

MAPEAMENTO TEMÁTICO NA ANÁLISE DA PAISAGEM: BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO URUSSANGA, SANTA CATARINA, BRASIL

Adriano de Oliveira Dias¹
Nilzo Ivo Ladwig²
Danrlei De Conto³

Resumo: Desde o início do século XVI, o desenvolvimento de atividades antrópicas em território brasileiro tem provocado a fragmentação da formação florestal original, processo que ocorreu na bacia hidrográfica do rio Urussanga. Nesse contexto, foi definido o objetivo do estudo que consiste em analisar a dinâmica espaçotemporal da paisagem da bacia hidrográfica para identificar as mudanças na cobertura florestal. Para tanto, foram utilizadas imagens orbitais do sistema sensor Landsat (5 – sensor TM e 8 – sensor OLI) – dos anos de 1986, 2001 e 2016. Os mapas temáticos obtidos no processamento das imagens geraram os dados que permitiram analisar a dinâmica espaçotemporal do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Urussanga entre os anos de 1986 e 2016. A análise foi subdividida em dois períodos – 1986 a 2001 e 2001 a 2016. Os resultados mostraram que, em ambos os períodos analisados, a cobertura florestal (classe Vegetação Arbórea - Arbustiva) apresentou redução espacial na bacia. Dentre as classes de uso e cobertura da terra que apresentaram expansão territorial, nos períodos analisados, tem-se as classes Área Urbanizada e Massa de Água. Os resultados analisados apontaram a evolução da rizicultura e a urbanização dos municípios. Conclui-se que os mapas temáticos elaborados representam a dinâmica de transformação da paisagem na bacia hidrográfica. São documentos que poderão encaminhar o plano de bacia e servir de base para que o comitê possa desenvolver ações de sensibilização com relação ao uso e ocupação do território e a importância do recurso hídrico às organizações sociais.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto. Processamento Digital de Imagens. Gestão Territorial.

THEMATIC MAPPING IN LANDSCAPE ANALYSIS: HYDROGRAPHIC BASIN OF THE URUSSANGA RIVER, SANTA CATARINA, BRAZIL

Abstract: Since the beginning of the sixteenth century, the development of anthropic activities in Brazilian territory has caused the fragmentation of the original forest formation, process that occurred in the hydrographic basin of the Urussanga river. In this context, the objective of the study was to analyze the dynamics of spatiotemporal of the landscape of the river basin to identify changes in forest cover. Therefore, the study was done with the use of images of the sensor system Landsat (5 – sensor TM e 8 – sensor OLI) with dates for the years 1986, 2001 and 2016. The thematic maps obtained in the image processing generated the data that allowed to analyze the

¹ Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Criciúma, Brasil, adrianodias@unesc.net, <https://orcid.org/0000-0002-9607-6848>

² Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Criciúma, Brasil, ladwig@unesc.net, <https://orcid.org/0000-0003-3031-0192>

³ Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Criciúma, Brasil, danrleideconto@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1256-4263>

spatiotemporal dynamics of land use and land cover in the Urussanga river basin between 1986 and 2016. The analysis was subdivided into two periods - 1986 to 2001 and 2001 to 2016. The results showed that, in both periods analyzed, the forest cover (class Arboreal Vegetation) presented a spatial reduction in the basin. Among the classes of use and coverage of the territorial expansion, in the two sessions analyzed, it has as classes Urbanized Area and Water Mass. The results analyzed showed the evolution of the rizicultura and the urbanization of the counties. It is concluded that the thematic maps elaborated represent the dynamics of transformation of the landscape in the river basin. These are documents that may forward the basin plan and serve as a basis for the committee to develop actions awareness with respect to the use and occupation of the territory and the importance of the water resource to the social organizations.

Keywords: Remote sensing. Digital Image Processing. Territorial Management.

MAPEO TEMÁTICO EN EL ANÁLISIS DEL PAISAJE: CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO URUSSANGA, SANTA CATARINA, BRASIL

Resumen: Desde el inicio del siglo XVI, el desarrollo de actividades antrópicas en territorio brasileño ha provocado la fragmentación de la formación forestal original, proceso que ocurrió en la cuenca hidrográfica del río Urussanga. En ese contexto, se definió el objetivo del estudio que consiste en analizar la dinámica espacial del paisaje de la cuenca hidrográfica para identificar los cambios en la cobertura forestal. Para ello, se utilizaron imágenes orbitales del sistema sensor Landsat (5 - sensor TM y 8 - sensor OLI) - de los años 1986, 2001 y 2016. Los mapas temáticos obtenidos en el procesamiento de las imágenes generaron los datos que permitieron analizar la dinámica espaciométrica el uso y cobertura de la tierra en la cuenca hidrográfica del río Urussanga entre los años 1986 y 2016. El análisis fue subdividido en dos períodos - 1986 a 2001 y 2001 a 2016. Los resultados mostraron que, en ambos períodos analizados, la cobertura forestal (" la clase Vegetación Arbórea - Arbustiva) presentó reducción espacial en la cuenca. Entre las clases de uso y cobertura de la tierra que presentaron expansión territorial, en los períodos analizados, se tienen las clases Área Urbanizada y Masa de Agua. Los resultados analizados apuntaron la evolución de la rizicultura y la urbanización de los municipios. Se concluye que los mapas temáticos elaborados representan la dinámica de transformación del paisaje en la cuenca hidrográfica. Son documentos que podrán encaminar el plan de cuenca y servir de base para que el comité pueda desarrollar acciones de sensibilización con relación al uso y ocupación del territorio y la importancia del recurso hídrico a las organizaciones sociales.

Palabras clave: Detección Remota. Procesamiento Digital de Imágenes. Gestión Territorial.

Introdução

Desde o início do processo de colonização portuguesa, no século XVI, o desenvolvimento de atividades antrópicas (agricultura, pecuária, extração mineral,

dentre outras) e o processo de urbanização têm levado à supressão da cobertura florestal brasileira (COUTINHO et al., 2013; SAITO et al., 2016).

Esta dinâmica de ocupação do território brasileiro contribuiu para a fragmentação da cobertura florestal que afetou especialmente o bioma Mata Atlântica (COUTINHO et al., 2013; LIMA et al., 2013; SOUZA et al., 2014; LOURENÇO et al., 2014; SOUSA; MINCATO; KAWAKUBO, 2015).

Dentre os problemas ocasionados pela fragmentação da cobertura florestal tem-se o aumento nos efeitos de borda, a perda de biodiversidade, o isolamento das formações vegetais, a extinção de espécies, dentre outros (SOUZA et al., 2014; SOUSA; MINCATO; KAWAKUBO, 2015).

Esse processo de fragmentação da cobertura florestal nativa é verificado na bacia hidrográfica do rio Urussanga, localizada no sul do estado de Santa Catarina. Nesta bacia, o processo de ocupação territorial foi impulsionado por meio da implantação de núcleos coloniais ligados a agricultura e a pecuária a partir dos anos de 1870. No início do século XX, iniciou-se na bacia a exploração do carvão mineral. Nas décadas seguintes, a diversificação da economia acelerou o processo de urbanização nos municípios inseridos na bacia (DIAS, 2008; ADAMI; CUNHA, 2014).

Este processo de ocupação socioespacial da bacia, aliado a fragmentação da cobertura florestal promoveram mudanças na composição da paisagem da bacia hidrográfica do rio Urussanga. Nesse contexto, torna-se relevante identificar e analisar o uso e cobertura da terra existente nesta bacia com o intuito de compreender-se a dinâmica da mudança espaçotemporal da paisagem local.

Nas últimas duas décadas, em diferentes países, têm se verificado a disseminação de estudos relacionados ao monitoramento de recursos naturais e ao mapeamento das alterações ocorridas na paisagem. Seabra e Cruz (2013) salientam a importância destes estudos, pois a compreensão do histórico de ações e intervenções humanas sobre o espaço geográfico condicionam processos que acontecem no território.

Atualmente, o processo de mapeamento do uso e cobertura da terra tem sido favorecido pelo uso das geotecnologias que possibilitam o monitoramento integrado dos recursos naturais em bacias hidrográficas (GIREE et al., 2013; LEITE; FERREIRA, 2013; PONCIANO et al., 2015). Dentre as temáticas de estudo favorecidas pelo uso das geotecnologias tem-se a fragmentação da cobertura florestal (SOUZA JR et al., 2013; PONCIANO et al., 2015).

Diante do exposto, o trabalho propõe-se a analisar a dinâmica espaçotemporal da paisagem da bacia hidrográfica do rio Urussanga no período compreendido entre os anos de 1986 e 2016.

Material e métodos

Localização e Caracterização da Área de Estudo

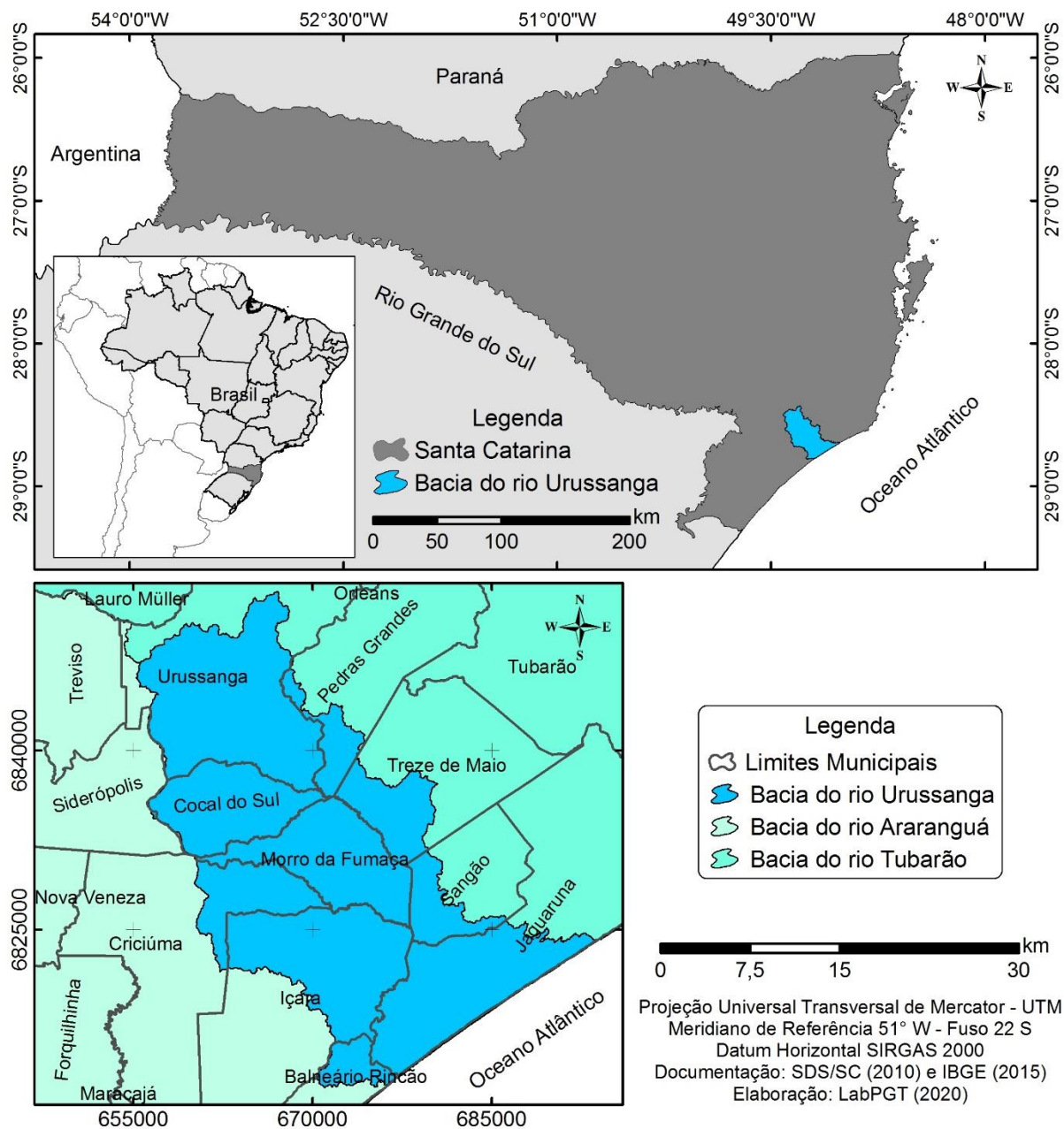
A bacia hidrográfica do rio Urussanga localiza-se na região Sul do estado de Santa Catarina, entre as coordenadas geográficas 28°26'09"S, 49°24'50"W e 28°48'37"S, 49°00'57"W (figura 1). A bacia apresenta uma área total de 679,68 km².

Segundo a classificação de Köppen, o clima local insere-se no grupo C Mesotérmico, pertencendo ao tipo úmido (f), sem estação seca definida; e ao subtipo de verão quente (a) – Cfa (THOMÉ et al., 1999; SANTA CATARINA, 2008). Segundo Thomé et al. (1999), na região Sul catarinense a temperatura média anual varia de 17,0°C a 19,3°C e a precipitação pluviométrica total anual varia de 1.220 mm a 1.660 mm.

O relevo da bacia hidrográfica do rio Urussanga é constituído pelas unidades geomorfológicas Patamares da Serra Geral; Serra do Tabuleiro; Depressão da Zona Carbonífera Catarinense; Planície Colúvio-Aluvionar; e Planície Litorânea (SANTA CATARINA, 2008; TREIN, 2008; ADAMI; CUNHA, 2014). Na bacia, são encontrados Cambissolos; Argissolos; Gleissolos; Neossolos Quartzarênicos e Dunas (EMBRAPA, 1992; SANTA CATARINA, 2008; ADAMI; CUNHA, 2014).

A cobertura vegetal existente na bacia é composta pela Floresta Ombrófila Densa (Formação Montana, Formação Submontana e Formação das Terras Baixas) e Áreas das Formações Pioneiras (Restingas) (IBGE, 2012; ADAMI; CUNHA, 2014).

Figura 1 - Localização geográfica da área de estudo



Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Metodologia

Obtenção, processamento e validação dos dados

Uma parte dos procedimentos metodológicos executados neste estudo foram desenvolvidos nos trabalhos realizados por De Conto et al. (2017).

Neste estudo, utilizou-se imagens do sistema Landsat 5, sensor Thematic Mapper – TM dos dias 06/10/1986 e 25/10/2001, órbita/ponto 220/80. Utilizou-se também imagens do sistema Landsat 8, sensor Operational Land Imager – OLI do dia 19/11/2016, órbita/ponto 220/80. As imagens foram adquiridas junto ao Instituto

Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE e ao United States Geological Survey – USGS.

Todas as imagens utilizadas apresentam resolução espacial de 30 metros. Dentre os critérios que embasaram a escolha das imagens tem-se: baixa cobertura de nuvens; mesma resolução espacial; maior distribuição temporal possível; e pertencer à mesma estação do ano.

Para a execução da classificação utilizou-se as bandas do infravermelho próximo, vermelho e verde (bandas 4/3/2 do sensor TM e bandas 5/4/3 do sensor OLI). O processamento digital das imagens foi realizado por meio da utilização dos softwares ArcGIS 10.3.1, IDRISI Selva e QGIS 2.10.1.

As imagens dos anos de 1986 e de 2001 possuíam deslocamento espacial, problema que foi corrigido por meio da execução do registro das imagens no software ArcGIS.

As imagens utilizadas possuíam diferente resolução radiométrica, o que gerou a necessidade de padronizar as imagens das três datas. Para tanto, executou-se a conversão radiométrica das imagens do ano de 2016 que, originalmente apresentavam resolução radiométrica de 16 bits, para 8 bits. Na sequência foi realizada a importação das imagens no software IDRISI Selva, no qual se realizou o melhoramento de contraste das imagens pelo método de equalização de histograma.

A classificação foi realizada a partir do estabelecimento de oito classes de uso e cobertura da terra: Vegetação Arbórea/Arbustiva (cobertura florestal constituída pelas florestas secundárias, reflorestamento e silvicultura); Área Urbanizada; Área Antropizada (áreas ocupadas pela agricultura e pela pecuária, bem como os vazios urbanos); Massa de Água (corpos hídricos superficiais, áreas ocupadas pela rizicultura que estavam alagadas e cavas originadas das atividades de extração de argila, areia e outras substâncias minerais); Área Minerada (áreas em que foram realizadas atividades ligadas a extração de carvão mineral); Campo de Duna (dunas e faixa de areia das praias inseridas na bacia); Área de Sombra e Cobertura de Nuvem.

A coleta das amostras de treinamento foi executada por meio da segmentação das imagens, cuja base foi uma composição colorida falsa-cor. Neste procedimento, utilizou-se um índice de similaridade igual a 1 e uma janela de varredura 3x3. Em seguida, foi efetivada a classificação das imagens pixel a pixel

por meio da utilização do algoritmo de classificação supervisionada Máxima Verossimilhança – MAXVER.

Verificou-se que as imagens classificadas apresentavam conflitos. Para solucioná-los, optou-se pela aplicação de um filtro de mediana com janela 3x3. Após a realização desse procedimento, constatou-se a permanência de conflito entre as classes área minerada e área antropizada devido à similaridade da resposta espectral existente entre estas duas classes. Para solucionar esse conflito optou-se pela criação de uma máscara para eliminar o conflito em questão.

O uso da máscara possibilitou realizar a substituição do identificador numérico das áreas conflitantes pelo identificador numérico da classe que representa o real uso e cobertura da terra. Efetivou-se, então, a soma da imagem classificada com a máscara. A imagem gerada foi reclassificada, o que permitiu a alteração do índice numérico da classe área minerada na área com conflito pelo índice numérico da classe área antropizada.

A validação dos mapas temáticos produzidos foi realizada por meio do cálculo do Índice Kappa. Para isso foram utilizados 50 pontos de referência por classe temática, distribuídos de forma aleatória e estratificada (CONGALTON, 1988;1991). Os pontos foram gerados com o uso da ferramenta create accuracy assessment points do software ArcGIS, sendo em seguida fotointerpretados sobre a imagem utilizada para o processamento. Por fim, a matriz de confusão foi gerada com a ferramenta compute confusion matrix do mesmo software. Este processo foi repetido para as três datas.

Análise dos dados

A mensuração e a análise dos dados temáticos produzidos foi executada por meio do software ArcGIS, por meio das ferramentas *intersect*, *union* e *calculate geometry*. Para tanto, foi realizada a mensuração e a análise da mudança espaçotemporal de cada classe de uso e cobertura da terra entre os anos de 1986 e 2016. Essa análise subdividiu-se em dois períodos – 1986 a 2001 e 2001 a 2016.

De posse desses resultados, foi desenvolvida a análise dos fatores relacionados à mudança espaçotemporal constatada em cada classe de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Urussanga.

Resultados e discussão

A partir do cruzamento dos dados classificados com os dados de referência foram geradas as matrizes de confusão (tabela 1). A matriz de confusão expressa o número de pontos amostrais atribuídos a uma classe temática específica de um mapa, em relação ao número de pontos amostrais atribuídas a uma classe temática, em outro mapa. (CONGALTON; GREEN, 2008).

Neste estudo obteve-se um índice Kappa de 0,71 para o mapeamento temático referente ao ano de 1986; de 0,864 para o mapeamento temático referente ao ano de 2001; e de 0,78 para o mapeamento temático referente ao ano de 2016.

Tabela 1 - Matrizes de confusão para os anos de 1986, 2001 e 2016

Matriz de Confusão 1986										
Dado de Referência										
	Classes	AGU	VAA	ANT	MIN	URB	DUN	SOM	NUV	Total
Dado Classificado	AGU	43	1	6	0	0	0	0	-	50
	VAA	0	41	9	0	0	0	0	-	50
	ANT	0	4	46	0	0	0	0	-	50
	MIN	0	4	10	28	8	0	0	-	50
	URB	0	1	13	0	32	4	0	-	50
	DUN	0	2	2	0	0	46	0	-	50
	SOM	0	23	0	0	0	0	27	-	50
	NUV	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	43	76	86	28	40	50	27	-	350	

Matriz de Confusão 2001										
Dado de Referência										
	Classes	AGU	VAA	ANT	MIN	URB	DUN	SOM	NUV	Total
Dado Classificado	AGU	50	0	0	0	0	0	-	-	50
	VAA	1	42	7	0	0	0	-	-	50
	ANT	0	1	49	0	0	0	-	-	50
	MIN	0	0	7	43	0	0	-	-	50
	URB	0	2	4	0	39	5	-	-	50
	DUN	1	3	0	0	3	43	-	-	50
	SOM	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	NUV	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	52	48	67	43	42	48	-	-	300	

Matriz de Confusão 2016										
Dado de Referência										
	Classes	AGU	VAA	ANT	MIN	URB	DUN	SOM	NUV	Total
Dado Classificado	AGU	44	0	6	0	0	0	0	0	50
	VAA	1	41	7	1	0	0	0	0	50
	ANT	2	2	45	0	1	0	0	0	50
	MIN	0	0	7	33	10	0	0	0	50
	URB	1	0	6	0	42	1	0	0	50
	DUN	0	1	0	0	1	48	0	0	50
	SOM	8	4	3	2	0	0	33	0	50

	NUV	0	4	5	0	1	3	0	37	50
	Total	56	52	79	36	55	52	33	37	400

AGU - Massa de água; VAA - Vegetação Arbórea/Arbustiva; ANT - Área Antropizada; MIN - Área Minerada; URB - Área Urbanizada; DUN - Campo de Duna; SOM - Sombra; NUV - Nuvem.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Com base nestes resultados, observa-se que o mapeamento temático produzido no estudo apresentou um nível de exatidão considerado de qualidade muito boa para os anos de 1986 e 2016 e excelente para o ano de 2001.

Os dados apresentados nas tabelas 3 e 4 mostram que a cobertura florestal da bacia hidrográfica do rio Urussanga (classe Vegetação Arbórea/Arbustiva) apresentou uma redução espacial de 4,564 km² entre os anos de 1986 e 2016. Ressalta-se que a classe Vegetação Arbórea/Arbustiva é constituída pelas formações florestais em processo de sucessão (florestas secundárias) e pelas áreas de plantio comercial (pinus, eucalipto, dentre outras espécies). Tal fato deve-se a limitação da resolução radiométrica e espacial das imagens utilizadas neste estudo.

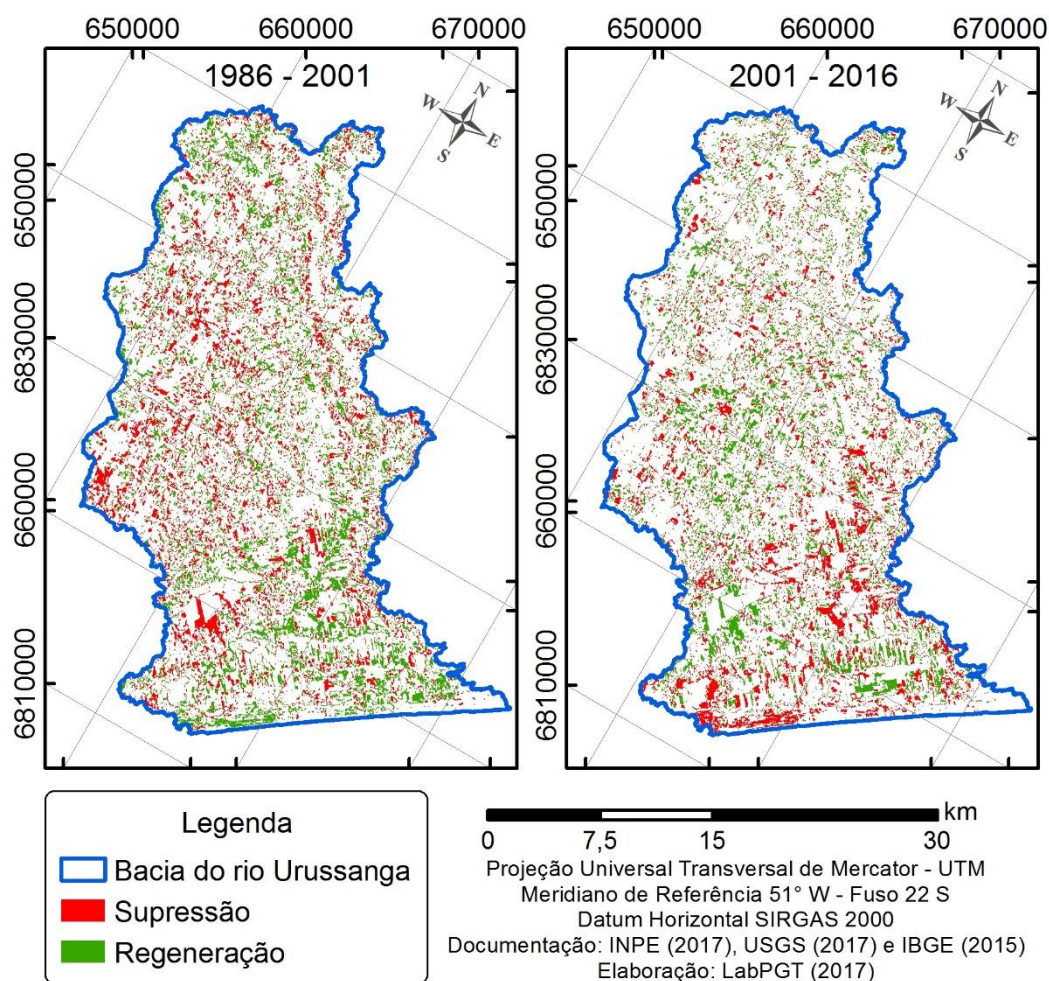
A mudança espaçotemporal da cobertura florestal na bacia hidrográfica do rio Urussanga, ao longo do período analisado, pode ser observada na tabela 2 e na figura 2 a seguir.

Tabela 2 - Mudança espaçotemporal da cobertura florestal na bacia hidrográfica do rio Urussanga

Intervalo	Supressão		Regeneração	
	Área (km ²)	Área (ha)	Área (km ²)	Área (ha)
1986 – 2001	87,827	8782,760	87,608	8760,879
2001 – 2016	75,054	7505,470	70,709	7070,961
Total	162,882	16288,230	158,318	15831,840

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Figura 2 - Mapa da mudança espaçotemporal da cobertura florestal na bacia hidrográfica do Rio Urussanga



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

É importante destacar que, o processo de supressão da cobertura florestal acima mencionado (tabela 2 e figura 2), refere-se ao processo de conversão das áreas antes ocupadas pela cobertura florestal (classe Vegetação Arbórea/Arbustiva) em áreas que passaram a ser ocupadas por outras classes de uso e cobertura da terra. Já o processo de regeneração da cobertura florestal acima mencionado (tabela 2 e figura 2) refere-se à regeneração da cobertura florestal sobre áreas que antes eram ocupadas por outras classes de uso e cobertura da terra.

Os dados da tabela 2 mostram que, entre os anos de 1986 e 2001, a cobertura florestal da bacia apresentou uma supressão total de 87,827 km² e uma regeneração total de 87,608 km². Dessa forma, neste período, a classe Vegetação Arbórea/Arbustiva apresentou uma redução espacial de 0,219 km² (tabelas 3 e 4).

Entre os anos de 2001 e 2016, a cobertura florestal da bacia apresentou uma supressão total de 75,054 km² e uma regeneração total de 70,709 km² (tabela 2).

Neste período, a cobertura florestal da bacia apresentou uma redução espacial de 4,345 km² (tabelas 3 e 4).

Essa redução espacial de 4,564 km² da cobertura florestal verificada na bacia hidrográfica do rio Urussanga entre os anos de 1986 e 2016 deve-se, principalmente, a conversão de áreas antes ocupadas pela classe Vegetação Arbórea/Arbustiva em áreas que passaram a ser ocupadas pelas classes Área Antropizada e Área Urbanizada.

Observando-se os dados das tabelas 3 e 4 percebe-se que a classe Área Antropizada apresentou oscilação espacial. No período compreendido entre os anos de 1986 e 2001, essa classe apresentou expansão territorial de 2,219 km² enquanto que, entre os anos de 2001 e 2016, esta classe apresentou redução espacial de 16,964 km² (tabela 4).

A mudança espaçotemporal da classe Área Antropizada está relacionada às mudanças ocorridas na estrutura fundiária do estado de Santa Catarina. Os dados apresentados na tabela 5 demonstram que, no estado de Santa Catarina, registrou-se o aumento da quantidade de estabelecimentos agropecuários, em todos os grupos de área, no período compreendido entre os anos de 1970 e 1985. Porém, a partir dos anos de 1990, verificou-se a redução da quantidade de estabelecimentos agropecuários existentes no estado.

A redução da quantidade de estabelecimentos agropecuários registrada no estado de Santa Catarina a partir dos anos de 1990 está associada à intensificação do processo de urbanização em andamento no estado (tabela 6). Esta intensificação do processo de urbanização também é verificada nos municípios que encontram-se inseridos, parcialmente ou totalmente, na bacia do rio Urussanga (tabela 7).

A conjugação dos fatores acima mencionados se reflete nos municípios drenados pela bacia hidrográfica do rio Urussanga, o que levou à redução espacial da classe Área Antropizada na bacia entre os anos de 1986 e 2016.

Durante todo o período de análise (1986 a 2016) constatou-se a expansão territorial da classe Área Urbanizada. Entre os anos de 1986 e 2001, as áreas urbanizadas apresentaram expansão territorial de 6,584 km². Entre os anos de 2001 e 2016, as áreas urbanizadas registraram expansão territorial de 14,352 km² (tabelas 3 e 4).

Esta tendência de expansão das áreas urbanizadas é corroborada pelos resultados obtidos nos trabalhos desenvolvidos por Seabra e Cruz (2013), Simbangala et al. (2015) e Silva et al. (2016).

Na bacia hidrográfica do rio Urussanga a expansão territorial das áreas urbanas está associada ao crescimento da população urbana nos municípios inseridos na bacia (tabela 7). Ressalta-se que, até a realização do Censo Demográfico de 2010, a população urbana do município de Içara englobava a população urbana do atual município de Balneário Rincão (emancipado no ano de 2003 e instalado apenas no ano de 2013).

Os dados das tabelas 3 e 4 mostram a redução da área da bacia hidrográfica do rio Urussanga ocupada pelas áreas mineradas pela atividade de extração de carvão mineral. Entre os anos de 1986 e 2001, a porção da bacia ocupada pelas áreas mineradas teve uma redução de 4,859 km². Já no período compreendido entre os anos de 2001 e 2016, a classe em questão apresentou redução espacial de 0,318 km².

Esta tendência de redução espacial das áreas mineradas pela atividade de extração de carvão mineral foi constatada no trabalho desenvolvido por Ladwig, Dagostim e Back (2018). Os autores mostram que as áreas degradadas com disposição de rejeito piritoso a céu aberto apresentaram redução espacial de 12,68 km² (ano de 1986) para 2,9 km² (ano de 2016) na Bacia Carbonífera. Essa redução espacial das áreas degradadas com disposição de rejeito piritoso a céu aberto na Bacia Carbonífera está relacionada à crise desencadeada pela desregulamentação do setor carbonífero promovida pelo Governo Federal em 1990. Outros fatores que contribuíram para que as áreas com disposição de rejeito piritoso apresentassem redução espacial foram o crescimento da conscientização ambiental, a organização de movimentos ambientalistas na sociedade catarinense e as ações desenvolvidas pela Ação Civil Pública do Carvão (LADWIG; DAGOSTIM; BACK, 2018).

Tabela 3 - Classes de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Urussanga

Classe de uso e cobertura da terra	1986 (ha)	1986 (km ²)	1986 (%)	2001 (ha)	2001 (km ²)	2001 (%)	2016 (ha)	2016 (km ²)	2016 (%)
Área Antropizada	30278,250	302,783	44,61	30500,168	305,002	44,89	28803,780	288,038	42,43
Área Urbanizada	2867,879	28,679	4,23	3526,284	35,263	5,19	4961,515	49,615	7,31
Vegetação Arbórea/Arbustiva	32490,270	324,903	47,87	32468,389	324,684	47,78	32033,880	320,339	47,19
Nuvem	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,580	0,506	0,07
Sombra	274,590	2,746	0,40	0,00	0,00	0,00	63,540	0,635	0,09
Área Minerada	807,840	8,078	1,19	321,930	3,219	0,47	290,160	2,902	0,43
Massa de água	257,007	2,570	0,38	270,457	2,705	0,40	910,214	9,102	1,34
Campo de Duna	891,094	8,911	1,31	863,763	8,638	1,27	768,579	7,686	1,13
Total	67866,930	678,669	100,00	67950,990	679,510	100,00	67882,249	678,822	100,00

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Tabela 4 - Mudança espaçotemporal das classes de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Urussanga

Classe de uso e cobertura da terra	1986 – 2001 (km ²)	2001 – 2016 (km ²)
Área Antropizada	2,219	-16,964
Vegetação Arbórea/Arbustiva	-0,219	-4,345
Área Urbanizada	6,584	14,352
Área Minerada	-4,859	-0,318
Massa de água	0,135	6,398
Campo de Duna	-0,273	-0,952
Sombra	N. D.	N. D.
Nuvem	N. D.	N. D.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Tabela 5 - Número de estabelecimentos (unidades) por grupos de área total em Santa Catarina

Período	Total	Menos de 10 ha	10 a menos de 100 ha	100 a menos de 1000 ha	1000 ha e mais
1970	207218	66074	132180	8477	468
1975	206505	69921	127931	8170	475
1980	216159	75724	130788	8856	624
1985	234973	91883	133536	8861	571
1995	203347	72462	122036	8231	508
2006	193668	69394	112445	7252	455

Fonte: IBGE, Censo Agropecuário 1920/2006.

Tabela 6 - Evolução da população de Santa Catarina

Período	População Urbana	(%)	População Rural	(%)	População Total
1950	362717	23,24	1197785	76,76	1560502
1960	695347	32,39	1451562	67,61	2146909
1970	1266709	43,23	1663702	56,77	2930411
1980	2201350	59,70	1486302	40,30	3687652
1991	3205600	70,64	1332648	29,36	4538248
2000	4211979	78,73	1137601	21,27	5349580
2010	5247913	83,99	1000523	16,01	6248436

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 1950/2010.

Tabela 7 - População Urbana e Taxa de Urbanização – bacia hidrográfica do Rio Urussanga

Município	1980		1991		2000		2010	
	PU	TU(%)	PU	TU(%)	PU	TU(%)	PU	TU(%)
Balneário Rincão	-	-	-	-	-	-	-	-
Criciúma	96368	87,13	132313	90,43	153049	89,81	189630	98,61
Cocal do Sul	-	-	-	-	11407	83,11	12696	83,75
Içara	12015	49,05	27367	71,84	39570	81,36	53913	91,64
Jaguaruna	7423	50,50	10114	54,89	10238	70,06	13198	76,33
Morro da Fumaça	4899	54,01	8752	70,73	11154	76,65	13863	85,97
Pedras Grandes	711	13,55	745	14,72	865	17,58	1261	30,70
Sangão	-	-	-	-	3624	44,59	4856	46,69
Treze de Maio	804	12,25	1199	19,34	1764	26,27	3401	49,46
Urussanga	9794	45,73	19203	64,26	10650	56,87	11405	56,40

Em que: PU – População Urbana e TU – Taxa de Urbanização

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 1950/2010.

No ano de 1993, o Ministério Público Federal propôs junto a Justiça Federal de Criciúma (SC) a Ação Civil Pública nº 93.8000.533-4. Tal ação, proposta em desfavor das empresas carboníferas, do Estado de Santa Catarina e da União Federal, objetivou promover a recuperação dos danos ambientais causados pela atividade de extração de carvão mineral na região Sul catarinense. No início do ano

2000, a Justiça Federal proferiu a sentença nº 2000.72.04.002543-9 que condenou os réus a apresentarem projetos voltados à recuperação ambiental da região que compõe a Bacia Carbonífera do Sul do estado de Santa Catarina (BRASIL, 2007; 2009; LADWIG; DAGOSTIM; BACK, 2018).

A execução do processo de recuperação ambiental conta com o apoio do Grupo Técnico de Assessoramento à Execução da Sentença (GTA) que elabora anualmente o Relatório de Monitoramento dos Indicadores Ambientais (BRASIL, 2016). Os dados apresentados neste relatório demonstram o avanço do processo de recuperação ambiental em andamento nas áreas impactadas pela mineração de carvão na bacia hidrográfica do rio Urussanga.

Dados constantes nos Relatórios de Monitoramento dos Indicadores Ambientais e no estudo de Ladwig, Dagostim e Back (2018) confirmam a redução espacial da classe Área Minerada na bacia hidrográfica do rio Urussanga verificada entre os anos de 1986 e 2016.

A análise dos dados das tabelas 3 e 4 evidenciam a expansão da área da bacia coberta por massa de água. Entre os anos de 1986 e 2001, essa classe apresentou uma expansão territorial de 0,135 km² e, entre os anos de 2001 e 2016, uma expansão territorial de 6,398 km².

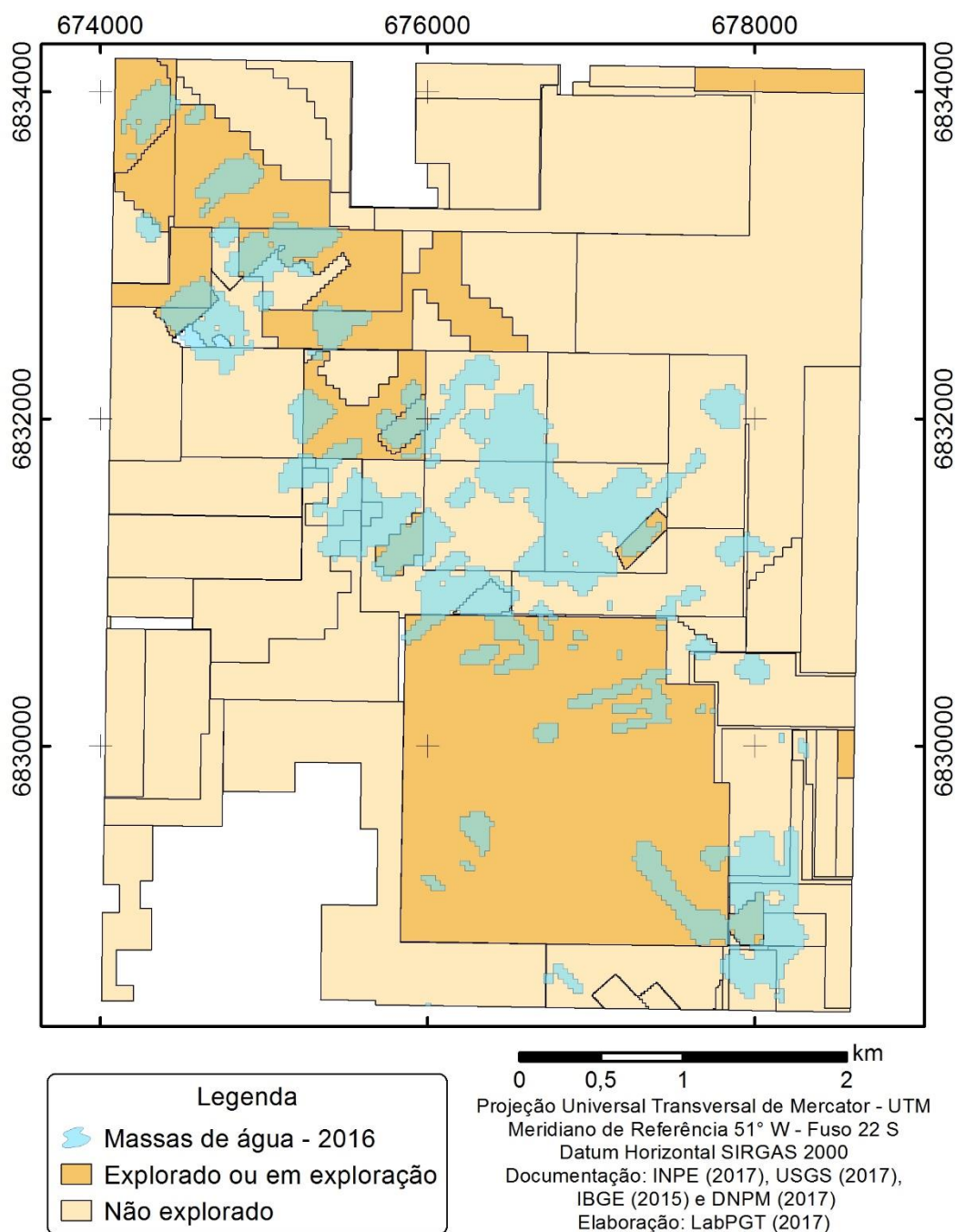
A expansão da área coberta por massa de água na bacia está diretamente correlacionada à expansão da área ocupada pela prática da rizicultura na bacia. Em Santa Catarina, o sistema de produção de arroz irrigado com o uso de sementes pré-germinadas vem sendo utilizado por agricultores do alto e do médio vale da bacia hidrográfica do rio Itajaí desde as primeiras décadas do século XX. Contudo, foi a partir dos anos de 1980 que este sistema de produção se disseminou no estado de Santa Catarina por meio do Programa de Aproveitamento Racional das Várzeas Irrigáveis – PROVÁRZEAS (EPAGRI, 2002; PRESA, 2011).

A disseminação deste sistema de cultivo de arroz, em Santa Catarina, ocasionou a expansão da rizicultura sobre as áreas de várzeas inseridas na bacia hidrográfica do rio Urussanga. Entre os meses de setembro e dezembro ocorre a semeadura do arroz pré-germinado na bacia, o que faz com que as quadras de arroz se encontrem alagadas. Nesse contexto, a expansão territorial da classe Massa de Água constatada na bacia hidrográfica do rio Urussanga entre os anos de 1986 e 2016 provavelmente está relacionada a este fato, pois as imagens orbitais utilizadas neste estudo foram captadas nos meses de outubro e novembro, período em que as quadras de arroz costumam estar alagadas.

A expansão da área da bacia coberta por massa de água também está relacionada à existência de cavas abertas no solo para a mineração de substâncias como a argila e a areia. A figura 3 mostra o recorte de uma área localizada no município de Morro da Fumaça. A extensão territorial desta área corresponde a 24,829 km². A porção desta área que já foi submetida ao processo de extração de substâncias minerais equivale a 6,469 km².

A análise da figura 3 mostra que várias porções da classe Massa de Água, mapeadas para o ano de 2016, encontram-se sobrepostas às áreas que já foram submetidas ao processo de extração de substâncias minerais. Nestas situações, a existência de massa de água no local representa cavas que foram abertas no solo para a extração de substâncias minerais e que, atualmente, encontram-se preenchidas com água.

Figura 3 - Recorte das áreas de mineração de argila, areia e/ou outras substâncias minerais - município de Morro da Fumaça/SC



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Ao longo do período analisado (1986 a 2016) a classe Campo de Duna apresentou redução espacial na bacia hidrográfica do rio Urussanga. Entre os anos de 1986 e 2001, esta classe apresentou redução territorial de 0,273 km². Já entre os anos de 2001 e 2016, a classe em questão apresentou nova redução espacial de 0,952 km² (tabelas 3 e 4).

Esta classe localiza-se no baixo vale da bacia hidrográfica do rio Urussanga e caracteriza-se por apresentar o relevo constituído por planícies que apresentam praias arenosas e dunas que fazem parte da unidade geomorfológica Planície

Litorânea (ADAMI; CUNHA, 2014). Nesse sentido, destaca-se que a classe em questão abrange tanto as dunas quanto a faixa de areia das praias inseridas na bacia, correspondendo a um ambiente bastante dinâmico e que apresenta grande suscetibilidade à ação das correntes marítimas e do fluxo diário das marés. Esta conjunção de fatores pode ter exercido influência direta nos resultados obtidos no processamento digital de imagens.

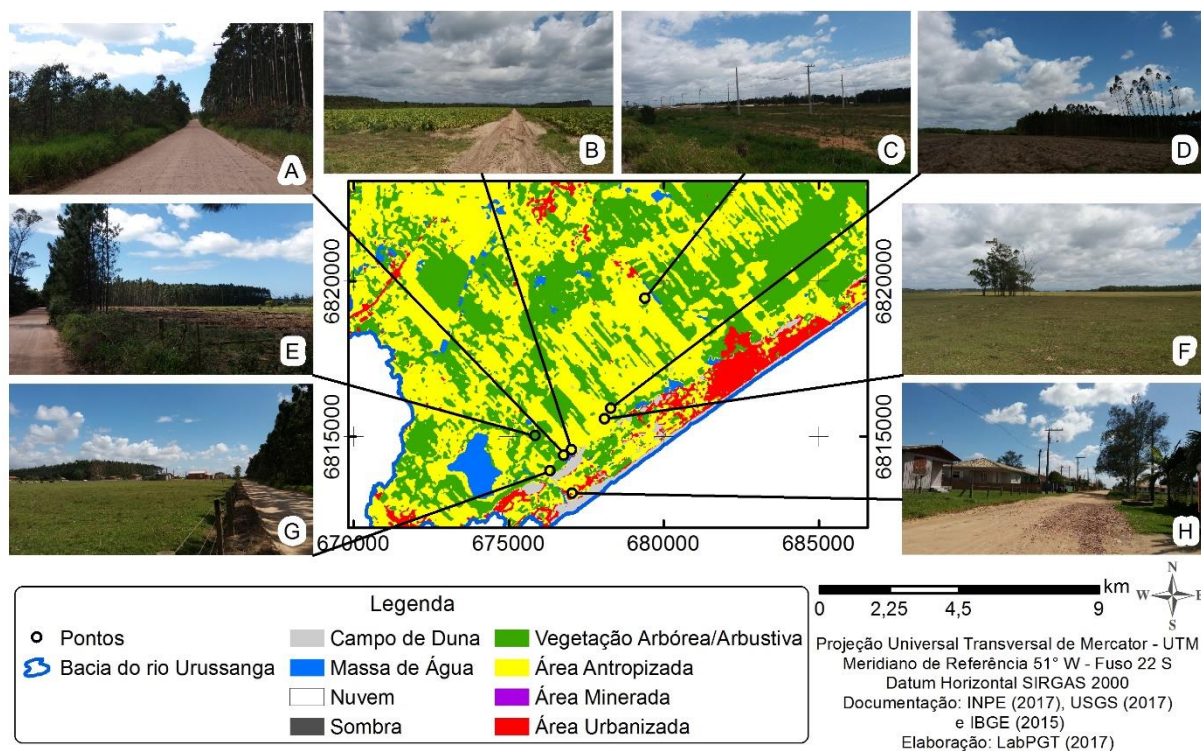
O processo de redução espacial da classe Campo de Duna é resultado da conversão de áreas pertencentes à classe em questão em outras classes de uso e cobertura da terra, dentre as quais estão as classes Vegetação Arbórea/Arbustiva, Área Urbanizada e Área Antropizada (figuras 4A, 4B, 4C, 4D, 4E, 4F, 4G e 4H).

Segundo Santa Catarina (2008), a partir do final dos anos de 1980 a faixa litorânea catarinense foi submetida a um processo de urbanização que ocorreu de forma desordenada. Tal fato deflagrou uma série de impactos ambientais sobre os ecossistemas costeiros como a ocupação desordenada do solo; a destruição de ecossistemas como áreas de mangue, restingas e dunas; etc. Estes impactos ambientais estão presentes na bacia hidrográfica do rio Urussanga (figuras 4A, 4B, 4D, 4E, 4F, 4G e 4H). A intensificação do processo de urbanização da faixa litorânea também foi verificada por Seabra e Cruz (2013) ao analisar a dinâmica da paisagem na bacia hidrográfica do rio São João, estado do Rio de Janeiro.

A conversão da classe Campo de Duna em áreas ocupadas pela classe Vegetação Arbórea/Arbustiva pode estar relacionada ao desenvolvimento das atividades de reflorestamento e silvicultura nessa porção da bacia (figuras 4A, 4D, 4E e 4F). A prática das atividades de reflorestamento e silvicultura na bacia hidrográfica do rio Urussanga está relacionada ao fato de que os municípios inseridos na bacia apresentam áreas nas quais a aptidão de uso das terras para o desenvolvimento das atividades de reflorestamento e silvicultura varia de regular até boa (THOMÉ et al., 1999).

A classe Sombra foi mapeada na imagem referente ao ano de 1986, com área total de 2,746 km² (tabela 3). Na imagem referente ao ano de 2016 a classe em questão voltou a ser mapeada, compreendendo uma área total de 0,635 km² (tabela 3). A classe Nuvem foi mapeada apenas na imagem referente ao ano de 2016, com área total de 0,506 km² (tabela 3).

Figura 4 - Pontos de amostragem das classes de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Urussanga



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Considerações Finais

A análise dos resultados do estudo mostrou que a redução espacial da classe Vegetação Arbórea/Arbustiva na bacia hidrográfica do rio Urussanga está relacionada à conversão da cobertura florestal em outras classes de uso e cobertura da terra, especialmente as classes Área Urbanizada e Área Antropizada.

A redução espacial da classe Campo de Duna resulta da conversão de áreas antes pertencentes a esta classe em áreas ocupadas pelas classes: Área Urbanizada, Área Antropizada e Vegetação Arbórea/Arbustiva.

A redução espacial da classe Área Minerada foi promovida pelos seguintes fatores: avanço do processo de recuperação ambiental em andamento nessas áreas; crise provocada pela desregulamentação do setor carbonífero promovida pelo Governo Federal em 1990; crescimento da conscientização ambiental e a organização de movimentos ambientalistas na sociedade catarinense.

A expansão territorial das áreas urbanizadas na bacia resulta da intensificação do processo de urbanização nos municípios drenados pela bacia do rio Urussanga a partir dos anos de 1980.

A expansão territorial da classe Massa de Água verificada na bacia resulta de dois fatores principais: o desenvolvimento da atividade de rizicultura na bacia a partir dos anos de 1980 e a realização de cavas no solo para a extração mineral (areia, argila, etc.).

A oscilação espacial da classe Área Antropizada resultou das mudanças ocorridas na estrutura fundiária do estado de Santa Catarina e da intensificação do processo de urbanização nos municípios que se encontram inseridos na bacia hidrográfica do rio Urussanga a partir de meados dos anos de 1980.

Todo este processo de mudança espaçotemporal das classes de uso e cobertura da terra resulta do histórico de ocupação do espaço geográfico da bacia hidrográfica do rio Urussanga. O processo de ocupação territorial e desenvolvimento econômico implantado na bacia modificaram os seus aspectos físicos.

REFERÊNCIAS

- ADAMI, R. M.; CUNHA, Y. M. **Caderno do educador ambiental das bacias dos rios Araranguá e Urussanga**. 2.ed. Blumenau: Fundação Agência da Água do Vale do Itajaí, 2014.
- BRASIL. Justiça Federal. 1ª Vara Federal de Criciúma, SC. Processo nº 2000.72.04.002543-9. Autor: Ministério Público Federal. Réu: Nova Próspera Mineração S.A. e outros. Recuperação dos passivos ambientais decorrentes da mineração de carvão no sul do Estado de Santa Catarina. **Primeiro relatório de monitoramento dos indicadores ambientais**. Criciúma, 2007.
- BRASIL. Justiça Federal. 1ª Vara Federal de Criciúma, SC. Processo nº 2000.72.04.002543-9. Autor: Ministério Público Federal. Réu: Nova Próspera Mineração S.A. e outros. Recuperação dos passivos ambientais decorrentes da mineração de carvão no sul do Estado de Santa Catarina. **Terceiro relatório de monitoramento dos indicadores ambientais**. Criciúma, 2009.
- BRASIL. Justiça Federal. 1ª Vara Federal de Criciúma, SC. Processo nº 2000.72.04.002543-9. Autor: Ministério Público Federal. Réu: Nova Próspera Mineração S.A. e outros. Recuperação dos passivos ambientais decorrentes da mineração de carvão no sul do Estado de Santa Catarina. **Décimo relatório de monitoramento dos indicadores ambientais**. Criciúma, 2016.
- CONGALTON, R.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.
- CONGALTON, R.G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment**, v.37, p.35-46, 1991. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257\(91\)90048-B](http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257(91)90048-B)>. Acesso em: 03 abr. 2020.
- CONGALTON, Russell G.; GREEN, Kass. **Assessing the accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices**. 2. ed. New York: Crc Press, 2008. 183 p.

COUTINHO, L. M.; ZANETTI, S. S.; CECÍLIO, R. A.; GARCIA, G. O.; XAVIER, A. C. Usos da Terra e Áreas de Preservação Permanente (APP) na Bacia do Rio da Prata, Castelo-ES. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 4, p. 425-434, out./dez 2013.

DE CONTO, D.; DIAS, A. O.; PEREIRA, J. L.; LADWIG, N. I.; MENEGASSO, J. D. Análise temporal da cobertura arbórea/arbustiva da bacia hidrográfica do Rio Urussanga – SC. In: **ANAIS DO 2º CONGRESSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL DO SUL DO BRASIL**, 16 e 17 de novembro de 2017, Lages: UDESC, 2017, s. p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. DNPM. **Cadastro Mineiro**. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/assuntos/ao-minerador/cadastro-mineiro>>. Acesso em: 13 out. 2017.

DIAS, A. de O. **Degradação ambiental da bacia do Alto Vale do Rio Linha Anta - Criciúma/SC no período de 1950 – 2007**. 2008. Monografia (Especialização em Geografia com Ênfase em Estudos Regionais) – Curso de pós-graduação Especialização em Geografia com Ênfase em Estudos Regionais, Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, Criciúma.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Sistema de Produção e Informação, 1992.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA S. A. – EPAGRI. **Arroz irrigado: sistema pré-germinado**. Florianópolis: EPAGRI, 2002.

GIREE, N.; STEHMAN, S. V.; POTAPOV, P.; HANSEN, M. C. A Sample-Based Forest Monitoring Strategy Using Landsat, AVHRR and MODIS Data to Estimate Gross Forest Cover Loss in Malaysia between 1990 and 2005. **Remote Sensing**, n. 5, p. 1842-1855, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 1920/2006**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/263>>. Acesso em: 12 out. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1288>>. Acesso em: 12 out. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 1950/2010**. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=6&op=1&vcodigo=CD91&t=populacao-situacao-domicilio-populacao-presente-residente>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

LADWIG, N. I.; DAGOSTIM, V.; BACK, A. J. Análise da paisagem da região carbonífera do Estado de Santa Catarina, Brasil, realizada com imagens de satélite. **Revista Raega**, Curitiba, v. 43, p. 93-107, Fev/2018.

LEITE, M. E.; FERREIRA, M. F. F. Análise Espaço-Temporal do Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Tabuas, Norte de Minas Gerais, com Aplicação das Geotecnologias. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife/PE, v. 06, n. 02, p. 184-194, 2013.

- LIMA, G. C.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; SILVA, M. A.; OLIVEIRA, A. H.; AVANZI, J. C.; UMMUS, M. E. Avaliação da cobertura vegetal pelo índice de vegetação por diferença normalizada (IVDN). **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 8, n. 2, p. 204-214, 2013.
- LOURENÇO, R. W.; CUNHA E SILVA, D. C.; SALES, J. C. A. Elaboração de uma metodologia de avaliação de fragmentos de remanescentes florestais como ferramenta de gestão e planejamento ambiental. **Revista Ambiência**, Guarapuava (PR), v. 10, n. 3, p. 685-698, Set/Dez. 2014.
- MANGABEIRA, J. A. C.; AZEVEDO, E. C.; LAMPARELLI, R. A. C. Avaliação do levantamento do uso das terras por imagens de satélite de alta e média resolução espacial. **Comunicado técnico 11**. Campinas (SP): EMBRAPA, 2003.
- PONCIANO, T. A; FARIA, K. M; SIQUEIRA, M. N; CASTRO, S. S. Fragmentação da cobertura vegetal e estado das Áreas de Preservação Permanente de canais de drenagem no Município de Mineiros, Estado de Goiás. **Revista Ambiência**, Guarapuava-PR, v. 11, n. 3, p. 545-561, set./dez. 2015.
- PRESA, J. B. **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. Dissertação (Mestrado em História) - Programa de Pós-Graduação em História, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis.
- RESCK, B. C. **Avaliação de diferentes métodos de classificação de imagem IKONOS para mapeamento do uso e cobertura terrestre**. 2009. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa.
- SAITO, N. S.; MOREIRA, M. A.; SANTOS, A. R.; EUGENIO, F. C.; FIGUEIREDO, Á. C. Geotecnologia e Ecologia da Paisagem no Monitoramento da Fragmentação Florestal. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 2, p. 201–210, abr./jun. 2016.
- SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Educação. Secretaria de Estado do Planejamento. **Conhecendo Santa Catarina**. Florianópolis: 2008.
- SEABRA, V. da S.; CRUZ, C. M. Mapeamento da dinâmica da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do rio São João, RJ. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia (MG), v. 25, n. 2, p. 411-426, mai/ago/2013.
- SILVA, J. S.; SILVA, R. M. da.; SILVA, A. M. Mudanças do uso e ocupação do solo e degradação eco-ambiental usando imagens orbitais: o estudo de caso da bacia do rio Bacanga, São Luís (MA). **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife/PE, v. 09, n. 01, p. 265-279, 2016.
- SIMBANGALA, M. S.; CÁMARA, B. L. C.; VILLANUEVA, L. C.; MARTÍNEZ, Ó. F.; TORRES, D. V.; MAYO, R. R.; HERNÁNDEZ, M. E. O. Using object-oriented image analysis to map and monitor land cover change in the Region Costa Maya, México: 1993-2010. **Revista Investigaciones Geográficas**, Chile, n. 50, p. 33-50, 2015.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO – SOSBAI. XXIX Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado. **Arroz Irrigado: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil**. Itajaí, SC: SOSBAI, 2012.
- SOUSA, D. G.; MINCATO, R. L.; KAWAKUBO, F. S. Análise multitemporal do uso da terra utilizando imagens Landsat-5 TM da região de Alfenas, Sul de Minas Gerais, visando a conservação de fragmentos florestais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife/PE, v. 08, n. 05, p. 1482-1492, 2015.

SOUZA, C. G.; ZANELLA, L.; BORÉM, R. A. T.; CARVALHO, L. M. T.; ALVES, H. M. R.; VOLPATO, M. M. L. Análise da fragmentação florestal da Área de Proteção Ambiental Coqueiral, Coqueiral – MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 631-644, jul.-set. 2014.

SOUZA JR, C. M.; SIQUEIRA, J. V.; SALES, M. H.; FONSECA, A. V.; RIBEIRO, J. G.; NUMATA, I.; COCHRANE, M. A.; BARBER, C. P.; ROBERTS, D. A.; BARLOW, J. Ten-Year Landsat Classification of Deforestation and Forest Degradation in the Brazilian Amazon. **Remote Sensing**, n. 5, p. 5493-5513, 2013.

THOMÉ, V. M. R.; ZAMPIERI, S. L.; BRAGA, H. J.; PANDOLFO, C.; SILVA JÚNIOR, V. P.; BACIC, I. L. Z.; LAUS NETO, J. A.; SOLDATELI, D.; GEBLER, E. F.; DALLE ORE, J. A.; ECHEVERRIA, L. C. R.; RAMOS, M. G.; CAVALHEIRO, C. N. R.; DEEKE, M.; MATTOS, J. F.; SUSKI, P. P. **Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 1999, v. 1000. CD-ROOM.

TREIN, H. A. **A implicação antrópica na qualidade dos Recursos Hídricos subterrâneos da bacia hidrográfica do rio Urussanga – SC**. 2008. Tese de Doutorado (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

NOTAS DE AUTOR

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Adriano de Oliveira Dias - Coleta de dados, Análise de dados, Participação ativa da discussão dos resultados, Elaboração do manuscrito.

Nilzo Ivo Ladwig –Orientação; Revisão e aprovação da versão final do trabalho.

Darlei De Conto – Elaboração dos mapas temáticos.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Este artigo está licenciado sob a [Licença Creative Commons CC-BY-NC](#). Com essa licença você pode compartilhar, adaptar, criar para qualquer fim, sem uso comercial e desde que atribua a autoria da obra.

HISTÓRICO

Recebido em: 03-06-2019

Aprovado em: 09-04-2020