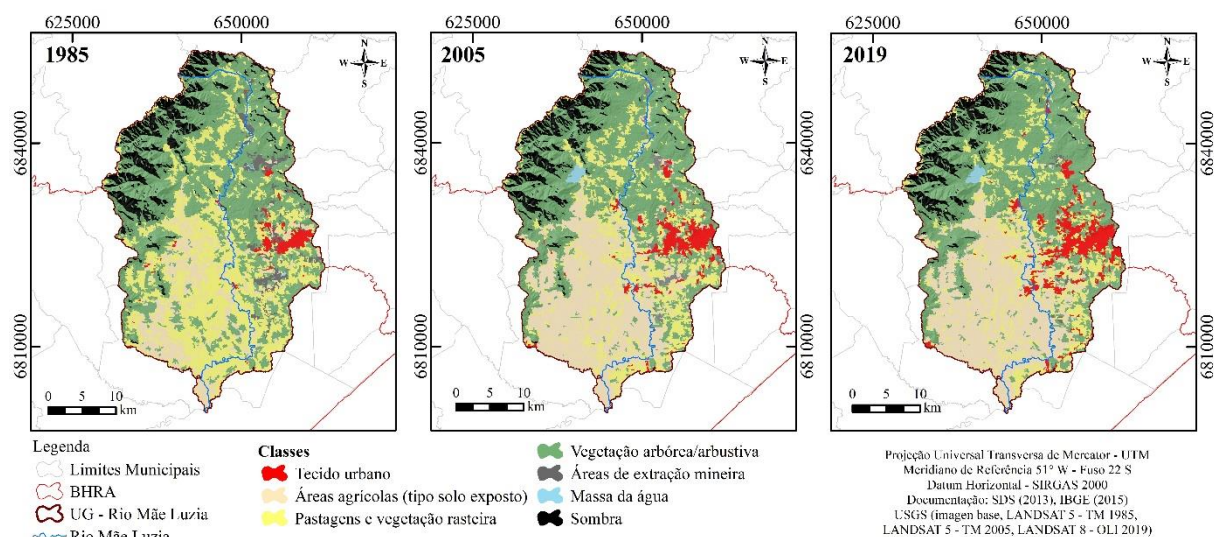
I - Unidade de Gestão do Rio Mãe Luzia

Na figura 46 é apresentado o recorte da classificação temática e na tabela 9 a mensuração das classes de uso e cobertura da terra para a UG do rio Mãe Luzia.

De forma geral a UG do Rio Mãe Luzia é a mais impactada pelos múltiplos usos da terra, algumas modificações impostas a paisagem desta UG são vistas no mapeamento temático, como o aumento das massas da água em decorrência da construção do reservatório do Rio São Bento, também a supressão das áreas da classe pastagem e vegetação rasteira em detrimento do aumento das áreas agrícolas e solos expostos.

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

Figura 46 - Mapeamento de uso e cobertura da terra da Unidade de Gestão (UG) rio Mãe Luzia



Fonte: autor, 2021

Tabela 9 - Mensuração das classes de uso e cobertura da terra da Unidade de Gestão (UG) rio Mãe Luzia

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

Fonte: Autor, 2021.

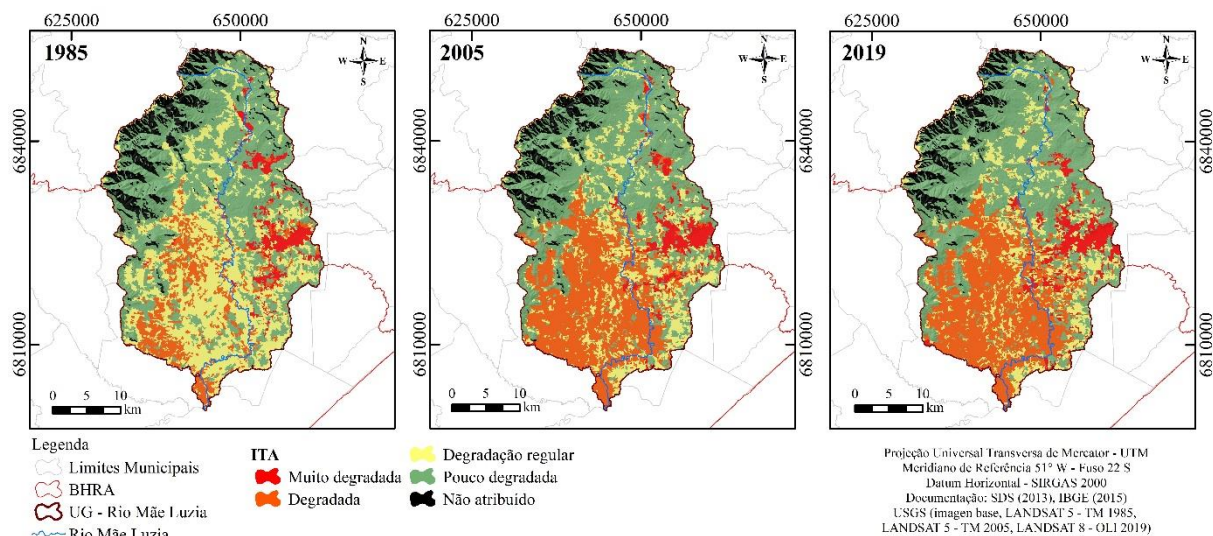
Esta unidade também possui o maior percentual de áreas da classe extração mineira, dos 34,11 km² que a bacia possuía de áreas mineiradas em 1985, 31,99 km² ou 93,78% se encontram dentro desta unidade.

Esta classe, como comentado anteriormente sofreu supressão no período de estudo, passando de 31,99 km² para 4,53 km², isto devido a decadência do setor mineral pós 1990, e com os PRAD's desenvolvidos por meio da ação civil pública impetrada em desfavor das

empresas e da união, que visou a recuperação de áreas anteriormente degradadas pela mineração, principalmente de carvão a céu aberto.

O ITA vem como um auxiliador no entendimento as questões de antropização da bacia, e também foi aplicado a UG. Na Figura 47 a seguir é apresentado o mapeamento e na tabela 10 os resultados do ITA para a Unidade de Gestão rio Mãe Luzia.

Figura 47 - Mapeamento do ITA da Unidade de Gestão (UG) Rio Mãe Luzia



Fonte: Autor, 2021.

Tabela 10 - Resultados do ITA, UG Rio Mãe Luzia

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

Fonte: Autor, 2021.

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

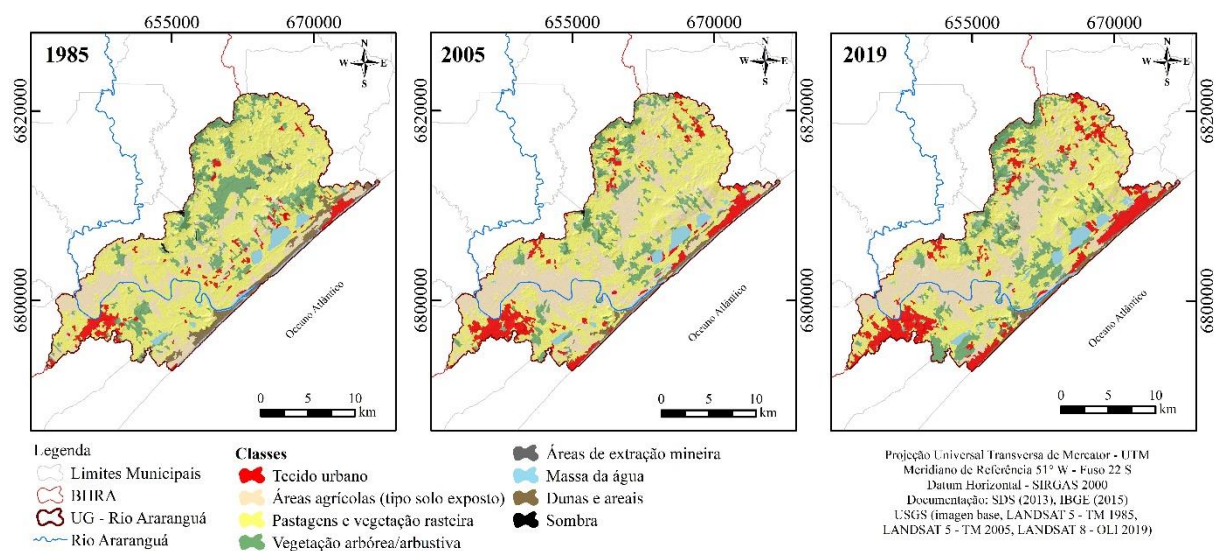
Porém quando observamos os valores do ITA para cada classe de cobertura e uso temos valores distintos, pois, é notório que as pressões exercidas sobre o ambiente por algumas

atividades geram mais impacto que outras. Isto se dá em relação ao peso antrópico de cada classe de cobertura e uso da terra avaliada, sendo que esta UG conta com os maiores índices de áreas urbanizadas, áreas de extração mineira e também grande quantidade de áreas agrícolas, principalmente voltadas ao cultivo do arroz irrigado.

II - Unidade de Gestão Rio Araranguá

Na figura 48 é apresentado o mapeamento e na tabela 11 a mensuração das classes de cobertura e uso da terra para a UG.

Figura 48 - Mapeamento de uso e cobertura da terra Unidade de Gestão (UG) rio Araranguá



Fonte: Autor, 2021.

Tabela 11 - Mensuração das classes de uso e cobertura da terra Unidade de Gestão (UG) rio Araranguá

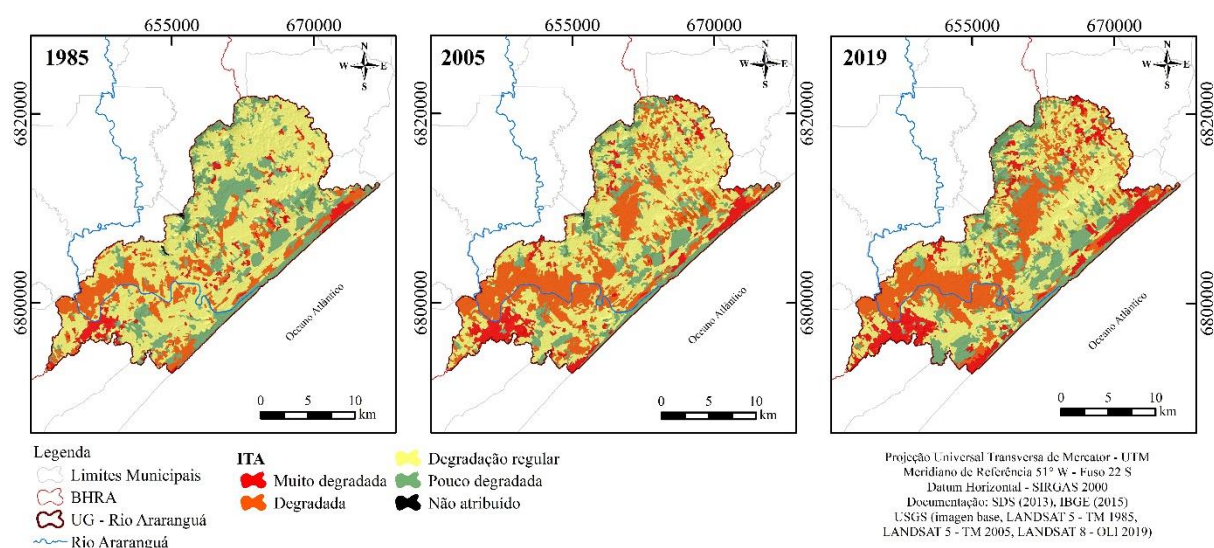
Classe	Área (km ²) 1985	Área (%) 1985	Área (km ²) 2005	Área (%) 2005	Área (km ²) 2019	Área (%) 2019
Tecido urbano	18,38	4,29	33,29	7,77	48,75	11,37
Áreas agrícolas (tipo solo exposto)	67,75	15,80	122,96	28,68	109,70	25,59
Pastagens e vegetação rasteira	241,90	56,43	202,23	47,18	182,38	42,54
Vegetação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

Fonte: Autor, 2021.

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

Outro fenômeno atribuído a esta UG é a relação entre o crescimento da urbanização e a supressão de áreas de pastagens, vegetação rasteira e áreas de dunas, principalmente na região litorânea. O avanço da classe tecido urbano sem planejamento e a expansão da agricultura sobre estas áreas mais frágeis dos ecossistemas costeiros ocasiona um maior índice de transformação antrópica para esta unidade. A Figura 49 e a tabela 12 apresentam os resultados do ITA para a UG do rio Araranguá.

Figura 49 - Mapeamento do ITA Unidade de Gestão (UG) rio Araranguá



Fonte: Autor, 2021

Tabela 12 - Resultados do ITA, UG Rio Araranguá

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

Fonte: Autor, 2021.

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

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

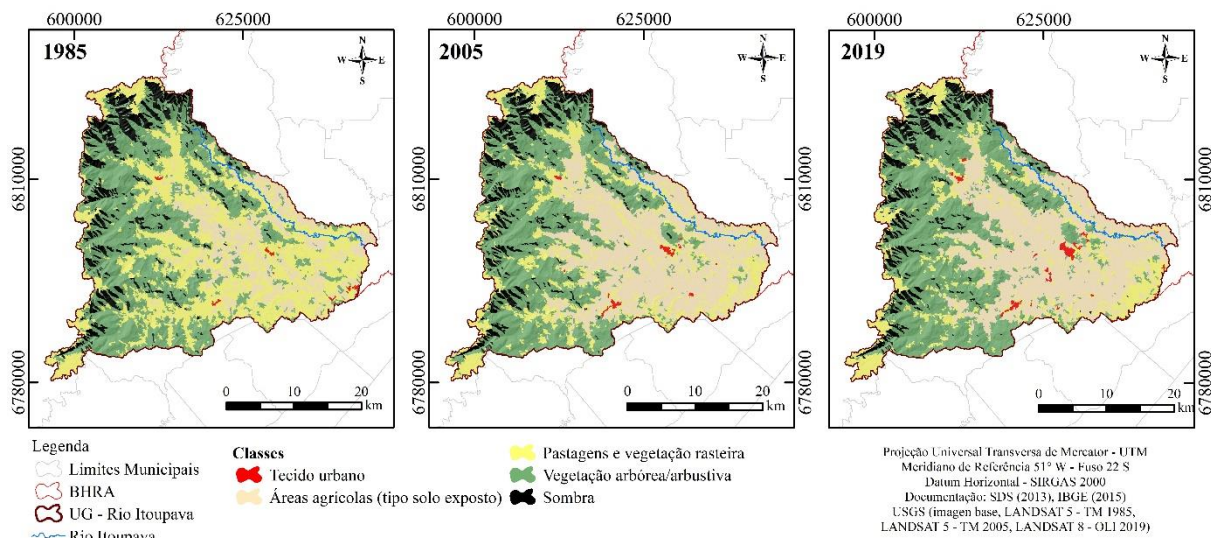
É importante lembrar que apesar desta regeneração da classe vegetação arbórea arbustiva recomenda-se estudo mais aprofundado no que diz respeito a qualidade e maturidade destas vegetações, assim como a delimitação, quantificação e mapeamento destas áreas destinadas a silvicultura.

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

III - Unidade de Gestão Rio Itoupava e Rio Manoel Alves

Na figura 50, tabela 13 são apresentados os resultados do mapeamento e a mensuração das classes de cobertura e uso da terra da UG do Rio Itoupava.

Figura 50 - Mapeamento de uso e cobertura da terra Unidade de Gestão (UG) Rio Itoupava



Fonte: Autor, 2021.

Tabela 13 - Mensuração das classes temáticas para a UG – Rio Itoupava

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

Fonte: Autor, 2021.

A UG do Rio Itoupava é a maior da bacia em extensão territorial, perdurando características rurais esta unidade é a que apresenta na classificação do uso e cobertura da terra a maior quantidade de áreas agrícolas.

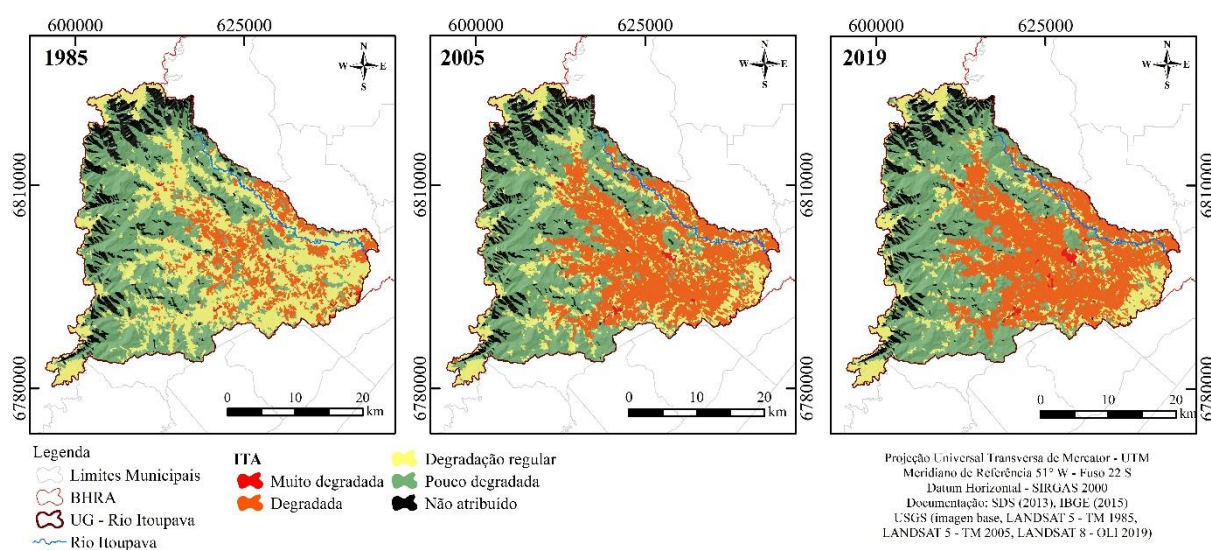
Estas áreas se expandiram seguindo as características gerais da bacia, em que houve a supressão de áreas antes ocupadas por pastagem e vegetação rasteira em detrimento do crescimento da agricultura, estas expandiram-se de 144,93 km² em 1985 para 372,73 km² em 2019, tendo um aumento de 227,8 km².

Outra classe que apresentou expansão, foi a classe de vegetação arbórea/arbustiva, estas obtiveram aumento de área de 20,65 km² no período de estudo. Se tem também um aumento da área de tecido urbano, passando de 2,93 km² em 1985 para 8,88 km² em 2019.

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

Na Figura 51 é apresentado a classificação temática do ITA para a UG do Rio Itoupava. Na tabela 14 os resultados.

Figura 51 - Mapeamento do ITA, UG – Rio Itoupava



Fonte: Autor, 2021.

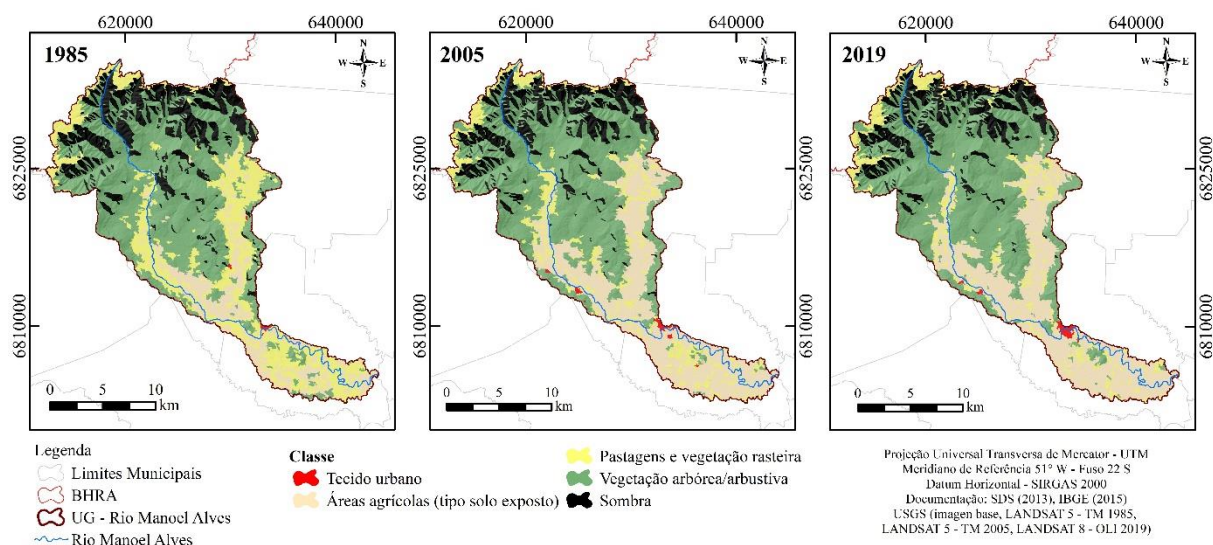
Tabela 14 - Resultados do ITA, UG Rio Itoupava (1985/2005/2019)

Classe	Área (%)			Peso ITA	Resultado ITA		
	1985	2005	2019		1985	2005	2019
Tecido urbano	0,26	0,43	0,78	7,78	0,02	0,03	0,06
Áreas agrícolas (tipo solo exposto)	12,74	31,55	32,76	6,11	0,78	1,93	2,00
Pastagens e vegetação rasteira	37,27	19,94	13,31	4,67	1,74	0,93	0,76
Vegetação arbórea/arbustiva	40,66	40,04	42,48	1,22	0,50	0,49	0,52
Massa da água	0,00	0,02	0,00	1,67	-	0,00	-
Sombra	9,06	8,02	7,67	0,00	00,00	0,00	0,00
Total	100	100	100	-	3,03	3,38	3,34

Fonte: Autor, 2021.

Em relação a UD do Rio Manoel Alves, segue na figura 52, tabela 15 o mapeamento e a mensuração das classes de cobertura e uso da terra.

Figura 52 - Classificação temática, UG – Rio Manoel Alves



Fonte: Autor, 2021.

Tabela 15 - Mensuração das classes temáticas para a UG – Rio Manoel Alves

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

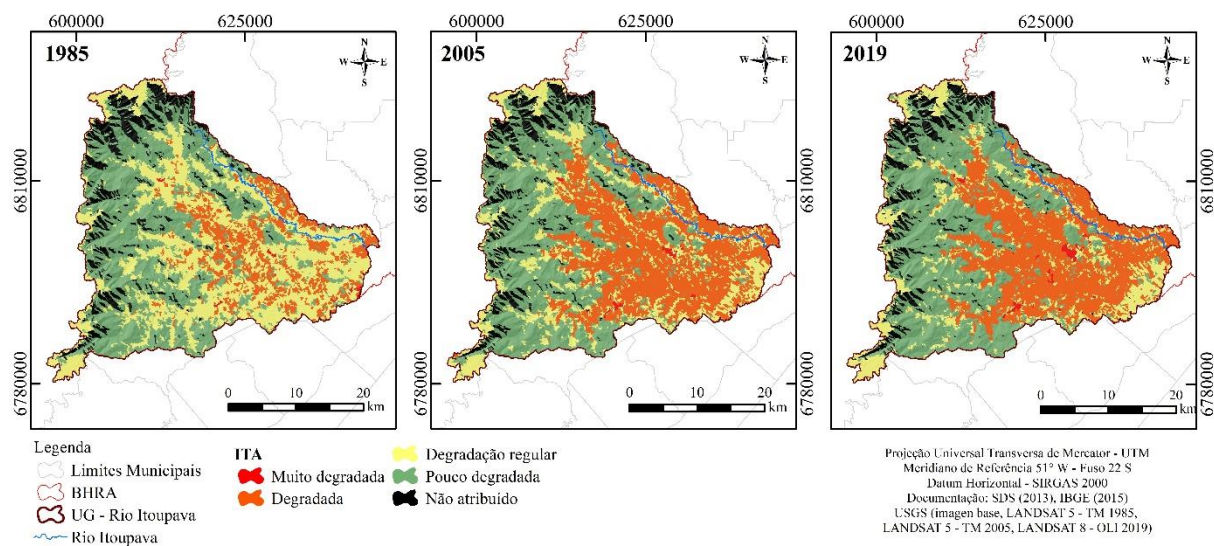
Fonte: Autor, 2021

A UG do Rio Manoel Alves é a menor em extensão territorial da bacia, tendo também características rurais, apresentando áreas agrícolas nas partes de relevo plano da UG, observa-se também a expansão de outras classes como tecido urbano e vegetação arbórea arbustiva, seguindo a tendência geral da bacia.

Na Figura 53, tabela 16 são apresentados os resultados da classificação temática do ITA para a UG do Rio Manoel Alves.

De forma geral a duas UG's receberam classificação como área de “degradação regular”, isso se dá principalmente em relação a grande quantidade de áreas agrícolas nestas UGs.

Figura 53 - Mapeamento do ITA, UG – Rio Itoupava



Fonte: Autor, 2021.

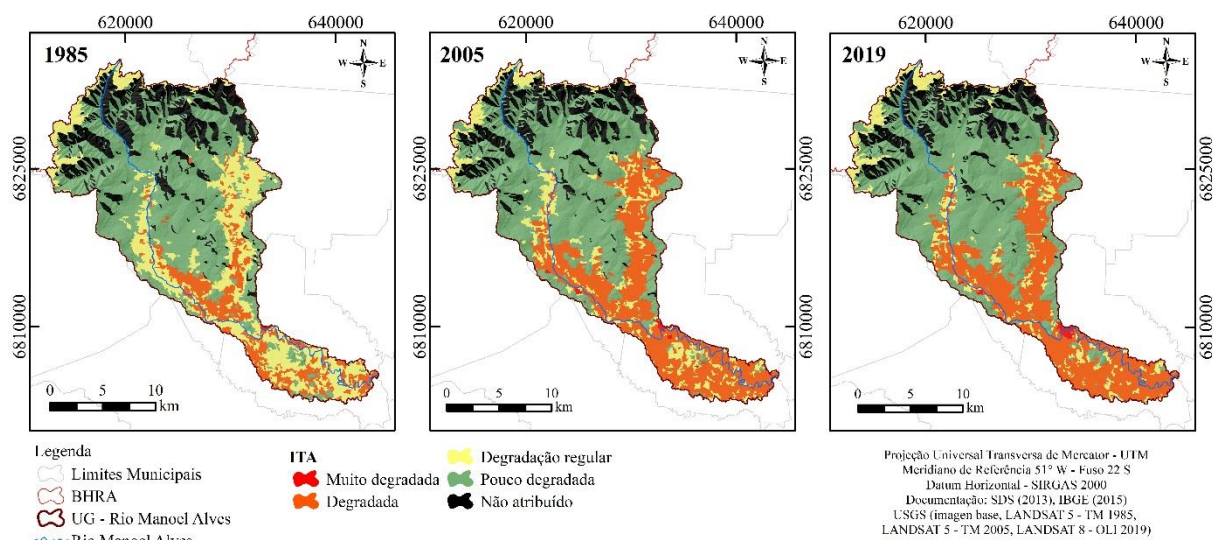
Tabela 16 - Resultados do ITA, UG Rio Itoupava

Classe	Área (%)				Resultado ITA		
	1985	2005	2019	Peso ITA	1985	2005	2019
Tecido urbano	0,26	0,43	0,78	7,78	0,02	0,03	0,06
Áreas agrícolas (tipo solo exposto)	12,74	31,55	32,76	6,11	0,78	1,93	2,00
Pastagens e vegetação rasteira	37,27	19,94	13,31	4,67	1,74	0,93	0,76
Vegetação arbórea/arbustiva	40,66	40,04	42,48	1,22	0,50	0,49	0,52
Massa da água	0,00	0,02	0,00	1,67	-	0,00	-
Sombra	9,06	8,02	7,67	0,00	00,00	0,00	0,00
Total	100	100	100	-	3,03	3,38	3,34

Fonte: Autor, 2021.

Na Figura 54 é apresentado a classificação temática do ITA para a UG do Rio Manoel Alves. Na tabela 17 os resultados.

Figura 54 - Classificação temática do ITA, UG – Rio Manoel Alves



Fonte: Autor, 2021.

Tabela 17 - Resultados do ITA, UG Rio Manoel Alves

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

Fonte: Autor, 2021

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

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso das imagens orbitais e das técnicas de processamento digital de imagens empregados neste estudo possibilitaram a utilização da metodologia de análise multitemporal de cobertura e uso da terra para mapear e descrever as mudanças na paisagem da BHRA em um período de 35 anos, assim como esta metodologia deu suporte ao cálculo das transformações antrópicas na bacia e em suas UG's por meio do índice de transformação antrópica.

Os resultados deixaram evidente que as mudanças na cobertura e uso da terra dentro do território da BHRA foram significativas, tendo como destaque o crescimento das áreas de tecido urbano e consequentemente o aumento da população residente na bacia, desta forma acelerando a degradação ambiental, proveniente da excessiva urbanização sem controle e planejamento.

Se destaca que o crescimento urbano na bacia, principalmente no eixo norte e no eixo litorâneo, avança sobre áreas antes ocupadas por rejeitos de mineração, áreas de preservação permanente como encostas e as áreas de dunas e areais no litoral, causando consequente supressão de área e aumento a pressão antrópica sobre estas.

Outro destaque nas mudanças de cobertura e uso da terra foram as conversões das áreas de pastagens e vegetações rasteiras em áreas ocupadas por extensas áreas agrícolas, principalmente com destaque para as plantações de arroz irrigado, que demandam pressão sobre os recursos hídricos da bacia. Se observou também a diminuição das áreas de extração mineira durante o período de estudo, isso se deve principalmente pela decadência do setor mineral no Sul do Brasil e pela ação civil pública impetrada em desfavor das empresas carboníferas e da união.

É perceptível o aumento da pressão antrópica nas diversas coberturas e usos aqui apresentados, uma vez que se observa que o ITA apresentou aumento no período de estudo de maneira geral, e principalmente quando se observa de forma individual as UG's do Rio Araranguá e Mãe Luzia.

Pode-se distinguir dois aspectos dos impactos ambientais na BHRA, a mineração e a agricultura, consequências do incentivo por meio de políticas públicas que não visavam o planejamento a longo prazo, políticas imediatistas que transformaram o espaço geográfico ocupado, seguindo uma lógica internacional de produção desde o começo do século XX.

É perceptível que as políticas públicas implementadas a partir dos anos 1980 tiveram efeitos positivos na produção de arroz irrigado dentro da BHRA, mas também

consequências ambientais. Esta política pública teve significativo impacto sobre as modificações do espaço geográfico da bacia e compreendê-la como agente modificador do espaço assim como a mineração é necessária uma vez que se preocupa em planejar e gerir o território em que se vive.

Recomenda-se para um melhor planejamento territorial da bacia e das UG's a manutenção e conservação das áreas de remanescentes de mata atlântica, assim como o reflorestamento com espécies nativas de áreas públicas, visando futuramente a possibilidade de criação de corredores ecológicos na bacia, assim como a arborização do meio urbano (parques municipais, arborização de vias públicas).

Recomenda-se também a não expansão das áreas agrícolas, mas sim um manejo mais adequado atrelado a pesquisa científica para a otimização destas áreas, visando maior rentabilidade e menos expansão. Também o controle e planejamento sobre a expansão urbana dos municípios, a evitar conflitos com áreas de APP, impermeabilização do solo urbano entre outros, assim como a melhoria da infraestrutura de saneamento básico dos municípios a evitar principalmente a contaminação dos recursos hídricos da bacia, uma vez que estes já são afetados por outros usos.

Por fim, espera-se que a produção cartográfica sirva como subsídio para futuros projetos dentro da bacia que possam auxiliar no planejamento e na gestão territorial, no planejamento ambiental, assim como em outros estudos que venham a ser feitos nesta área. Visto que esta área de estudo carecia de informações cartográficas confiáveis no que diz respeito a cobertura e uso da terra que estivessem disponíveis, este trabalho se preocupou em produzir estas informações, outros produtos cartográficos produzidos serviram como embasamento para as discussões precedentes no entendimento das modificações da paisagem.

Destaca-se ainda que é necessário a atualização periódica destes dados, isso se torna possível uma vez que as imagens orbitais para este fim estão disponíveis gratuitamente, assim como os softwares para a produção destas informações.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, Cinthia Sena; TOMAZZONI, Edegar Luis. Turismo de Segundas residências no litoral sul do Brasil: uma discussão sobre seu dimensionamento e relevância para a atividade turística contemporânea. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 80-101, 1 fev. 2018. ANPTUR - Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Turismo. <http://dx.doi.org/10.7784/rbtur.v12i1.1328>
- ADAMI, Rose Maria.; CUNHA, Yasmine Moura. **Caderno do educador ambiental das bacias dos rios Araranguá e Urussanga**. Blumenau: Fundação Agência da Água do Vale do Itajaí, 2014. 137p.
- ALEXANDRE, Nadja Zim. **Análise Integrada da Qualidade das Águas da Bacia do Rio Araranguá (SC)**. 2000. 297 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Geografia, Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- ALEXANDRE, Nadja Zim.; DUARTE, Gerusa Maria. Caracterização das águas superficiais da bacia do rio Araranguá. In: Scheibe, L.F; Furtado, S.M; Buss, M.D.. (Org.). **Geografias Entrelaçadas: ambiente rural e urbano no sul de Santa Catarina**. 1ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005, v. p. 63-101.
- ALMEIDA, Lúcio Flávio Rodrigues de. Entre o nacional e o neonacional-desenvolvimentismo: poder político e classes sociais no Brasil contemporâneo. **Serv. Soc. Soc.**, São Paulo, n. 112, p. 689-710, Dec. 2012. <https://doi.org/10.1590/S0101-66282012000400005>.
- ALVES, Eliseu; SOUZA, Geraldo da Silva e; MARRA, Renner. Êxodo e sua contribuição à urbanização de 1950 a 2010. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 2, n. 1, p.80-88, 2011.
- ANDRADE, Ricardo Guimarães; BOLFE, Édson Luis; VICTORIA, Daniel de Castro; NOGUEIRA, Sandra Furlan. Avaliação das condições de pastagens no cerrado brasileiro por meio de geotecnologias. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 34-41, 17 maio 2017.. <http://dx.doi.org/10.21206/rbas.v7i1.3>
- 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**, [n.i], p.171-179, ago. 2007
- ARAUJO, Aline de Farias. O Processo de Industrialização e seus Impactos no Meio Ambiente Urbano. **Qualit@s Revista Eletrônica**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p.1-11, jan. 2008. Disponível em: < DOI: <http://dx.doi.org/10.18391/qualitas.v7i1.128> >.
- 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** (online), [s.l.], n. 39, p.47-58, mar. 2016. <http://dx.doi.org/10.5327/z2176-9478201611014>.

BACK, Álvaro José; SÔNEGO, Márcio; PEREIRA, Jóri. Ramos. Índices de concentração de chuvas da região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.l.], v. 27, July 2020. ISSN 2237-8642. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/65466/41096>>. Acesso em: 24 jan. 2021. doi: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v27i0.65466>

BACK, Álvaro José; SÔNEGO, Márcio; PEREIRA, Jóri Ramos. Índices de concentração de chuvas da região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.l.], v. 27, July 2020. ISSN 2237-8642. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/65466/41096>>. Acesso em: 24 jan. 2021. doi: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v27i0.65466>

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

BATISTA, Gisele Victor. **Análise Ambiental da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio dos Porcos – SC**. 2004. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

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

BEVILACQUA, Andréa Francomano; RESCHILIAN, Paulo Romano. A bacia hidrográfica como unidade territorial de Planejamento e desenvolvimento sustentável. In: VI Encontro Nacional da ANPPAS. **Anais...** Belém, 2012.

BORSATO, Fabiano Hugo; MARTONI, Astrid Meira. Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no município de Maringá, estado do Paraná. **Rev. Acta Scientiarum**. Maringá - PR.v.26, n.2, p 273 – 285.2004.

BRANCHER, Ana (Org.). **História de Santa Catarina: Estudos contemporâneos**. Florianópolis: Letras Contemporâneas, 1999. p. 73-82

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

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

BRASIL. **Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; 2012. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Ano CXLIX, n. 102, 28 maio 2012. Seção 1, p.1. Disponível em > http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm . Acesso em 07 maio de 2021.

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

BRASIL. **PROVARZEAS NACIONAL**. Resumo. Folder explicativo: Ministério da agricultura. 1982

BRITO, Patrícia Lustosa. **Planejamento territorial: o município x a bacia hidrográfica. O caso do município de Jaguaquara e a bacia do rio Jiquiriçá – Bahia**. 2004. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Geografia, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

BRITO, Patrícia Lustosa; ANJOS, Rafael Sanzio Araújo dos. PLANEJAMENTO TERRITORIAL: O MUNICÍPIO X A BACIA HIDROGRÁFICA. **Revista Eletrônica: Tempo - Técnica - Território** / Eletronic Magazine, Brasília, v. 1, n. 1, p.26-42, 30 jun. 2010. Biblioteca Central da UNB. <http://dx.doi.org/10.26512/ciga.v1i1.15875>.

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

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

CÂMARA Gilberto, MONTEIRO Antônio Miguel; FUCKS Suzana Druks; CARVALHO Marília Sá. **Análise espacial e geoprocessamento**. INPE 2001 [livro na Internet].

CÂMARA, Gilberto. A pesquisa espacial no Brasil: 50 anos de Inpe (1961-2011). **Revista Usp**, [s.l.], n. 89, p.234-243, 1 maio 2011. Universidade de São Paulo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBiUSP.

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

CAMPOS, Juliano Bitencourt. **Arqueologia entre rios e a gestão integrada do território no extremo sul de Santa Catarina – Brasil**. 2015. 261 f. Tese (Doutorado) - Curso de Quaternário Materiais e Cultura, Universidade de Trás-os-montes e Alto Douro, Vila Real, 2015

CAMPOS, Renata Bernardes Faria; CASTRO, Josiane Marcia. ÁREAS VERDES: ESPAÇOS URBANOS NEGLIGENCIADOS IMPACTANDO A SAÚDE. **Saúde & Transformação Social**, Florianópolis, v. 8, n. 1, p. 106-116, 2017.

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

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

CASTRO, Luciana Cardon. **A Gestão dos Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Alto Iguaçu**. Dissertação de Mestrado (mestrado em Geografia). UFPR, 2005
Catarina. Itajaí. Herbário Barbosa Rodrigues, 1978

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

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia Fluvial**. 1. ed. v. 1. São Paulo: Edgard Blücher,. Geomorfologia. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

CLAWSON, Marion; STEWART, Charles L.. **Land Use Information: A Critical Survey of U.S. Statistics Including Possibilities For Greater Uniformity**. By Marion Clawson and Charles L. Stewart. (Baltimore. Forest & Conservation History, [s.l.], v. 10, n. 4, p.27-27, jan. 1967. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.2307/3982819>.

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

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

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

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

COMASSETTO, Vilmar. **ÁGUA, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO NA BACIA DO ARARANGUÁ (SC)**. 2008. 339 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Geografia, Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

CONGALTON, Russell G. A Comparison of Sampling Schemes Used in Generating Error Matrices for Assessing the Accuracy of Maps Generated from Remotely Sensed Data.

Photogrammetric Engineering And Remote Sensing, [s.l.], v. 54, n. 5, p.593-600, maio 1988. 55

CONGALTON, Russell G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. **Remote Sensing Of Environment**, [s.l.], v. 37, n. 1, p.35-46, jul. 1991.

CONGALTON, Russell G.; GREEN, Kass. Assessing the accuracy of Remotely Sensed Data: **Principles and Pratices**. 2. ed. New York: Crc Press, 2008. 183 p.

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

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

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

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

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

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

CRISTIANO, Samanta da Costa. **INTERFACES ENTRE A GEOCONSERVAÇÃO E A GESTÃO COSTEIRA no município de Araranguá (Santa Catarina, Brasil)**. 2018. 252 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

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.

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

DARELLA, Marcelo Soares; FURTADO, Sandra Maria de Arruda. Os agrotóxicos e a saúde dos trabalhadores rurais. In: SCHEIBE, Luiz Fernando; FURTADO, Sandra Maria de Arruda; BUSS, Maria Dolores (Org.). **Geografias Entrelaçadas: ambiente rural e urbano no sul de Santa Catarina**. Florianópolis: Ufsc/unesc, 2005. p. 125-146.

DI GREGORIO, Antonio. **Land cover classification system (LCCS): classification concepts and user manual**. Rome: FAO, 1998. 92 p.

DI GREGORIO, Antonio. **Land cover classification system: Software version 3**. Rome: FAO, 2016. 40 p.

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.

DIAS-FILHO, Moacyr Bernardino; FERREIRA, Joice Nunes. As pastagens e o meio ambiente. In: REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. (Ed.). **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal: M. de L. Brandel-ME, 2013. p. 93-105.

DUAN, Cheng *et al.* Land Use and Land Cover Change in the Kailash Sacred Landscape of China. **Sustainability**, [s.l.], v. 11, n. 6, p.1788-1803, 25 mar. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su11061788>.

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>. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/handle/1/5165>>.

EMBRAPA Serviço de Produção de Informação. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. Ed Brasília, DF: EMBRAPA, 2018. 356 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistemas e produção para a cultura do arroz irrigado e de sequeiro**. Zona da Mata, MG: Ministério da Agricultura, 1981.

EPAGRI. Centro de Socioeconômica e Planejamento Agrícola. **INFOAGRO**. 2019. Disponível em: <<http://www.infoagro.sc.gov.br/index.php/safra/producao-vegetal>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

FARIAS, Vilson Francisco de. **Dos Açores ao Brasil Meridional: Uma viagem no Tempo, 500 anos de Litoral Catarinense**. 2. ed. Florianópolis: do Autor, 2000. 504 p.

FERREIRA, Cristhian Spindola. **Avaliação Temporal do uso e ocupação das terras na bacia do rio São Bartolomeu**. 2006. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

FERREIRA, Laerte Guimarães; FERREIRA, Nilson Clementino; FERREIRA, Manuel Eduardo. Sensoriamento remoto da vegetação: evolução e estado-da-arte. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, vol. 30, núm. 4, 2008, pp. 379-390

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008 Florianópolis: Ed. da Ufsc, 1998. 104 p.

FLORENZANO, Teresa Galloti. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de textos, 2002, 97 p.

FORMIGONI, Mileide de Holanda. **Análise temporal da vegetação associada à estimativa de precipitação pluvial por sensoriamento remoto na bacia hidrográfica do Rio Doce.2018**. 119 f. Tese (Doutorado) - Curso de Centro de Ciências Agrárias Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre Es, 2018.

GAIDZINSKI, Morgana Cerimbelli; FURTADO, Sandra Maria de Arruda Rizipiscicultura: uma prática de desenvolvimento sustentável? In: SCHEIBE, Luiz Fernando; FURTADO, Sandra Maria de Arruda; BUSS, Maria Dolores (Org.). **Geografias Entrelaçadas: ambiente rural e urbano no sul de Santa Catarina**. Florianópolis: Ufsc/unesc, 2005. p. 37-62.

GERLING, Cynthia. **Manual De Ecossistemas: Marinhos E Costeiros Para Educadores**. Santos, SP: Editora Comunicar, 2016.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2017. 159 p.

GIRI, Chandra P. Brief Overview of Remote Sensing of Land Cover. In: GIRI, Chandra P. (Ed.). **REMOTE SENSING OF LAND USE AND LAND COVER: Principles and applications**. Boca Raton, Fl: Taylor & Francis Group, 2012. Cap. 1. p. 3-13

GOMES SOBRINHO, João Maria. **Índice de transformação antrópica (ita) como suporte para análise da degradação da paisagem no município Jardim de Piranhas-RN**. 2018. 44 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Geografia, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Caicó, 2018.

GONCALVES, Arthur Ferreira; DANIEL, Lucas Barros Esteves; GRUSCHINSKE, Marcelo Cidade; RIBAS Rodrigo Pinheiro; VALDATI, Jairo. Mapeamento da cobertura da terra na bacia do rio Araranguá utilizando o classificador por regiões Bhattacharya. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto -SBSR, 2017, Santos. **Anais...** do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto -SBSR, 2017. v. 1. p. 6383-6390.

GONÇALVES, Teresinha Maria. Do conceito de espaço ao conceito de território. In: LADWIG, Nilzo Ivo; SCHWALM, Hugo (Org.). **Gestão socioambiental das cidades no século XXI: teorias, conflitos e desafios**. Florianópolis: Insular, 2013. Cap. 6. p. 133-150.

GORSKI, Maria Cecília Barbieri. **Rios e cidades: ruptura e reconciliação**. São Paulo: Ed. SENAC, 2010. 300 p.

GOULARTI, Juliano Giassi. Migrações e urbanização em Santa Catarina. **Desenvolvimento Socioeconômico em Debate**, [S.L.], v. 1, n. 2, p. 85, 30 maio 2016. Fundacao Educacional de Criciuma- FUCRI. <http://dx.doi.org/10.18616/rdsd.v1i2.2398>

GOUVEIA, Rogerio Gonçalves Lacerda de; GALVANIN, Edinéia Aparecida dos Santos; NEVES, Sandra Mara Alves da Silva. Aplicação do índice de transformação antrópica na análise multitemporal da bacia do córrego do Bezerro Vermelho em Tangará da Serra-MT. **Revista Árvore**, [s.l.], v. 37, n. 6, p.1045-1054, dez. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-67622013000600006>

GRIBB, William J.; CZERNIAK, Robert J. Land Use/Land Cover Classification Systems and Their Relationship to Land Planning. In: AHLQVIST, Ola et al. (Ed.). **LAND USE AND LAND COVER SEMANTICS: Principles, Best Practices**, and Prospects. Boca Raton, Fl: Taylor & Francis Group, 2016. p. 1-21.

GROTZINGER, John.; JORDAN, Thomas. **Para entender a Terra**. 6. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2013. 738 p.

GUADAGNIN, Demétrio Luis. **Diagnóstico da Situação e Ações Prioritárias para a Conservação da Zona Costeira da Região Sul - Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. PRONABIO, FEPAM, Porto Alegre, 1999. Relatório Técnico.

GUERRA, Antônio José Teixeira.; CUNHA, Sandra Baptista. Degradação ambiental. In: CUNHA, Sandra Baptista; GUERRA, Antônio José Teixeira. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 337-339.

GUERRA, Antônio Teixeira. **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. 8. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

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>.

GUISLON, Aline Votri; ELIAS, Guilherme Alves; BERNARDO, Vanessa Matias; ASSUNÇÃO, Viviane Kraieski de; SANTOS, Robson dos. Histórico de Uso e Ocupação da Floresta Atlântica em uma Unidade de Conservação no Sul do Brasil. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 47-64, 10 set. 2017. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**. <http://dx.doi.org/10.21664/2238-8869.2017v6i2.p47-64>.

HEIN, André Fernando; SILVA, Nardel Luiz Soares. A insustentabilidade na agricultura familiar e o êxodo rural contemporâneo. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 27, n. 2, p. 394-417, jun. 2019.

HOBOLD, Paulo. **A história de Araranguá: reminiscências desde os primórdios até o ano de 1930**. Porto Alegre: Palmarinca, 1994. 255 p

HOBOLD, Paulo. **A história do Araranguá. Araranguá: S/E, 2005.** 311 p. Completa e atualizada por Alexandre Rocha.

HORN FILHO, Norberto Olmiro. Setorização da província costeira de Santa Catarina em base aos aspectos geológicos, geomorfológicos e geográficos. **Geosul**, 2003. 18(35):71-98

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

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais -. **História.** 2017. Disponível em: <http://www.inpe.br/institucional/sobre_inpe/historia.php>. Acesso em: 23 set. 2019.

IZAKOVIČOVÁ, Zita; ĽPULEROVÁ, Jana; PETROVIČ, František. Integrated Approach to Sustainable Land Use Management. **Environments**, [s.l.], v. 5, n. 3, p.37-53, 1 mar. 2018. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/environments5030037>.

JENSEN, John Robert. **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.

KALIL, Rosa Maria Locatelli; GELPI, Adriana. **Planejamento Urbano e Regional: Conceitos, Processos e Metodologias.** Passo Fundo: Upf | Editora, 2019. 143 p

KANCHEVA, Rumiana. Remote sensing terminology: past experience and recent needs. **Remote Sensing For Agriculture, Ecosystems, And Hydrology** Xv, [s.l.], p.1-10, 16 out. 2013.

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 de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. 230p. 2000.

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

KOUAME, Yao Morton et al. Climate, Land Use and Land Cover Changes in the Bandama Basin (Côte D'Ivoire, West Africa) and Incidences on Hydropower Production of the Kossou Dam. **Land**, [s.l.], v. 8, n. 7, p.103-124, 27 jun. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/land8070103>.

KREBS, Antônio Sílvia Jornada. **Contribuição ao conhecimento dos recursos hídricos subterrâneos da bacia hidrográfica do rio Araranguá, sc.** 2004. 375 f. Tese (Doutorado) - Doutorado em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

KREBS, Antônio Sílvia Jornada; SCHEIBE, Luís Fernando; GOMES, Cleber José Baldoni. **Caracterização hidrogeológica do aquífero relacionado aos depósitos de leques aluviais na bacia do rio Araranguá, SC.** Rio de Janeiro: CPRM, 2007

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; 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.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica.** 4 Ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2001. 288 p.

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

LANZER, Rosane Maria; RAMOS, Bernardo Villanueva de Castro; MARCHETT, Cassiano Alves Marchett. Impactos ambientais do turismo em lagoas costeiras do Rio Grande do Sul. **Caderno Virtual de Turismo.** Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p.134-149, abr. 2013.

LAVINA, Rodrigo. Indígenas de Santa Catarina: história de povos invisíveis. In: LEAL, J.P., **Estudo Geoambiental e Evolução Paleogeográfica da Lagoa do Olho d'água.** Jaboatão dos Guararapes. Dissertação de Mestrado em Geociências - CTG, UFPE, 2002.

LEAL, Jandira Pedrosa. **Estudo Geoambiental e Evolução Paleogeográfica da Lagoa do Olho d'água. Jaboatão dos Guararapes.** 2002. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002.

LÉMECHEV, T. On hydrological heterogeneity catchment morphology and catchment response. **Journal of Hydrology.** v.100, p. 357- 375. 1982.

LOBODA, Carlos Roberto.; DE ANGELIS, Bruno Luiz Domingos. **Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções.** Ambiência, Guarapuava, v. 1, n. 1, p. 125-139, jan./jul. 2005.

LOCH, Ruth Emília Nogueira. **Cartografia: representação, comunicação e visualização de dados espaciais.** Florianópolis: Editora da UFSC, 2006. 313 p.

LOPES, Alfredo Ricardo Silva. Agricultura e desastres no sul de Santa Catarina (1974-2004). **Revista História: Debates e Tendências**, [s.l.], v. 16, n. 1, p.197-212, 12 ago. 2016. UPF Editora. <http://dx.doi.org/10.5335/hdtv.16n.1.6266>.

LOPES, Rosana Peporine; SANTO, Eder Luis; GALATTO, Sérgio Luciano. Mineração de Carvão em Santa Catarina: Geologia, Geoquímica e Impactos Ambientais. In: MILIOLI, Geraldo; SANTOS, Robson dos; CITADINI-ZANETTE, Vanilde (Org.). **Mineração de**

Carvão, Meio Ambiente e desenvolvimento Sustentável no Sul de Santa Catarina: Uma abordagem Interdisciplinar. Curitiba: Juruá, 2009. p. 51-71.

LOVELAND, Thomas R. History of Land-Cover Mapping. In: GIRI, Chandra P. (Ed.). **REMOTE SENSING OF LAND USE AND LAND COVER: Principles and applications.** Boca Raton, Fl: Taylor & Francis Group, 2012. Cap. 1. p. 13-25

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>.

MACHADO, Thiago Adriano. Da formação social em Marx à formação socioespacial em Milton Santos: uma categoria geográfica para interpretar o Brasil? **Geographia -**, Niterói, v. 38, n. 18, p.71-97, dez. 2016.

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

MAFRA, Francisco; SILVA, J. Amado da. **PLANEAMENTO E GESTÃO DO TERRITÓRIO.** Porto/Portugal: Spi – Sociedade Portuguesa de Inovação, 2004. 96

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.

MANZONI NETO, Alcides. **O novo planejamento territorial: empresas transnacionais de consultoria, parcerias público-privadas e uso do território brasileiro.** 156p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP, 2007.

MARCHEZINI, Victor.; IWAMA, Allan Yu.; ANDRADE, Márcio Roberto de Magalhães; TRAJBER, Rachel. ROCHA, Ives.; OLIVATO, Débora. Geotecnologias para prevenção de riscos de desastres: usos e potencialidades dos mapeamentos participativos. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 69, p. 107-128, 2017.

MARCON, Luciléia; ZOCHE, Jairo José; LADWIG, Nilzo Ivo. A expansão urbana da cidade de Araranguá, Santa Catarina, no período de 1957 a 2010 e suas implicações ambientais. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais** (Online), [S.L.], n. 43, p. 32-48, mar. 2017. Zeppelini Editorial e Comunicacao. <http://dx.doi.org/10.5327/z2176-947820170078>.

MARCONDES, Tabajara. A agropecuária em Santa Catarina: cenário atual e principais tendências. **Revista NECAT**, ano 5, nº 9, p. 8-38, jan-jun de 2016.

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

MASTELLA, André Fabiano; VIEIRA, Carlos Antonio. Acurácia temática para classificação de imagens utilizando abordagens por pixel e por objetos. **Revista Brasileira de Cartografia**, [s.l.], v. 70, n. 5, p.1618-1643, 31 dez. 2018. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/rbcv70n5-44559>.

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

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. <http://dx.doi.org/10.3390/su11195174>.

MEDEIROS, Marlon Clovis. A reestruturação do complexo agroindustrial do arroz de Santa Catarina no período 1990-2000. **Geosul**, Florianópolis, v. 17, n. 33, p. 61-82, jan. 2002

MELLO, Jaime Wilson Vargas de; DUARTE, Hélio Anderson; LADEIRA, Ana Cláudia Queiroz. Origem e Controle do Fenômeno Drenagem Ácida de Mina. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, n. 8, p.24-29, maio 2014.

MELO JUNIOR, 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

MELO JUNIOR, Dário Rodrigues; Belém, Fabiano Luís; Lima, Eduardo Queiroz; Rocha, Genival Fernandes. Mapeamento e análise multitemporal do uso e cobertura da Terra da região da cidade de Macapá/AP. **Ciência Geográfica**, Bauru, v. p.442-455, jan. 2017

MENDES, S. L. **Workshop Floresta Atlântica e Campos Sulinos: grupo de mamíferos** - documento preliminar, 2004. Disponível em:<www.bdt.fat.org.br/workshop/mataatlantica/BR/rfinais/rt_mamiferos>. Acesso em: 10 out. 2004.

MENEGASSO, Juliana Debiasi. **MAPEAMENTO DO RISCO DE INUNDAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELO, ORLEANS, SC**. 2019. 148 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2019.

MENESES, Paulo Roberto; SANO, Edson Eyji. Classificação Pixel a Pixel de Imagens. In: MENESES, Paulo Roberto; ALMEIDA, Tati de. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: UnB, 2014. Cap. 12. p. 191-208.

MENESES, Paulo Roberto. **Princípios de Sensoriamento Remoto**. In: MENESES, Paulo Roberto; ALMEIDA, Tati de. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: UnB, 2014.

MENEZES, Carlyle Torres Bezerra de; LATTUADA, Rafael Mello; PAVEI, Paula Tramontin. Estudos de Sedimento aquáticos contaminados por metais pesados e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos oriundos da mineração de carvão. In: MILIOLI, Geraldo; SANTOS,

Robson dos; CITADINI-ZANETTE, Vanilde (Org.). **Mineração de Carvão, Meio Ambiente e desenvolvimento Sustentável no Sul de Santa Catarina: Uma abordagem Interdisciplinar**. Curitiba: Juruá, 2009. p. 71-93.

MENEZES, Carlyle Torres Bezerra de; WATERKEMPER, Kátia. Evolução dos processos de degradação ambiental resultante da mineração de carvão em Santa Catarina de 1930-1973. In: MILIOLI, Geraldo; SANTOS, Robson dos; CITADINI-ZANETTE, Vanilde (Org.). **Mineração de Carvão, Meio Ambiente e desenvolvimento Sustentável no Sul de Santa Catarina: Uma abordagem Interdisciplinar**. Curitiba: Juruá, 2009. p. 205-215.

MILHEIRA, Rafael Guedes. Arqueologia Guarani no Litoral Sul-Catarinense História e território. 2010. 224 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Arqueologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. In: MILIOLI, Geraldo; SANTOS, Robson dos; CITADINI-ZANETTE, Vanilde (Org.). **Mineração de Carvão, Meio Ambiente e desenvolvimento Sustentável no Sul de Santa Catarina: Uma abordagem Interdisciplinar**. Curitiba: Juruá, 2009. p. 51-71.

MMA; MPOG - Ministério do Meio Ambiente; Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (2002) – **Projeto Orla: Fundamentos para Gestão Integrada**. 74p. 2002, Secretaria de Qualidade Ambiental, Secretaria do Patrimônio da União, Brasília, DF, Brasil. Disponível online em http://www.mma.gov.br/estruturas/orla/_arquivos/11_04122008111238.pdf

MOREIRA, Maurício Alves. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 2. ed. Viçosa: Ufv, 2003. 307 p.

MOTA, Lydia Helena da Silva de Oliveira. VALLADARES, Gustavo Souza. LEITE, Hugo Mota Ferreira. GOMES, Andréa da Silva. MAGALHÃES, Regina Maria Fontenele. SILVA, Tibério Almeida. Análise Multitemporal do Uso e Cobertura das Terras da Região do Baixo Acaraú - CE. **Geociências**, São Paulo, v. 32, n. 2, p.379-396, jun. 2013.

MOURA, Ana Clara Mourão. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. 3. ed. Belo Horizonte: Interciência, 2014. 312 p.

MYERS, Norman; MITTERMEIER, Russell A.; MITTERMEIER, Cristina G.; FONSECA, Gustavo A. B. da; KENT, Jennifer. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, [S.L.], v. 403, n. 6772, p. 853-858, fev. 2000. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/35002501>.

NASA. **Landsat missions**. Disponível em: <<http://landsat.usgs.gov/>>.

NASCIMENTO, Adriana Pereira do. **ANÁLISE DOS IMPACTOS DAS ATIVIDADES ANTRÓPICAS EM LAGOAS COSTEIRAS – ESTUDO DE CASO DA LAGOA GRANDE EM PARACURU - CE**. 2010. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Instituto de Ciências do Mar - Labomar Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

NASCIMENTO, Flávia; MENDONÇA, Rose Mary Gondim; MACEDO, Maria Laponeide Fernandes; SOARES, Paulo Sergio Moreira. Impactos Ambientais nos Recursos Hídricos da

Exploração de Carvão em Santa Catarina. **Anais...** in: II Congresso Brasileiro de Mina a Céu Aberto e II Congresso Brasileiro de Mina Subterrânea, 2002, Belo Horizonte.

NOVO, Evelyn de Moraes. PONZONI, Flavio, Jorge. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. 2. INPE. 2001.

OLIVEIRA, Ulisses Rocha de; KOERNER, Karl Franz; SIMÕES, Rodrigo Silva; MOTA, Gabriel Santos da; LEAL, Karine Bastos; GAUTÉRIO, Bruna Cavalcanti. Histórico de antropização e supressão das dunas no balneário Hermenegildo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 687-704, 2018. Revista Brasileira de Geografia Física. <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v10.6.p687-704>.

ORTEGA, Diego Javier Perez; CARVALHO, Sérgio Luís de. Avaliação dos Efeitos das Atividades Antropófitas nos Recursos Hídricos na Sub-Bacia Hidrográfica do Córrego do Ipê. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [s.l.], v. 18, n. 3, p.97-108, 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v18n3.p97-108>.

PADRÃO, Glaucia de Almeida.; WANDER, Alcido Elenor. Transmissão de preços de arroz no mercado internacional e nacional. In: X Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 2017, Gramado-RS. **Anais....** Porto Alegre-RS: SOSBAI, 2017. p. 1-4.

PAINHO, Marco; CAETANO, Mário. **Cartografia de ocupação do solo: Portugal continental, 1985-2000**: CORINE Land Cover 2000. Amadora: Instituto do Ambiente, 2006.

PANIZZA, Andrea de Castro. **Imagens orbitais, cartas e coremas: uma proposta metodológica para o estudo da organização e dinâmica espacial, aplicação ao Município de Ubatuba, Litoral Norte do Estado de São Paulo, Brasil**. 2004. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade São Paulo, São Paulo, 2004. Doi: 10.11606/T.8.2004.tde-30092005

PERH/SC: **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina**. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). Plano Estadual de Recursos Hídricos. RH 10. 2017. Disponível em: <http://www.aguas.sc.gov.br>

PHIRI, Darius; MORGENROTH, Justin. Developments in Landsat Land Cover Classification Methods: A **Review**. **Remote Sensing**, [s.l.], v. 9, n. 9, p.967-992, 19 set. 2017. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/rs9090967>.

PIAZZA, Walter Fernando. **A colonização de Santa Catarina**. 3. ed. Florianópolis: Lunardelli, 1994. 376 p.

PINHEIRO, Luana Cristine da Silva Jardim *et al.* MUDANÇAS DO USO DA TERRA E FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM NO MUNICÍPIO DE CORRENTINA (BA) DURANTE 1988-2008. Raega - **O Espaço Geográfico em Análise**, [s.l.], v. 35, p.169 198, 3 abr. 2016. <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v35i0.39941>.

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.

PORTO, Monica F. A.; PORTO, Rubem La Laina. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**, [s.l.], v. 22, n. 63, p.43-60, 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142008000200004>.

PORTZ, Luana Carla; MANZOLLI, Rogério Portantiollo; GRUBER, Nelson Luiz Sambaqui; CORREA, Iran Carlos Stalliviere. Turismo e degradação na orla do Rio Grande do Sul: conflitos e gerenciamento. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [S.L.], v. 22, p. 153-166, 23 dez. 2010. Universidade Federal do Parana. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v22i0.20351>.

PORTZ, Luana; ROCKETT, Gabriela Camboim; FRANCHINI, Ricardo Augusto Lengler; MANZOLLI, Rogério Portantiolo; GRUBER, Nelson Luiz Sambaqui. Gestão de dunas costeiras: o uso de sistema de informações geográficas (sig) na implantação de planos de gestão no litoral do rio grande do sul, brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, [S.L.], v. 14, n. 3, p. 517-534, set. 2014. Associacao Portuguesa dos Recursos Hidricos (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.

PRESA, Juliana Brocca. **A experiência de agricultores em relação à utilização da água na produção de arroz irrigado (1980-2009)**. Iv Congresso Internacional de História, [s.l.], p.2019-2030, 9 set. 2009. <http://dx.doi.org/10.4025/4cih.pphuem.084>.

PRESA, Juliana Brocca. PROVÁRZEAS, AGENTE MODIFICADOR: DO ESPAÇO, DA ECONOMIA, DA SOCIEDADE E DO MEIO AMBIENTE. In: I Congresso Internacional de História Regional. **Anais...** Passo Fundo. p.1470-1487, 2011b.

PRESA, Juliana Brocca. **O arroz no espigão e o milho no banhado”: programa PROVÁRZEAS - o desenvolvimento de uma política pública e o cultivo do arroz em municípios da bacia do rio Araranguá**. 2011. 193 f. Dissertação (mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em História, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011a.

PRHBRA. **PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO ARARANGUÁ: relatório b1**, consolidação das informações sobre recursos hídricos. Porto Alegre: Governo do Estado de Santa Catarina Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (Sds) Diretoria de Recursos Hídricos (Drhi), 2014. 206 p.

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, Janaina. **DINÂMICA SÓCIO ESPACIAL DA CADEIA PRODUTIVA DO ARROZ IRRIGADO NA MICRORREGIÃO DE ARARANGUÁ SC**. 2011. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

REIS, Almir Francisco. CRESCIMENTO URBANO-TURÍSTICO, MEIO AMBIENTE E URBANIDADE NO LITORAL CATARINENSE. **Anais...** SIMPOSIO TEMÁTICO: ARQUITETURA, URBANIDADE E MEIO AMBIENTE. 2010

RESCHILIAN, Paulo Roberto.; BEVILACQUA, Andrea Francomano. A bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e desenvolvimento sustentável. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 6., 2012. **Anais...** Belém, 2012, Pôsteres – GT9.

RIBEIRO, Higor Vendrame; GALVANIN, Edinéia Aparecida dos Santos; PAIVA, Magaywer Moreira. ANÁLISE DAS PRESSÕES ANTRÓPICAS NA BACIA PARAGUAI/JAUQUARA-MATO GROSSO. **Ciência e Natura**, [s.l.], v. 39, n. 2, p.378-389, 23 maio 2017. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/2179460x26090>.

ROCHA, Fernando Goulart. Transformações técnico-científicas na agricultura e o papel do estado na especialização produtiva do arroz em Santa Catarina. **CAMPO - TERRITÓRIO: REVISTA DE GEOGRAFIA AGRÁRIA**, v. 6, n. 11, 2 mar. 2011.

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 Larissa Alves da Silva. **A Bacia Hidrográfica como Unidade Territorial de Gestão Ambiental no Programa de Revitalização do rio São Francisco**. Brasília, 2011. 91 p. Monografia de Especialização. Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília.

ROSA, Marcos R.; BRANCALION, Pedro H. S.; CROUZEILLES, Renato; TAMBOSI, Leandro R.; PIFFER, Pedro R.; LENTI, Felipe E. B.; HIROTA, Márcia; SANTIAMI, Edson; METZGER, Jean Paul. Hidden destruction of older forests threatens Brazil's Atlantic Forest and challenges restoration programs. **Science Advances**, [S.L.], v. 7, n. 4, p. 1-8, jan. 2021. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.abc4547>.

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

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

ROVANI, Ivan Luís. **CENÁRIOS DE NATURALIDADE E SUSTENTABILIDADE ECOLÓGICA DA REGIÃO NORTE DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**. 2019. 99 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

SAATH, Kleverton Clovis de Oliveira; FACHINELLO, Arlei Luiz. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, Brasília, v. 56, n. 2, p. 195-212, jun. 2018. <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560201>

SANTOS, Leandro Duarte dos; SCHLINDWEIN, Sandro Luis; FANTINI, Alfredo Celso; HENKES, Jairo Afonso; BELDERRAIN, Mischel Carmen Neyra. DINÂMICA DO DESMATAMENTO DA MATA ATLÂNTICA: causas e consequências. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S.L.], v. 9, n. 3, p. 378, 30 set. 2020. Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL. <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v9e32020378-402>.

SANTOS, Marcos César Pereira; PAVEI, Diego Dias; CAMPOS, Juliano Bitencourt. Arqueologia Entre Rios: do Urussanga ao Mampituba. Paleoambiente, cultura material e ocupação humana na paisagem litorânea do extremo sul catarinense entre 3500-200 anos AP. **Revista Cadernos do Ceom**, [s.l.], v. 29, n. 45, p.64-86, 16 dez. 2016. Cadernos do CEOM. <http://dx.doi.org/10.22562/2016.45.03>.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e Tempo, Razão e Emoção**. São Paulo: Edusp, 2002. 392 p

SANTOS, Milton. **Metamorfose do Espaço Habitado: Fundamentos teóricos e metodológicos da Geografia**. 6. ed. São Paulo: Edusp, 2014. 136 p.

SANTOS, Milton. **Por uma Geografia Nova: da crítica da Geografia a uma Geografia Crítica**. 6ª edição. São Paulo: Edusp, 2004.

SANTOS, Silvio Coelho dos. **Nova História de Santa Catarina**. 4. ed. Florianópolis: Terceiro Milênio, 1998.

SBRISIA, André Fischer; Da SILVA, Sila Carneiro. O Ecossistema de Pastagens e a Produção Animal. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, Piracicaba. **Anais...** da 37º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Piracicaba: Fealq, 2001. p. 731-75

SCHEIBE, Luiz Fernando (Org.); BUSS, Maria Dolores; FURTADO, Sandra Maria de Arruda. **Atlas Ambiental Bacia do Rio Araranguá: Santa Catarina - Brasil**. Florianópolis: Ed. UFSC: Cidade futura, 2010. 64 p.

SCHUSSEL, Zulma; NASCIMENTO NETO, Paulo. GESTÃO POR BACIAS HIDROGRÁFICAS: DO DEBATE TEÓRICO À GESTÃO MUNICIPAL. **Ambiente & Sociedade**, [s.l.], v. 18, n. 3, p.137-152, set. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc838v1832015>.

SILVA, Lucia Sousa; TRAVASSOS, Luciana. Problemas ambientais urbanos: desafios para a elaboração de políticas públicas integradas. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 27-47, jan. 2008. <www.bdt.fat.org.br/workshop/mataatlantica/BR/rfinais/rt_mamiferos>. Acesso em: 10 out. 2004.

SILVA, Eulinor Pereira da. **O uso da água na produção rizícola e a sustentabilidade “hídrica” – caso da associação de drenagem e irrigação Santo Izidoro (ADISI)**. 2015. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2015.

SILVA, Eulinor Pereira da; LADWIG, Nilzo Ivo; BACK, Álvaro José. Consumo de água na irrigação das lavouras de cultivo de arroz. In: LADWIG, Nilzo Ivo; SCHWALM, Hugo (Org.).

Planejamento e Gestão territorial: Hidrografia e Sustentabilidade. Florianópolis: Insular, 2015. p. 111-139.

SILVA, Lara.; BACK, Álvaro José. Variação temporal do uso do solo e impermeabilização da sub-bacia e sua influência na drenagem urbana de Criciúma. In: Simpósio Luso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2016, Florianópolis. **XVIII Simpósio Luso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.** Rio de Janeiro: ABES, 2016. p. 1-10.

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, Maria Abreu Pires de Melo et al. A TRANSFORMAÇÃO ANTRÓPICA E SUA INFLUÊNCIA NA CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO NAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO UBERABA-MG, BRASIL. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, **Anais....** Santos: 2019 p.1914-1917

SILVA, Maria José Andrade da. **A produção do espaço urbano de Criciúma – SC e seus agentes de transformação.** 2012. 165 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Curso de Mestrado em Geografia, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Puc-sc, São Paulo, 2012.

SILVEIRA, André Luís Lopes da. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, Carlos Eduardo Morelli (Org) **Hidrologia: ciência e aplicação.** Porto Alegre: Ed. Da UFRGS, 2001)

SIMÕES, Helena Cristina Guimarães Queiroz. Mineração: perspectiva de sustentabilidade a partir do Direito Ambiental. Planeta Amazônia: **Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas** Macapá, n. 2, p. 127-138, 2010

SIZENANDO, Joélia Walter. **Mineração e espacialidade socioambiental: exploração carbonífera e ocupação territorial em Criciúma, Santa Catarina.** 2011. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, 2011

SIZENANDO, Joélia Walter. **Mineração e espacialidade socioambiental: exploração carbonífera e ocupação territorial em Criciúma, Santa Catarina.** 2011. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Curso de Mestrado em Ciências Ambientais, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2011

SOHL, Terry; SLEETER, Benjamin. Role of Remote Sensing for Land-Use and Land-Cover Change Modeling. **Remote Sensing Applications Series**, [s.l.], p.225-240, 10 maio 2012. CRC Press. <http://dx.doi.org/10.1201/b11964-18>.

SOSBAI – **SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO.** Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Farroupilha, RS: SOSBAI; 2018. 205 p.

SOUSA, Ridelson Farias de; FALCÃO, Ermano Cavalcante; COSTA, Ewerton Vólney da Silva. Metodologia para diagnóstico do uso e ocupação do solo utilizando geotecnologias. In: SOUSA, Ridelson Farias de; FALCÃO, Ermano Cavalcante (Org.) **GEOPROCESSAMENTO APLICADO: CONTEXTO MULTIDISCIPLINAR**. João Pessoa: IFPB, 2017. Cap. 1. p. 11-33

SOUZA, Marcelo Lopes de. Da “diferenciação de áreas” à “diferenciação socioespacial”: a “visão (apenas) de sobrevôo” como uma tradição epistemológica e metodológica limitante. **Cidades**, Presidente Prudente, v. 4, n. 6, p. 101-114, jan./dez., 2007.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e gestão urbanos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 6ª ed, 2010.

SUTIL, Thaise. **DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA) DO RIO MAIOR, URUSSANGA, SC**. 2019. 167 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2018.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Águas urbanas**. Estudos Avançados, [S. l.], v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Drenagem urbana**. Cienc. Cult., São Paulo, v. 55, n. 4, p. 36-37, Dec. 2003.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Gestão da drenagem urbana**. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012. (Textos para Discussão CEPAL-IPEA, 48). 50p.

TUNDISI, José Galizia. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. 3. ed. São Carlos, SP: RiMa, 2009. 251 p

VENTURA, Alessandro; ZAHN, Carlos Eduardo; RONCA, José Luiz Caruso. A arquitetura e o planejamento urbano – regional em face do processo de mundialização. **Exacta**, São Paulo, v. 1, 2003.

VILAVERDE Moura, Nina Simone; MORAN, Emilio Federico; MARQUES Strohaecker, Tânia; Kunst, ALINE Vicente. A Urbanização na Zona Costeira: Processos Locais e Regionais e as Transformações Ambientais - o caso do Litoral Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência e Natura**, vol. 37, núm. 3, septiembre-diciembre, 2015, pp. 594-612

VILLANUEVA, Absalón Vásquez et al. **Manejo y gestión de cuencas Hidrográficas**. La Molina/peru: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2016. 646 p.

WMO. **The Dublin Statement and Report of the Conference. International Conference on Water and the Environment: Development Issues for the 21st Century**. 26-31 January 1992. Dublin, Ireland.

ZAIDAN, Ricardo Tavares. GEOPROCESSAMENTO CONCEITOS E DEFINIÇÕES. **Revista de Geografia - Ppgeo - Ufjf**, [s.l.], 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>

ZANETTE, Eduardo Netto. **Um estudo sobre recuperação ambiental de áreas degradadas na mineração do carvão em Santa Catarina com ênfase na ação civil pública nº. 93.80.00533-4. 2016.** 92 f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós-Graduação em Direito Ambiental, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

ZHU, Zhe *et al.* Continuous monitoring of land disturbance based on Landsat time series. **Remote Sensing Of Environment**, [s.l.], p.1-16, mar. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2019.03.00>

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 ARARANGUÁ, SANTA CATARINA".

"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: José Gustavo Santos da Silva. Fone (48) 9 2000-7913

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 Delphi aqui empregada onde se usa de consulta de diversos 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

geoecológicos com o objetivo de quantificar a pressão antrópica sobre alguns componentes do meio ambiente, como áreas de proteção ambiental, bacias hidrográficas ou parques nacionais.

Os estudos desenvolvidos por Mateo (1984) com base em Lémechev (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:

O quadro apresentado para os entrevistados é o mesmo da chave de fotointerpretação contido na metodologia, optou-se por não por novamente neste local de apresentação.

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)
Tecido urbano	1,0 - 10	
Áreas Agrícolas (tipo solo exposto)	1,0 - 10	
Pastagens e vegetação rasteira	1,0 - 10	
Vegetação Arbórea/Arbustiva	1,0 - 10	
Áreas de extração mineira	1,0 - 10	
Massa da Água	1,0 - 10	
Dunas e areais	1,0 - 10	
Sombra	1,0 - 10	Não deve ser atribuído

ANEXO (S)

ANEXO A – Mapas elaborados

Figura A – Classificação temática BHRA - 1985

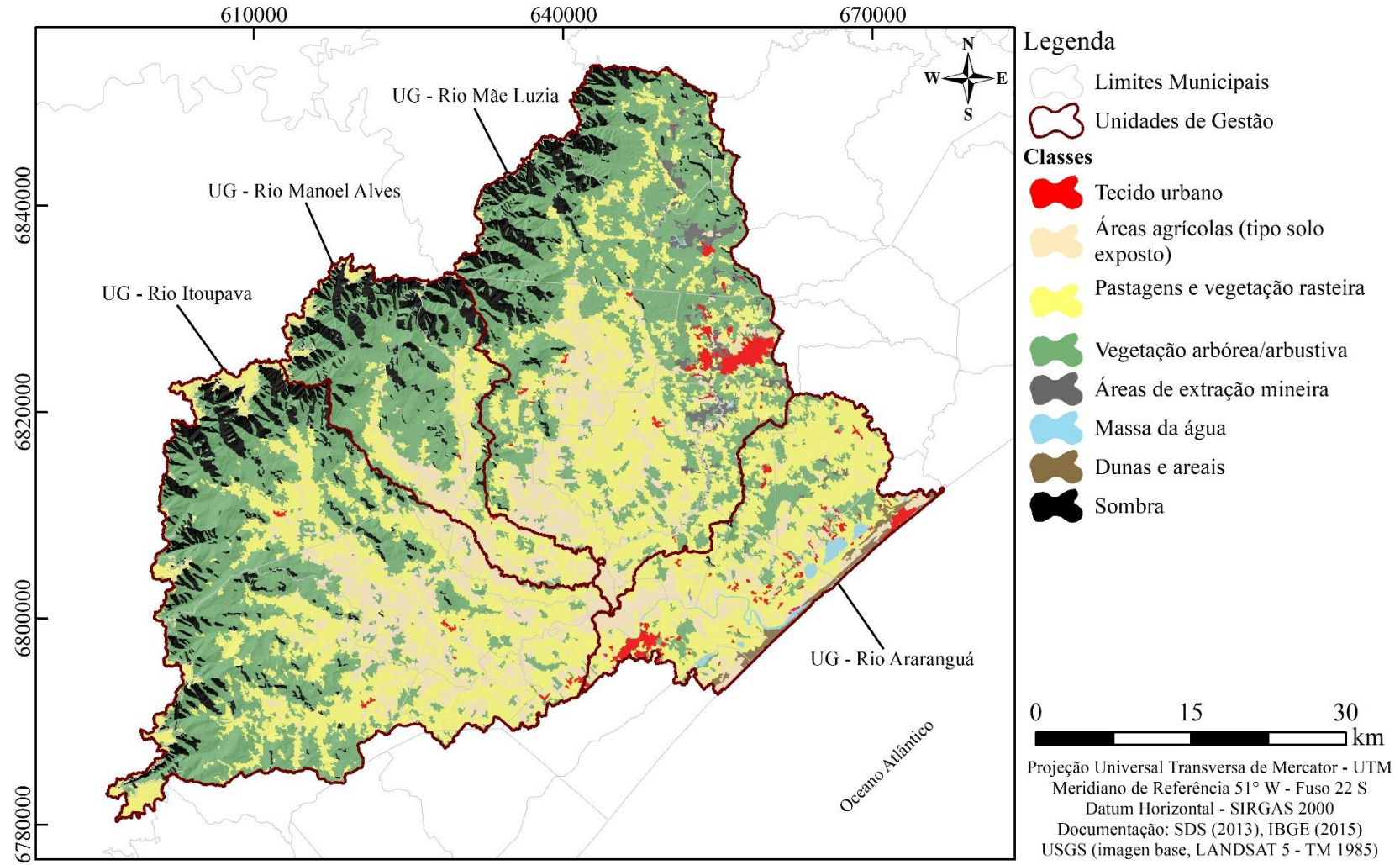


Figura B – Classificação temática BHRA - 2005

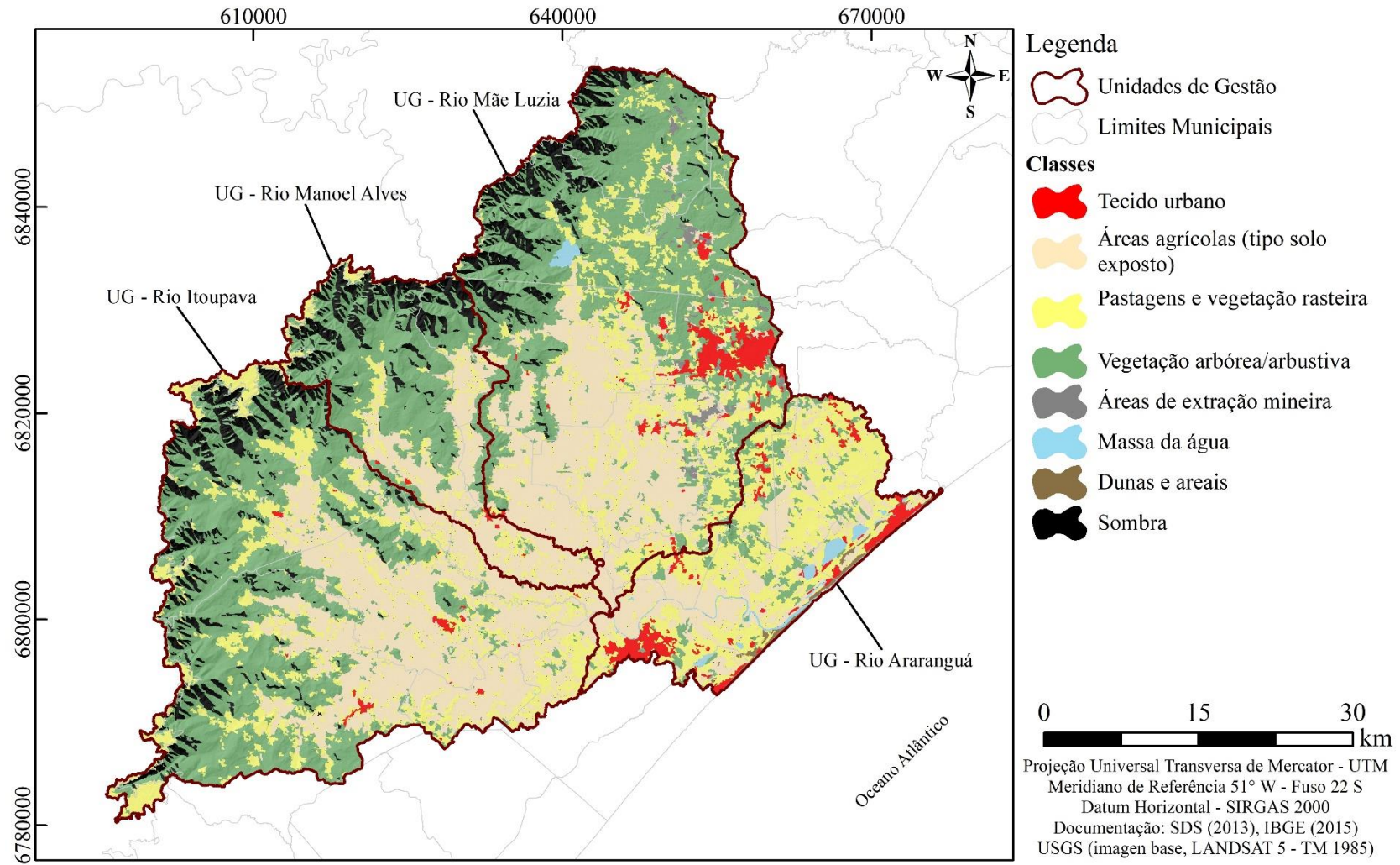


Figura C – Classificação temática BHRA - 2019

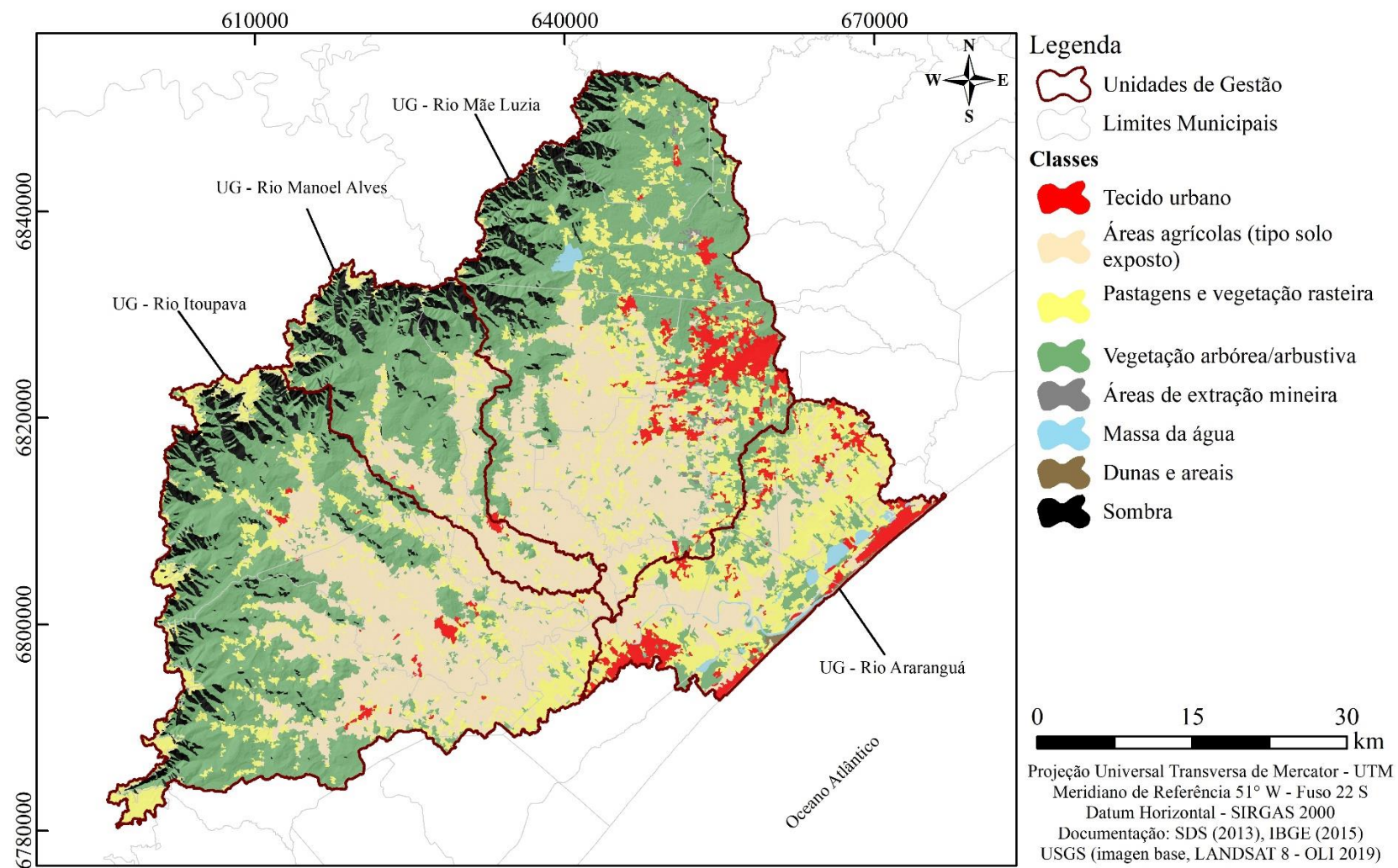


Figura D – Classificação temática UG Rio Utoupava - 1985

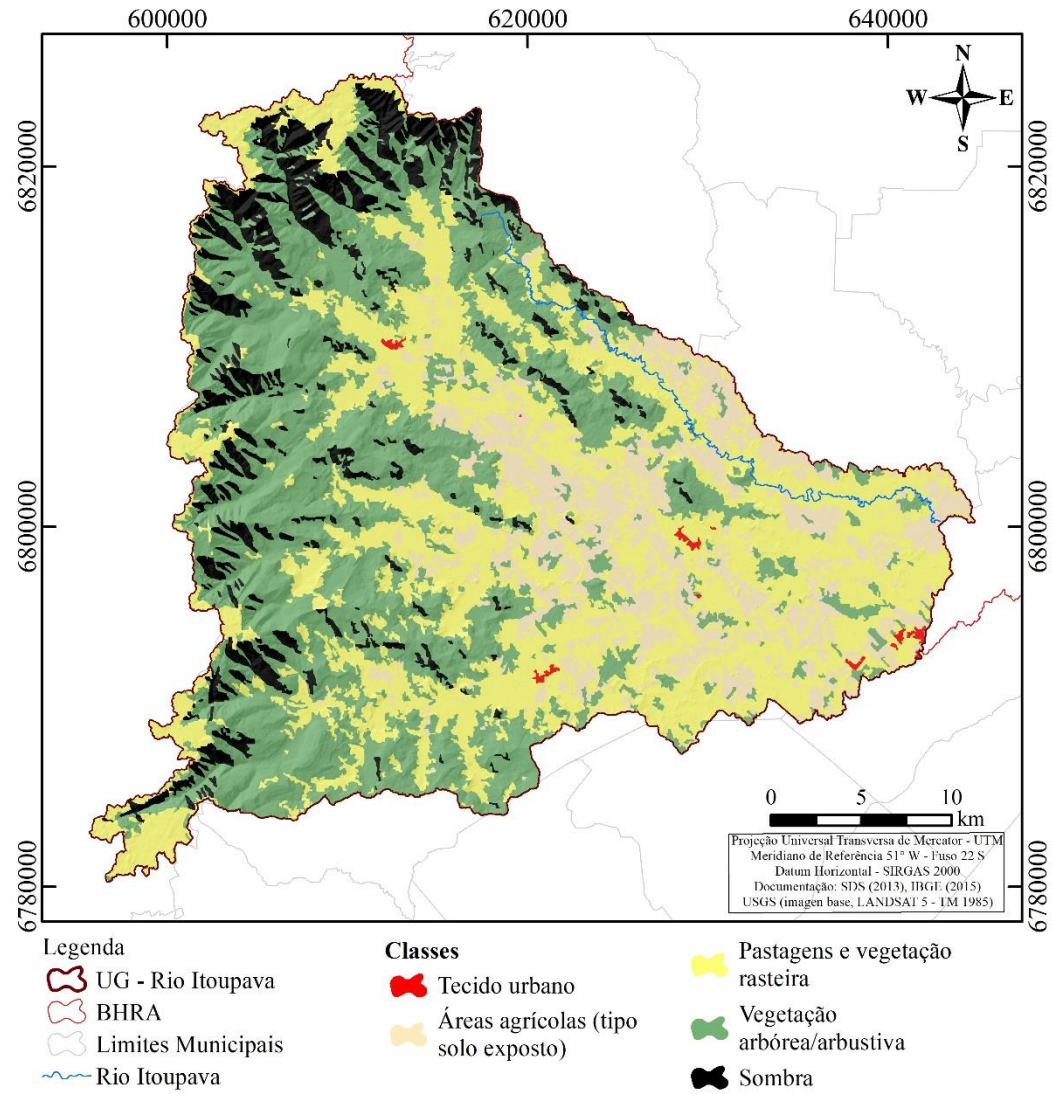


Figura E – Classificação temática UG Rio Utoupava – 2005

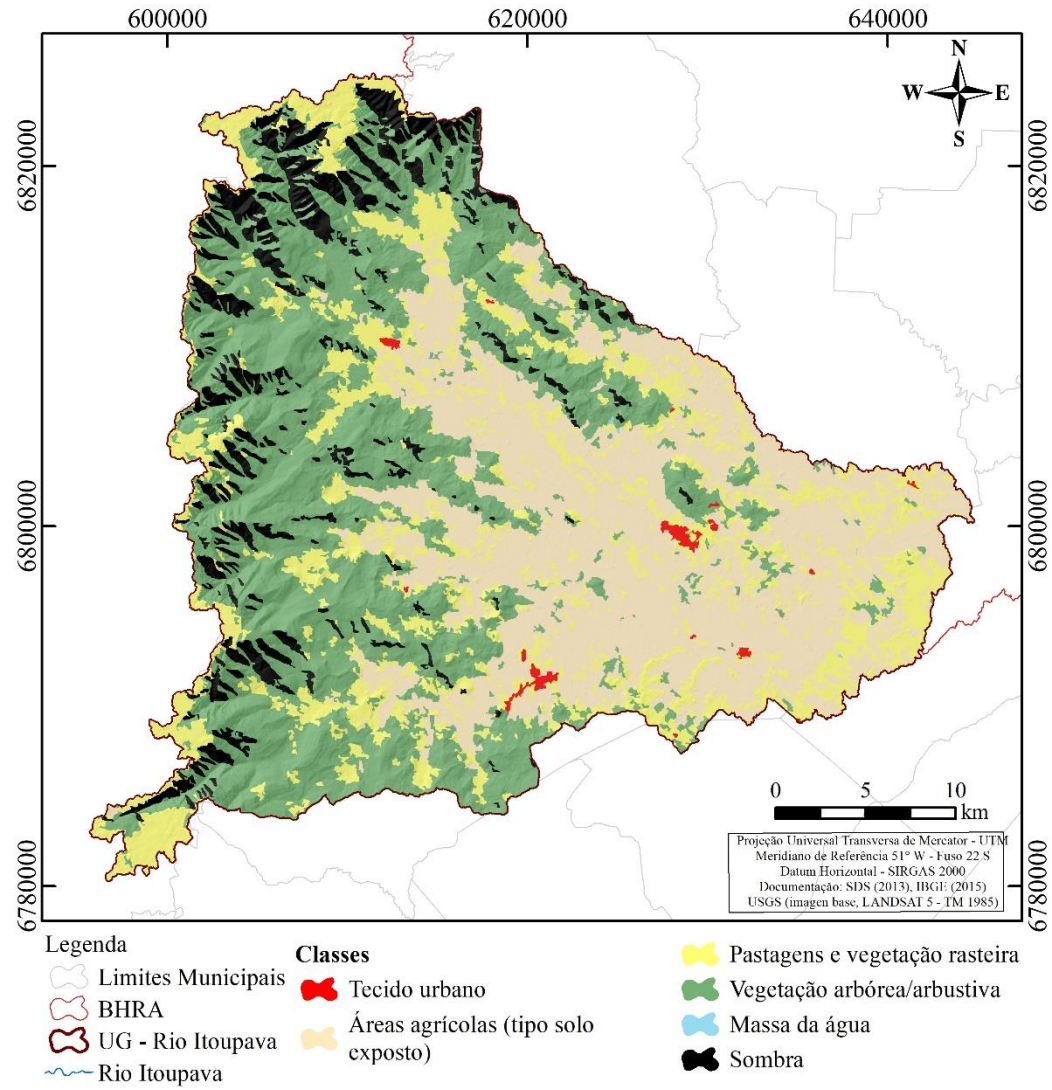


Figura E – Classificação temática UG Rio Utoupava – 2019

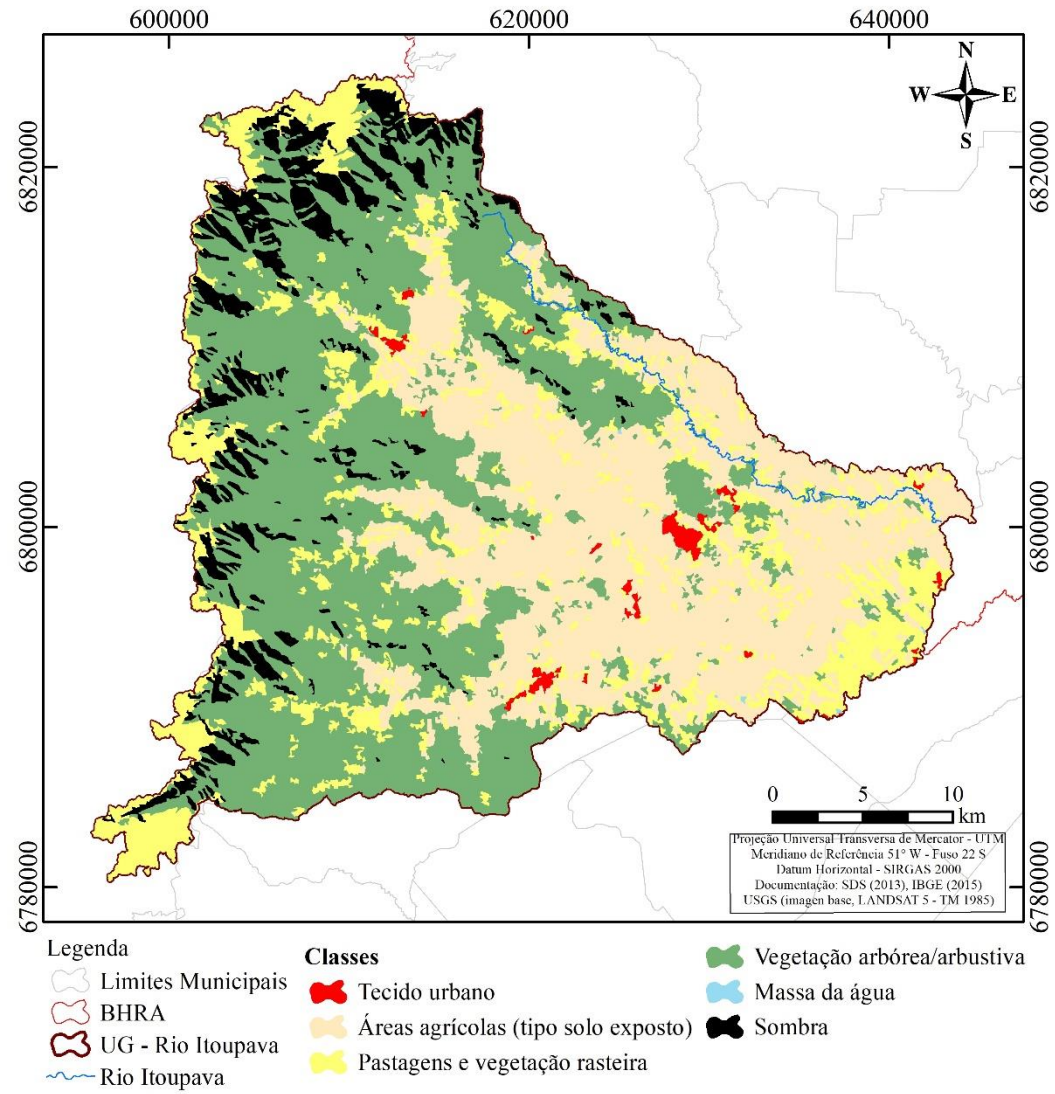


Figura F – Classificação temática UG Rio Manoel Alves – 1985

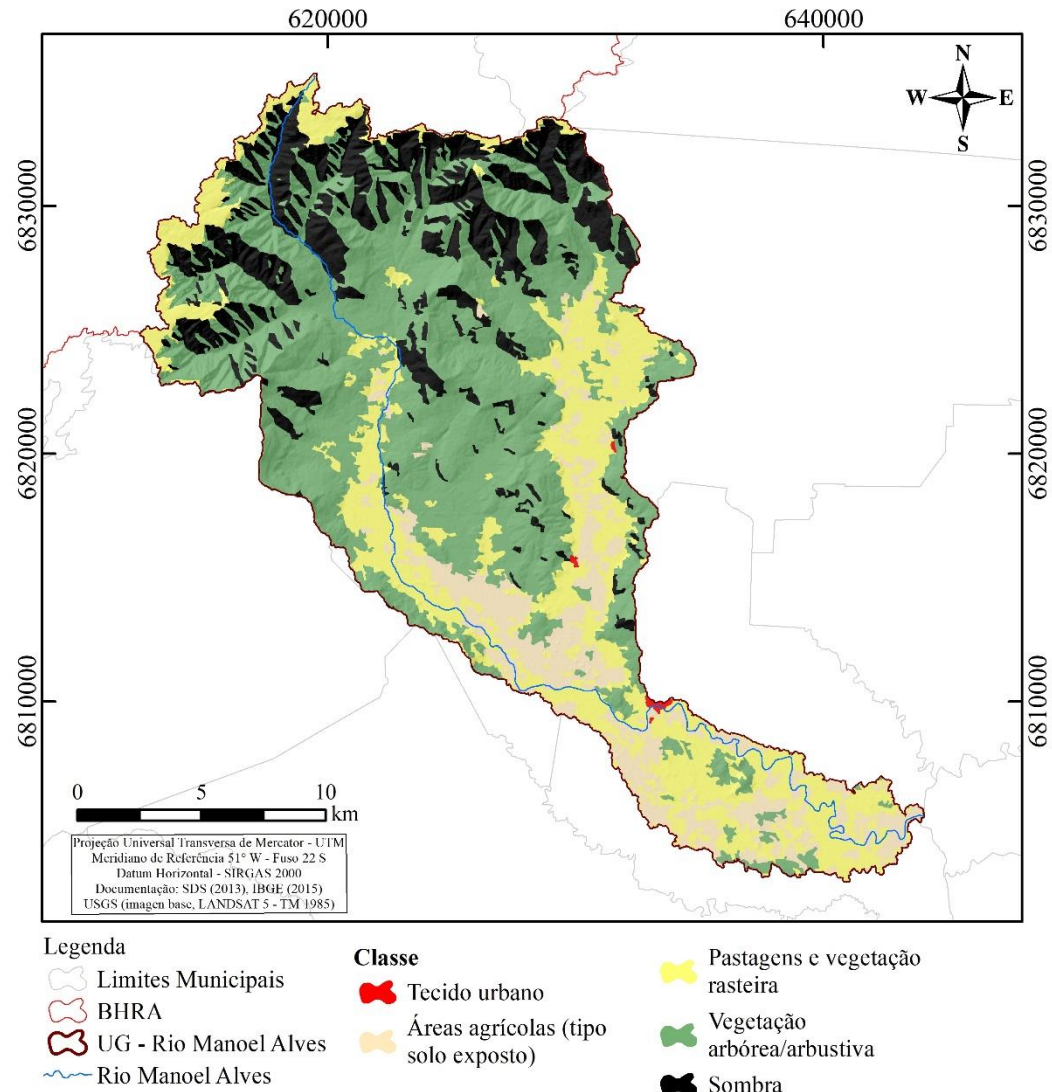


Figura G – Classificação temática UG Rio Manoel Alves – 2005

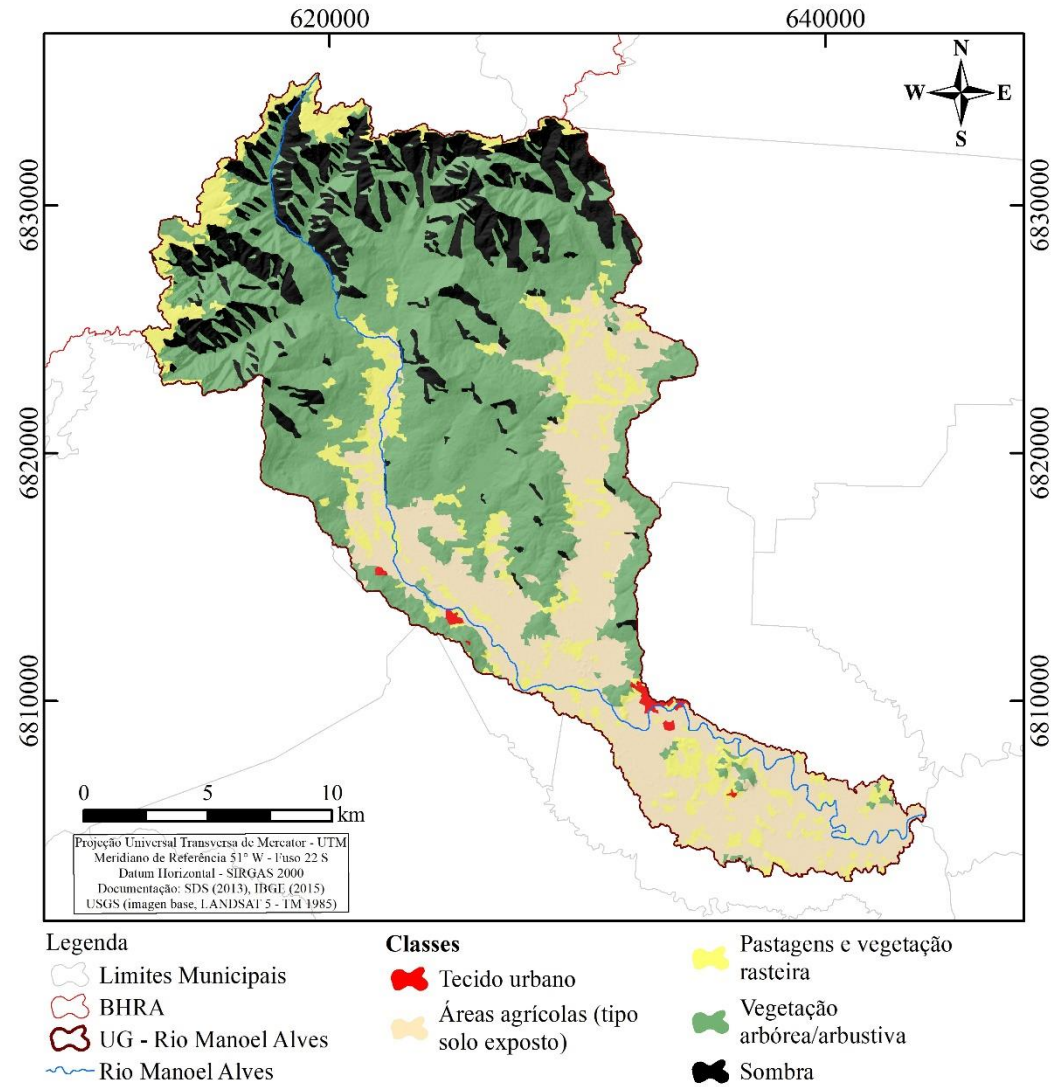


Figura G – Classificação temática UG Rio Manoel Alves – 2019

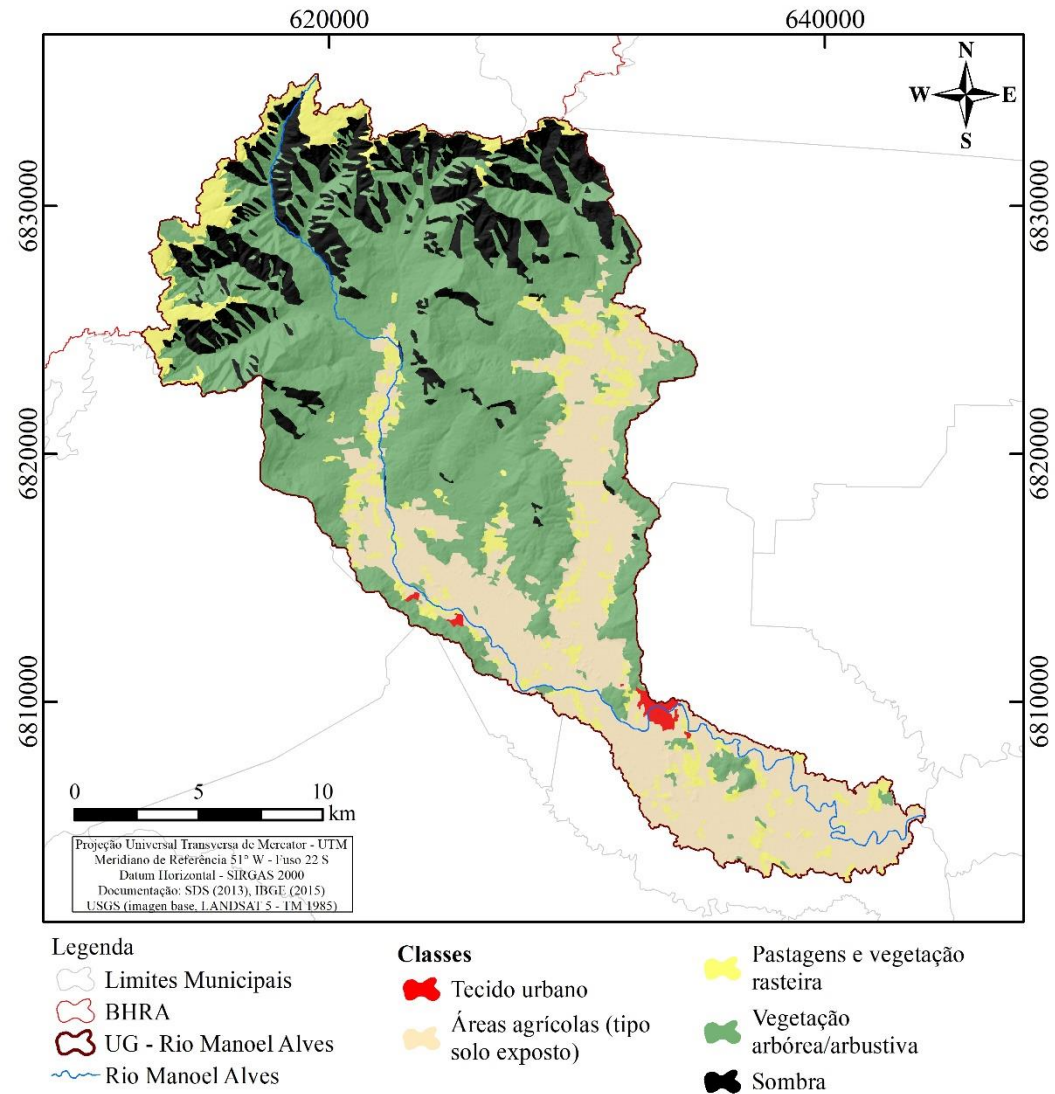
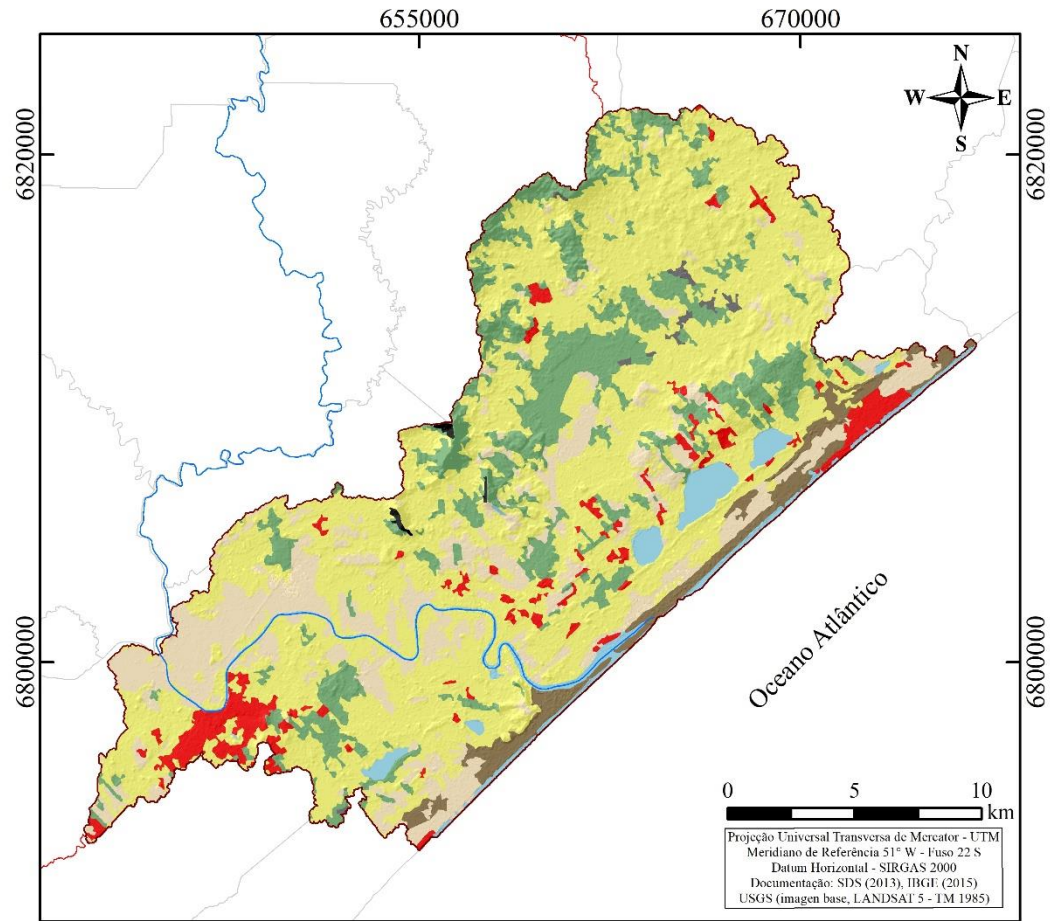


Figura H – Classificação temática UG Rio Araranguá – 1985



Legenda

- Limites Municipais
- BIIRA
- UG - Rio Araranguá
- Rio Araranguá

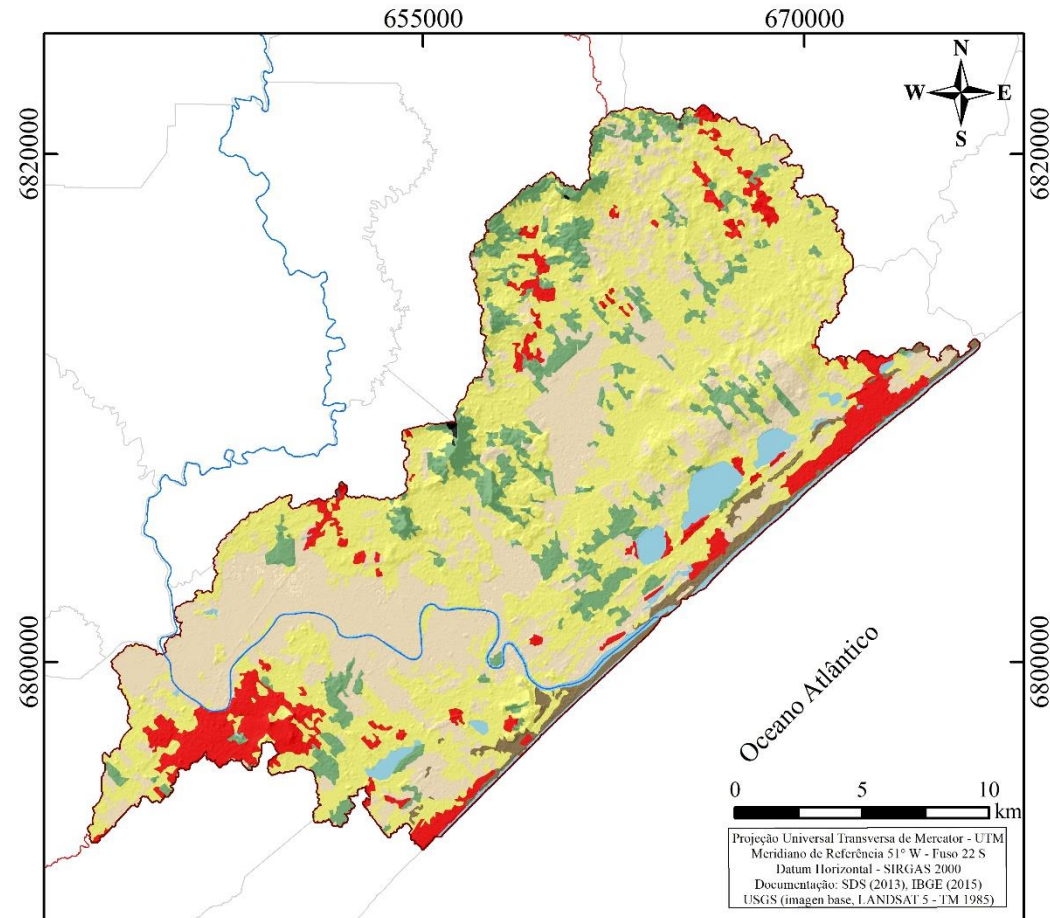
Classes

- Tecido urbano
- Áreas agrícolas (tipo solo exposto)
- Pastagens e vegetação rasteira
- Vegetação arbórea/arbustiva

Áreas de extração mineira

- Massa da água
- Dunas e areais
- Sombra

Figura I – Classificação temática UG Rio Araranguá – 2005



Legenda

- Limites Municipais
- BHRA
- UG - Rio Araranguá
- Rio Araranguá

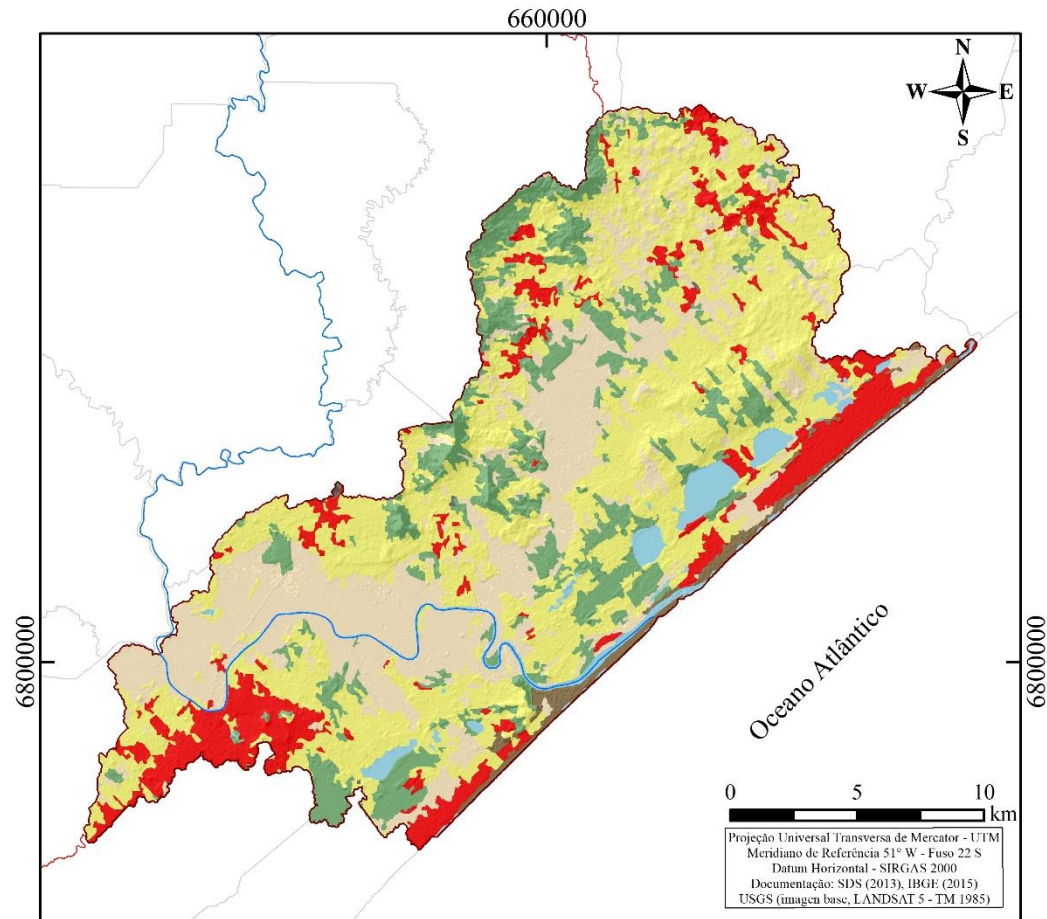
Classes

- Tecido urbano
- Pastagens e vegetação rasteira
- Áreas agrícolas (tipo solo exposto)
- Vegetação arbórea/arbustiva

Classes

- Áreas de extração mineira
- Massa da água
- Dunas e areais
- Sombra

Figura J – Classificação temática UG Rio Araranguá – 2019



Legenda

- Rio Araranguá
- UG - Rio Araranguá
- Limites Municipais
- BHRA

Classes

- Tecido urbano
- Áreas agrícolas (tipo solo exposto)
- Pastagens e vegetação rasteira

- Vegetação arbórea/arbustiva
- Áreas de extração mineira
- Dunas e areais
- Massa da água

Figura K – Classificação temática UG Rio Mãe Luzia – 1985

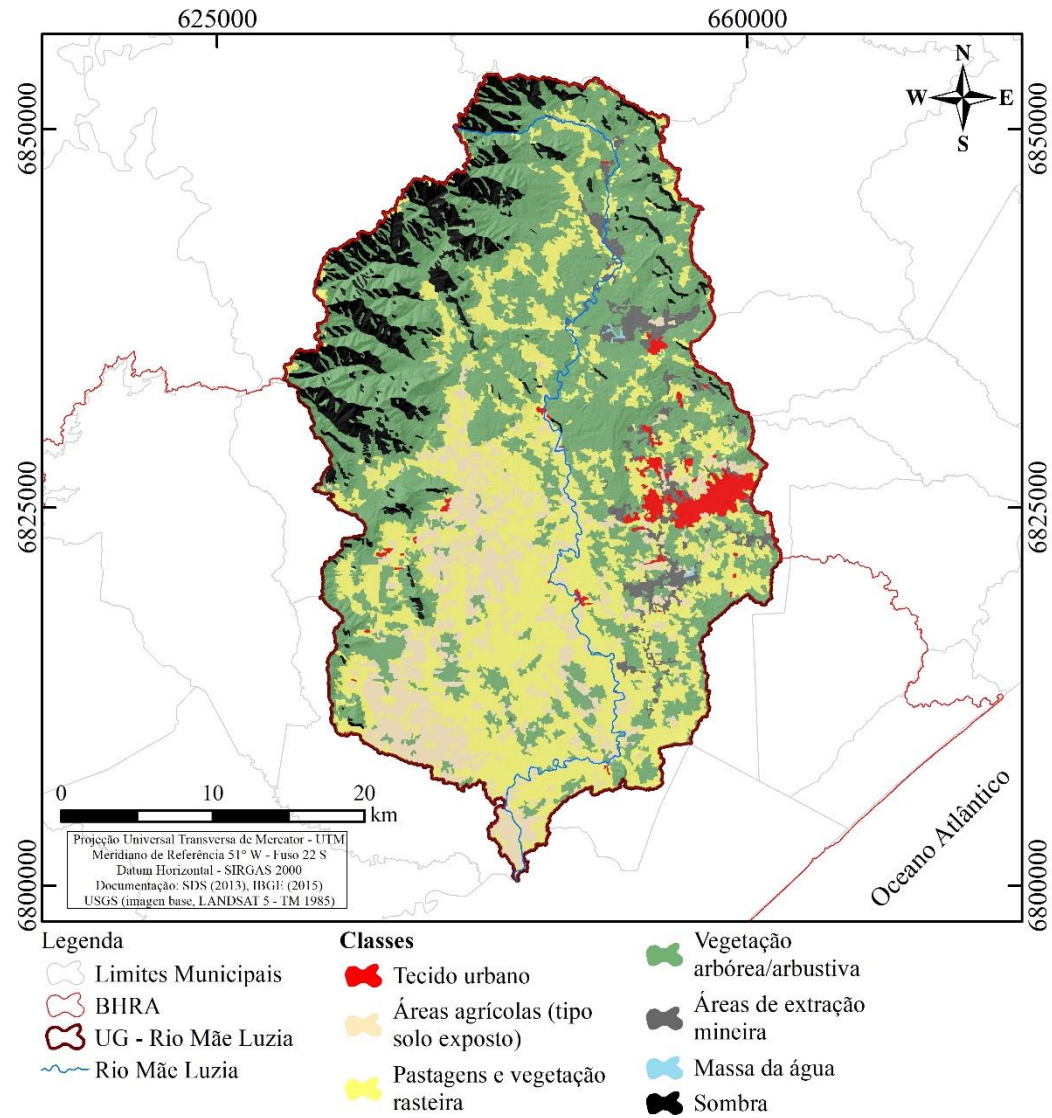


Figura L – Classificação temática UG Rio Mãe Luzia – 2005

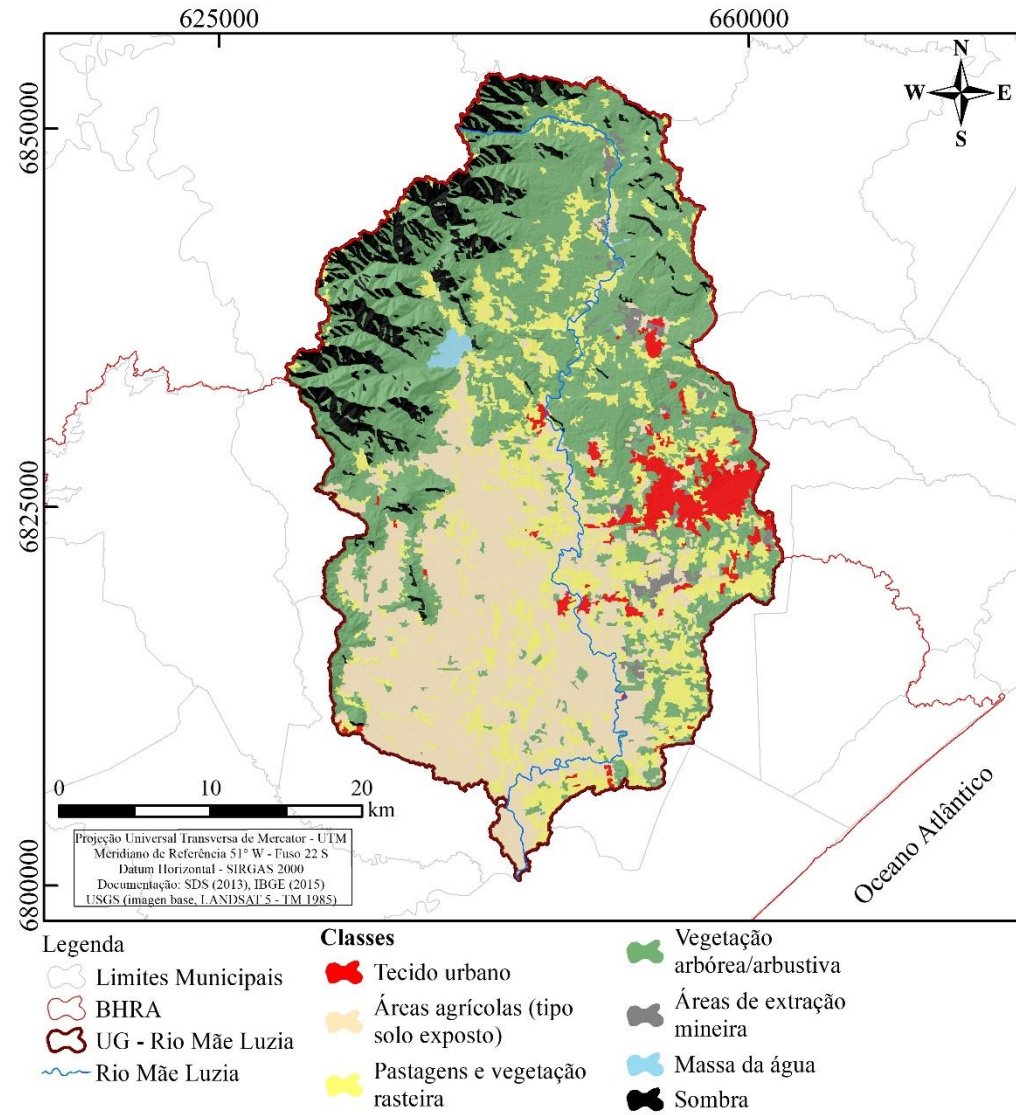


Figura M – Classificação temática UG Rio Mãe Luzia – 2019

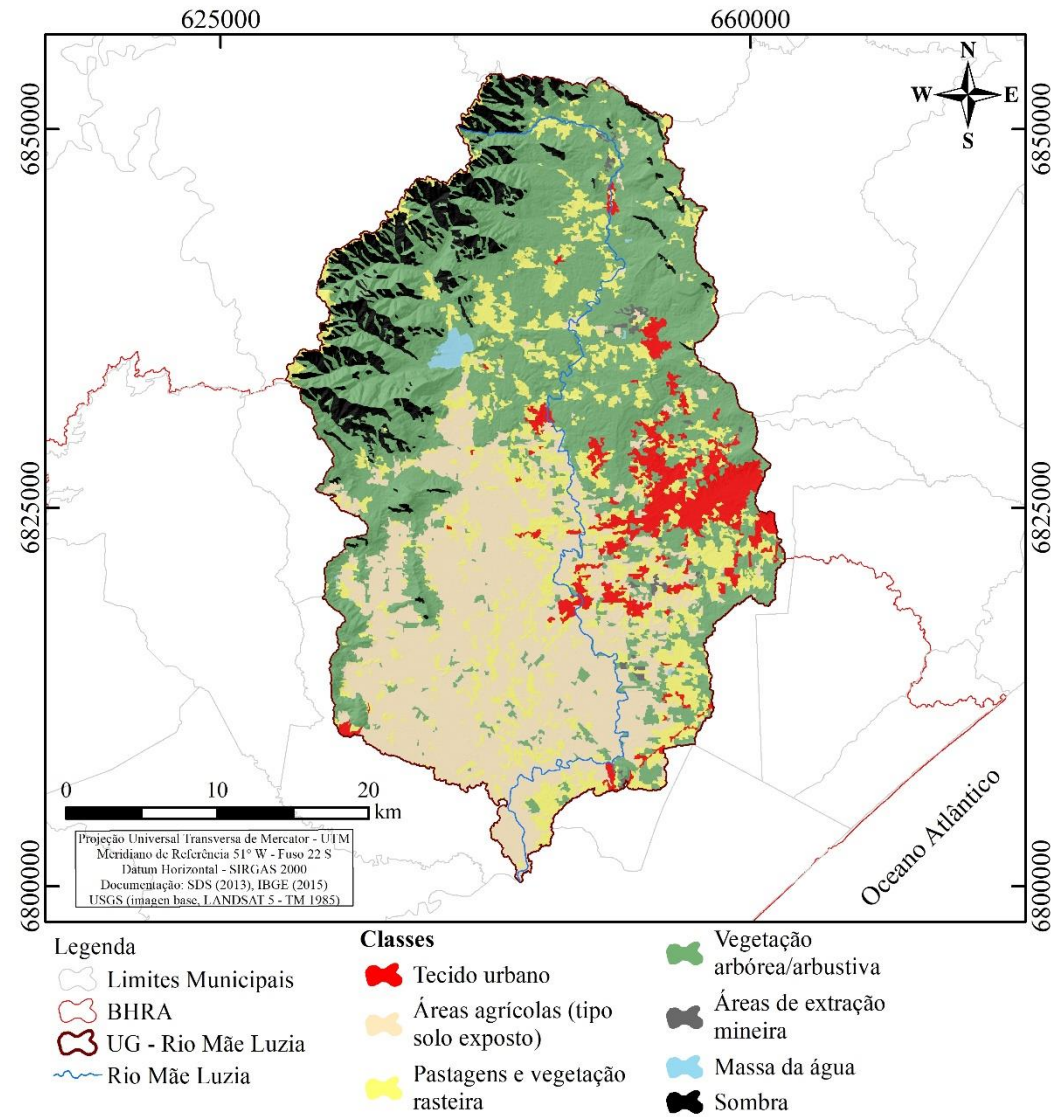
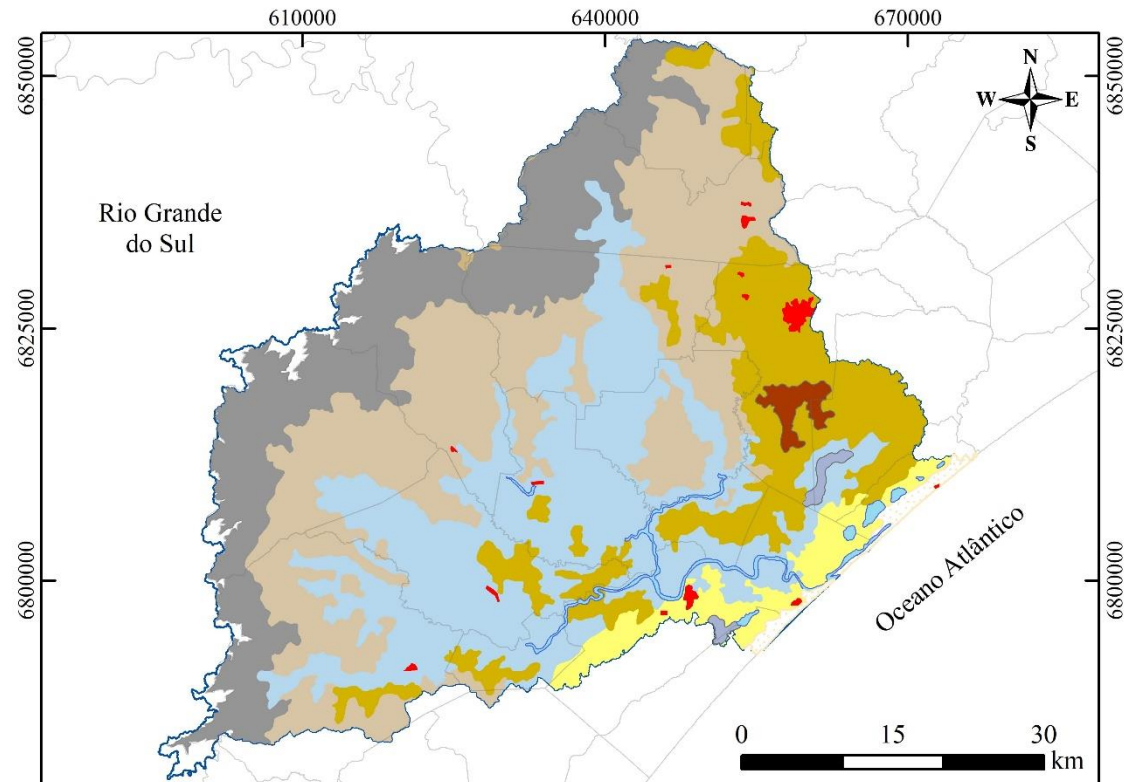


Figura N – Pedologia BHRA



Legenda

Área de Esttudo

BHRA

Tipos de Terreno

Corpos da Água

Dunas

Área Urbanizada

Pedologia | Ordem - Subordem

Cambissolos - Háplicos

Cambissolos - Húmicos

Gleissolos - Háplicos

Luvissolos - Háplicos

Neossolos - Litólicos

Neossolos -
Quartzarênicos

Nitossolos Vermelhos

Organossolos - Háplicos

Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM

Meridiano de Referência 51° W - Fuso 22 S

Datum Horizontal - SIRGAS 2000

Documentação: SDS (2013), EMBRAPA (2004).