



SUMÁRIO

34764 - ANÁLISE TEMPORAL DO USO E COBERTURA ARBÓREA/ARBUSTIVA E DAS ÁREAS URBANIZADAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO URUSSANGA – SC
Danlei De Conto¹, Adriano de Oliveira Dias², Vanessa dos Santos Dagostim³, Nilzo Ivo Ladwig⁴2

Trabalho completo de pesquisa

34764 - ANÁLISE TEMPORAL DO USO E COBERTURA ARBÓREA/ARBUSTIVA E DAS ÁREAS URBANIZADAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO URUSSANGA – SC

Danrlei De Conto¹, Adriano de Oliveira Dias², Vanessa dos Santos Dagostim³, Nilzo Ivo Ladwig⁴

¹Aluno de Graduação em Engenharia de Agrimensura, UNESC.

²Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, UNESC

³Engenheira Agrimensora, UNESC

⁴Docente no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, UNESC - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, Brasil.

A ocupação do território brasileiro ocorreu através de um intenso processo de exploração econômica dos recursos naturais, o que desencadeou o surgimento de problemas ambientais diversos, dentre os quais destaca-se o processo de fragmentação da cobertura florestal nativa, verificado em diferentes regiões do país. A fragmentação da cobertura florestal provém da conversão das áreas cobertas por florestas nativas em áreas de exploração agrícola e/ou mineral, bem como em áreas urbanizadas. A bacia hidrográfica do rio Urussanga também foi afetada por este processo, sendo assim o estudo tem como objetivo avaliar a variação temporal da cobertura arbórea/arbustiva e das áreas urbanizadas na bacia, identificando os conflitos resultantes da relação entre estas duas classes de uso e cobertura da terra. O intuito deste trabalho é contribuir para a promoção do processo de planejamento e gestão territorial integrada da bacia hidrográfica do rio Urussanga. Para realização do trabalho foram utilizadas imagens do sistema sensor Landsat, trabalhadas com técnicas de geoprocessamento. O processamento digital de imagens e o sistema geográfico de informações foram utilizadas como geotecnologia para a execução dos procedimentos metodológicos. Desse modo, foi possível obter informações e analisar a dinâmica espacial do uso e cobertura da terra em 1986 e 2016. Os resultados da pesquisa demonstram que a classe vegetação arbórea/arbustiva apresentou redução em sua área total na bacia hidrográfica do rio Urussanga. Ao mesmo tempo, verificou-se a expansão das áreas urbanizadas na bacia. Aliado a isso, observou-se a ocorrência de um processo de conversão da classe vegetação arbórea/arbustiva em áreas urbanizadas.

Palavras-chave: Gestão territorial, geoprocessamento, sensoriamento remoto.

Fonte financiadora: PIBIC/UNESC

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, a ocupação do território brasileiro foi realizada por meio de um intenso processo de exploração econômica dos recursos naturais (COUTINHO et al., 2013; FIGUEIREDO, 2016). O desenvolvimento de atividades agropecuárias, de extração mineral e o processo de urbanização promoveram a supressão da cobertura florestal



nativa em diferentes áreas do território brasileiro (COUTINHO et al., 2013). Neste sentido, Figueiredo (2016) ressalta que a grande extensão do território brasileiro e da fronteira econômica a ser explorada favoreceram o processo de destruição ambiental enquanto prática central dos colonizadores portugueses.

No Brasil, o processo de urbanização iniciou-se com certo atraso quando comparado à urbanização ocorrida nos países europeus. Maricato (2001) destaca que o processo de urbanização brasileiro começa a se consolidar a partir da virada do século XIX e das primeiras décadas do século XX. Conforme a autora, neste período, iniciou-se no Brasil várias reformas urbanas que envolveram obras de saneamento básico e de embelezamento paisagístico, dentre outras medidas. Ressaltando que as parcelas da população que eram excluídas deste processo foram expulsas para os morros e franjas das cidades, consolidando um processo de segregação territorial que caracteriza o espaço urbano de muitas cidades brasileiras até os dias atuais.

A partir da década de 1930, a intensificação do processo de industrialização brasileiro começou a atrair para as cidades grandes contingentes populacionais, o que acelerou o processo de urbanização. A partir da segunda metade do século XX, várias cidades brasileiras passam por um intenso processo de urbanização que ocorre de forma desordenada. Muitas cidades brasileiras passam a se defrontar com o intenso crescimento populacional, a falta de infraestrutura urbana adequada e a ocupação desordenada do espaço urbano (MARICATO, 2001; SPÓSITO, 2002; DIAS, 2008).

Como resultado deste processo de urbanização desordenado, tem-se o surgimento de uma "[...] série de problemas urbanos, como falta de moradia, desemprego, violência, destruição dos recursos naturais, etc." (SPÓSITO, 2002, p. 70). Neste sentido, Maricato (2001, p. 39), ressalta que "[...] o processo de urbanização brasileiro se apresenta como uma máquina de produzir favelas e agredir o meio ambiente".

Todo este processo de desenvolvimento econômico e de ocupação do território brasileiro resultou em problemas ambientais diversos, tais como o comprometimento da quantidade e da qualidade dos recursos hídricos, o aumento dos processos erosivos e a fragmentação da cobertura florestal (COUTINHO et al., 2013; LIMA et al., 2013; SOUZA et al., 2014). Neste contexto, o bioma Mata Atlântica foi intensamente impactado pelo processo de fragmentação florestal (SOUZA et al., 2014; LOURENÇO et al., 2014; SOUSA; MINCATO; KAWAKUBO, 2015).



O processo de fragmentação florestal traz consequências como o aumento nos efeitos de borda, a perda de biodiversidade, o isolamento das formações vegetais, dentre outros (SOUZA et al., 2014; SOUSA; MINCATO; KAWAKUBO, 2015). Este processo de fragmentação dos habitats naturais constitui-se em um dos principais vetores de pressão sobre os ambientes terrestres (FAHRIG, 2003; FISCHER; LINDENMAYER, 2007; LOURENÇO et al., 2014).

Neste contexto, na última década, tem se observado a intensificação dos estudos voltados ao monitoramento dos recursos naturais e às alterações ocorridas sobre as paisagens terrestres nos mais diversos países e/ou áreas do planeta. Neste sentido, Seabra e Cruz (2013) destacam a importância dos mapeamentos relacionados às mudanças ocorridas na paisagem. Os autores argumentam que a compreensão das modificações realizadas pelo homem sobre o espaço geográfico é de extrema relevância, pois as ações empreendidas pela sociedade humana no passado influenciam a caracterização do espaço geográfico no presente. Tal aspecto garante "[...] aos mapeamentos de cobertura e uso da terra uma significativa importância quando necessitamos realizar estudos voltados para a compreensão da paisagem." (SEABRA; CRUZ, 2013, p. 412).

Nas últimas duas décadas, os processos de mapeamento e de monitoramento das alterações ocorridas no uso e cobertura da terra têm sido favorecidos pelo uso das geotecnologias (GIREE et al., 2013; LIMA et al., 2013; LEITE; FERREIRA, 2013; LOURENÇO et al., 2014; PONCIANO et al., 2015; SOUSA; MINCATO; KAWAKUBO, 2015). O uso das geotecnologias permitiu um avanço significativo em termos de análise espacial à medida que propiciam a geração de informações espaciais, de análises temporais, de diagnósticos e de prognósticos, os quais permitem o monitoramento integrado dos recursos naturais em escalas geográficas diversas, tais como as bacias hidrográficas (LEITE; FERREIRA, 2013).

Em obra que discute as perspectivas para a integração de dados e uso de sistemas geográfico de informação e da ecologia de paisagens para a tomada de decisão para a conservação e recuperação da biodiversidade da Mata Atlântica brasileira, Cunha et al. (2013, p. 206) destacam que:

[...] o planejamento e a implementação de ações voltadas para compatibilizar o desenvolvimento econômico e conversão das paisagens com a preservação de



espécies e ecossistemas e valores culturais deve ser apoiada por sistemas de informação geográfica, na dimensão espacial. Esta abordagem facilita a integração e análise de dados de diferentes temas e a utilização por diversos atores. [...]

Cunha et al. (2013) argumentam que o planejamento territorial construído de forma participativa, por meio do envolvimento de diferentes setores da sociedade, abre perspectivas para que as ações planejadas, coletivamente, tenham maiores chances de serem implementadas. Segundo os autores, este planejamento participativo, que busca compatibilizar as demandas dos diferentes atores sociais - os interessados na conservação da biodiversidade e os interessados na exploração econômica dos recursos naturais existentes no bioma Mata Atlântica - possui boas chances de obter sucesso, pois há uma tendência de que todos os atores envolvidos se comprometam com o cumprimento dos objetivos e das metas traçadas no respectivo planejamento.

Sob esta conjuntura o estudo tem por objetivo avaliar a variação temporal da cobertura arbórea/arbustiva e das áreas urbanizadas na bacia hidrográfica do rio Urussanga, identificando os conflitos resultantes da relação entre estas duas classes de uso e cobertura da terra. O intuito deste trabalho é contribuir para a promoção do processo de planejamento e gestão territorial integrada da bacia hidrográfica do rio Urussanga.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Meneses (2012) o sensoriamento remoto dentre as tecnologias de coleta de dados para monitoramento de recursos terrestre é uma das mais bem-sucedidas. Salaria ainda que essa tecnologia se desenvolveu de forma acelerada nas últimas décadas devido à revolução nos meios de observação da Terra em escala global e periódica e na rapidez no monitoramento das dinâmicas e das mudanças das feições terrestres. “Um dos principais objetivos do sensoriamento remoto é o de distinguir entre e identificar as composições de diferentes materiais superficiais, sejam eles tipos de vegetação, padrões de uso do solo, rochas e outros” (CRÓSTA, 1992, p. 107).

De acordo com o Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite-CNPMS (2013) na segunda metade da década de 1960 a Agência Espacial Americana deu início a missão denominada Earth Resources Technology Satellite (ERTS), que mais



tarde passou a se chamar Landsat. Essa missão teve como objetivo exclusivo a observação dos recursos naturais terrestres.

Em 1984 entrava em órbita o satélite Landsat-5, equipado com os sensores MSS (Multispectral Scanner System) e o sensor TM (Thematic Mapper), este projetado para apoiar pesquisas de diversas áreas temáticas, porém especializado em recursos naturais. Em 1995 o sensor MSS do Landsat-5 parou de enviar dados, já o sensor TM continuou em atividade até novembro de 2011, chegando a 28 anos em operação (CNPMS, 2013).

Em 11 de fevereiro de 2013 foi lançado o satélite LDCM (Landsat Data Continuity Mission), também chamado de Landsat-8. Esse satélite foi equipado com o sensor TIRS (Thermal Infrared Sensor) e o sensor OLI (Operational Land Imager) que dá continuidade aos produtos obtidos pelos sensores TM e ETM+, além de incluir uma banda espectral para estudo de áreas costeiras e uma banda espectral para detecção de nuvens do tipo cirrus (CNPMS, 2013).

Geoprocessamento segundo Moura (2014), consiste no processamento de dados georreferenciados de forma a gerar algum avanço na representação do espaço geográfico. Desse modo, geoprocessamento não se limita apenas à representação, mas a proporcionar um novo olhar sobre o espaço, sendo possível um ganho de conhecimento. O geoprocessamento engloba o processamento digital de imagens, a cartografia digital e os sistemas geográficos de informação.

O processamento digital de imagens de sensoriamento remoto trata especificamente das técnicas utilizadas para identificar, extrair, condensar e realçar informações de interesse para determinados fins (CRÓSTA, 1992).

Olaya (2014) salienta que o processo de segmentação se destina a dividir a imagem em regiões, baseando-se em critérios de homogeneidade e heterogeneidade. Assim, esse procedimento separa a imagem em partes com base em seus valores, permitindo realizar de forma mais fácil outras operações. Dessa forma a segmentação resulta em uma imagem de menor complexidade, porém mais útil.

Meneses e Sano (2012) afirmam que a classificação de imagens espectrais consiste em associar cada pixel da imagem a uma classe, dentre um número finito de classes que representam o mundo real, baseando-se nos níveis digitais. Assim, quando



um pixel satisfaz certos critérios, geralmente avaliados estatisticamente, ele é atribuído para a classe que atende os critérios estabelecidos.

Moura (2014) define os sistemas geográficos de informação como sistemas capazes de processar informação espacial, sendo responsáveis pela aquisição, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados georreferenciados. Já a cartografia digital compreende a automação de projetos, captação, organização e desenho de mapas.

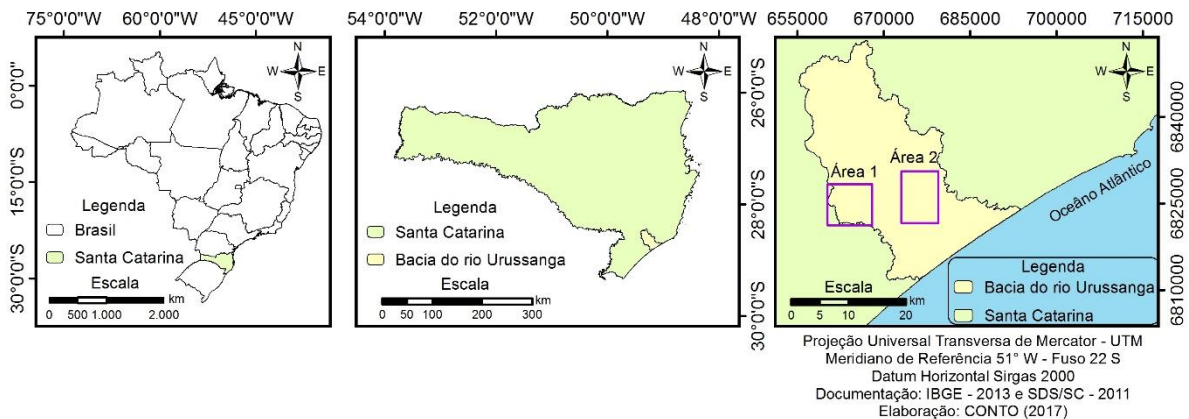
3 METODOLOGIA

A bacia hidrográfica do rio Urussanga está localizada na região Sul do estado de Santa Catarina, entre as coordenadas geográficas $28^{\circ}26'09''S$, $49^{\circ}24'50''W$ e $28^{\circ}48'37''S$, $49^{\circ}00'57''W$ (Figura 1). Possui área total de $679,68 \text{ km}^2$ e segundo a classificação de Köppen, o clima local é do grupo C mesotérmico, com temperaturas do mês mais frio abaixo de 18°C e acima de 3°C . Pertence ao tipo úmido (f) sem estação seca definida, subtipo de verão quente (a) - Cfa (SANTA CATARINA, 2008).

A temperatura média anual varia de $17,0$ a $19,3^{\circ}\text{C}$. A temperatura média das máximas varia de $23,4$ a $25,9^{\circ}\text{C}$ e das mínimas de $12,0$ a $15,1^{\circ}\text{C}$ (BACK, 2009). A precipitação pluviométrica média anual na região é de $1576,9 \text{ mm}$ (ANA, 2016). O relevo local é composto pelas unidades geomorfológicas Serra do Tabuleiro, Depressão da Zona Carbonífera Catarinense, Patamares da Serra Geral, Planície Colúvio-Aluvionar e Planície Litorânea (ADAMI; CUNHA, 2014).

Estas unidades geomorfológicas foram esculpidas sobre uma base geológica diversificada, constituída pelas unidades litoestratigráficas Suíte Intrusiva Pedras Grandes, Formação Rio do Sul, Formação Rio Bonito, Formação Palermo, Formação Irati, Formação Serra Alta, Formação Serra Geral, Sedimentos Continentais e Sedimentos Marinhos (ADAMI; CUNHA, 2014).

Figura 1 – Mapa temático de localização da área de estudo.



Fonte: Autores, 2017.

Os solos que predominam na bacia são os Argissolos e Cambissolos, sendo encontrados em menor área Gleissolos, Organossolos, Neossolos Quartzarênicos e Dunas (ADAMI; CUNHA, 2014; EMBRAPA, 1992). Com relação a vegetação encontrada na bacia, esta é classificada como Floresta Ombrófila Densa (Formação Montana, Formação Submontana e Formação das Terras Baixas) e Áreas das Formações Pioneiras (Restingas) (IBGE, 2012).

Foram utilizadas neste estudo imagens do sistema Landsat 5, sensor Thematic Mapper - TM de 06/10/1986 e 25/10/2001, órbita/ponto 220/80 e imagens do sistema Landsat 8, sensor Operational Land Imager - OLI de 19/11/2016, órbita/ponto 220/80 obtidas no catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE e no site *United States Geological Survey* – USGS.

Todas as imagens utilizadas possuem resolução espacial de 30 metros. A escolha das imagens obedeceu aos seguintes critérios: baixa cobertura de nuvens; mesma resolução espacial; maior distribuição temporal possível; pertencer a mesma estação do ano. Para realizar a classificação utilizou-se as bandas do infravermelho próximo, vermelho e verde, correspondendo as bandas 4/3/2 do sensor TM e as bandas 5/4/3 do sensor OLI. Para realizar o processamento das imagens usou-se os softwares ArcGis 10.3.1, IDRISI Selva e QGIS 2.10.1.

De início, percebeu-se que as imagens dos anos de 1986 e de 2001, obtidas no catálogo de imagens do INPE possuíam deslocamento espacial, para corrigi-lo foi realizado o registro das imagens por meio do menu *Georeferencing* do software ArcGis, utilizando como referência espacial as imagens do ano de 2016 e o arquivo vetorial do

limite da bacia hidrográfica. Estas imagens estavam inicialmente no Datum WGS 84, coordenadas UTM, fuso 22 Sul e foram reprojadas para o Datum SIRGAS 2000, coordenadas UTM, fuso 22 Sul. Já as imagens do ano de 2016, obtidas junto ao USGS se encontravam no Datum WGS 84, coordenadas UTM, fuso 22 Norte, sendo assim também reprojadas para o Datum SIRGAS 2000, coordenadas UTM, fuso 22 Sul.

Em seguida, com o uso da ferramenta *clip* do software ArcGIS, foi realizado o recorte da área de estudo para todas as imagens selecionadas. Para padronizar as imagens das três datas, foi necessário realizar a conversão das imagens do ano de 2016, de 16 bits para 8 bits, a mesma resolução radiométrica das demais imagens neste processo foi utilizada a ferramenta *gdal_translate*.

Procedeu-se então a importação das imagens no *software* IDRISI Selva, onde percebeu-se que as imagens apresentavam baixo contraste, isso pode ser evidenciado pela análise do histograma das mesmas. Conforme Crósta (1992), este problema geralmente está relacionado a questões como a presença de nebulosidade na imagem, baixa iluminação solar, problemas do sensor imageador. Realizou-se então o melhoramento de contraste, que permitiu uma melhor diferenciação das classes de uso e ocupação da terra por meio de composição colorida falsa-cor.

Para a execução da classificação foram estabelecidas oito classes: vegetação arbórea/arbustiva (florestas secundárias e plantios comerciais), área urbanizada, área antropizada (áreas agriculturáveis e de pecuária, vazios urbanos), massas de água, área minerada, campo de duna, área de sombra e cobertura de nuvem. Na análise espacial foram priorizadas as classes de vegetação arbórea/arbustiva e área urbanizada.

Para coletar as amostras de treinamento, foi realizada segmentação das imagens utilizando como base uma composição colorida falsa-cor (bandas 4/3/2 para o sensor TM e as bandas 5/4/3 para o sensor OLI). Para isso, foi utilizado um índice de similaridade igual a 1 e janela de varredura 3x3. A coleta das áreas de treinamento teve então como base os segmentos gerados. Os segmentos amostrados foram utilizados para gerar o arquivo de assinatura das classes de uso e ocupação da terra.

Foi realizada classificação pixel a pixel por meio do algoritmo de classificação supervisionada Máxima Verossimilhança – MAXVER. Este método leva em consideração a ponderação das distâncias das médias e utiliza parâmetros estatísticos para determinar as classes de uso da terra (CRÓSTA, 1992).



Para minimizar conflitos existentes nas imagens classificadas, foi executada a aplicação de um filtro de mediana com janela 3x3. Neste procedimento, “[...] o pixel central da máscara é substituído pela mediana dos seus vizinhos. [...]” (CRÓSTA, 1992, p. 83).

Mesmo após a aplicação do filtro, houve a permanência de conflito entre as classes: área minerada e área antropizada. Este conflito se deve à similaridade da resposta espectral existente entre as classes área minerada e área antropizada. Neste caso, o conflito se dá devido ao fato de que os solos propícios à atividade de rizicultura (compreendida na classe área antropizada) apresenta resposta espectral semelhante às áreas de extração de carvão mineral (compreendida na classe área minerada). A concentração do conflito se dá no médio e baixo curso do rio Urussanga na bacia, onde é desenvolvida a rizicultura. Para solucionar o conflito optou-se pelos seguintes procedimentos:

a) Criação de uma máscara para eliminar o conflito em questão, na qual foi atribuído o valor 0 (zero) para as áreas sem conflito e valor 10 (dez) para as áreas com presença de conflito. Este procedimento utilizou como critério as formações litológicas existentes na bacia – foram então criadas duas grandes áreas: uma constituída por litologias que possam apresentar disposição de rejeitos piritosos decorrentes da extração de carvão mineral em superfície, bem como áreas de deposição de rejeitos piritosos provenientes da lavra realizada em minas subterrâneas e outra constituída por litologias com menor possibilidade de apresentar disposição de rejeitos provenientes da mineração carbonífera.

b) A etapa seguinte consistiu no uso da máscara para realizar a substituição do ID das áreas conflitantes pelo ID da classe que representa o real uso e ocupação da terra – para isso, foi realizado a soma da imagem classificada com a máscara gerando assim uma nova imagem. Em seguida, realizou-se a reclassificação desta imagem, na qual foi alterado o ID da classe área minerada na região que apresentava conflito pelo ID da classe área antropizada.

A mensuração e a análise dos dados gerados foram realizadas com o software ArcGis. Com o mesmo também foi elaborado o *layout* final dos mapas temáticos.

4 RESULTADOS

Entre os anos de 1986 e 2016, a cobertura florestal da bacia hidrográfica do rio Urussanga (classe vegetação arbórea/arbustiva) foi submetida a um processo de redução equivalente a 456,39 ha. A classe em questão é constituída pelas formações florestais em processo de sucessão (florestas secundárias) e pelas áreas de plantio comercial.

No ano de 1986, a classe vegetação arbórea/arbustiva ocupava 47,87% da área total da bacia. Esta classe foi reduzida para 47,79% no ano de 2001 e para 47,20% da área total da bacia no ano de 2016 (tabelas 1 e 2).

Tabela 1 – Classes de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do rio Urussanga.

Classe de uso da terra	1986 (ha)	1986 (%)	2001 (ha)	2001 (%)	2016 (ha)	2016 (%)
Área Urbanizada	3056,22	4,50	3647,97	5,37	5314,68	7,83
Vegetação Arbórea/Arbustiva	32490,27	47,87	32470,90	47,79	32033,88	47,20

Fonte: Autores, 2017.

Tabela 2 – Variação das classes de uso da terra na bacia hidrográfica do rio Urussanga.

Classe de uso da terra	1986 - 2001 (ha)	2001 - 2016 (ha)	Total (ha)
Área Urbanizada	591,75	1666,71	2258,46
Vegetação Arbórea/Arbustiva	19,37	-437,02	456,39

Fonte: Autores, 2017.

Conforme apresentado nas tabelas 1 e 2, as áreas urbanizadas tiveram expressivo crescimento na bacia, passando de 4,5% para 7,83% no período estudado, ocupando assim no ano de 2016 cerca de 5314 ha. Esse crescimento se mostra mais expressivo entre os anos de 2001 e 2016 quando apresenta um aumento de 1666,71 ha. Por outro lado, as áreas ocupadas por vegetação arbórea/arbustiva vêm diminuindo ao longo do tempo, com maior expressividade entre os anos de 2001 e 2016, quando essa classe reduziu 437,02 ha.

A expansão territorial das áreas urbanizadas na bacia está diretamente relacionada ao crescimento da população urbana nos municípios inseridos, parcialmente ou totalmente, na bacia do rio Urussanga. Os dados da tabela 3 mostram que os municípios que apresentaram maior crescimento da população urbana foram Criciúma e



Içara. A população urbana destes dois municípios cresceu em um ritmo superior ao registrado nos demais municípios inseridos na bacia.

Ressalta-se que, os dados da população urbana do município de Içara, apresentados na tabela 3, englobam a população urbana do atual município de Balneário Rincão que foi emancipado no ano de 2013.

Tabela 3 – Evolução da população urbana nos municípios inseridos na bacia hidrográfica do rio Urussanga.

Município	1980	1991	2000	2010
Balneário Rincão	-	-	-	-
Criciúma	96368	132313	153049	189630
Cocal do Sul	-	-	11407	12696
Içara	12015	27367	39570	53913
Jaguaruna	7423	10114	10238	13198
Morro da Fumaça	4899	8752	11154	13863
Pedras Grandes	711	745	865	1261
Sangão	-	-	3624	4856
Treze de Maio	804	1199	1764	3401
Urussanga	9794	19203	10650	11405

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 1950/2010.

No período compreendido entre os anos de 1986 e 2001 houve a conversão de 502,56 ha de vegetação arbórea/arbustiva em áreas urbanizadas. Entre os anos de 2001 e 2016 esta conversão da classe vegetação arbórea/arbustiva em áreas urbanizadas correspondeu a 737,99 ha. Para melhor compreender este processo foram definidas duas áreas na bacia onde a conversão da vegetação arbórea/arbustiva em áreas urbanizadas mostrou-se mais expressiva (tabela 4).

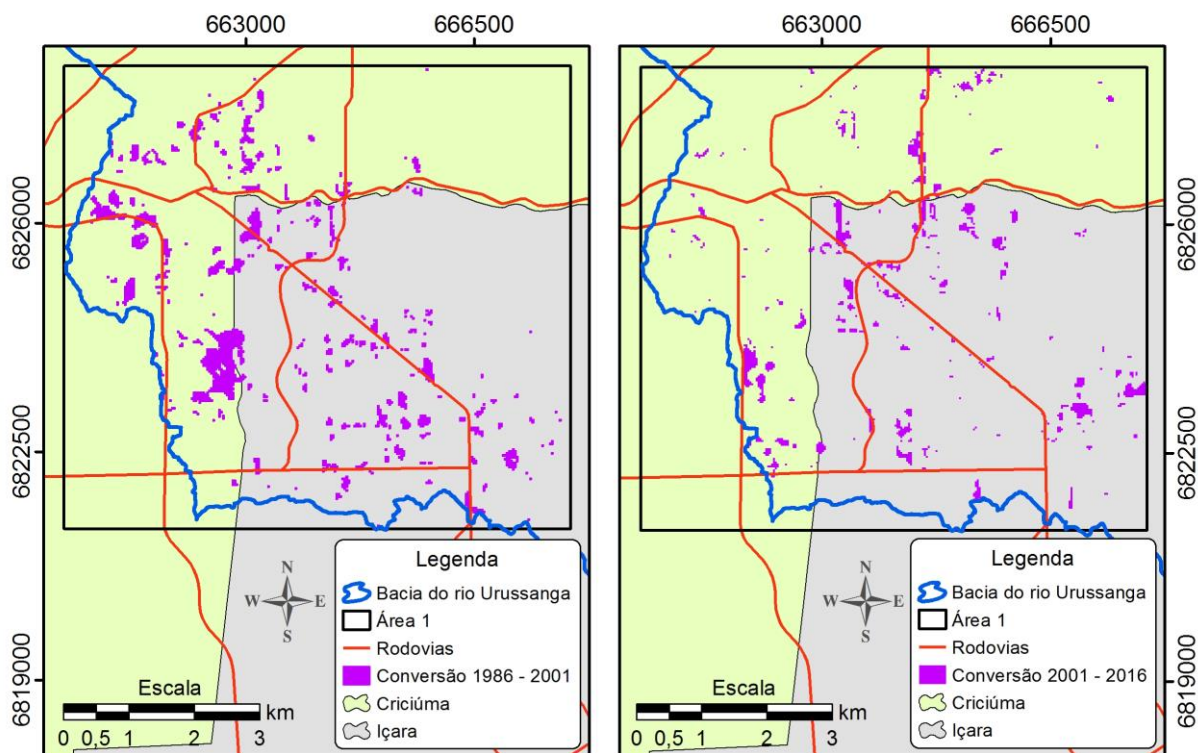
Tabela 4 – Áreas de conversão da classe arbórea/arbustiva em áreas urbanizadas.

Período	Total na bacia (ha)	Área 1		Área 2	
		Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
1986 - 2001	502,560	199,204	39,64	31,689	6,31
2001 - 2016	737,989	143,925	19,50	140,490	19,04
Total	1240,549	343,129		172,179	25,342

Fonte: Autores, 2017.

A Área 1 corresponde ao eixo de crescimento urbano em processo de consolidação entre os municípios de Criciúma e Içara (Figura 2). Essa área apresentou uma conversão de 199,20 ha entre os anos de 1986 e 2001. Este valor corresponde a 39,64% da conversão total da bacia verificada neste período. No período seguinte, compreendido entre os anos de 2001 e 2016, verificou-se uma conversão da ordem de 143,93 ha, o que correspondeu a 19,5% da conversão total da classe (Tabela 4).

Figura 2 - Mapa de conversão da classe arbórea/arbustiva em áreas urbanizadas na Área 1.



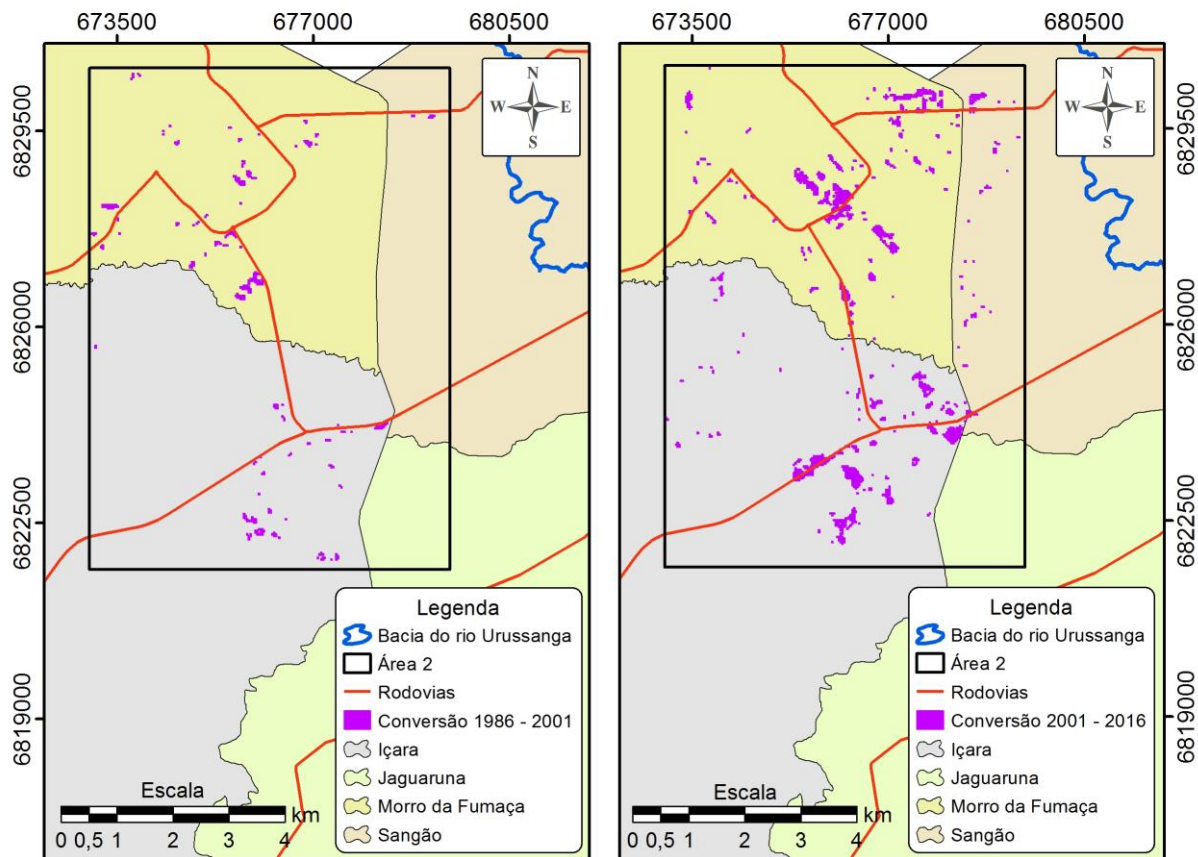
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Meridiano de Referência 51° W - Fuso 22 S
Datum Horizontal Sirgas 2000
Documentação: INPE (2017), USGS (2017) e IBGE (2015)
Elaboração: CONTO (2017)

Fonte: Autores, 2017.

A Área 2 é um recorte do eixo de crescimento urbano em processo de consolidação entre os municípios de Morro da Fumaça, Içara, Sangão e Jaguaruna (Figura 3). Nesta área constatou-se uma conversão de 31,69 ha entre os anos de 1986 e 2001, correspondendo a 6,31% da conversão total verificada no período. Entre os anos de

2001 e 2016, houve uma intensificação do processo de conversão, atingindo o valor de 140,49 ha, o que representou 19,04% da conversão total (Tabela 4).

Figura 3 - Mapa de conversão da classe arbórea/arbustiva em áreas urbanizadas na Área 2.



Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Meridiano de Referência 51° W - Fuso 22 S
Datum Horizontal Sirgas 2000
Documentação: INPE (2017), USGS (2017) e IBGE (2015)
Elaboração: CONTO (2017)

Fonte: Autores, 2017.

Os dados das tabelas 3 e 4 demonstram que, entre os anos de 1986 e 2001, ocorreu na bacia uma redução de 19,37 ha na área da classe vegetação arbórea/arbustiva e uma conversão de 502,56 ha dessa mesma classe em áreas urbanizadas.

Os valores acima sugerem que a conversão da classe arbórea/arbustiva em áreas urbanizadas foi maior que a redução total de área desta mesma classe. Isso sugere que nesse período a classe vegetação arbórea/arbustiva perdeu espaço para a classe



áreas urbanizadas, mas apresentou expansão territorial aproximada de 483,19 ha sobre as áreas ocupadas por outras classes de uso e cobertura da terra.

No período seguinte, entre os anos de 2001 e 2016, verificou-se uma redução de 437,39 ha na área correspondente à classe vegetação arbórea/arbustiva e uma conversão da mesma em áreas urbanizadas que totalizou 737,99 ha. Estes valores evidenciam a continuidade do processo anteriormente verificado. Porém, neste período, a expansão da classe vegetação arbórea/arbustiva sobre as outras classes de uso e cobertura da terra deu-se de forma menos intensa, totalizando 300,97 ha.

5 CONCLUSÃO

Os resultados do estudo mostraram que, em ambos os períodos analisados, a classe vegetação arbórea/arbustiva apresentou redução em sua área total na bacia hidrográfica do rio Urussanga. Ao mesmo tempo, verificou-se a expansão das áreas urbanizadas na bacia. Aliado a isso, em ambos os períodos, verificou-se a ocorrência de um processo de conversão da classe vegetação arbórea/arbustiva em áreas urbanizadas que totalizou, entre os anos de 1986 e de 2016, 1240,549 ha.

O processo acima descrito está relacionado ao histórico de ocupação do espaço geográfico da bacia. Este espaço teve a sua ocupação intensificada a partir de meados da década de 1870, momento em que foram implantados uma série de núcleos coloniais, constituídos em sua maioria, por famílias de imigrantes europeus que desenvolviam atividades agropecuárias.

No decorrer do século XX, teve início a extração de carvão mineral em vários municípios inseridos na bacia. Nas décadas seguintes ocorreu um processo de diversificação das atividades econômicas na bacia, o que contribuiu para acelerar o processo de urbanização e a consequente conversão das áreas cobertas por vegetação arbórea/arbustiva em áreas urbanizadas (DIAS, 2008; ADAMI; CUNHA, 2014; MARTINS, 2016).

Os resultados da pesquisa demonstram a necessidade de continuidade deste estudo de modo a espacializar as áreas nas quais a classe vegetação arbórea/arbustiva expandiu-se sobre áreas antes ocupadas por outras classes de uso e cobertura da terra,

bem como caracterizar a dinâmica espacial existente entre as demais classes de uso e cobertura da terra existentes na bacia do rio Urussanga.

REFERÊNCIAS

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

Agência Nacional de Águas - ANA, 2016. **Hidroweb**. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em 17 mai. 2017.

BACK, A. J. Caracterização climática. In: MILIOLI, G.; SANTOS, R.; CITADINI-ZANETTE, V. **Mineração de carvão, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no sul de Santa Catarina**. Curitiba: Juruá Editora, 2009. p. 17-49.

Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite (CNPMS). **LANDSAT - Land Remote Sensing Satellite**. 2013. Disponível em: <https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/sat/conteudo/missao_landsat.html>. Acesso em: 21 ago. 2017.

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.

CRÓSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas, SP: IG/UNICAMP, 1992. 170p.

CUNHA, A. A.; GUEDES, F. B.; PREM, I.; BAYMA, A. P.; UNTERSTELL, N.; CAVALCANTI, R. Perspectivas para a integração de dados e uso de sistemas de informação geográfica e da ecologia de paisagens para a tomada de decisão para a conservação e recuperação da biodiversidade da Mata Atlântica brasileira. In: CUNHA, A. A.; GUEDES, F. B. (Ed.). **Mapeamentos para a conservação e recuperação da biodiversidade na Mata Atlântica: em busca de uma estratégia espacial integradora para orientar ações aplicadas**. Brasília: Ministério de Meio Ambiente, 2013. p. 201-213.

DIAS, A. O. **Degradação ambiental da bacia do Alto Vale do Rio Linha Anta - Criciúma/SC no período de 1950 – 2007**. Monografia (Especialização em Geografia com Ênfase em Estudos Regionais), Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2008. 94p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Sistema de Produção e Informação, 1992. 77p.

FAHRIG, L. **Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity**. Annual Review Of Ecology, Evolution, And Systematics, [s.l.], v. 34, n. 1, p. 487-515, Agosto de 2003.



FIGUEIREDO, A. H. Formação territorial. In: FIGUEIREDO, A. H. (Org.). **Brasil: uma visão geográfica e ambiental no início do século XXI**. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Geografia, 2016. 435p.

FISCHER, J.; LINDENMAYER, D. B. **Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis**. *Global Ecology And Biogeography*, v. 16, n. 3, p. 265-280, 2007.

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 Sens.* n. 5, p. 1842-1855, Abril de 2013.

IBGE - 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.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 274p.

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, 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**. *Ambiência*, Guarapuava, v. 10, n. 3, p. 685-698, Set/Dez. 2014.

MARICATO, E. **Brasil, cidades: Alternativas para a crise urbana**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001. 204p.

MARTINS, H. B. **Vegetação arbórea e arborescente em diferentes estágios sucessionais na bacia hidrográfica do Rio Urussanga, Santa Catarina, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2016. 109p.

MENESES, Paulo Roberto. PRINCÍPIOS DE SENSORIAMENTO REMOTO. In: MENESES, Paulo Roberto; ALMEIDA, Tati de (Org.). **INTRODUÇÃO AO PROCESSAMENTO DE IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO**. Brasília: Brasília: CNPq, 2012. Cap. 1. p. 1-33.



MENESES, Paulo Roberto; SANO, Edson Eyji. CLASSIFICAÇÃO PIXEL A PIXEL DE IMAGENS. In: MENESES, Paulo Roberto; ALMEIDA, Tati de. **INTRODUÇÃO AO PROCESSAMENTO DE IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO**. Brasília: Brasília: CNPq, 2012. Cap. 12. p. 191-208.

MOURA, Ana Clara Mourão. **Geoprocessamento na Gestão e Planejamento Urbano**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2014. 286 p.

OLAYA, Victor. **Sistemas de Información Geográfica**. 2014. Disponível em: <<http://volaya.github.io/libro-sig/index.html>>. Acesso em: 21 ago. 2017.

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.

SANTA CATARINA. **Conhecendo Santa Catarina**. Secretaria de Estado da Educação. Secretaria de Estado do Planejamento. Florianópolis: 2008. s. p.

SEABRA, V. 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, 25 (2), p. 411-426, Mai/Ago 2013.

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, 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.

SPÓSITO, M. E. B. **Capitalismo e urbanização**. São Paulo: Contexto, 2002. 80p.