



**Leonardo Tullio  
(Organizador)**

---

# Aplicações e Princípios do Sensoriamento Remoto 3

---

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

Leonardo Tullio  
(Organizador)

# Aplicações e Princípios do Sensoriamento Remoto 3

Atena Editora  
2019

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

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. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
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. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
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. 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. 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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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 Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
A642	Aplicações e princípios do sensoriamento remoto 3 [recurso eletrônico] / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Aplicações e Princípios do Sensoriamento Remoto; v. 3)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-637-9 DOI 10.22533/at.ed.379192309  1. Sensoriamento remoto. I. Tullio, Leonardo.  CDD 621.3678
<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

Atena  
Editora

Ano 2019

## APRESENTAÇÃO

Neste 3ª e-book de Aplicações e Princípios do Sensoriamento Remoto, buscamos apresentar as mais recentes pesquisas na área abordando o uso das tecnologias. Essas pesquisas nos ajudam a planejar e tomar decisões em diversas áreas de atuação, tanto no meio urbano quanto no meio rural.

Trabalhar o Sensoriamento Remoto requer cuidados e atenção, principalmente na aquisição de imagens e suas resoluções, o que podem ser decisivos para uma boa análise. Assim no âmbito da qualidade, necessita-se estudos aprofundados e métodos que proporcionem as análises mais confiáveis e precisas, pois estamos passando por mudanças que acontecem muito rapidamente e verificar o problema em tempo real é quase que uma necessidade.

Portanto, nesta obra encontram-se diversos métodos e resultados que ajudam na tomada de decisão quanto ao planejamento ideal e com rapidez e confiança.

Desejo uma boa leitura desta obra.

Leonardo Tullio

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
SENSORIAMENTO REMOTO E ANÁLISE ESPACIAL: UMA CONTRIBUIÇÃO PARA O MAPEAMENTO DOS SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA	
Patrick Calvano Kuchler Margareth Simões Agnès Begué Rodrigo Peçanha Damien Arvor	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3791923091</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
APLICAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO NO ESTUDO DOS NÍVEIS DE DEGRADAÇÃO DE PASTAGENS	
Mateus Benchimol Ferreira de Almeida Margareth Simões Rodrigo Peçanha Demonte Ferraz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3791923092</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>22</b>
ANÁLISE DE BORDAS DE FLORESTAS DE EUCALIPTO NO VALE DO JEQUITINHONHA EM IMAGENS DO GOOGLE EARTH®	
Lais Barbosa Teodoro Gadioli Vinícius Leonardo Gadioli da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3791923093</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>34</b>
USO DE IMAGENS DE SATÉLITE LANDSAT NO ESTUDO TEMPORAL DA COBERTURA DA TERRA NO RASO DA CATARINA	
Uldérico Rios Oliveira Patrícia Lustosa Brito Mauro José Alixandrini Júnior Júlio César Pedrassoli Ricardo Lustosa Brito	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3791923094</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>46</b>
SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA APLICADO AO PLANEJAMENTO URBANO	
Madjany Modesto Pereira José Eduardo de Carvalho Lima Sávio de Brito Fontenele	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3791923095</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>56</b>
MODAL ÔNIBUS NA CIDADE DE MOGI GUAÇU/SP - ESTUDO E PROPOSIÇÕES	
Antoniane Arantes de Oliveira Roque Luiz Carlos Rossi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3791923096</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>69</b>
VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE ALTITUDES EM LEVANTAMENTO DE DEFEITOS EM	

PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS COM AUXÍLIO DE VANT

Paulo de Souza Lima Neto  
Francisco Heber Lacerda de Oliveira  
Arielle Elias Arantes  
Daniel Dantas Moreira Gomes

DOI 10.22533/at.ed.3791923097

**CAPÍTULO 8 ..... 78**

ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE URBANA PELO MODELO PRESSÃO-ESTADO-RESPOSTA E PROGRAMAÇÃO POR COMPROMISSO

Camila Frandi Cecagno  
Vinícius Marques Müller Pessôa  
Danilo Mangaba de Camargo  
Mara Lúcia Marques

DOI 10.22533/at.ed.3791923098

**CAPÍTULO 9 ..... 89**

ANÁLISE DO USO E COBERTURA DO SOLO E A TRANSMISSÃO DA LEISHMANIOSE TEGUMENTAR NO MUNICÍPIO DE ULIANÓPOLIS – PARÁ

Alcione Ferreira Pinheiro  
Ricardo José de Paula Souza e Guimarães  
Gabriella Ferreira Damasceno Santiago  
Sergio Luís Barbosa da Silva  
Edna Aoba Yassui Ishikawa  
Alessandra Rodrigues Gomes

DOI 10.22533/at.ed.3791923099

**CAPÍTULO 10 ..... 97**

ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE FATORES SOCIOAMBIENTAIS E O NÚMERO DE CASOS DE DOENÇA DE CHAGAS NO AMAZONAS, BRASIL

Eric Delgado dos Santos Mafra Lino  
Raquel Aparecida Abrahão Costa e Oliveira  
Samanta Cristina das Chagas Xavier

DOI 10.22533/at.ed.37919230910

**CAPÍTULO 11 ..... 108**

CONFIGURAÇÃO E SIGNIFICADO DE LINEAMENTOS ESTRUTURAIS MAIORES DA SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL

William Medina Leite Féres  
Pedro Angelo Almeida Abreu

DOI 10.22533/at.ed.37919230911

**CAPÍTULO 12 ..... 121**

USO DE PROJEÇÕES RCP 4.5 / RCP 8.5 E ÍNDICE DE VULNERABILIDADE CLIMÁTICA (IVC) PARA MONITORAMENTO DA DESERTIFICAÇÃO EM MUNICÍPIOS DO SERTÃO PERNAMBUCANO, BRASIL

Rayanna Barroso de Oliveira Alves  
Hernande Pereira da Silva  
José Coelho de Araújo Filho  
Marco Antonio de Oliveira Domingues  
Jones Oliveira de Albuquerque

DOI 10.22533/at.ed.37919230912

<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>132</b>
ANÁLISE DA DINÂMICA DE USO E COBERTURA DA TERRA DO MUNICÍPIO DE SÃO FÉLIX DO XINGU – PA ENTRE 2008 A 2017	
<a href="#">Clodoaldo Marques da Costa</a> <a href="#">Paulo Rodrigues de Melo Neto</a> <a href="#">Yara Soares Sales de Barros</a> <a href="#">Brenda Cunha Pereira</a> <a href="#">Cinthia Pereira de Oliveira</a> <a href="#">Bianca Caterine Piedade Pinho</a> <a href="#">Beatrice Christine Piedade Pinho</a> <a href="#">Débora Aquino Nunes</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37919230913</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>141</b>
DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA INCIDÊNCIA DE FOCOS DE QUEIMADA NO MUNICÍPIO DE SÃO FÉLIX DO XINGU – PA ENTRE OS ANOS DE 2008 A 2017	
<a href="#">Paulo Rodrigues de Melo Neto</a> <a href="#">Clodoaldo Marques da Costa</a> <a href="#">Yara Soares Sales de Barros</a> <a href="#">Brenda Cunha Pereira</a> <a href="#">Cinthia Pereira de Oliveira</a> <a href="#">Bianca Caterine Piedade Pinho</a> <a href="#">Beatrice Christine Piedade Pinho</a> <a href="#">Débora Aquino Nunes</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37919230914</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>152</b>
ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE EM PALMAS-TO	
<a href="#">Érika Gonçalves Pires</a> <a href="#">Gabriel Alves Veloso</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.37919230915</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>161</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>162</b>

## ANÁLISE DE BORDAS DE FLORESTAS DE EUCALIPTO NO VALE DO JEQUITINHONHA EM IMAGENS DO GOOGLE EARTH®

### Lais Barbosa Teodoro Gadioli

BSc Engenharia de Agrimensura. Pós-Graduada em Geoprocessamento e Georreferenciamento  
Professora no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - IFNMG - Campus Araçuaí, CEP 39600000 – Araçuaí – MG, Brasil  
lais.alves@ifnmg.edu.br

### Vinicius Leonardo Gadioli da Silva

BSc Engenharia Elétrica  
MSc Engenharia Agrícola  
viniciusgadioli.eng@gmail.com

**RESUMO:** Este trabalho apresenta uma comparação entre dois métodos para a detecção de bordas utilizando imagens orbitais do Google Earth no município de Itamarandiba - MG, cidade situada no Vale do Jequitinhonha, que contém vasto plantio de florestas de eucalipto. A técnica de processamento digital de imagens (PDI) utilizada neste trabalho consiste na detecção de bordas com o objetivo de delimitar a área de cultivo, por meio dos métodos baseados em gradiente: Sobel e Canny. As imagens foram processadas no software *Octave* por meio da implementação dos algoritmos de detecção de bordas baseados nos métodos de Canny e Sobel. Os resultados foram a delimitação das áreas de cultivo de eucalipto. O método de Canny acabou detectando bordas indesejadas causadas por texturas não uniformes na

imagem, fazendo com que o operador Sobel se tornasse mais eficiente, detectando apenas as bordas associadas à delimitação das áreas de cultivo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Processamento Digital de Imagens, Segmentação, Sobel, Canny.

### ANALYSIS OF EUCALYPTUS FORESTS IN THE VALLEY OF JEQUITINHONHA IN IMAGES OF GOOGLE EARTH®

**ABSTRACT:** This work presents a comparison between two methods for edge detection using orbital images from Google Earth in the region of Itamarandiba - MG, a city located in the Jequitinhonha Valley, which contains extensive eucalyptus forests. The digital image processing (DIP) technique used in this work, consists on edge detection using gradient-based methods: Sobel and Canny. The images were processed in the software *Octave* by means of the implementation of the algorithms of edge detection, with the objective of delimiting the area of cultivation, based on the methods of Canny and Sobel. The results were the delimitation of the areas of eucalyptus cultivation. The Canny's method eventually detected unwanted edges caused by non-uniform textures in the image, making the Sobel operator more efficient, detecting only the edges associated with the delimitation of the areas cultivation.

**KEYWORDS:** Digital image processing, edge detection, Sobel, Canny.

## 1 | INTRODUÇÃO

O uso do processamento digital de imagens consiste em ajustar as características visuais da imagem, fornecendo outras contribuições para a sua interpretação, inclusive gerando produtos que possam ser posteriormente submetidos a outros processamentos (GONZALEZ, 2010). A tecnologia de processamento digital de imagens vem atuando em diversas áreas, como: reconhecimento de padrões, análise de recursos naturais e meteorologia, análise de imagens biomédicas, análise de imagens metalográficas e de fibras vegetais, aplicações em automação industrial envolvendo o uso de sensores visuais em robôs, dentre outros (CASTRO, 2002).

Nas áreas e subáreas que englobam Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas, ferramentas de processamento de imagens são de extremo interesse, pois servem de subsídio para diversos tipos de análises. Softwares e técnicas de processamento de imagens são aliados tanto na pesquisa quanto no desenvolvimento de equipamentos capazes para auxiliar nas soluções de problemas de engenharia nas áreas supracitadas (KAWAKUBO et al., 2011; RECESA, 2013).

De acordo com a especificação da *International Organization for Standardization* (ISO) 19119 (ISO, 2005), o geoprocessamento comum inclui processamento espacial (análise de rede e transformação de coordenadas), processamento temático (classificação e geocodificação), processamento temporal e subconjuntos temporais) e processamento de metadados (anotação geográfica e cálculo estatístico) (ZHAO et al., 2012).

O objetivo geral de um sistema de informação geográfica é, portanto, servir de instrumento para todas as áreas do conhecimento que fazem uso de mapas, possibilitando mecanismos de análise, tais como: integrar em uma única base de dados informações representando vários aspectos do estudo de uma região; permitir a entrada de dados de diversas formas; combinar dados de diferentes fontes, gerando novos tipos de informações; gerar relatórios e documentos gráficos de diversos tipos, dentre outros (DUGOUA et al., 2018).

A detecção de bordas é o método utilizado mais frequentemente para segmentar imagens com base nas variações abruptas (locais) de intensidade. Os modelos de borda são classificados de acordo com seus perfis de intensidade. Na prática, as imagens digitais têm bordas que são desfocadas e ruidosas, cujo grau de indefinição está determinado principalmente pelas limitações no mecanismo de focalização e o nível de ruído determinado principalmente pelos componentes eletrônicos do sistema de imagens (GONZALES, 2010).

*Esquef* (2002) apresenta a segmentação como o processo de subdividir a

imagem como um todo nas partes que a constituem e que se diferenciam entre si, provando que a segmentação de imagens é uma das tarefas mais difíceis no PDI. O primeiro passo na segmentação consiste em utilizar o computador para definir na imagem, recortes automáticos ao redor de objetos de interesse. O nível até o qual a subdivisão deve ser realizada, assim como a técnica utilizada, depende do problema que está sendo resolvido (ESQUEF, 2002).

Existem muitas maneiras de realizar a detecção de bordas. Em geral, estes métodos podem ser agrupados em duas categorias: gradiente e laplaciano. O método gradiente detecta as bordas procurando o máximo e o mínimo na primeira derivada da imagem. O método Laplaciano procura os cruzamentos de zero na segunda derivada da imagem para encontrar arestas (SHRIVAKSHAN, 2012).

Um pixel de borda é descrito utilizando-se dois recursos importantes: a resistência da borda, que é igual à magnitude do gradiente, e a direção da borda, que é igual ao ângulo do gradiente. Na verdade, um gradiente não é definido matematicamente para uma função discreta. Para isto, o gradiente, que pode ser definido para a imagem contínua ideal, é estimado utilizando “operadores”. Ou seja, os “operadores” são métodos, que podem ser implementados para o cálculo numérico do gradiente para uma função discreta. São exemplos de operadores, métodos tais como: *Roberts*, *Sobel* e *Prewitt* (SHRIVAKSHAN, 2012).

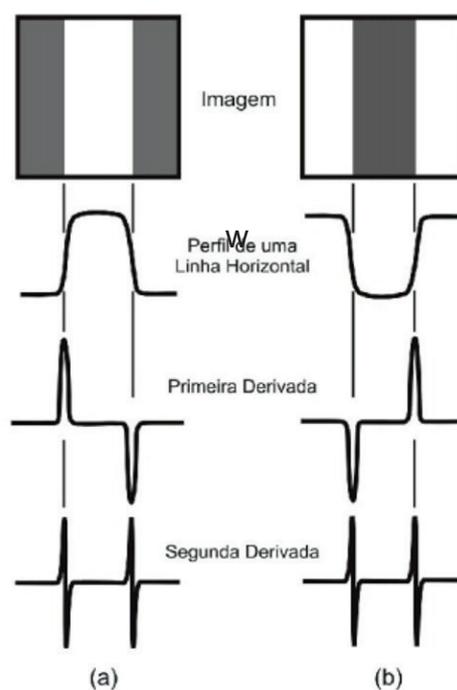


Figura 1: Derivadas de uma Imagem. Fonte: Gonzales, 2010.

O gradiente de uma função de duas variáveis  $f(x,y)$ , nas coordenadas  $(x,y)$  é definido por:

$$\nabla f = \begin{bmatrix} g_x \\ g_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Assim, a magnitude do vetor é dada por:

$$|\nabla f| = \sqrt{g_x^2 + g_y^2} \quad (2)$$

E a direção do vetor gradiente é dada por:

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{g_y}{g_x} \quad (3)$$

Uma aproximação digital das derivadas parciais em uma vizinhança sobre um ponto é dada por (GONZALES, 2010):

$$g_x = \frac{\partial f}{\partial x} = f(x + 1, y) - f(x, y) \quad (4)$$

$$g_y = \frac{\partial f}{\partial y} = f(x, y + 1) - f(x, y) \quad (5)$$

Essas derivadas podem ser implementadas filtrando uma imagem com “máscaras”. Estas máscaras são matrizes que levam em conta a natureza dos dados e são utilizadas para a aplicação de aproximações digitais para as derivadas parciais.

Considerando uma região 3x3 tem-se:

$$Z = \begin{bmatrix} Z_1 & Z_2 & Z_3 \\ Z_4 & Z_5 & Z_6 \\ Z_7 & Z_8 & Z_9 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Deste modo, as derivadas parciais são dadas por:

$$g_x = \frac{\partial f}{\partial x} = (Z_7 + Z_8 + Z_9) - (Z_1 + Z_2 + Z_3) \quad (7)$$

$$g_y = \frac{\partial f}{\partial y} = (Z_3 + Z_6 + Z_9) - (Z_1 + Z_4 + Z_7) \quad (8)$$

O operador de Sobel tem por objetivo calcular o gradiente da intensidade da imagem em cada ponto, fornecendo assim a direção da maior variação de claro para escuro e a magnitude de variação nessa direção. Assim, torna-se possível estimar a presença de uma transição claro-escuro e qual a orientação da transição. Como as variações claro-escuro intensas correspondem a fronteiras bem definidas entre objetos, é possível detectar as bordas na imagem (SHRIVAKSHAN, 2012).

As máscaras de convolução do operador Sobel para detecção de bordas são:

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (9)$$

$$G_y = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (10)$$

Deste modo, as derivadas parciais são dadas por:

$$g_x = \frac{\partial f}{\partial x} = (Z_7 + 2Z_8 + Z_9) - (Z_1 + 2Z_2 + Z_3) \quad (11)$$

$$g_y = \frac{\partial f}{\partial y} = (Z_3 + 2Z_6 + Z_9) - (Z_1 + 2Z_4 + Z_7) \quad (12)$$

O Algoritmo de detecção de bordas proposto por Canny baseia-se em três objetivos básicos (GONZALES, 2010):

i. Baixa taxa de erro: todas as bordas devem ser encontradas e não devem ocorrer respostas espúrias. Ou seja, as bordas detectadas devem ser o mais próximo possível das bordas verdadeiras.

ii. Os pontos de borda devem estar bem localizados: as bordas detectadas devem ser o mais próximas possível das bordas verdadeiras. Isto é, a distância entre um ponto marcado como uma borda pelo detector e o centro da borda verdadeira deve ser mínima.

iii. Resposta de um único ponto de borda: o detector deve retornar apenas um ponto para cada ponto de borda verdadeiro. Ou seja, o número de máximos locais em torno da borda deve ser mínimo. Isso significa que o detector não deve identificar múltiplos pixels de borda em que apenas um ponto de borda exista.

A essência do trabalho de Canny foi expressar os três critérios matematicamente e tentar encontrar soluções ótimas para essas formulações. Na prática, o método consiste em (GONZALES, 2010; SHRIVAKSHAN, 2012):

1. Suavizar a imagem por meio de um filtro Gaussiano;
2. Calcular a magnitude e direção do gradiente utilizando aproximações por diferenças finitas para o cálculo das derivadas parciais; e
3. Aplicar supressão de não-máxima à magnitude do gradiente.

Dessa forma, o presente trabalho tem o objetivo de comparar os métodos de detecção de borda de Sobel e Canny, com foco em imagens de satélite de floretas de eucalipto no município de Itamarandiba, situado no Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais.

## 2 | METODOLOGIA

Inicialmente foi realizada a aquisição das imagens de satélite por meio do Google Earth®. Foram coletadas imagens de florestas de eucalipto do município de Itamarandiba-MG.

O município de Itamarandiba, objeto deste estudo, está situado na região do Alto Vale do Jequitinhonha, no estado de Minas Gerais. As coordenadas estão entre

as latitudes de 17° 32' 56" S a 18° 09' 00" S, e longitudes de 43° 09' 14" W a 42° 35' 20" W, tendo uma altitude média de 910 metros e área territorial de 2.735,573 Km<sup>2</sup> (IBGE, 2017). A localização do município de Itamarandiba pode ser observada na Figura 17.

De toda a sua extensão territorial, parte está dividida em Lavouras, Pastagens e Matas ou Florestas. A última, a de maior impacto na região totaliza 60.557,2360 hectares de florestas plantas, caracterizando a região em um polo madeireiro, principalmente na produção de carvão mineral. Isso gera empregos e aumento na economia, porém modifica a paisagem local (IBGE, 2017).

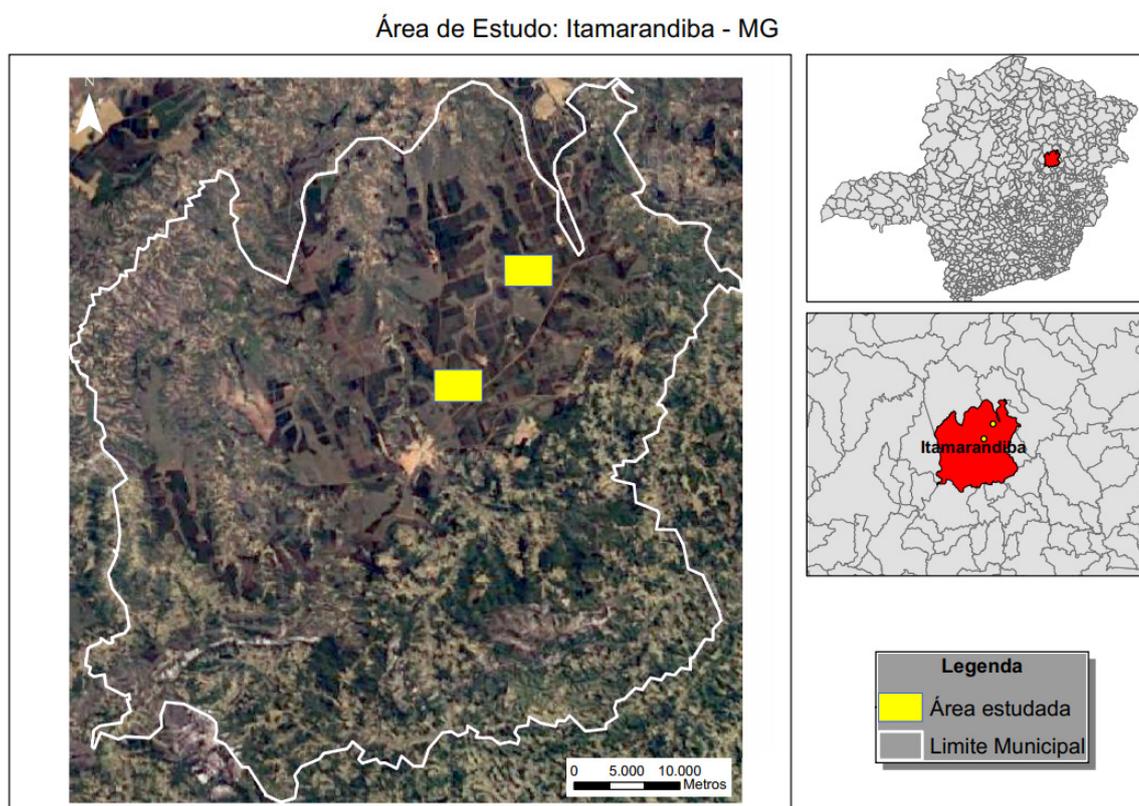


Figura: 2 Localização da área de estudo

As imagens adquiridas possuem as seguintes características:

- i. Data de aquisição das imagens de satélite: 08/20/2017.
- ii. Escala usada para o estudo: 1:18.000.
- iii. Coordenada Central da Imagem da Figura 19: 17°48'19"S e 42°49'56,82"W.
- iv. Coordenada Central da Imagem da Figura 22: 17°42'56,92"S e 42°45'49,29"O.

Em seguida, estas imagens foram processadas e submetidas aos algoritmos de detecção de bordas baseados nos métodos de Canny e Sobel. Todo o procedimento foi implementado no software *Octave*. As etapas do processamento estão descritas no fluxograma da Figura 3:

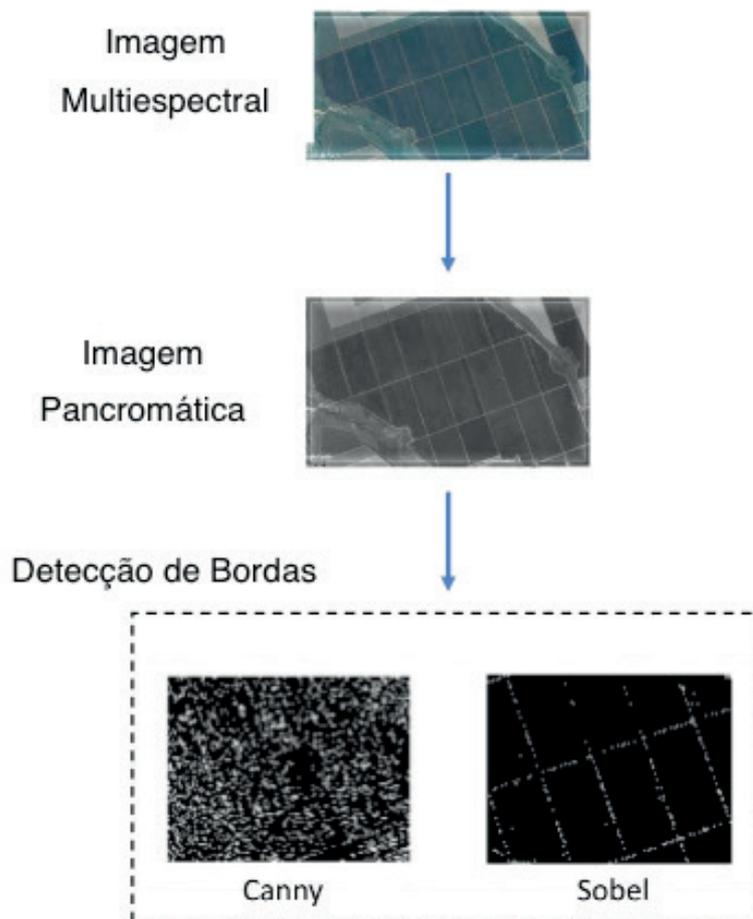


Figura 3: Fluxograma simplificado do algoritmo de detecção de bordas.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas imagens originais, os limites entre as áreas de cultivo ficam evidentes. Deste modo, é possível saber previamente quais regiões o algoritmo deverá segmentar. Conforme pode-se observar na Figura 18, as áreas de cultivo são separadas em regiões retangulares ao longo do terreno. Além disso, as regiões não possuem texturas uniformes, o que pode ser resultado de fatores, tais como: plantios em épocas diferentes, irrigação não uniforme, características diferentes do solo, dentre outros.

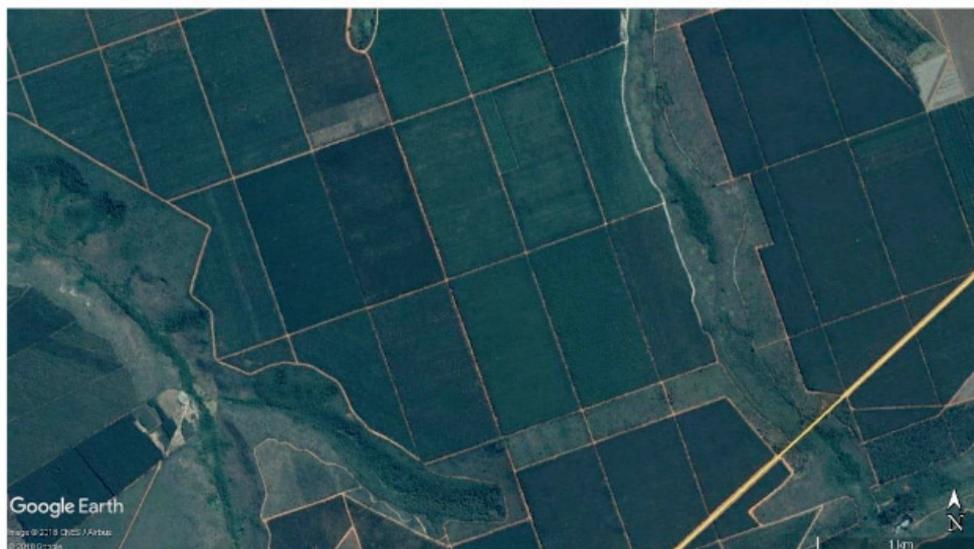


Figura 4: Floresta de eucalipto no município de Itamarandiba.

O algoritmo de detecção foi aplicado à duas imagens diferentes, a fim de se analisar semelhanças e diferenças nos padrões de segmentação.

O resultado da detecção de bordas utilizando os métodos Canny e Sobel aplicada à imagem da Figura 18 podem ser observado nas Figuras 19 e 20.

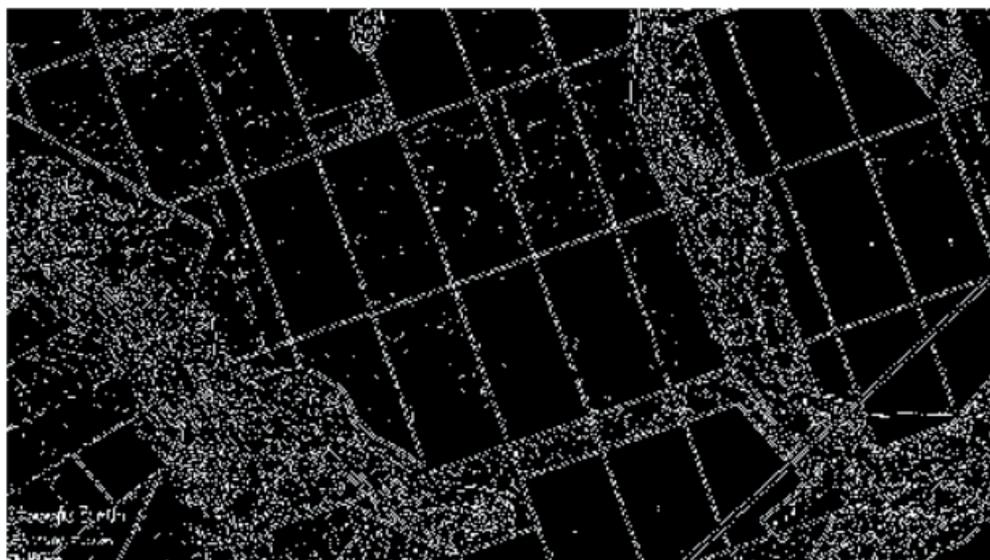


Figura 5: Detecção de bordas da imagem da Figura 18 pelo método de Canny.



Figura 6 - Detecção de bordas da imagem da Figura 18 pelo método de Sobel.

A metodologia foi ainda aplicada à outra imagem, em outra lavoura no mesmo município. A imagem original pode ser observada na Figura 21 e o resultado da detecção de borda nas Figuras 22 e 23.



Figura 7 Floresta de eucalipto no município de Itamarandiba.

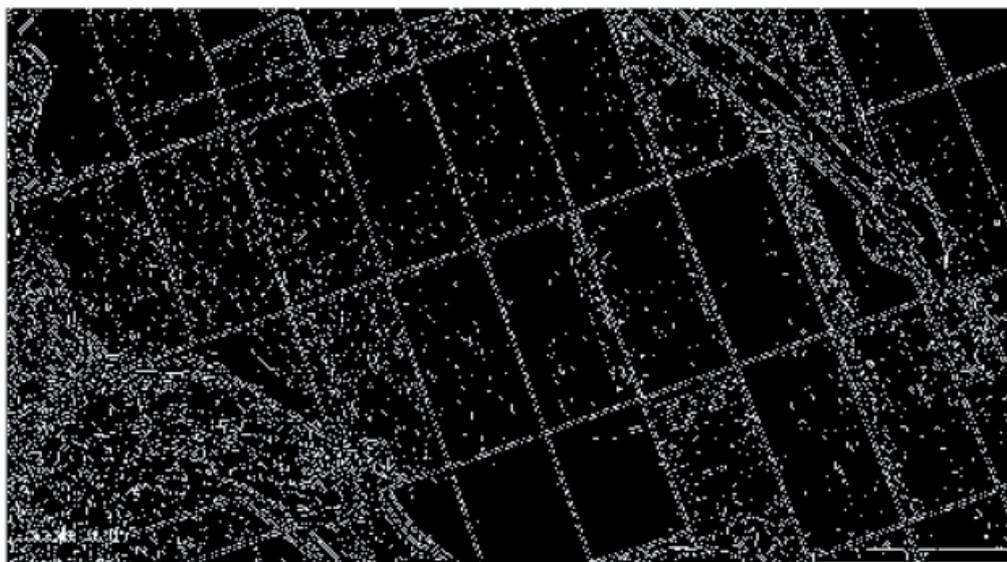


Figura 8: Detecção de bordas da imagem da Figura 21 pelo método de Canny.

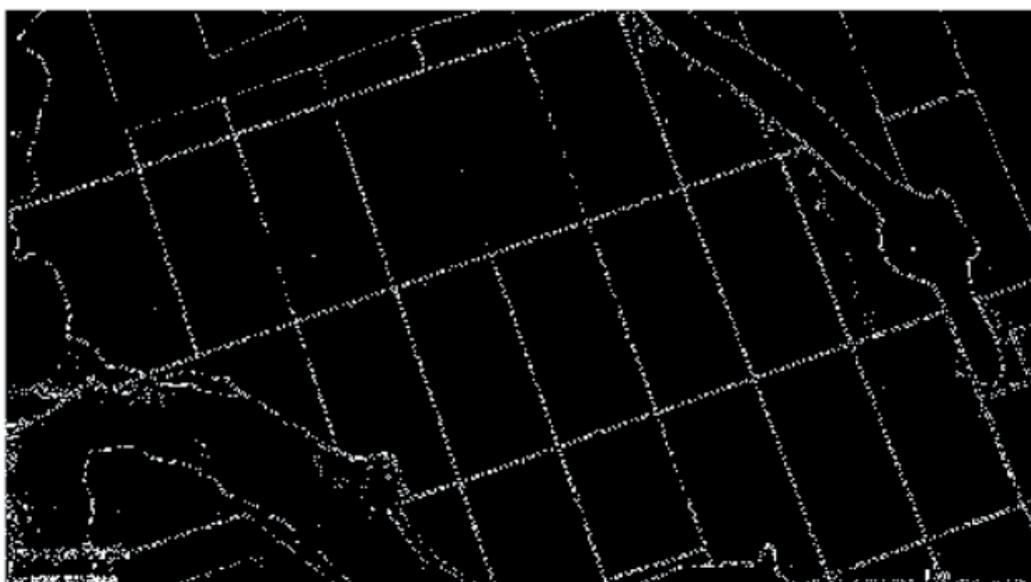


Figura 10: - Detecção de bordas da imagem da Figura 21 pelo método de Sobel.

#### 4 | CONCLUSÃO

A metodologia descrita neste trabalho envolve a utilização de um algoritmo leve e simples. O algoritmo utiliza diversas técnicas, tais como: convolução e métodos de filtragem.

A principal vantagem do operador Sobel é a simplicidade, devido a aproximação simples do cálculo da magnitude do gradiente, o que permite a detecção de bordas e suas orientações. As desvantagens são sensibilidade à ruídos e menor precisão, devido às aproximações.

No método de Canny utiliza-se o conceito de suavização, por meio da operação gaussiana. Portanto, a minimização de erros no cálculo digital das derivadas é mais eficaz. Outra vantagem é a melhoria na relação sinal-ruído, e isso é estabelecido pelo método de supressão não-máxima e uma melhor detecção de bordas utilizando limiarização.

Por tratar-se de um método mais complexo e bem elaborado, o método de Canny acaba detectando bordas indesejadas causadas por texturas não uniformes na imagem, que por sua vez são resultados de fatores, tais como: plantios em épocas diferentes, irrigação não uniforme, características diferentes do solo, dentre outros. Neste caso, o operador Sobel provou-se mais eficiente, detectando apenas as bordas referentes à delimitação das áreas de cultivo.

## REFERÊNCIAS

- CANNY, J. **A Computational Approach to Edge Detection**. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, V. 8, n. 6, pp. 679-698, 1986.
- CASTRO, A. A. M.; Prado, P. P. L.; “**Algoritmos para reconhecimento de padrões**”. Revista Ciências Exatas de Taubaté, vol.5-8, p. 129-145, 1999-2002.
- DUGOUA, E. KENNEDY, R. & URPELAINEN, J. (2018) **Satellite data for the social sciences: measuring rural electrification with night-time lights**. International Journal of Remote Sensing, 39:9, 2690-2701, DOI: 10.1080/01431161.2017.1420936
- ESQUEF, I.A. **Técnicas de entropia em processamento de imagens**. Tese (Mestrado em instrumentação científica), Rio de Janeiro – RJ, Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, 155p, 2002.
- GONZALEZ, R. C.; “**Processamento de imagens digitais**”. 3ª Edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/itamarandiba/panorama>. Acesso em: 3/10/2018.
- ISO, 2005. **ISO 19119:2005 Geographic Information — Services**. ISO, Geneva, Switzerland, 67 pp.
- KAWAKUBO, F. S., MORATO R. G., NADER R. S. & LUCHIARI A. (2011) **Mapping changes in coastline geomorphic features using Landsat TM and ETM+imagery: examples in southeastern Brazil**. International Journal of Remote Sensing, 32:9, 2547-2562, DOI: 10.1080/01431161003698419
- RECESA; **Princípios básicos de geoprocessamento para seu uso em saneamento**. Guia do profissional em treinamento Nível 2. Julho 2013.
- ROSA, R.; **Introdução ao Geoprocessamento**. UFU. Julho 2013.
- SHRIVAKSHAN, G. T.; “**A Comparison of various Edge Detection Techniques used in Image Processing**”. IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Vol. 9, Issue 5, No 1. pp 269-276. September 2012.
- ZHAO, P.; FOERSTER, T.; YUE, P. **The Geoprocessing Web**. *Computers & Geosciences*. 47 (2012) 3–12. 2012 Elsevier Ltd.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**LEONARDO TULLIO:** Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE/2009), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR/2016). Atualmente, doutorando em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná – UFPR, é professor colaborador do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, também é professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE. Tem experiência na área de Agronomia e Geotecnologia. E-mail para contato: [leonardo.tullio@outlook.com](mailto:leonardo.tullio@outlook.com)

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Agropecuária 2, 7, 93, 102, 104, 121, 132, 133, 136, 137, 139, 141, 146

Amazônia 89, 95, 96, 103, 106, 133, 134, 136, 138, 139, 140, 142, 146, 148, 149, 150

Análise Espacial 109, 151

Anomalias Climáticas 121

Antropização 34, 41, 44, 98

### B

Bilhete Único 56, 58, 64, 67

### C

Compartimentação Tectônica 108

Corredor de Ônibus 56

### D

Defeitos 69, 70, 71, 73, 74, 76, 77

Desenvolvimento Sustentável 78, 84, 150

Desertificação 121, 122, 123, 130, 131

Detecção de Mudança 34

Doença de Chagas 97, 98, 99, 103, 104

### E

Epidemiologia 89, 92, 96, 97

### F

Fotogrametria 69

### G

Geoprocessamento 22, 23, 33, 46, 47, 48, 50, 52, 53, 54, 56, 89, 123, 134, 139, 141, 142, 143

Gestão Pública 46, 47, 48, 52, 54

### I

Imagem Termal 152

Incêndio 142

Infraestrutura 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 84, 132, 136, 138

### M

Matriz de Transição 94, 133, 135

Método 22, 23, 24, 27, 30, 31, 32, 33, 38, 43, 67, 69, 77, 78, 79, 81, 82, 84, 86, 87,

141, 144, 148

Modelo Multicriterial 78

Mudanças Do Clima 122, 130

## **N**

NDVI 9, 11, 12, 15, 17, 18, 19, 20, 44

## **P**

Pastagens Degradadas 2, 11, 12, 13, 17, 19, 20

Processamento Digital de Imagens 13, 20, 22, 23, 34, 37, 108, 113

## **R**

Rodovias 48, 69, 70, 77, 80

## **S**

SAVI 11, 12, 16, 17, 19

Segmentação 22, 23, 24, 30, 38

Sensoriamento Remoto 5, 1, 8, 11, 13, 20, 23, 34, 36, 43, 44, 45, 56, 60, 68, 87, 89, 90, 92, 102, 109, 112, 119, 120, 123, 133, 134, 140, 153, 160

SIG 17, 46, 47, 48, 52, 54, 59, 78, 132, 135, 144, 151

## **T**

Transporte Público 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68

## **U**

Uso do Solo 7, 79, 82, 83, 84, 87, 89, 95, 134, 139, 152

## **V**

Vetorização 56, 59, 60, 108, 109

Vulnerabilidade 44, 52, 81, 82, 83, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 134, 135, 140

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-637-9



9 788572 476379