

Mapeamento da cobertura da terra na bacia do rio Araranguá utilizando o classificador por regiões Bhattacharya

Arthur Ferreira Gonçalves¹
Lucas Barros Esteves Daniel¹
Marcelo Cidade Gruschinske¹
Rodrigo Pinheiro Ribas²
Jairo Valdati²

¹Universidade de do Estado de Santa Catarina - UDESC
Av. Madre Benvenuta, 2007 - Itacorubi - Florianópolis - SC
CEP: 88.035-901

fg.arthur@gmail.com¹

¹Universidade de do Estado de Santa Catarina - UDESC
Av. Madre Benvenuta, 2007 - Itacorubi - Florianópolis - SC
CEP: 88.035-901

lucas_bar23@hotmail.com²

¹Universidade de do Estado de Santa Catarina - UDESC
Av. Madre Benvenuta, 2007 - Itacorubi - Florianópolis - SC
CEP: 88.035-901

fogaors@hotmail.com¹

²Universidade de do Estado de Santa Catarina - UDESC
Av. Madre Benvenuta, 2007 - Itacorubi - Florianópolis - SC
CEP: 88.035-901

ribasgeo@gmail.com²

Universidade de do Estado de Santa Catarina - UDESC
Av. Madre Benvenuta, 2007 - Itacorubi - Florianópolis - SC
CEP: 88.035-901
jvaldati@hotmail.com

Abstract: The Santa Catarina state is the second biggest rice producer in Brazil, and the region of the Araranguá river basin is the most important area for this production in the state. In addition to rice cultivation, the region produces other cereals, such as tobacco, corns and cassava and has a lot of diversified vegetations. This paper intends to classify the landcover in the basin and to identify the land use areas of temporary crops, vegetations by sizes, urbanized areas and water bodys in the perimeter worked, using the Bhattacharya classification algorithm supervised in the Landsat satellite 8 with the sensor Operational Land Imager - OLI - image. The methology is based on dividing the scene in segments for a better choice of samples. It has been used the SPRING 5.4.3 software of geographic information system and digital processing of multispectral images. In this process, we will also analyze the main difficulties encountered in the treatment of the image for the realization of the map, for example the choice of the bands that can better evidantiate the features in the region. The results generated by the algorithm proved a efficient product for in the mapping of medium and large river basins.

Palavras-chave: Classificação Supervisionada, Cobertura da terra, Bacia Hidrográfica.

1. Introdução

A região do Rio Araranguá é uma importante área de produção de cereais, sobretudo, na produção de arroz. O cultivo de arroz irrigado, praticado na região Sul do Brasil contribuiu, em média, com 54% da produção nacional que, na safra de 2009/2010 colheu 11,26 milhões de toneladas do produto, sendo o nono maior produtor mundial do cereal. (Ministério da Agricultura).

De acordo com Ramos (2011 p. 7.), a formação do complexo industrial do arroz, por sua vez, está relacionada às políticas agrícolas postas em prática a partir da década

de sessenta pelo Governo Federal, que pretendiam a modernização tecnológica para a agricultura brasileira. Além do cultivo de arroz, é produzido também na região o fumo, bananas, milho e nas áreas litorâneas a plantação de mandioca.

O sensoriamento remoto possui alguns conceitos, no qual podemos citar que é o uso de sensores de radiação eletromagnética para registrar imagens que podem ser interpretadas para fornecer informação útil sobre o ambiente ou ainda é a informação de um determinado alvo sem contato direto com ele. Segundo Lillesand e Kiefer (1994), o sensoriamento remoto é a ciência e a arte de obter informação sobre um objeto, área ou fenômeno através da análise de dados adquiridos por um dispositivo que não está em contato direto com o objeto, área ou fenômeno sob investigação.

Então, o sensoriamento remoto coleta dados que podem ser por variação na distribuição de força; variação por distribuição de ondas mecânicas e variação por distribuição de ondas eletromagnéticas, esses dados são coletados por sensores que captam em várias faixas do espectro.

A utilização das imagens dos satélites LANDSAT pode servir como material auxiliar para estimativa de área de produção agrícola de varias culturas, devido as suas especificações técnicas. Segundo Weber et al (2007) a partir da década de 80 tem-se evidenciado potencialidades e limitações dos produtos e técnicas de sensoriamento remoto para a estimativa de área cultivada em grandes e pequenas extensões territoriais no Brasil. Batista *et al.* (1984), utilizaram imagens Landsat MSS na estimativa de área plantada com cana-de-açúcar".

Com isso, este trabalho visa, através do sensoriamento remoto e do processamento digital de imagens realizar um mapa temático da bacia do Rio Araranguá, utilizando o classificador Bhattacharya do software Spring em imagens captadas pelo satélite Landsat 8, para análise da distribuição dos principais usos e coberturas da terra na região.

2. Materiais e métodos

2.1. Área de estudo

A Bacia do Rio Araranguá está localizada no sul do Estado de Santa Catarina, mais precisamente no sistema da Vertente Atlântica, com sua foz desembocando no oceano atlântico. À norte seus divisores são as bacias do Rio Tubarão e Rio Urussanga, à sul a Bacia do Rio Mampituba e a oeste a escarpa da Serra Geral (Figura 1).

As nascentes da Bacia do Rio Araranguá estão localizadas no topo da Serra Geral, entre 1200 e 1400 metros de altitude. Segundo COMASSETO (2008), a área da bacia compreende uma extensão de 3022 km² abrangendo 14 municípios, sendo eles: Araranguá, Criciúma, Ermo, Forquilha, Içara, Jacinto Machado, Maracajá, Meleiro, Morro Grande, Nova Veneza, Siderópolis, Timbé do Sul, Treviso e Turvo. A área é composta ainda por 391.728 habitantes, sendo 82% da população em área urbana e 18% em área rural. .

A região de estudo, segundo KREBS; ALEXANDRE (S/N), é a maior produtora de arroz do estado de Santa Catarina, com aproximadamente 32900 hectares de área irrigada. Além disso, é uma importante região da indústria carbonífera e cerâmica. Na área correspondente afloram rochas sedimentares e vulcânicas que compõem a seqüência da borda leste da Bacia do Paraná e sedimentos não consolidados da planície costeira.



Figura 1: Localização da Bacia hidrográfica do Rio Araranguá. Elaboração: Lucas Barros Esteves Daniel

2.2.. Metodologia

Neste trabalho foi utilizado uma cena Landsat-8, sensor OLI-TIRS LC82200802016164LGN00, adquirida na plataforma GLOVIS do site do serviço geológico americano, com data de captura no dia 06 de dezembro de 2016 com órbita 220 e ponto 080. Dessa cena foram utilizadas as bandas 4, 5 e 6 ambas com resolução espacial de 30 metros, resolução radiométrica de 16 bits e com a resolução espectral respectivamente no vermelho, infravermelho próximo e infravermelho de ondas curtas.

Para o processamento das imagens foi utilizado o software SPRING versão 5.4.2., aplicando alguns processos automáticos e não automáticos que serão abordados a seguir. Na fase de pré-processamento foi realizada a restauração de cada banda utilizada, depois foram feitos os ajustes de contraste dos níveis de cinza linear manual, seguido do processo de filtragem de realce da imagem TM, que tem o mesmo resultado para o Satélite Landsat-OLI.

Após estes processamentos, demos início a segmentação da imagem, onde cada região seria diferenciada das outras por um parâmetro de similaridade de 8 pixels e área mínima para cada segmentação de 40 pixels, seguindo para o treinamento de classes por regiões, onde escolhemos 5 classes temáticas para o mapeamento:

O método de classificação Bhattacharya utiliza em seu algoritmo a distância a distancia Bhattacharya que é utilizada para medir a separabilidade estatística entre um par de classes, ou seja, mede a distância as distribuições de probabilidade dessas classes (INPE, 2006).

A classe "Vegetação de porte arbóreo e florestal" contém a formação vegetal de *Floresta Ombrófila Densa*, que está localizada nas escarpas da Serra Geral e na planície. Segundo IBGE (2012, p. 65) "Este tipo de vegetação é caracterizado por fanerófitos - subformas de vida macro e mesofanerófitos, além de lianas lenhosas e epífitas em abundância, que o diferenciam das outras classes de formações". Temos também nesta classe a *Floresta Ombrófila Mista*, que é uma das vegetações que ocupam o Planalto Meridional. De acordo com IBGE (2012, p. 80) Esta área é considerada o seu atual "clímax climático", contudo esta floresta apresenta disjunções florísticas em refúgios situados na Serra do Mar e Mantiqueira, muito embora no passado tenha se expandido bem mais ao norte, porque a família Araucariaceae apresentava dispersão paleogeográfica que sugere ocupação bem diferente da atual.

A Floresta Ombrófila Densa é subdividida em subformações: aluvial, terras baixas, submontana e montana. A área que compreende as escarpas da Serra Geral, no Estado de Santa Catarina, ocupadas pela Floresta Ombrófila Densa é denominada de Floresta Nebular. Esta denominação é atribuída em virtude das características ecológicas da área que permitiram o isolamento de muitas espécies, resultando em um número elevado de espécies endêmicas.

Seguindo, na classe "Vegetação de porte arbustivo/herbáceo" estão contidas as formações edáficas de primeira ordem do tipo de comunidades aluviais, restinga e estepes (campos do planalto). Está composto também pela formação de *Floresta Ombrófila Densa*, onde sua principal característica está ligada as condições climáticas de cada local (IBGE, 2012). As *comunidades aluviais* são aquelas que correspondem a variação de água. Segundo IBGE (2012, p. 139) "Trata-se de comunidades vegetais das planícies aluviais que refletem os efeitos das cheias dos rios nas épocas chuvosas, ou, então, das depressões alagáveis todos os anos". As *restinga* é aquela vegetação que sofre influência marinha, variando a suas características de acordo com grau de contato com o mar. Por fim as *estepes*, onde estão localizadas nos campos do planalto. Estas encontram-se em ambientes planos ou suave com uma vegetação porte herbácea.

Outra classe trabalhada foi *Área Urbanizada*, onde no mapa sua resposta espectral deu um tom rosado. Os municípios que abrangem a área mapeada são Araranguá, Balneário Arroio do Silva, Balneário Rincão, Criciúma, Ermo, Forquilha, Içara, Jacinto Machado, Maracajá, Meleiro, Morro Grande, Nova Veneza, Siderópolis, Timbé do Sul, Treviso e Turvo.

Culturas Temporárias são as principais culturas temporárias da área trabalhada, o arroz irrigado, milho, feijão, mandioca e fumo. Dentre estes, a produção de arroz é a maior e mais importante para a região, devido a grandes incentivos governamentais da década de 1980. De acordo com a EPAGRI (2016) "As regiões de Araranguá, Criciúma e Tubarão, no Sul de Santa Catarina, produziram 676 mil toneladas de arroz na safra 2015/2016, gerando um valor bruto de produção de R\$ 568 milhões".

A classe *Massa d' Água* corresponde a toda hidrografia da área de estudo. O Rio Araranguá é uma das principais redes hidrográficas da região. Segundo o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá "O rio Araranguá possui suas nascentes localizadas na Serra Geral e deságua no oceano Atlântico, com comprimento de todos os cursos hídricos somados totalizando 5.916 km e vazão média de 40m³/s".

Com as classes definidas, deu-se início fase de treinamento de classes, por escolha de amostras por regiões segmentadas, para cada classe definida foram retiradas cerca de 30 amostras. A última etapa efetuada a escolha do tipo de classificador Bhattacharya, onde obtivemos a imagem classificada para o mapa temático da região. Como mostra no fluxograma representado à seguir (figura 2).

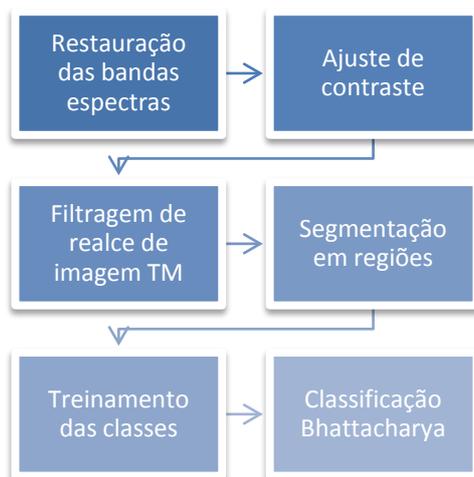


Figura 2: Fluxograma do processo das imagens no software SPRING

4. Resultados e Discussões

Como resultado da classificação pelo algoritmo Bhattacharya, obtivemos uma imagem classificada onde pudemos elaborar um mapa temático da cobertura do solo da região (figura 3).

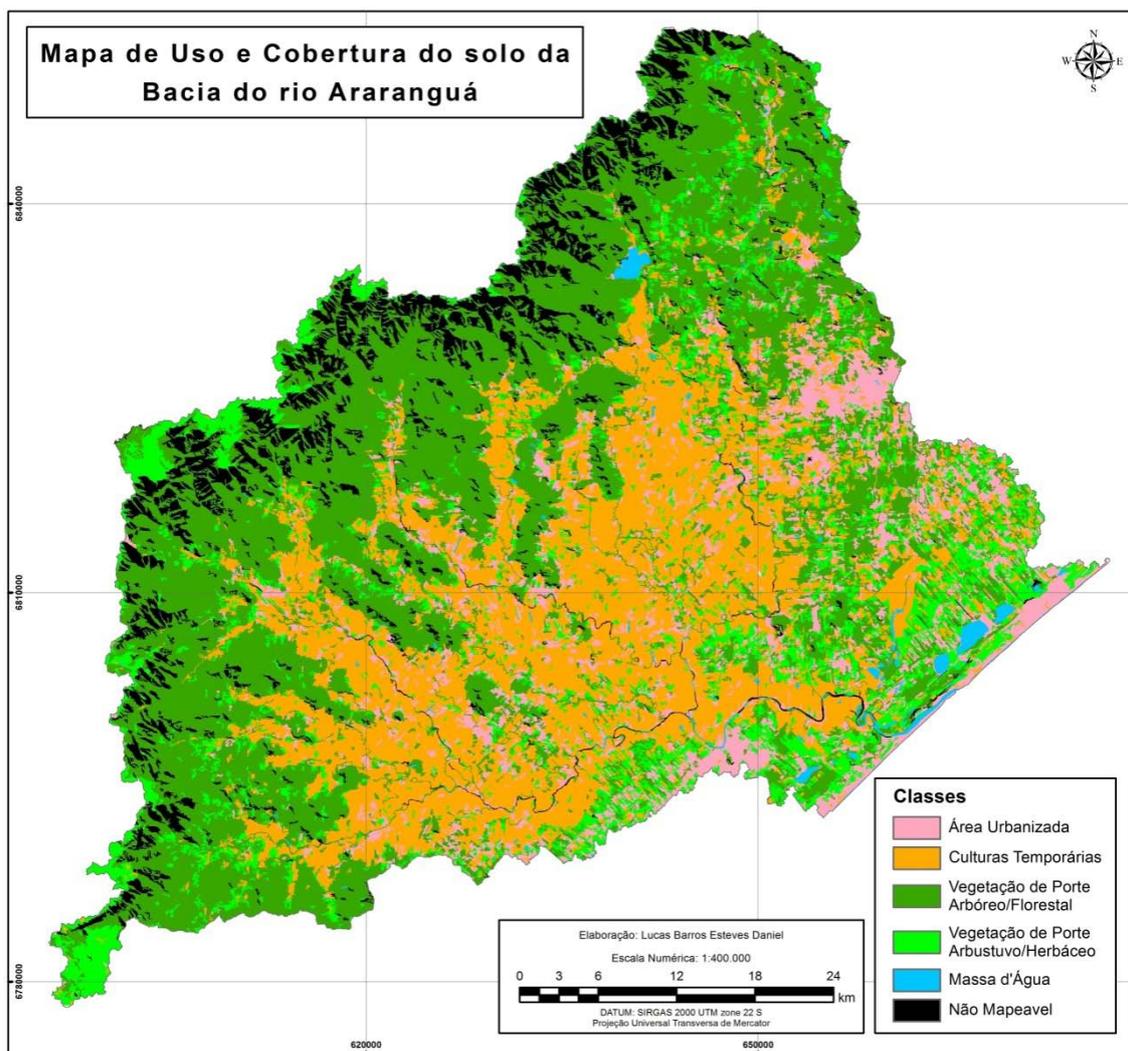


Figura 3: Mapa de cobertura do solo da Bacia do rio Araranguá

O algoritmo obteve uma grande facilidade no reconhecimento e diferenciação das duas classes de portes arbóreos, e mesclando as formações de estepe e de restinga na classe *Vegetação de Porte Arbustivo/Herbáceo* separando-as das formações de floresta ombrófila mista no alto da serra e as de floresta ombrófila densa nas escarpas e na planície da região

Observa-se que a partir do método de treinamento por regiões segmentadas não ocorreram muitas confusões entre classes, como mostra na tabela 1 a baixo:

	Área Urbanizada	Culturas temporárias	Vegetação de Porte Arbóreo/Florestal	Vegetação de Porte Arbustivo/Herbáceo	Massas d'Água	Áreas não Mapeáveis
Área Urbanizada	9,25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Culturas temporárias	0,00%	32,48%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Vegetação de Porte Arbóreo/Florestal	0,00%	0,00%	20,13%	0,00%	0,00%	0,00%
Vegetação de Porte Arbustivo/Herbáceo	0,00%	0,07%	0,09%	12,02%	0,00%	0,00%
Massas d'Água	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	16,63%	0,00%
Áreas não Mapeáveis	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	9,31%

Tabela 1: Matriz de erros de classificação

O treinamento das classes gerou um resultado muito satisfatório, com um índice Kappa de 0,9978, segundo Landis e Koch (1977) o resultado deste treinamento do gera um mapa temático de qualidade excelente (tabela 2).

Índice Kappa	Qualidade do mapa temático
0,00	Péssima
0,00 - 0,20	Ruim
0,20 - 0,40	Razoável
0,40 - 0,60	Boa
0,60 - 0,80	Muito Boa
0,80 - 1,00	Excelente

Tabela 2: Adaptado de Landis e Koch (1977)

É comum que no processo de classificação ocorra a confusão entre áreas de sombra e massas d'água por conta da alta absorção de radiação solar que ambas absorvem e refletindo pouca energia para os sensores, por este motivo separamos a sombra em uma classe nova que chamamos de *Áreas não Mapeáveis*.

A classe *Vegetação de Porte Arbustivo/Herbáceo* obteve confusão com as classes de Culturas Temporárias e *Vegetação de Porte Arbóreo/Florestal* por conta de sua similaridade espectral e por sua distribuição espacial que frequentemente se encontra na faixa de transição entre ambas ultimas classes.

Com os dados obtidos em campo pudemos confirmar que as áreas de sombra estão nos vales da escarpa onde a cobertura do solo é de Vegetação de porte arbóreo e florestal, e assim, acrescentando a porcentagem da classe *Áreas não Mapeáveis* à classe de *Vegetação de Porte Arbóreo/Floresta*, obtivemos um resultado de 29,44%.

4. Conclusões

A grande dificuldade identificada no processo de classificação foi a grande dimensão da área, com uma morfologia de grande amplitude altimétrica, com áreas de planície e escarpas de planalto bem próximas, e usos da terra em agricultura, destacando-se o desenvolvimento do cultivo de arroz, os centros urbanos muito interconectados e formações vegetais e florestais muito diferentes.

Mesmo com essas adversidades da área, o algoritmo Bhattacharya obteve um bom desempenho. Tendo em vista o rigor adotado na fase de treinamento por regiões. Neste sentido conseguiu diferenciar bem as classes de cobertura da terra na região no mapa gerado, mostrando-se uma boa opção para o mapeamento de bacias hidrográficas de médio a grande porte.

Referencias Bibliográficas

AGRICULTURA E PESCA. Disponível em: <<http://sc.gov.br/mais-sobre-agricultura-e-pesca/21329-producao-de-arroz-no-sul-do-estado-cresce-4-9>>. Acesso em: 28 de out. 2016.

BATISTA, G. T., TARDIN, A. T., RUDORFF, B. F. T., LIMA, A., MENDONÇA, F., PINTO, S. A. F., CHEN, S. C.. **Desenvolvimento e teste de um/ sistema de fiscalização das operações de crédito agrícola ao nível de município e de propriedades agrícolas utilizando técnicas de sensoriamento remoto**. 1984. (INPE-3239- RPE/462). São José dos Camp

Comassetto, V. **Água, Meio Ambiente e Desenvolvimento na Bacia do Araranguá (SC)**, 2008. Tese de doutorado- Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2008.

COMITÊ DE GERENCIAMENTO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARARANGUÁ. Disponível em: <<http://www.aguas.sc.gov.br/a-bacia-rio-ararangua/bacia-hidrografica-rio-ararangua>> Acesso em: 28 de out. 2016.

IBGE. *Manual técnico de vegetação brasileira*. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ, 2012, 271 p.

INPE - Instituto Nacional de pesquisas Espaciais. *SPRING: Tutorial de Geoprocessamento*

Krebs, A.S.J e Alexandre, N.Z. **Recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio Araranguá – SC: Disponibilidade e conflitos**. 2000.

KREBS, A. Arenas-Toledo, J.M. **Crop discrimination using harmonic analysis of EVI MODIS time-series data**. 2008. 151 p. (INPE-15343-TDI/1379). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2008.

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

Lillesand, T.M. and Kiefer, **Remote Sensing and Image Interpretation**. Third Edition John Wiley, New York, 1994.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/arroz>>. Acesso em: 13 de out. 2016.



RAMOS, JANAINA. Dinâmica sócio espacial da cadeia produtiva do arroz irrigado na microrregião de Araranguá sc. 2011. p. 147. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal do Estado de Santa Catarina, 2011.

Sensoriamento remoto: conceitos fundamentais e plataformas; Dr. Ronald Buss de Souza, INPE, 2010.

Weber, E. J.; Wagner, A. P. L.; Fontana, D. C.; Ducati, J. R. **Estimativa de área cultivada com arroz irrigado no Rio Grande do Sul na safra 2005/2006 através de imagens Landsat.** Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis.