

ÍNDICE DE TRANSFORMAÇÃO ANTRÓPICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO URUSSANGA, SANTA CATARINA, BRASIL

Index of anthropic transformation of the Urussanga river basin, Santa Catarina, Brazil

Índice de transformación antrópica de la cuenca del río Urussanga, Santa Catarina, Brasil

Alessandra Jaine Moraes de OLIVEIRA – Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5230-866X>
URL: <https://lattes.cnpq.br/1892220097681320>
EMAIL: alessandra.ambiens@gmail.com

Nilzo Ivo LADWIG – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3031-0192>
URL: <http://lattes.cnpq.br/5014321171590267>
EMAIL: ladwignilzo11@gmail.com

José Gustavo Santos da SILVA – Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0578-8266>
URL: <http://lattes.cnpq.br/5374627529648024>
EMAIL: gustasantos92@gmail.com

Thaise SUTIL – Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5766-4260>
URL: <http://lattes.cnpq.br/6442904572350911>
EMAIL: thaise.sutil@gmail.com

Histórico do artigo

Recebido: 03 fevereiro, 2023
Aceito: 17 maio, 2023
Publicado: 23 agosto, 2023

RESUMO

A análise multitemporal da cobertura e uso da terra dentro do contexto de estudos de bacias hidrográficas é uma ferramenta para o levantamento de informações e compreensão da dinâmica socioambiental. Este estudo tem como objetivo analisar as transformações ocorridas na paisagem da bacia hidrográfica do Rio Urussanga (BHRU), região intermediária de Criciúma, Santa Catarina, Brasil, em três datas: 1986, 2005 e 2020. A classificação temática utilizou o método de regiões, as imagens utilizadas derivam do satélite LANDSAT 5 e 8, foram utilizados os softwares Qgis, ArcGis 10.3 e IDRISI selva no processamento digital das imagens. No mapeamento temático foram definidas oito classes de cobertura e uso da terra. Como instrumento para compreender a pressão antrópica exercida na bacia foi utilizado o Índice de Transformação Antrópica (ITA). Os resultados apontaram dentro do período analisado de 35 anos, que a classe Mancha Urbana teve expansão de 4% e de Agricultura apresentou um leve aumento de 0,19%, mostra que as fronteiras agrícolas na bacia estão consolidadas. A classe Vegetação Arbórea e Arbustiva foi a que teve maior redução pois representava 40,04% em 1986, e 37,13% em 2020, uma redução de 3% que corresponde uma supressão de 20 km² no período analisado. As classes de Extração Mineral e de Dunas reduziram em média 0,50%, as classes Pastagem e Vegetação Rasteira, permaneceram com a cobertura sem alterações

significativas. O ITA calculado com base no mapeamento de uso e cobertura da terra apresentou como resultado geral para a BHRU a classificação regular, sendo a maior pressão exercida sobre a bacia derivada da classe Urbana, Vegetação Arbórea e Arbustiva, e Agricultura. Os resultados obtidos nesta pesquisa poderão servir como subsídio para projetos futuros de planejamento e gestão territorial integrada sustentável do espaço geográfico dentro da bacia.

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

ABSTRACT

The multitemporal analysis of land cover and use within the context of studies of watersheds is a tool for gathering information and understanding socio-environmental dynamics. This study aims to analyze the transformations that occurred in the landscape of the Urussanga River watershed (BHRU), intermediate region of Criciúma, Santa Catarina, Brazil, in three dates: 1986, 2005 and 2020. The thematic classification used the method of regions, the images used derive from the LANDSAT 5 and 8 satellite, the software Qgis, ArcGis 10.3 and IDRISI Selva were used in the digital processing of the images. In the thematic mapping, eight classes of land cover and use were defined. As an instrument to understand the anthropic pressure exerted in the basin, the Anthropic Transformation Index (ITA) was used. The results showed, within the analyzed period of 35 years, that the Urban Spot class had an expansion of 4% and Agriculture presented a slight increase of 0.19%, showing that the agricultural frontiers in the basin are consolidated. The Arboreal and Shrub Vegetation class was the one that had the greatest reduction, as it represented 40.04% in 1986, and 37.13% in 2020, a reduction of 3%, which corresponds to a suppression of 20 km² in the analyzed period. The Mineral Extraction and Dunes classes reduced by an average of 0.50%, the Pasture and Undergrowth classes remained with coverage without significant changes. The ITA calculated based on the mapping of land use and land cover presented a regular classification as a general result for the BHRU, with the greatest pressure exerted on the basin derived from the Urban class, Tree and Shrub Vegetation, and Agriculture. The results obtained in this research may serve as subsidy for future projects of planning and sustainable integrated territorial management of the geographical space within the basin.

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

RESUMEN

El análisis multitemporal de la cobertura y uso del suelo en el contexto de los estudios de cuencas hidrográficas es una herramienta para el levantamiento de información y la comprensión de las dinámicas socioambientales. Este estudio tiene como objetivo analizar las transformaciones ocurridas en el paisaje de la cuenca del río Urussanga (BHRU), región intermedia de Criciúma, Santa Catarina, Brasil, en tres fechas: 1986, 2005 y 2020. La clasificación temática utilizó el método de regiones, las imágenes utilizadas derivan del satélite LANDSAT 5 y 8, en el procesamiento digital de las imágenes se utilizó el software Qgis, ArcGis 10.3 e IDRISI Selva. En el mapeo temático se definieron ocho clases de cobertura y uso del suelo. Como instrumento para comprender la presión antrópica ejercida en la cuenca se utilizó el Índice de Transformación Antrópica (ITA). Los resultados mostraron, en el período analizado de 35 años, que la clase Mancha Urbana tuvo una expansión del 4% y Agricultura presentó un ligero aumento del 0,19%, mostrando que las fronteras agrícolas en la cuenca están consolidadas. La clase Vegetación Arbórea y Arbustiva fue la que tuvo la mayor reducción, ya que representó un 40,04% en 1986 y un 37,13% en 2020, una reducción del 3%, lo que corresponde a una supresión de 20 km² en el período analizado. Las clases Extracción Mineral y Dunas se redujeron en promedio 0,50%, las clases Pasto y Sotobosque se mantuvieron con

cobertura sin cambios significativos. El ITA calculado a partir del mapeo de uso de suelo y cobertura de suelo presentó como resultado general una clasificación regular para la BHRU, con mayor presión ejercida sobre la cuenca derivada de la clase Urbano, Vegetación Arbustiva y Arbustiva, y Agricultura. Los resultados obtenidos en esta investigación podrán servir de subsidio para futuros proyectos de planificación y gestión territorial integrada sostenible del espacio geográfico dentro de la cuenca.

Palabras clave: Paisaje; Detección remota; Geoprocesamiento. Gestión Territorial.

1 INTRODUÇÃO

Compreender e avaliar as mudanças na paisagem é uma forma de contribuir no planejamento e na gestão territorial, uma vez que é possível a tomada de decisões no que diz respeito ao uso racional, proteção e conservação da natureza (MACEDO *et al.*, 2013).

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

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

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

Aliada às informações cartográficas, uma metodologia que auxilia na dinâmica de avaliação das pressões antrópicas sobre o meio ambiente exercidas sobre o território em estudo, é o Índice de Transformação Antrópica – ITA, proposto por Lèmechev (1982) e

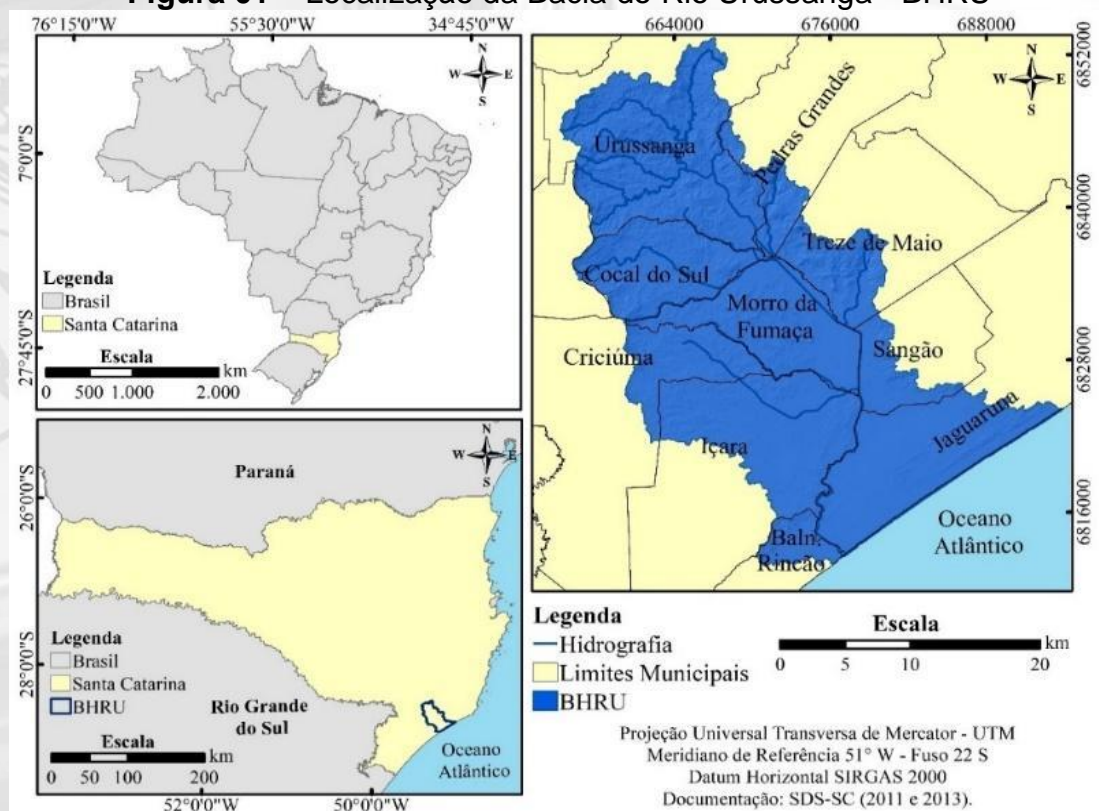
modificado por Mateo Rodriguez (1984), com o objetivo de quantificar o grau de modificação da paisagem levando em consideração a variável de uso da terra.

A bacia hidrográfica do Rio Urussanga (BHRU) apresenta problemas ambientais históricos caracterizada pelo uso intensivo dos seus recursos naturais, principalmente derivados da extração do carvão mineral, agricultura extensiva e mais recentemente a intensificação da urbanização. Diante deste cenário, o estudo tem como objetivo analisar as transformações ocorridas na paisagem da BHRU, em três datas: 1986, 2005 e 2020 e as pressões antrópicas exercidas sobre a mesma por meio da aplicação do Índice de Transformação Antrópica (ITA).

1.1 Localização e caracterização da área de estudo

A área de estudo compreende a BHRU localizada na região intermediária de Criciúma porção sul do estado de Santa Catarina (Figura 01). Sobre a área da bacia incidem dez municípios.

Figura 01 – Localização da Bacia do Rio Urussanga - BHRU



Fonte: Elaborado pelos autores.

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

O rio Urussanga, principal curso d'água da BHRU, é formado pela confluência do rio Carvão com o rio Maior. Este encontro ocorre no bairro Nova Itália, no município de Urussanga. As águas desta bacia apresentam elevados níveis de comprometimento de qualidade, causada por agrotóxico, esgoto urbano e industrial, dejetos da criação de suínos e por resíduos da extração de carvão mineral (DIAS, *et al.*, 2020).

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

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

2 METODOLOGIA

Inicialmente foi estruturado uma base de dados espaciais formatos vetorial e matricial necessários para a realização do estudo, posteriormente se aplicou a análise multitemporal de imagens orbitais com tratamento de dados em um ambiente de processamento digital de imagens (PDI) e na sequência realizou-se o cálculo do ITA, com base nas classes de cobertura e uso da terra.

2.1 Processamento Digital de Imagens

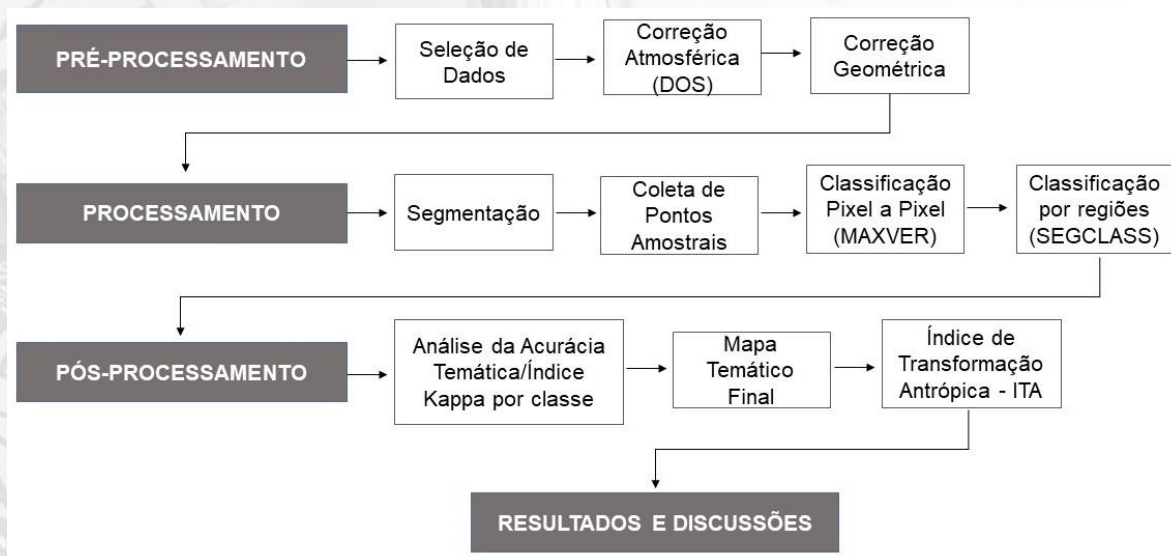
Para a realização da etapa de PDI e elaboração dos mapas temáticos de cobertura e uso da terra, foi necessário a definição da série temporal. As imagens foram selecionadas com base nos seguintes critérios: temporalidade respeitando um espaço temporal de 35

anos, baixa cobertura de nuvens, mesma resolução espacial, e uma sazonalidade entre o final do mês de abril e setembro.

A escolha das datas das imagens baseou-se no histórico de mudança da cobertura e uso da terra, na expansão da indústria de carvão mineral (a céu aberto) no decorrer da década de 80, a intensificação do processo de urbanização na área de estudo e a sazonalidade temporal do período do ciclo de cultivo de arroz irrigado na bacia, que ocorre entre o começo do mês de agosto e o mês de janeiro.

As imagens selecionadas correspondem ao sistema sensor Landsat-5, sensor *Thematic Mapper* – TM, referente às datas (10/06/1986 e 29/05/2005), e sensor Landsat-8 sensor *Operacional Land Imager* - OLI, referente à data de (07/07/2020), possuindo ambas a resolução espacial de 30 metros, a figura 02 sintetiza as etapas do PDI.

Figura 02 – Fluxograma das etapas de Processamento Digital das Imagens



Fonte: Elaborado pelos autores.

Foi realizada a composição colorida (RGB) com a finalidade de interpretar as imagens e definir oito classes de cobertura e uso: Agricultura, Dunas, Extração Mineral, Massa da Água, Mancha Urbana, Pastagem e Vegetação Rasteira, Sombra, Vegetação Arbórea e Arbustiva. Para a classificação das imagens foi empregado o método de classificação por regiões (MENESES; ALMEIDA, 2012).

Os resultados obtidos por meio do método de classificação adotado foram validados com base no índice de Kappa e exatidão global (LANDIS, KOCH, 1977). Os resultados obtidos pelo índice de Kappa podem ser consultados na tabela 01.

Tabela 01 – Valores de Kappa e Exatidão Global

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

Fonte: Elaborado pelos autores

Neste índice o valor mais próximo de 1 indica que há concordância (perfeita) e quanto mais próximo de 0, maior indicativo de que a concordância é aleatória (nula).

2.2 Aplicação do Índice de Transformação Antrópica – ITA

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

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

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

Mediante os resultados da classificação, validação e mapeamento final, aplicou-se o cálculo do ITA, conforme estudos de Mateo Rodriguez (1984), com o intuito de fornecer informações sobre as modificações ocorridas dentro de um espaço temporal decorrentes das ações humanas.

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

Foram consultados oito pesquisadores das áreas de conhecimento de Ciências Biológicas, Engenharias e Geografia para atribuir pesos para as classes. Após a devolução dos questionários os pesos foram tabulados e os resultados podem ser observados na tabela 02.

Tabela 02 – Pesos do ITA atribuídos às classes pelos pesquisadores

Classes de cobertura e uso da terra	Pesos ITA
Agricultura	6,11
Dunas	2,50
Extração Mineral	8,67
Massa da Água	1,67
Mancha Urbana	7,78
Pastagem e Vegetação Rasteira	4,67
Sombra	0
Vegetação Arbórea e Arbustiva	1,22

Fonte: Elaborado pelos autores

No estabelecimento do consenso da classificação do ITA foram considerados os trabalhos de Cruz (1984), Gouveia, Galvanin e Neves (2013) e Silva *et al.* (2019) que classificaram e usaram os seguintes intervalos de classes: Pouco Degradado (0 - 2,5), Regular (2,5 - 5), Degradado (5 - 7,5) e Muito Degradado (7,5 - 10). Os estudos desenvolvidos por Mateo Rodriguez (1984) com base em Lèmechev (1982) propõe a seguinte equação para o cálculo do ITA:

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

Em que:

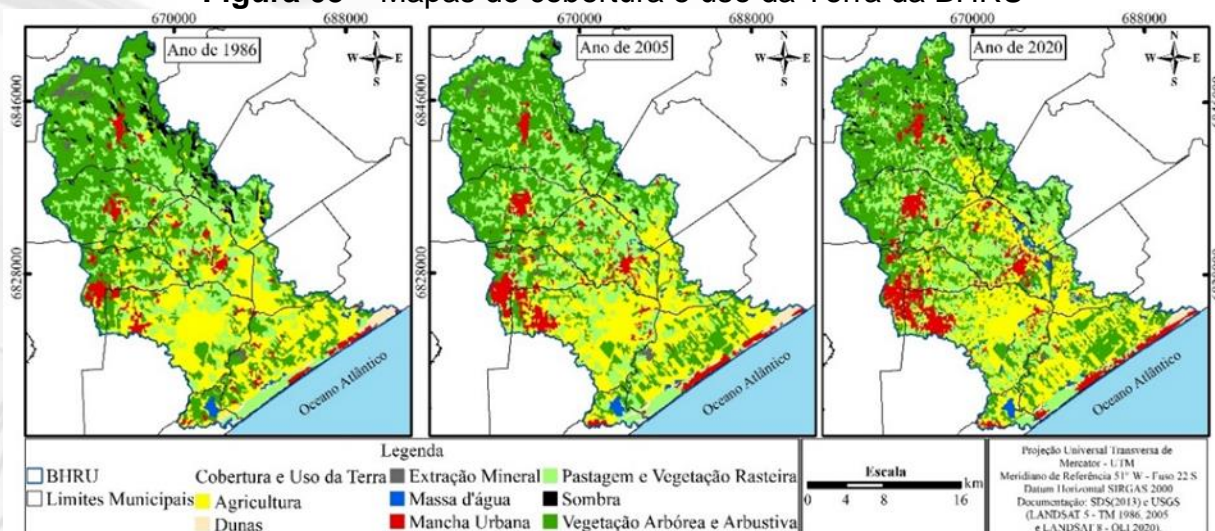
USO = área em valores percentuais da classe de cobertura e uso da terra;

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

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados aqui apresentados serão analisados de forma conjunta levando em consideração as classes de uso e cobertura da terra identificados na BHRU. A figura 03 e tabela 03 exibem os resultados das classes temáticas para cada ano em estudo.

Figura 03 – Mapas de cobertura e uso da Terra da BHRU



Fonte: Elaborado pelos autores

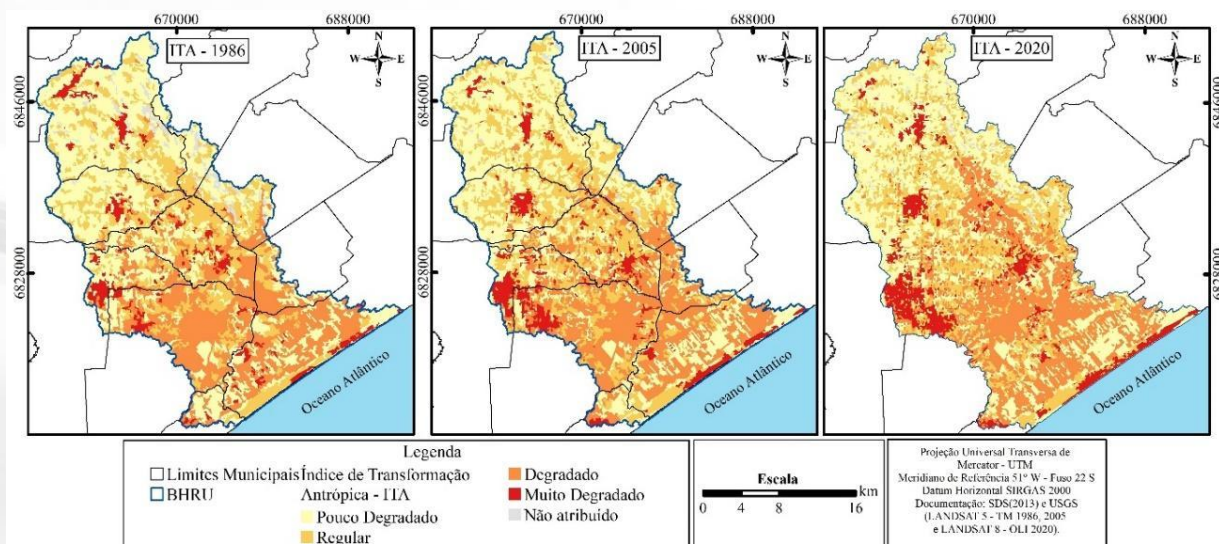
Tabela 03 – Mensuração das classes de cobertura e uso da Terra da BHRU

Classes de cobertura e uso da terra	Área	Taxa	Área	Taxa	Área	Taxa
	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)
	1986	1986	2005	2005	2020	2020
Agricultura	183,23	26,96	178,53	26,27	184,52	27,15
Dunas	8,41	1,24	9,94	1,46	5,95	0,88
Extração Mineral	6,55	0,96	3,55	0,52	2,24	0,33
Massa d'Água	6,19	0,91	5,87	0,86	9,94	1,46
Mancha Urbana	31,71	4,67	45,23	6,66	59,10	8,70
Pastagem e Vegetação Rasteira	156,05	22,96	184,57	27,15	157,14	23,12
Sombra	15,39	2,27	2,67	0,39	8,47	1,25
Vegetação Arbórea e Arbustiva	272,20	40,04	249,34	36,68	252,36	37,13
Total	679,75		679,75		679,75	

Fonte: Elaborado pelos autores

Os resultados do ITA com base no mapeamento de cobertura e uso da terra, são apresentados com o intuito de compreender o grau de pressão antrópica ocorrido no território ao longo dos anos de 1986, 2005 e 2020, a figura 04 e tabela 04 mostram os resultados.

Figura 04 – Mapas de ITA da BHRU



Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 04 – Índice de áreas de ITA

ITA	Área (km ²)	Taxa (%)	Área (km ²)	Taxa (%)	Área (km ²)	Taxa (%)
	1986	1986	2005	2005	2020	2020
Pouco Degradado	286,80	42,19	265,16	39,01	268,27	39,47
Regular	156,05	22,96	184,57	27,15	157,14	23,12
Degradado	183,23	26,96	178,53	26,27	184,52	27,15
Muito Degradado	37,27	5,63	48,7	7,18	61,34	9,02
Não Atribuído	15,39	2,27	2,67	0,39	8,47	1,25
Total	679,757		679,759		679,758	

Fonte: Elaborado pelos autores

A tabela 05 mostra os resultados obtidos do ITA para as três datas, a bacia hidrográfica foi classificada com índice Regular (2,5 – 5) em todas as datas analisadas. Observa-se que o ITA no período analisado está aumentando gradativamente, decorrentes do aumento das atividades agrícolas e da urbanização.

Tabela 05 – Resultados do ITA

Classe de cobertura e uso da terra	Taxa (%)			Peso ITA	Resultado ITA		
	1986	2005	2020		1986	2005	2020
Agricultura	26,96	26,27	27,15	6,11	1,65	1,60	1,66
Dunas	1,24	1,46	0,88	2,50	0,03	0,04	0,02
Extração Mineral	0,96	0,52	0,33	8,67	0,08	0,05	0,03

Massa da Água	0,91	0,86	1,46	1,67	0,02	0,01	0,02
Mancha Urbana	4,67	6,66	8,70	7,78	0,36	0,52	0,68
Pastagem e Vegetação Rasteira	22,96	27,15	23,12	4,67	1,07	1,27	1,08
Sombra	2,27	0,39	1,25	0,00	0,00	0,00	0,00
Vegetação Arbórea e Arbustiva	40,04	36,68	37,13	1,22	0,49	0,45	0,45
Total	100	100	100	-	3,70	3,93	3,94

Fonte: Elaborado pelos autores

As classes Mancha Urbana (ITA 7,78) e Extração Mineral (ITA 8,67) Agricultura (ITA 6,11), foram as que receberam por parte dos especialistas os maiores valores. No ano de 1986 as classes citadas apresentavam uma área de 221,5km², com aumento no ano de 2005 para 227,3km², continuando a crescer em 2020, passando para 245,8km², cerca de 36 % do território da bacia.

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

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

A classe Extração Mineral teve redução, que corresponde principalmente a diminuição das atividades de extração de carvão mineral a céu aberto. Essa diminuição se dá na esteira da Ação Civil Pública (ACP) nº. 93.80.00533-4, popularmente conhecida como ACP do Carvão, considerando réus empresas carboníferas. Por meio desta ação, os réus deverão recuperar os passivos ambientais gerados pela mineração de carvão entre o período de 1972 a 1989 (LADWIG; DAGOSTIM, 2017; SUTIL, 2019).

Na BHRU, as áreas de ACP somam 7,405 km², com presença nos municípios de Urussanga, Cocal do Sul, Morro da Fumaça e Içara. Outro fator que pode estar relacionado com essa redução espacial é a crise provocada pela desregulamentação do setor carbonífero da região promovida pelo Governo Federal no ano de 1990, a imposição e rigidez de leis ambientais e organização de movimentos ambientalistas (LADWIG, DAGOSTIM, BACK, 2018), fatores que somados contribuíram para a redução das áreas de extração de carvão mineral na BHRU. O desenvolvimento econômico da região, baseado

na Extração Mineral, resultou em alterações da paisagem com impactos significativos no território.

A Mancha Urbana é caracterizada por manchas de redes e elementos urbanos, como construções, sistemas viários, terrenos, edificações, que representam uma cidade (BHERING, 2019). A classe de Mancha Urbana está presente em todo o território da BHRU e ao longo do período analisado, passou por um crescimento de 4,03%. Em 1986 a Mancha Urbana representava 4,67% (31,715 km²) do território da bacia, aumentando para 6,66% (45,239 km²), em 1986 e 8,70% (59,106 km²), em 2020.

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

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

A classe agricultura se manteve estável ocupando cerca de 27% do território da bacia no período analisado, demonstrando que as fronteiras agrícolas concentradas no cultivo de arroz irrigado e milho na bacia estão consolidadas considerando as práticas de manejo adotadas.

Toda região tem sua capacidade e suporte ecológico e o uso particular e inadequado do solo pode ocasionar efeitos negativos sobre o meio (GOMES SOBRINHO, 2018). Diante desse contexto, as áreas utilizadas para o cultivo de arroz são predominantemente irrigadas por inundação e necessitam de grande volume de água (PINTO *et al.*, 2016).

De acordo com Back, Deschamps e Santos (2016), o desenvolvimento das atividades de arroz irrigado (pré-germinados), quando próximos de mananciais, apresentam sérios riscos de contaminação pelos agroquímicos, trazendo a preocupação com os recursos hídricos, subterrâneos e superficiais. O mapeamento do arroz irrigado em Santa Catarina, realizado pela EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão

Rural de Santa Catarina), nas safras de 2018/2019, a área do cultivo deste cereal na BHRU passou dos 33 km².

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

A classe Vegetação Arbórea e Arbustiva compreende as formações florestais em processo de sucessão (vegetação secundária) e as áreas de plantio de pinus e eucalipto, não sendo possível separar as duas formações em razão da limitação radiométrica e espacial das imagens utilizadas. DIAS, *et al.* (2020) encontrou a mesma limitação quando realizou estudo na bacia hidrográfica. A classe Vegetação Arbórea e Arbustiva foi a que teve maior redução pois representava 40,04% em 1986, e 37,13% em 2020, uma redução de 3% que corresponde uma supressão de 20 km² no período analisado.

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

O território da BHRU está inserido no bioma Mata Atlântica, onde se destacam as regiões fitoecológicas Floresta Ombrófila Densa e Vegetação Litorânea (restinga). Esse bioma sofreu forte pressão antrópica desde a colonização, passando pelos ciclos econômicos até os dias de hoje com a expansão urbana e da agropecuária, atividades que proporcionaram a fragmentação da floresta nativa, inserção de espécies exóticas e supressão de cobertura florestal (JUST *et al.*, 2015).

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

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

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

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

A classe Massa da Água para o ano de 1986 foi de 6,191 km², sofrendo redução para 5,876 km², em 2005, seguindo um aumento em 2020 para 9,942 km², passando a ocupar 1,46% do território da bacia. Essa redução entre os anos de 1986 e 2005 pode estar relacionada ao assoreamento das lagoas costeiras, em decorrência das ações antrópicas (PORCHER *et al.*, 2010; BURGUEÑO *et al.*, 2013).

Entre os anos de 2005 e 2020, a classe Massa da Água ampliou sua área em 4,066 km². Esta expansão foi identificada nas margens do rio Urussanga, nos municípios de Morro da Fumaça e Sangão. Nesses locais, cavas abandonadas foram preenchidas pela água da chuva, após a extração da argila (SANT'ANA, 2008). Ao longo de todo o período analisado (1986-2020), a classe Massa da Água foi convertida, principalmente em Mancha Urbana (22,32%) e Pastagem e Vegetação Rasteira (7,53%).

Em relação a qualidade das águas do Rio Urussanga e de seus afluentes, ela apresenta-se como uma das piores do estado de Santa Catarina, devido a sua potabilidade (PRHBRU, 2019). Os entre agentes responsáveis pela degradação destes recursos estão a utilização de agrotóxicos, efluentes sanitários e industriais e como principal fator de poluição os efluentes oriundos da mineração de Carvão (DAM) (PRHBRU, 2019). Dos rios que compõem a BHRU, aqueles localizados na margem direita América, Carvão, Deserto, Cocal, Ronco D'água, Linha Anta, Três Ribeirões e Içara, possuem suas nascentes ou

afluentes em áreas próximas da ACP, por esta razão, podem apresentar contaminações resultantes da extração de carvão mineral.

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

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

De modo geral estas classes representam cerca de 56,4% do ITA na bacia, registrando na paisagem uma situação de “Degradação” pelo grau de interferência antrópica, o que se torna preocupante com o avanço da urbanização.

Concomitante a isso houve estabilidade na área da classe de Pastagem e Vegetação Rasteira com pequeno declínio após 2005 para que a classe de Agricultura pudesse se expandir. Essa classe apresentava no ano de 1986 uma área de 156,052 km² (22,96%), aumentando em 2005 para 184,575 km² (27,15%) e reduzindo para 157,140 km² no ano de 2020, cerca de 23,12% da área total da bacia.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos com a pesquisa atingiram o objetivo traçado, pois evidenciam as mudanças na cobertura e uso da terra nos períodos analisados, destacando a classe de Mancha Urbana que apresentou expansão em sua área total e concomitante aumento da população residente na bacia, sem planejamento e ordenamento territorial adequado.

Outro destaque é a redução da classe de Vegetação Arbórea e Arbustiva, supressão atribuída a expansão das atividades agrícolas, somada a diminuição espacial da área de Dunas relacionada com a expansão urbana principalmente no litoral, resultando na conversão principalmente de áreas que antes pertenciam a classe de Dunas e que foram convertidas em Mancha Urbana e Pastagem e Vegetação Rasteira.

O que foi verificado como positivo foi a classe de Extração Mineral convertida

49,56% em áreas de Vegetação Arbórea e Arbustiva e 13,01% em áreas de Pastagem e Vegetação Rasteira. A redução dessa classe, composta principalmente por áreas de extração de carvão, está relacionada diretamente com o avanço dos Planos de Recuperação Ambiental (PRADs).

O que preocupa na análise das classes de uso cobertura da terra que apresentaram aumento de sua área em termos de extensão territorial dentro do período analisado, está a classe Mancha Urbana com aumento expressivo de 27,391 km², a expansão dessas áreas relaciona-se com a intensificação do processo de urbanização ocorrido com ênfase a partir da década de 1980, aumentando assim os impactos sobre o território.

Os resultados da pesquisa demonstram uma tendência de expansão das Manchas Urbanas BRHU, principalmente sobre outras classes como Pastagem e Vegetação Rasteira e Agricultura, redução das áreas de Extração Mineral (carvão).

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

Com base nos resultados obtidos indica-se a utilização de outros métodos e estudos que visem caracterizar de forma mais detalhada e precisa as mudanças de cobertura e uso da terra na BHRU. Assim como a utilização de imagens orbitais com uma maior resolução espacial, visando a diferenciação da cobertura florestal em espécies nativas e áreas de reflorestamento e silvicultura. Assim como estudos que analisem a qualidade atual dos recursos hídricos e da vegetação existente (áreas nativas e silvicultura).

Recomenda-se o monitoramento e um planejamento territorial adequado da BHRU, vinculado a pesquisa científica visando o manejo adequado deste território e a sua conservação e preservação.

Finalizando, espera-se que a metodologia utilizada na construção dos resultados nesta pesquisa sirva como subsídio para projetos que possam contribuir no planejamento e na gestão territorial integrada do espaço geográfico.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem a CAPES/ANA - EDITAL Nº 16/2017, que concedeu a bolsa de mestrado para a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

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

BACK, Á. J.; DESCHAMPS, F. C.; SANTOS, M. da G. da S. Ocorrência de agrotóxicos em águas usadas com irrigação de arroz no sul de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 39, p.47-58, mar. 2016. <http://dx.doi.org/10.5327/z2176-9478201611014>.

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

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

BURGUEÑO, L. E. T.; QUADRO, M. S.; BARCELOS, A. A.; SALDO, P. de Á.; WEBER, F. dos S.; KOLLAND JUNIOR, M.; SOUZA, L. H. de. Impactos ambientais de plantios de *Pinus sp.* em zonas úmidas: o caso do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, RS, Brasil. **Biobrasil**, v. 3, n. 2, p. 192-206, 2013.

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

CITADIN, P. R. **Bacia Hidrográfica Do Rio Urussanga, Sul De Santa Catarina: Realidade Socioambiental E Evolução Histórica Na Formação Do Arcabouço Jurídico Hídrico Brasileiro**. 2014. 200 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Unidade Acadêmica de Humanidades, Ciências e Educação, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2014.

COCCO, J.; RIBEIRO, H. V.; GALVANIN, E. A. S. Intensity of anthropic action in the Diamantino river sub-basin, Mato Grosso State/Brazil. **Geografia, Rio Claro**, v. 40, Número Especial, p. 71-84, 2015.

CRUZ, C. B. M.; TEIXEIRA, A. J. de A.; BARROS, R. S.; ARGENTO, M. S. F.; MENEZES, P. M. L. Carga antrópica da bacia hidrográfica da Baía de Guanabara. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Santos. **Anais....** Santos: 1998. p.99-109.

DE LUCCA, G. R. **Dilemas da urbanização brasileira: um estudo sobre as transformações espaciais na centralidade urbana de Criciúma/SC**. 2015. 261 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Urbanismo, História e Arquitetura da Cidade, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

DIAS, A. de O.; LADWIG N. I.; CONTO, D. De. Mapeamento temático na análise da paisagem: bacia hidrográfica do Rio Urussanga, Santa Catarina, Brasil. **Geosul**, Florianópolis, v. 35, n. 75, p. 418-440, mai./ago. 2020. <http://doi.org/10.5007/1982-5153.2020v35n75p418>.

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

GALATTO, S. L.; SIMÃO, G.; PEREIRA; J. L.; ALEXANDRE; N. Z. Melhoria fluvial do rio Urussanga pertencente à bacia hidrográfica do rio Urussanga, Sul de Santa Catarina. In: 15º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 15, 2015, Bento Gonçalves (RS). **Anais...** Bento Gonçalves: CBGE, 2015. Disponível em: Acesso em: 20 mai. 2020.

GOMES SOBRINHO, J. M. **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.

GOULART FILHO, A. **Formação econômica de Santa Catarina**. 2. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2016. 431 p.

GOUVEIA, R. G. L. de; GALVANIN, E. A. dos S.; NEVES, S. M. A. da S. 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>.

GUGLIELMELI, A. C. de O.; SILVA, S. M. L.; STRAUCH, J. C. M. 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. <http://dx.doi.org/10.5327/z2176-947820180331>.

HAINES-YOUNG, R.; CHOPPING, M. Quantifying landscape structure: a review of landscape indices and their application to forested landscapes. **Progress In Physical Geography**, v. 20, n. 4, p.418-445, dez. 1996.

JUST, J., P. G.; ROMAGNA R.; ROSONI, J. R. R.; ZOCHE, J. J. 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.

LADWIG, N. I.; DAGOSTIM, V.; BACK, A. J. A EVOLUÇÃO DA PAISAGEM DA REGIÃO CARBONÍFERA DO ESTADO DE SANTA CATARINA REALIZADO COM IMAGENS DE SATÉLITE. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, [S.l.], v. 43, p. 93-107, mar. 2018. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/raega.v43i0.50813>.

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

LARSON, M.; ERIKSON, L.; HANSON, H. An analytical model to predict dune erosion due to wave impact. **Coastal Engineering**, [S.L.], v. 51, n. 8-9, p. 675-696, out. 2004. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.coastaleng.2004.07.003>.

ORTEGA, D. J. P.; CARVALHO, S. L. 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>.

MACEDO, R. de C.; ALMEIDA, C. M. de; SANTOS, J. R. dos; RUDORFF, B. F. T. **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>.

MATEO, J. R. **Geocologia de los Paisajes**. Universidad Central de Caracas. Monografía. 1991.

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

MATTEI, L. Economia catarinense: crescimento com desigualdades regionais. In: V Encontro de Economia Catarinense, 2011, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2011.

MENESES, P. R.; ALMEIDA T. de. **Introdução ao processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. UNB, P.234, 2012.

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

PEIXOTO, J. da S. **Mapeamento e análise da dinâmica de cobertura e uso da terra do setor costeiro central do município de Jaguaruna, SC**. 2017. 74 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

PINTO, M. A. B.; PARFITT, J. M. B.; TIMM, L. C.; FARIA, L. C.; SCIVITTARO, W. B. Produtividade de arroz irrigado por aspersão em terras baixas em função da disponibilidade de água e de atributos do solo. **Pesq. Agropec. Bras, Brasília**, v. 51, n. 9, p. 1584-1593, set. 2016.

PORCHER, L. C. F.; POESTER, G.; LOPES, M.; SCHONHOFEN, P.; SILVANO, R. A. M. Percepção dos moradores sobre os impactos ambientais e as mudanças na pesca em uma lagoa costeira do litoral sul do Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36, n. 1, p. 61-72, 2010.

PORTZ, L.; ROCKETT, G. C.; FRANCHINI, R. A. L.; MANZOLLI, R. P.; GRUBER, N. L. S. Gestão de dunas costeiras: o uso de sistema de informações geográficas (sig) na implantação de planos de gestão no litoral do rio grande do sul, brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, [S.L.], v. 14, n. 3, p. 517-534, set. 2014. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos (APRH). <http://dx.doi.org/10.5894/rgci445>

- PRHBRU. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do rio Urussanga: etapa C diagnóstico dos recursos hídricos**. 2019. Disponível em: https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Planos%20de%20Bacias/Plano%20da%20Bacia%20Hidrografica%20do%20Rio%20Urussanga/Etapa_C_Diagnostico.pdf. Acesso em: 30 set. 2021
- RODRIGUES, T. C. S. **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
- RUDORFF, C.; NOVO, E. M. L. de M.; GALVÃO; L. S.; PEREIRA FILHO, W. Análise derivativa de dados hiperespectrais medidos em nível de campo e orbital para caracterizar a composição de águas opticamente complexas na Amazônia. **Revista Acta Amazônica**, V. 37, n. 2, p. 268 – 280, 2007.
- SANT ANA, W. de O. **Qualidade Dos Recursos Hídricos Subterrâneos Na Bacia Do Rio Urussanga**, Sc. 2008. 194 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.
- SANTOS, J. G. S. a. **Cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do rio Araranguá, Santa Catarina, Brasil**. 2021. 166 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambientais). Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, Criciúma, 2021.
- SCHNACK, C. E.; MENEZES, C. T. B. de; MUNARI, G. C., Amanda Bellettini Qualidade da água no estuário do Rio Urussanga (SC, Brasil): um ambiente afetado pela drenagem ácida de mina. **Revista Brasileira de Biociências: Brazilian Journal of Biosciences**, Porto Alegre, v. 16, n. 3, p.96-106, 06 ago. 2018.
- SILVA, M. A. P. de M.; GOUVEIA, R.; PISSARRA, T. C. T.; VALLE JUNIOR, R. F. do. ABDALA, V. L. 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.
- SOARES FILHO, B. S.; NEPSTAD, D. C.; CURRAN, L.; CERQUEIRA, G. C.; GARCIA, R. A.; RAMOS, C. de B. A.; VOLL, E.; MCDONALD, A.; LEFEBVRE, P.; SOHL, T.; SLEETER, B. Role of Remote Sensing for Land-Use and Land-Cover Change Modeling. **Remote Sensing Applications Series**, p.225-240, 10 maio 2012. CRC Press. <http://dx.doi.org/10.1201/b11964-18>.
- SUTIL, T.; LADWIG, N. I., BACK, Á. J., CONTO, D. De. Diagnóstico físico, socioeconômico e socioambiental do território da área de proteção ambiental (APA) do Rio Maior – Santa Catarina – Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.l.], v. 12, n. 4, p. 1583-1599, nov. 2019.

VOLPATO, S. B.; MENEZES, C. T. B. de M.; SILVA J. V. F. da S. Environmental recovery of aquatic ecosystems in estuarine regions: studies applied for the treatment of contaminated sediments by acid mine drainage in Urussanga River Basin, in Santa Catarina, Brazil. **Engenharia sanitária e ambiental**, n. 22, p.313-316, 2017.
