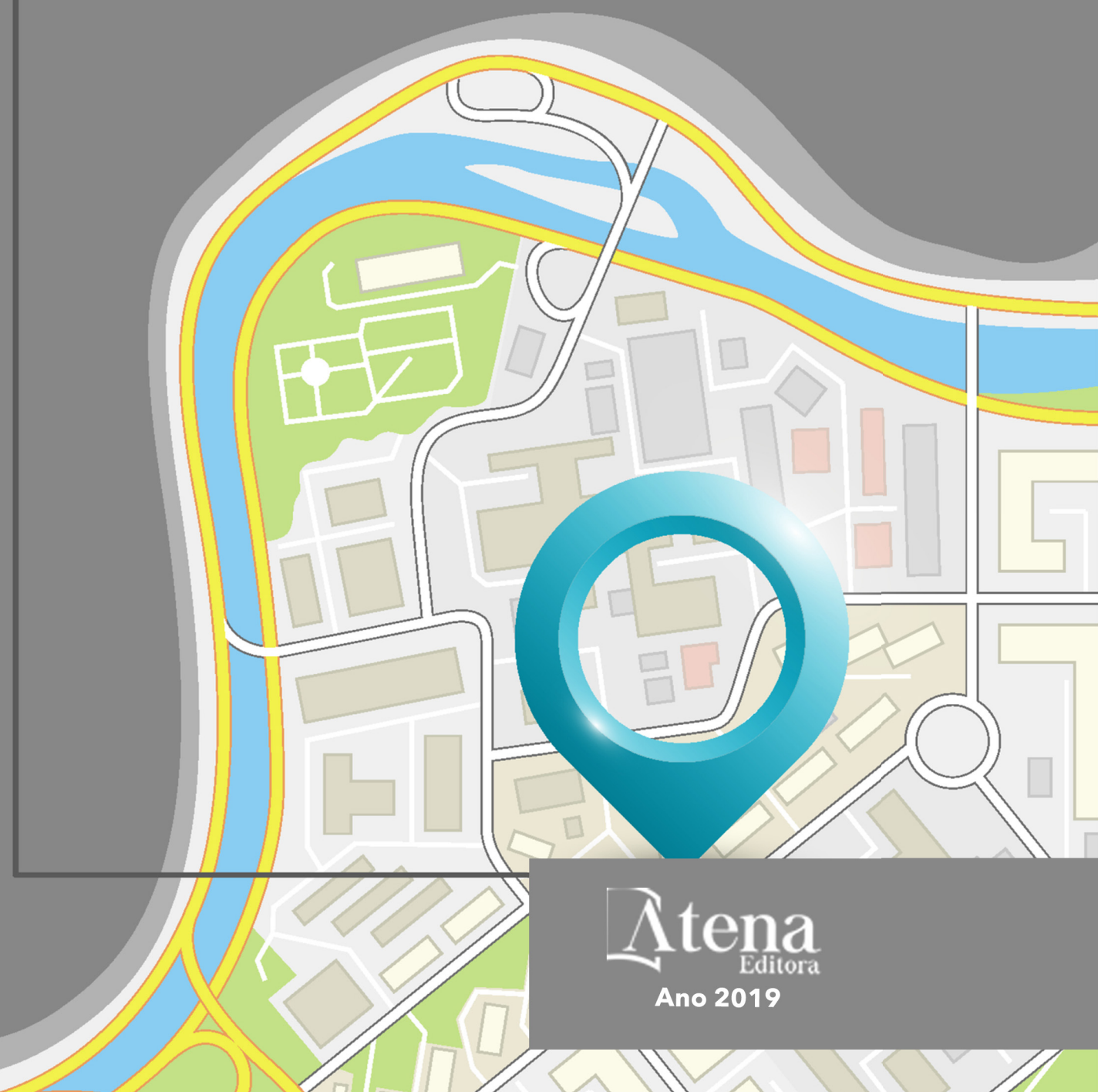


Jéssica Aparecida Prandel  
(Organizadora)

# Processamento, Análise e Disponibilização de Informação Geográfica



**Atena**  
Editora  
Ano 2019

Jéssica Aparecida Prandel  
(Organizadora)

Processamento, Análise e  
Disponibilização de Informação Geográfica

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Chefe: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Rafael Sandrini Filho  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
P963	Processamento, análise e disponibilização de informação geográfica [recurso eletrônico] / Organizadora Jéssica Aparecida Prandel. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.  Formato: PDF Requisitos de sistemas: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-727-7 DOI 10.22533/at.ed.277191710  1. Análise espacial (Estatística). 2. Geociências – Pesquisa – Brasil. 3. Sistemas de informação geográfica. I. Prandel, Jéssica Aparecida.  CDD 910.285
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra “Processamento, Análise e Disponibilização de Informação Geográfica” possui um conteúdo abrangente sobre o tema, cujos aspectos são abordados de maneira magistral. O mesmo contempla 13 capítulos com discussões e reflexões acerca do respectivo tema.

As geotecnologias são entendidas como um conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e disponibilização de informação com referência geográfica. A utilização destas engloba, atualmente, um dos campos mais promissores em termos de pesquisas atuais. Sendo assim, o emprego de ferramentas geotecnológicas permitem a compreensão dos elementos que compõem e que estruturam as paisagens, possibilitando o conhecimento detalhado de determinado local ou área de estudo.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são considerados como as ferramentas computacionais do geoprocessamento, estes operacionalizam e integram os dados. Estas técnicas vem ganhando importância em nível mundial, pois permitem o levantamento de dados e informações, com uma maior precisão.

Os dados obtidos por essas diversas tecnologias servem como subsídio na elaboração de programas que podem ser usados em diversas áreas, como: Gestão Municipal, Meio Ambiente, Agronegócios, Serviços Públicos de Saneamento, Energia elétrica, Telecomunicações e Educação.

Neste sentido, este volume é dedicado aos trabalhos relacionados às diversas áreas voltadas aos Sistemas de Informações geográficas. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento geocientífico.

Os organizadores da Atena Editora entendem que um trabalho como este não é uma tarefa solitária. Os autores e autoras presentes neste volume vieram contribuir e valorizar o conhecimento científico. Agradecemos e parabenizamos a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, a Atena Editora publica esta obra com o intuito de estar contribuindo, de forma prática e objetiva, com pesquisas voltadas para este tema. Desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Jéssica Aparecida Prandel

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
GEODIREITO E GEOTECNOLOGIAS: CONTRIBUIÇÕES NA AVALIAÇÃO DE CONFLITOS AMBIENTAIS EM ÁREAS PROTEGIDAS	
Thiago dos Santos Leal Otávio Miguez da Rocha Leão	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2771917101</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>12</b>
APLICAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) LIVRE NA INCORPORAÇÃO DE DADOS GEOESPACIAIS E NO PLANEJAMENTO PARA OBTENÇÃO DE INFORMAÇÕES AGROPECUÁRIAS	
Geovanni Ribeiro Loiola Fernando Jakes Teubner Junior Nelson Wellausen Dias	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2771917102</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>24</b>
TRATAMENTO DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO COM ENFOQUE NA PENEIRA VIBRATÓRIA	
Victor Hugo Fernandes da Silva Ana Luísa Martins Borges Caio César Rangel Luciano	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2771917103</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>33</b>
AS TECNOLOGIAS MÓVEIS E OS PROCESSOS EDUCATIVOS NA ESCOLA HOSPITALAR E DOMICILIAR	
Cristiane Silva de Jesus Mary Valda Souza Sales	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2771917104</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>46</b>
QUANTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE ESTOQUES DE CARBONO EM SOLOS DAS REGIÕES SUDOESTE, LITORAL SUL E EXTREMO SUL DA BAHIA	
Ana Maria Souza dos Santos Moreau Mauricio Santana Moreau Agná Almeida Menezes Cristiano de Souza Sant'ana	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2771917105</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>58</b>
APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NA CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOMÉTRICA DO RELEVO NO PARQUE ESTADUAL DO IBITIPOCA-MG	
Theresa Rocco Pereira Barbosa Bárbara Coelho de Andrade Helena Saraiva Koenow Pinheiro Alexis Rosa Nummer Jhone Caetano de Araújo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2771917106</b>	

<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>70</b>
AVALIAÇÃO DO MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT) DO PROJETO BASE CARTOGRÁFICA DIGITAL CONTÍNUA DO AMAPÁ: ESTUDO DE CASO DO PERÍMETRO URBANO DO MACAPÁ	
Herondino dos Santos Filho	
Marcelo José de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2771917107</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>82</b>
DIAGNÓSTICO DOS USOS CONSUNTIVOS DE ÁGUA SUPERFICIAL EM RIOS DO ESTADO DE MATO GROSSO	
Juliane Stella Martins Costa de Figueiredo	
Leandro Obadowiski Bruno	
Felipe de Almeida Dias	
Walter Corrêa Carvalho Junior	
Ibraim Fantin-Cruz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2771917108</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>98</b>
DAS GEOTECNOLOGIAS À GEOGRAFIA DAS COISAS	
Francisco Jorge de Oliveira Brito	
Priscila Lopes Nascimento	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2771917109</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>104</b>
IDENTIFICAÇÃO DE CONGLOMERADOS ESPACIAIS DA MORTALIDADE NEONATAL PRECOCE NA PARAÍBA, 2007-2016	
Rackynelly Alves Sarmento Soares	
Rodrigo Pinheiro de Toledo Vianna	
Ronei Marcos de Moraes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.27719171010</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>117</b>
ACOMPANHAMENTO GEORREFERENCIADO DE ÁREAS BRASILEIRAS DE CERRADO SUJEITAS AOS ATAQUES DE <i>Helicoverpa armigera</i>	
Rafael Mingoti	
Maria Conceição Peres Young Pessoa	
Luiz Alexandre Nogueira de Sá	
Jeanne Scardini Marinho-Prado	
Catarina de Araújo Siqueira	
Verônica Capelatto Munhoz	
Giovanna Naves Beraldo	
André Rodrigo Farias	
<b>DOI 10.22533/at.ed.27719171011</b>	
<b>CAPÍTULO 12 .....</b>	<b>131</b>
AVALIAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO DO RESERVATÓRIO DE UMA HIDRELÉTRICA DA AMAZÔNIA ATRAVÉS DE FUZZY CLUSTERING MEANS	
Benedito de Souza Ribeiro Neto	
Terezinha Ferreira de Oliveira	
André Augusto Pacheco de Carvalho	
Fabrício Menezes Ramos	
Antonio Moraes da Silveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.27719171012</b>	

**CAPÍTULO 13 ..... 143**

PIXELS INDIVIDUAIS ANALISADOS ATRAVÉS DA COMBINAÇÃO ENTRE GEOBIA E MINERAÇÃO DE DADOS: CLASSIFICAÇÃO DA COBERTURA DA TERRA NA REGIÃO METROPOLITANA DA GRANDE VITÓRIA (ES)

[Marcus Vinícius Alves de Carvalho](#)

[Gabriella Ferreira da Silva](#)

[Carla Bernadete Madureira Cruz](#)

**DOI 10.22533/at.ed.27719171013**

**SOBRE A ORGANIZADORA..... 155**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 156**



## PIXELS INDIVIDUAIS ANALISADOS ATRAVÉS DA COMBINAÇÃO ENTRE GEOBIA E MINERAÇÃO DE DADOS: CLASSIFICAÇÃO DA COBERTURA DA TERRA NA REGIÃO METROPOLITANA DA GRANDE VITÓRIA (ES)

### **Marcus Vinícius Alves de Carvalho**

Universidade Federal Fluminense - Departamento de Geografia - Niterói, RJ

### **Gabriella Ferreira da Silva**

Universidade Federal do Rio de Janeiro - Departamento de Geografia - Rio de Janeiro, RJ

### **Carla Bernadete Madureira Cruz**

Universidade Federal do Rio de Janeiro - Departamento de Geografia - Rio de Janeiro, RJ

**RESUMO:** Os mapeamentos temáticos constituem uma fonte relevante de informação para as mais variadas áreas do conhecimento, uma vez que, auxiliam no planejamento e na tomada de decisões eficazes. O desenvolvimento de mapas temáticos foi consideravelmente revolucionado pelos avanços no Processamento Digital de Imagens (PDI) de Sensores Remotos, pois auxiliam tanto na elaboração quanto na atualização dos mapeamentos de forma mais ágil e com custos reduzidos. Nesta perspectiva, o objetivo deste trabalho é avaliar a adoção de pixels individuais tratados como objetos para a classificação da cobertura da terra na Região Metropolitana da Grande Vitória (ES) com base nos índices espectrais (NDVI e NDWI) e imagens transformadas (PCA, IHS e Tasseled Cap) dos dados OLI / Landsat-8. Estes, por sua vez, apresentam moderada resolução espacial, que

é afetada pela questão da Mistura Espectral. Como resultado, o mapa temático de cobertura da terra foi apresentado com alta precisão, Índice Kappa de 0,86 e precisão global de 0,90. O melhor resultado no Kappa-CondicionaI foi da classe “Outros” com 0,94 e o pior desempenho foi do “Mangue” com 0,56.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sensoriamento Remoto, Pixels Individuais, Objetos, Mineração de Dados Geográficos.

## INDIVIDUAL PIXELS ANALYZED FROM THE COMBINATION BETWEEN GEOBIA AND DATA MINING: CLASSIFICATION OF LAND COVER IN THE METROPOLITAN REGION OF GRANDE VITÓRIA (ES)

**ABSTRACT:** Thematic mappings constitute a relevant source of information for the most varied areas of knowledge, since they aid in effective planning and decision making. The development of thematic maps has been considerably revolutionized by the advances in Digital Image Processing (PDI) of Remote Sensors, since they help both the elaboration and the updating of the mappings in a more agile and with reduced costs. In this perspective, the objective of this work is to evaluate the adoption of individual pixel approached as objects for the

classification of land cover in the Metropolitan Region of Grande Vitória (ES) based on the spectral indexes (NDVI and NDWI) and transformed images (PCA, IHS and Tasseled Cap) from OLI / Landsat-8 data. These, in turn, present moderate spatial resolution, which is affected by the Spectral Mixing issue. As a result, the thematic map of land cover was presented with high precision, Kappa Index of 0.86 and global accuracy of 0.90. The best result in the Conditional-Kappa was the class “Others” with 0.94 and the worse performance was the “Mangrove” with 0.56.

**KEYWORDS:** Remote Sensing, Individual Pixels, Objects, Geographic Data Mining.

## 1 | INTRODUÇÃO

A importância do Sensoriamento Remoto está no fato de que este aparato tecnológico consiste atualmente na maior fonte de dados para a realização e atualização de mapeamentos, sobretudo em países carentes de informações cartográficas atualizadas, como é o caso do Brasil (SOARES FILHO, 2000). A partir dos dados provenientes dos sensores remotos são extraídas informações atualizadas e até históricas num curto período de tempo e a baixo ou nenhum custo para a tomada de decisão pelos gestores e planejadores territoriais. A elaboração dos mapas temáticos, relevantes fontes de informação para as Geociências e outras mais áreas do conhecimento, foi consideravelmente revolucionada pelos avanços na área do Processamento Digital de Imagens (PDI). Atualmente, entre os diversos sistemas utilizados em PDI, destacamos aqueles que fazem uso da abordagem de classificação digital chamada de Análise de Imagem Baseada em Objetos Geográficos (GEOBIA).

Nesta abordagem, o conceito de objetos é de suma importância, uma vez que ele é peça-chave neste tipo de análise/classificação de imagens, pois parte-se do princípio de que a informação semântica necessária para a interpretação de uma imagem não está presente apenas no pixel, e sim em objetos da imagem e nas relações existentes entre eles. Todavia, sabe-se que imagens com resolução espacial em torno de 30 metros, como é o caso das imagens dos sensores TM (Thematic Mapper) e OLI (Operational Land Imager) da série de satélites LANDSAT, se deparam com problemas de mistura espectral justamente devido à resolução espacial dos sensores que, em geral, permite que um elemento de cena (correspondente a um pixel da imagem) inclua mais de um tipo de cobertura da terra. Desta forma, quando um sensor observa a cena, a radiância detectada é a integração de todos os objetos, denominados componentes da mistura, contidos no elemento de cena (INPE, 2012). Sabe-se que outro considerável desafio em PDI refere-se à questão da qualidade das segmentações. Sobre isto, Araújo (2006) destaca que os cuidados com a segmentação da imagem são necessários, uma vez que, o resultado desta etapa repercute tanto positivamente quanto negativamente nas posteriores. Assim, sendo, neste trabalho avaliou-se o potencial da classificação da cobertura da terra ser realizada através de objetos que representassem exatamente os pixels individualmente (isto é, os pixels

não agrupados em segmentos) em imagens orbitais de média resolução espacial, justamente por ser afetada pela mistura espectral. Por sua vez, no processo de classificação adotou-se a Descoberta de Padrões ou Mineração de Dados Geográficos. Isto, porque com GEOBIA surgiram novos e relevantes desafios, como a busca pela seleção dos “melhores” atributos (espectrais, texturais, relacionais, contextuais, de forma, entre outros, disponíveis em grande quantidade nesses sistemas), respectivos limiares e a hierarquia de classes e processos. Neste contexto, a Mineração de Dados é um importante instrumento na elaboração de mapas temáticos, devido nela serem aplicados algoritmos específicos que atendem ao desenvolvimento de métodos e técnicas para “compreender” e extrair padrões em grandes quantidades de dados. Os recursos disponíveis nesses algoritmos envolvem técnicas de estatística, recuperação de informação, inteligência artificial e reconhecimento de padrões. Mediante o exposto, destaca-se que a área de estudo corresponde à Região Metropolitana da Grande Vitória. A RMGV foi criada em 1995 pela Lei Complementar Estadual nº. 58/95, atualmente é composta por sete municípios (Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória), possuindo área em torno de 2.331 km<sup>2</sup>. Em 2010, a Região Metropolitana possuía um grau de urbanização de 98% e cerca de 48% da população estadual residia nela (1.687.704 pessoas), com densidade demográfica de 724,02 hab./km<sup>2</sup>. A população do município-núcleo, Vitória, correspondia, em 2010, a 19% da população metropolitana (ZANOTELLI et al., 2014). A taxa de crescimento da população da RM da Grande Vitória, entre 2000 e 2010, foi de 1,61% ao ano. O PIB da região encontrava-se em torno de R\$ 51,86 bilhões (63,2% do total estadual), IDHM de 0,772, IDHM-Educação: 0,695, IDHM-Longevidade: 0,848 e IDHM-Renda: 0,782 (IPEA et al., 2014). Assim sendo, o objetivo deste trabalho é avaliar a adoção de pixels individuais tratados como objetos para a classificação da cobertura da terra na Região Metropolitana da Grande Vitória (ES), proposta baseada em Carvalho et al. (2018).

## 2 | MATERIAL E MÉTODO

Na Figura 01 é apresentada a metodologia adotada na forma de um fluxograma.

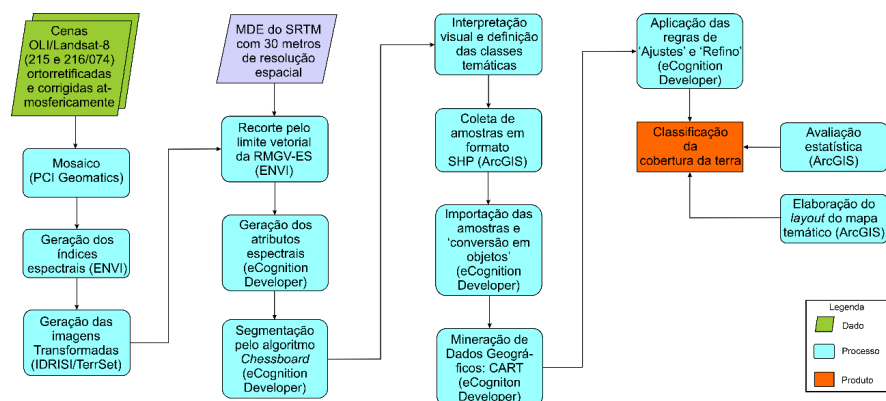


Figura 01 – Fluxograma metodológico.

Para a realização deste trabalho foram selecionadas e adquiridas duas cenas do sensor OLI (Operational Land Imager) do satélite LANDSAT-8 correspondentes às órbitas-pontos 215-074 e 216-074. Estas imagens foram coletadas em 31/08/2017 e 21/07/2017, respectivamente. Destaca-se que estes dados orbitais foram disponibilizados já ortorretificados e corrigidos atmosféricamente (ao nível de reflectância de superfície) pelo USGS - Serviço Geológico dos Estados Unidos (disponibilizadas gratuitamente em: <https://espa.cr.usgs.gov/>). Devido à área de estudo, a Região Metropolitana da grande Vitória, compreender duas cenas OLI, inicialmente procedeu-se à realização do mosaico entre elas. Para tal, optou-se pelo aplicativo OrthoEngine do PCI Geomatics.

Após, no software ENVI, através da “álgebra de bandas” foram gerados o NDVI: Índice da Diferença Normalizada da Vegetação ( $NIR-Red/NIR+Red$ ) e NDWI: Índice da Diferença Normalizada da Água ( $MIR-NIR/MIR+NIR$ ). Já no software TerrSet/ IDRISI foram geradas as imagens Transformadas da PCA: Análise por Componentes Principais (síntese das bandas de 1 a 7 do sensor OLI/Landsat-8), IHS: Intensidade, Matiz e Saturação (composição colorida RGB543) e Tasseled Cap: Brilho / Verdor e Umidade (síntese das bandas de 2 a 7 do sensor OLI/Landsat-8). No projeto de classificação do software eCognition Developer foram inseridas todas estas imagens. Assim, descartou-se a adoção de atributos provenientes das bandas “puras” do sensor OLI. Também foi importado para o projeto o Modelo Digital de Elevação (MDE) do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) com 30 m de resolução espacial. A partir dos dados até aqui mencionados foram gerados os seguintes atributos espectrais: média, moda, desvio padrão, quartil, valores máximos e mínimos de pixel.

O eCognition Developer apresenta diferentes algoritmos de segmentação, porém aquele que se enquadra na proposta deste trabalho é o ChessBoard Segmentation. Ele, por sua vez, divide a imagem em objetos quadrados, como se fosse uma grade (DEFINIENS, 2007). No Chessboard, um dos parâmetros solicitado ao usuário é justamente o tamanho do objeto. Neste caso, informou-se o valor 1 para que fossem gerados objetos que delimitassem cada pixel, ou seja, regiões de 900 m<sup>2</sup> (isso devido à resolução espacial de 30 m das imagens OLI/Landsat-8).

A etapa posterior consistiu na interpretação visual das imagens. A partir dela foram definidas 5 classes temáticas, a saber: “Vegetação Densa”, “Mangue”, “Impermeável” (em geral refere-se aos objetos que compõem as áreas urbanas), “Água” e “Outros” (englobam às áreas de pastagem, áreas úmidas, solos expostos e rochas expostas).

Em seguida procedeu-se à coleta de amostras. Vale destacar que nesta etapa é necessário ter o cuidado de selecionar amostras representativas devido à diversidade de alvos que compõem a cobertura da terra, e pela qualidade das classificações geradas, uma vez que, a precisão das amostras implica diretamente neste fator. No ArcGIS, adotou-se a vetorização de quadrados de 180 m x 180 m dentro de uma dada classe (buscou-se coletar pixels tidos como puros ou o mais próximo disso, como

ocorre na coleta para o Modelo de Mistura Espectral) para realizar a aquisição das amostras (Figura 02). Posteriormente o arquivo Shapefile (SHP) com as amostras foi importado para o eCognition Developer e incorporado à segmentação existente através da ferramenta Assign Class By Thematic Layer do eCognition Developer.

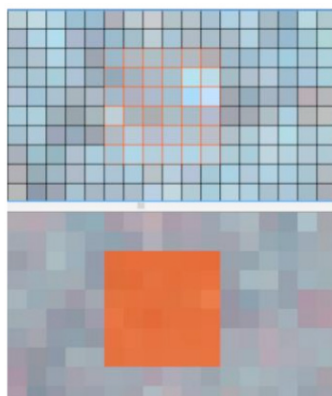


Figura 02. Exemplo de amostra coletada para a realização da classificação.

Vale destacar que foram coletadas 45 amostras para cada classe, ou seja, 225 amostras ao todo. Isto, porque o processo de Mineração de Dados adotado neste trabalho apresenta um caráter supervisionado. Vale destacar que no eCognition Developer através da ferramenta Classifier é que se tem acesso aos diferentes algoritmos de Mineração de Dados. São eles: Decision Tree (CART), BAYES, SVM, KNN e Random Trees. Entre eles, adotou-se o CART, uma vez que, o mesmo é o único que possibilita a consulta ao modelo simbólico gerado pela Mineração de Dados Geográficos, ou seja, a árvore de decisão. Sobre ela, Han & Kamber (2001) afirmam ser um fluxograma onde cada nó interno (não-folha) denota um teste em um atributo, cada ramo representa um resultado do teste, e cada nó-folha ou nó-terminal possui um rótulo da classe. Assim, no eCognition Developer é requerida uma etapa de Treino onde justamente são indicadas as amostras e, por sua vez, também ocorre a elaboração do modelo de classificação a partir da descoberta de padrões. A etapa posterior consiste na Aplicação deste mesmo modelo, ou seja, nela é que ocorre a classificação propriamente dita. A última etapa consiste na Consulta onde é apresentada a árvore de decisão (os demais algoritmos são considerados do tipo “Caixa-Preta”, pois não apresentam o modelo adotado).

Após a classificação foram geradas algumas regras tendo como base o conhecimento do intérprete com o intuito de melhorar a classificação e outras mais regras que adequaram à classificação à escala cartográfica de 1:100.00. A última etapa consistiu na avaliação da precisão da classificação através do índice Kappa (LANDIS & KOCH, 1977), Exatidão Global e Kappa-Condiciona (ROSENFELD & FITZPATRICK-LINS, 1986). Para tal, foram gerados 820 pontos de forma estratificada e aleatória através da ferramenta Create Accuracy Assessment Points disponível no ArcMap/ArcGIS (Figura 03).

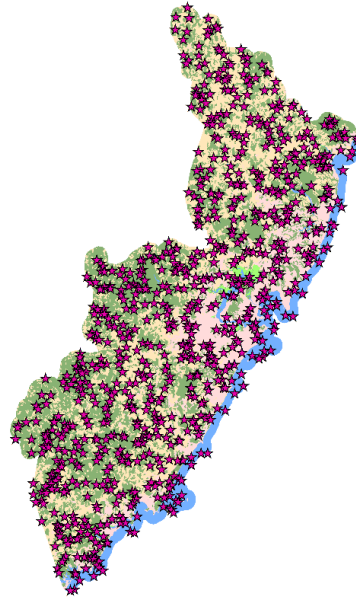


Figura 03. Localização geográfica dos pontos adotados para a avaliação da exatidão do método de classificação.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo processo de Mineração de Dados Geográfico adotado ter do tipo supervisionado, repetiu-se a classificação das imagens três vezes, isto porque conforme constatou-se as imprecisões iniciais na classificação foram coletados novos pontos de amostras ou suprimidas alguns antigos justamente visado a melhoria do resultado. Acerca da integração entre GEOBIA e Mineração de Dados Geográficos, Carvalho (2018) propôs uma adaptação ao modelo de Antunes (2003) apresentado na Figura 04.

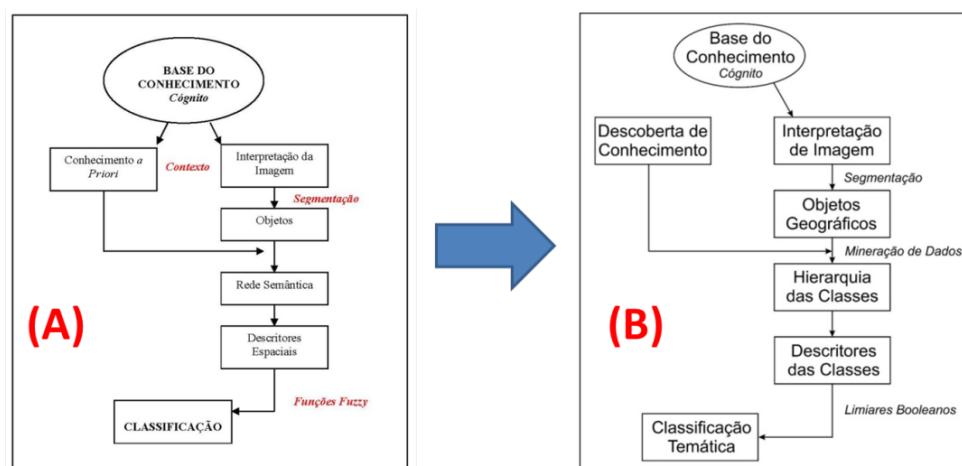


Figura 04. (A) Modelo conceitual da classificação por GEOBIA proposto por Antunes (2003) e (B) adaptação deste modelo para a integração entre GEOBIA e Mineração de Dados Geográficos.

Assim como no modelo de Antunes (2003) parte-se da premissa de que o intérprete possui algum conhecimento sobre os objetos a serem classificados, mas

emprega-o apenas na interpretação visual da imagem. Da mesma forma que na modelagem de conhecimento a etapa seguinte consistiu na delimitação dos objetos geográficos, ou seja, na segmentação. O algoritmo de Mineração de Dados necessita ser treinado pelo usuário a partir da seleção de objetos previamente rotulados (amostras). O Minerador de Dados selecionará a hierarquia das classes, os atributos e os respectivos limiares (booleanos). A etapa final consistirá na classificação temática, ou seja, o produto final desse processo (CARVALHO, 2018).

Na Figura 05 é apresentada a árvore de decisão (conhecimento explícito) elaborada na Parte\_01 do conjunto de regras, mais especificamente na Mineração de Dados (Figura 07) pelo CART (Classification And Regression Trees). Ao observá-la percebemos que no conjunto de 8 atributos utilizados (sem contar as repetições e variações de limiares) todos referem-se ao 1º quartil (25%). A árvore partiu do NDVI, e selecionou-o apenas mais uma vez. O outro índice espectral presente no projeto, o NDWI, foi utilizado apenas uma vez. O atributo referente ao brilho médio (Brightness) de todas as imagens presentes no eCognition foi empregado 5 vezes ao todo. Já, entre as Imagens Transformadas, a 1ª PCA, 3ª PCA e a Saturação (IHS) foram requisitadas uma vez cada uma. A Umidade (Wetness) proveniente da Transformação Tasseled Cap foi aplicada duas vezes, justamente para auxiliar na separação dos objetos referentes à classe de Mangue.

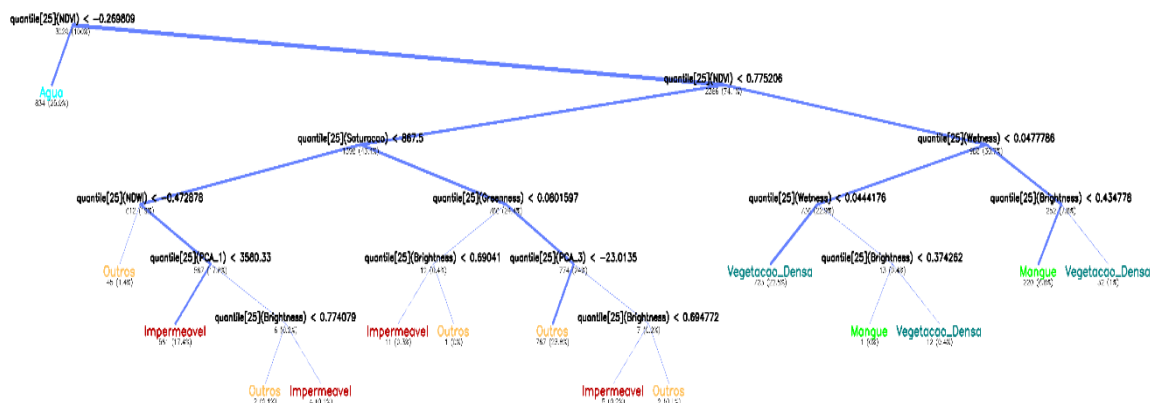


Figura 05. Árvore de decisão gerada através da Mineração de Dados e adotada na classificação da imagem do sensor OLI.

Conforme apresentado na Figura 06, podemos perceber que a classificação apresentou algumas imprecisões, mesmo com o refinamento da seleção das amostras.

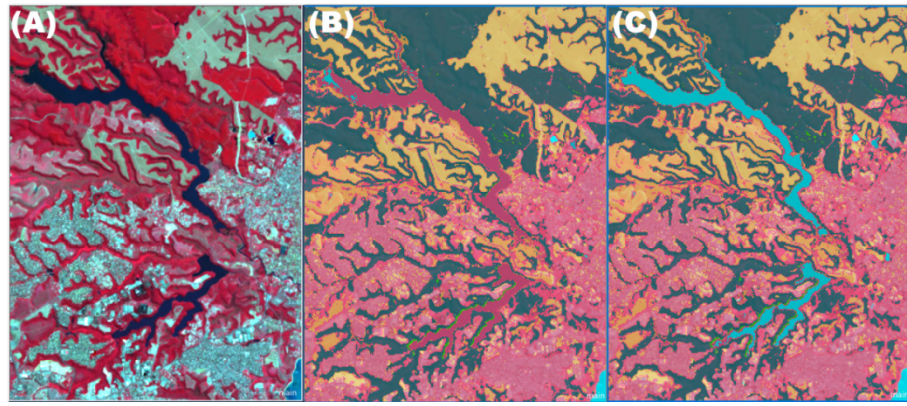


Figura 06. A: trecho da imagem OLI da RMGV (composição colorida RGB543), B: imperfeições (corpos d'água classificados como impermeável) apresentadas na classificação antes da utilização das regras para ajustes, e em C: a correção da classificação da cobertura da terra.

Contudo, tais inconsistências puderam ser superadas na Parte\_02 do conjunto de regras da árvore de processos em função da geração da regra de "Reclassificacao\_1", onde se adotou uma abordagem a partir do conhecimento prévio do intérprete de forma heurística. Esta premissa de integrar a Descoberta de Conhecimento (Mineração de Dados) ao conhecimento prévio do intérprete garante um caráter híbrido à metodologia adotada no estudo em questão (Figura 07).

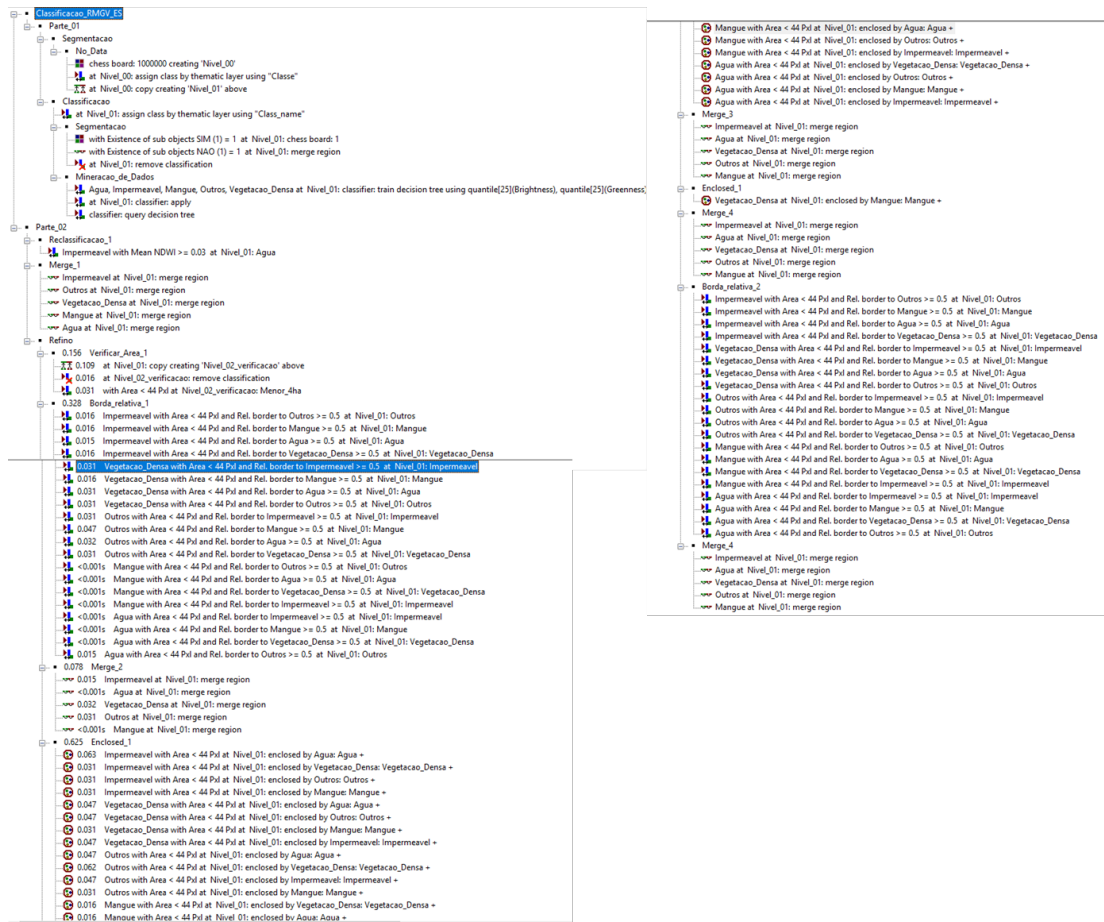


Figura 07. Conjunto de regras desenvolvidas na Árvore de Processo do eCognition Developer que possibilitaram a classificação.

Ainda na Parte\_02, as regras seguintes (Merge\_1) fizeram uso da função de



fundir segundo a classificação. Ou seja, a partir delas os pixels individuais adquiriram a forma dos objetos que compõem a cobertura da terra (Figura 08).

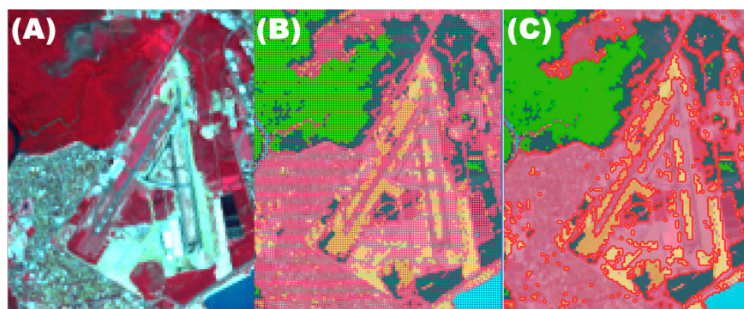


Figura 08. A: trecho da imagem OLI da região do aeroporto de Vitória (composição colorida RGB543), B: classificação realizada pixel por pixel e C: classificação com os objetos fundidos.

O mapeamento foi elaborado de forma a ser compatível com a escala cartográfica de 1:100.000. Desta forma, elegeu-se como menor objeto mapeável aquele que apresenta dimensão inferior a cinco hectares, assim como em Abreu (2010). Contudo, para garantir tal premissa, gerou-se um conjunto de regras denominado de “Refino”, tendo como base os mesmos algoritmos geométricos e relacionais (vizinhança) utilizados em Carvalho (2011). São eles, a saber: Área (em pixels), Borda relativa (Relative Border) e Encontrar Cercado pela Classe (Find Enclosed by Class). O resultado proveniente do “Refino” é apresentado na Figura 09.

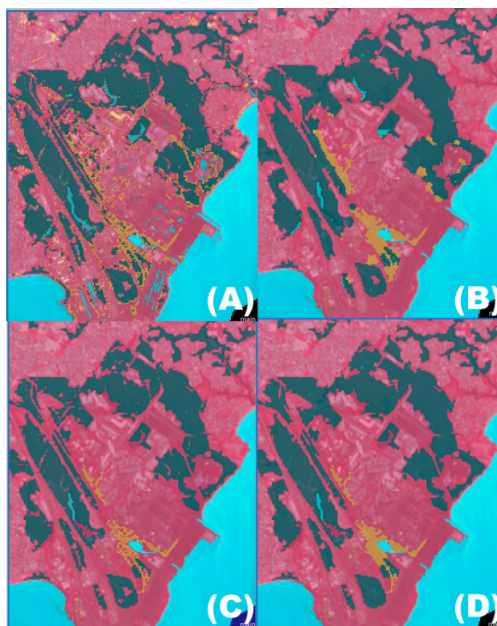


Figura 09. Aplicação das regras de Refino – (A): objetos menores que 4 hectares; (B): objetos menores que 4 hectare foram detectados e reclassificados pelas relações de vizinhança; (C): objetos remanescentes que não foram classificados; (D): objetos foram reclassificados pela questão da vizinhança e (E): objetos foram incorporados pela aplicação da ferramenta Merge.

Após todo o conjunto de regras (Figura 07) ser aplicado aos dados de Sensoriamento Remoto, notou-se que, visualmente os objetos presentes na cobertura da terra apresentaram satisfatória delimitação, conforme a Figura 10.

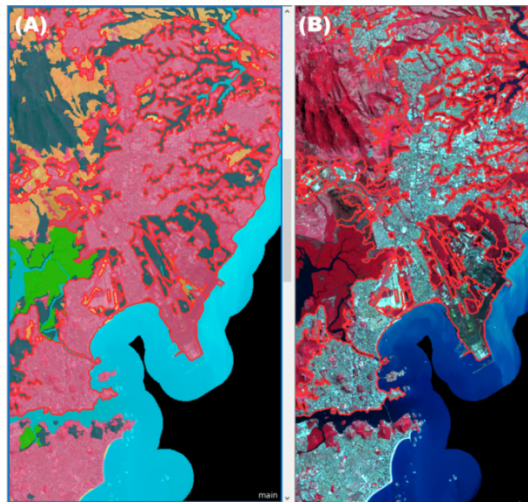


Figura 10. Demonstração da qualidade da classificação final da (A) região do Porto de Praia Mole e (B) imagem OLI/Landsat – composição colorida RGB543 da mesma região que em A.

Ainda em relação à avaliação da classificação, na Tabela 01 é apresentada a matriz de confusão. Ela é um relevante método para estimar a qualidade do produto gerado, pois através da mesma constatou-se o índice Kappa de 0,86, considerado excelente na escala de Landis & Koch (1977), e Exatidão Global de 0,90 (sem edições manuais).

### Referência

Classificação	Água	Impermeável	Mangue	Outros	Vegetação Densa	Total
	Água	97	2	3	11	4
Impermeável	6	213	5	7	0	<b>231</b>
Mangue	3	4	38	3	16	<b>64</b>
Outros	2	4	1	243	3	<b>253</b>
Vegetação Densa	2	1	8	0	144	<b>155</b>
Total	<b>110</b>	<b>224</b>	<b>55</b>	<b>264</b>	<b>167</b>	820

Tabela 1. Matriz de confusão elaborada para avaliar a classificação da RMGV.

Na Tabela 2, é apresentado o índice Kappa Condicional, onde foi avaliada a precisão de cada classe temática do mapeamento realizado. Observando os resultados, percebeu-se que a classe que apresentou o melhor resultado foi “Outros” com 0,94, e seguida por “Vegetação Densa” com 0,91. A classe que demonstrou o pior desempenho foi Mangue com 0,56.

Classe	Kappa Condicional
Água	0.80
Impermeável	0.89
Mangue	0.56
Outros	0.94
Vegetação Densa	0.91

Tabela 2. Valor do Kappa-Condiciona para cada classe de cobertura da terra.

Na Figura 11 é apresentado o mapa temático que representa o produto do trabalho em questão. Em ambiente ArcMap/ArcGIS foi calculada a área para classe temática. Desta forma, chegou-se aos seguintes resultados: Vegetação Densa - 116.126,96 hectares (40,33%), Outros - 99.774,34 hectares (34,65%), Impermeável - 44.278,01 hectares (15,38%), Água - 25.510,04 hectares (8,86%) e Mangue - 2230,91 hectares (0,77%), conforme ilustrado na Figura 12.

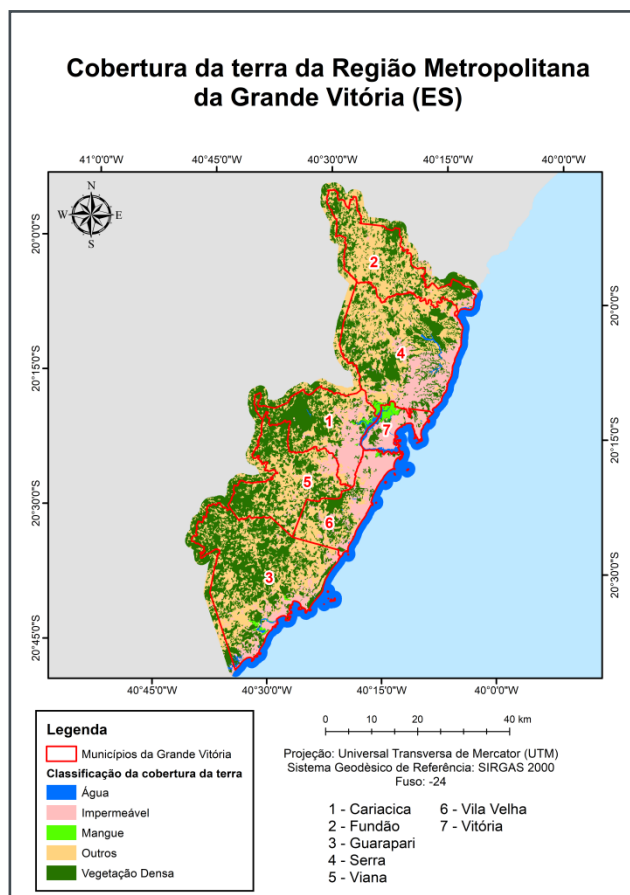


Figura 11. Mapa temático da cobertura da terra na RMGV.

## 4 | CONCLUSÕES

Os resultados evidenciam um considerável potencial da abordagem fazendo uso de pixels individuais sendo tratados como objetos em imagens do sensor OLI do satélite LANDSAT-8 em software especialista em GEOBIA. A Mineração de Dados Geográficos contribuiu efetivamente na classificação dos objetos em formato de pixels individuais, além de apontar, através da árvore de decisão, quais atributos foram os mais importantes neste mapeamento. Acredita-se que adotar somente a Modelagem de Conhecimento ao invés da Mineração de Dados Geográficos neste tipo de abordagem possa ser um desafio bastante árduo visto a considerável quantidade de objetos a serem classificados (3.199.068 objetos ao todo). Vale destacar que os diferentes algoritmos disponíveis no software de classificação por GEOBIA, tais como “Merge”, “Find Enclosed By Class” e “Border To” possibilitaram a satisfatória delimitação das classes de cobertura da terra, além da adequação

à escala de mapeamento (objetos inferiores a 4 hectares foram aglutinados pelos outros objetos maiores). Tanto a Mineração de Dados quanto o conhecimento prévio do intérprete (abordagem heurística) possibilitaram alcançar a excelente precisão apresenta na classificação final.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, A. F. B. **Classificação de ambiente ciliar baseada em orientação a aplicadas ao mapeamento da cultura da cana-de-açúcar**, 2010.

ABREU, M. B. **Análise Espaço temporal da Cobertura e Uso da Terra no Rio de Janeiro de 1994 até 2007**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), 2010.

CARVALHO, M. V. A. **Classificação da cobertura e uso do solo com imagens Worldview-2 utilizando mineração de dados e análise baseada em objetos**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2011.

CARVALHO, M. V. A. SILVA, G. F. CRUZ, C. B. M. **Pixels individuais tratados como objetos para a classificação da cobertura da terra: integração entre GEOBIA e mineração de dados geográficos na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ)**. Revista Tamoios, 2018. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/tamoios/article/view/38099>>. Acesso em: 15 março 2019.

DEFINIENS. **DEFINIENS professional 7: reference book**. Munich: DEFINIENS, 2007.

HAN, J.; KAMBER, M. **Data Mining: Concepts and Techniques**, 2nd ed. The Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems, Jim Gray, Series Editor Morgan Kaufmann Publishers, 2006.

IBGE: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico**. Rio de Janeiro, 2010.

IPEA: INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA; FJP: FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO; PNUD: PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Atlas do Desenvolvimento Humano nas Regiões Metropolitanas Brasileiras**. Brasília, 2014.

INPE: INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Sistema de ajuda on-line do SPRING**. São José dos Campos, 2012.

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

ROSENFELD, G. H.; FITZPATRICK-LINS, K. **A coefficient of agreement as a measure of thematic classification accuracy**. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, v.52, p.223–227. 1986.

SOARES FILHO, B. S. **Interpretação de Imagens da Terra**. Curso de Especialização em Geoprocessamento. UFMG, 2000. Disponível em <<http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/intimagem.pdf>> Acesso em: 15 jan. 2013.

ZANOTELLI, C. L.; FERREIRA, F. C.; ANTÔNIO, L. M.; BERGAMASCHI, R. B. **A renda da terra na Região Metropolitana da Grande Vitória – ES – Brasil**. Confins, 2014. Disponível em: <<http://journals.openedition.org/confins/9738>>. Acesso em: 09 maio 2019.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**JÉSSICA APARECIDA PRANDEL** Mestre em Ecologia (2016-2018) pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), campus de Erechim, com projeto de pesquisa Fragmentação Florestal no Norte do Rio Grande do Sul: Avaliação da Trajetória temporal como estratégias a conservação da biodiversidade. Fez parte do laboratório de Geoprocessamento e Planejamento Ambiental da URI. Formada em Geografia Bacharelado pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG, 2014). Em 2011 aluna de Iniciação científica com o projeto de pesquisa Caracterização de Geoparques da rede global como subsídio para implantação de um Geoparque nos Campos Gerais. Em 2012 aluna de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Ponta Grossa, com projeto de pesquisa Zoneamento Ambiental de áreas degradadas no perímetro urbano de Palmeira e Carambeí (2012-2013). Atuou como estagiária administrativa do laboratório de geologia (2011-2013). Participou do projeto de extensão Geodiversidade na Educação (2011-2014) e do projeto de extensão Síntese histórico-geográfica do Município de Ponta Grossa. Em 2014 aluna de iniciação científica com projeto de pesquisa Patrimônio Geológico-Mineiro e Geodiversidade-Mineração e Sociedade no município de Ponta Grossa, foi estagiária na Prefeitura Municipal de Ponta Grossa no Departamento de Patrimônio (2013-2014), com trabalho de regularização fundiária. Estágio obrigatório no Laboratório de Fertilidade do Solo do curso de Agronomia da UEPG. Atualmente é professora da disciplina de Geografia da Rede Marista de ensino, do Ensino Fundamental II, de 6º ao 9º ano e da Rede pública de ensino com o curso técnico em Meio Ambiente. Possui experiência na área de Geociências com ênfase em Educação, Geoprocessamento, Geotecnologias e Ecologia.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Análises 3, 14, 86, 125, 126, 127, 134, 138

Áreas Protegidas 1, 3, 4, 5, 7, 8

### C

Cartografia 2, 11, 15, 102

Cascalho 24, 30, 31

Ciência 20, 24, 56, 69, 71, 81, 102, 103, 131

Classes 3, 4, 20, 34, 36, 37, 41, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 61, 64, 69, 77, 80, 83, 120, 137, 145, 146, 149, 153

Cobertura da Terra 143, 144, 145, 146, 150, 151, 152, 153, 154

Conflitos Ambientais 1, 3

### F

Fluido 24, 25, 28, 29, 30, 31

### G

Geociências 24, 144, 155

Geografia 1, 2, 11, 12, 14, 22, 23, 56, 91, 92, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 115, 119, 120, 128, 143, 154, 155

Georreferenciamento 93, 117, 119

Geotecnologias 1, 2, 58, 71, 98, 99, 100, 101, 102, 155

Gestão 1, 2, 6, 11, 23, 36, 58, 59, 82, 83, 86, 93, 95, 96, 98, 99, 128, 134, 141

### M

Mapeamento 2, 11, 46, 48, 49, 50, 54, 58, 69, 76, 81, 97, 105, 126, 151, 152, 153, 154

Meio Ambiente 50, 57, 71, 75, 82, 83, 84, 86, 87, 89, 90, 95, 96, 97, 117, 129, 132, 155

Monitoramento 2, 76, 81, 86, 93, 106, 117, 119, 122, 123, 124, 125, 127, 129, 131, 132, 134, 138, 140

### P

Peneira 24, 25, 30, 31

Perfuração 24, 25, 31, 32

Petróleo 24, 25, 31, 32

Pixels 63, 73, 134, 135, 136, 137, 138, 143, 144, 145, 146, 151, 153, 154

Planejamento 1, 2, 12, 13, 14, 15, 19, 20, 22, 34, 37, 59, 71, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 105, 143, 155

Precisão 30, 75, 76, 81, 143, 146, 147, 152, 154

Proteção Ambiental 2, 7, 32, 57

## **S**

Sistemas de Informações Geográficas 99, 100

## **V**

Vegetação 8, 47, 48, 50, 56, 61, 75, 85, 146, 152, 153

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-727-7



9 788572 477277