



**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^a Dr^a 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^a Dr^a 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^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a 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^a Dr^a 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.^a Dr.^a 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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
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
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
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

CAPÍTULO 1	1
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	
DOI 10.22533/at.ed.3791923091	
CAPÍTULO 2	11
APLICAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO NO ESTUDO DOS NÍVEIS DE DEGRADAÇÃO DE PASTAGENS	
Mateus Benchimol Ferreira de Almeida Margareth Simões Rodrigo Peçanha Demonte Ferraz	
DOI 10.22533/at.ed.3791923092	
CAPÍTULO 3	22
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	
DOI 10.22533/at.ed.3791923093	
CAPÍTULO 4	34
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	
DOI 10.22533/at.ed.3791923094	
CAPÍTULO 5	46
SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA APLICADO AO PLANEJAMENTO URBANO	
Madjany Modesto Pereira José Eduardo de Carvalho Lima Sávio de Brito Fontenele	
DOI 10.22533/at.ed.3791923095	
CAPÍTULO 6	56
MODAL ÔNIBUS NA CIDADE DE MOGI GUAÇU/SP - ESTUDO E PROPOSIÇÕES	
Antoniane Arantes de Oliveira Roque Luiz Carlos Rossi	
DOI 10.22533/at.ed.3791923096	
CAPÍTULO 7	69
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

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

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

Camila Frandi Cecagno

Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas) – CEATEC, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Rodovia Dom Pedro I Km 136, Parque das Universidades CEP: 13086-900. Campinas – SP

Vinícius Marques Müller Pessôa

Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas) – CEATEC, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Rodovia Dom Pedro I Km 136, Parque das Universidades CEP: 13086-900 Campinas – SP

Danilo Mangaba de Camargo

Universidade Estadual Paulista-UNESP Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente – IGCE/RC Av. 24 A, 1515. CEP: 13506-900 Rio Claro – SP

Mara Lúcia Marques

Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas) – CEATEC, Faculdade de Geografia e Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Rodovia Dom Pedro I, Km 136 Parque das Universidades, CEP: 13086-900 Campinas – SP

RESUMO: O estudo teve por objetivo elaborar um índice de sustentabilidade de desenvolvimento urbano a partir do modelo Pressão-Estado-Resposta, empregando

o método multicritério Programação por Compromisso (CP) para a análise e integração de indicadores de sustentabilidade da região-norte-noroeste do município de Campinas – SP. Os indicadores foram compostos por dados socioeconômicos, demográficos, físicos-ambientais e instrumentos reguladores do território. Na região analisada, aproximadamente 88% da área apresentou bons índices de sustentabilidade, indicando um equilíbrio entre o processo de ocupação e o ambiente. O resultado obtido demonstrou que áreas periurbanas devem ser planejadas e geridas para uma futura expansão, com vista na manutenção do nível de sustentabilidade apresentado.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento Sustentável, SIG, Modelo Multicriterial.

URBAN SUSTAINABILITY ANALYSIS PRESSURE-STATE-RESPONSE MODEL AND PROGRAMMING BY COMMITMENT

ABSTRACT: The objective of this study was to elaborate an urban development sustainability index based on the Pressure-State-Response model, using the multicriteria Commitment Programming (CP) method for the analysis and integration of sustainability indicators of the north-northwest region of the municipality

of Campinas - SP. The indicators were composed of socioeconomic, demographic, physical-environmental data and territorial regulatory instruments. In the analyzed region, approximately 88% of the area presented good sustainability indexes, indicating a balance between the occupation process and the environment. The result obtained demonstrated that periurban areas should be planned and managed for future expansion, with a view to maintaining the level of sustainability presented.

KEYWORDS: Sustainable Development, GIS, Multicriterial Model.

1 | INTRODUÇÃO

A análise do desenvolvimento urbano pelo índice de sustentabilidade avalia o nível de integridade e de resiliência desse sistema, portanto, pode ser considerada como uma abordagem que auxilia a gestão das áreas urbanas, pois possibilita a compreensão das relações entre os padrões espaço-temporais de urbanização, promovidos pelos processos socioeconômicos (MAHINY; CLARKE, 2012). Sendo assim, a análise dos padrões urbanos a partir de indicadores de desenvolvimento, exige uma exploração das características sociodemográficas, de uso e ocupação do solo, e de instrumentos de gestão territorial (WU, 2014).

O modelo Pressão-Estado-Resposta (PER) procura avaliar a relação entre a atividade humana e o ambiente, constituindo-se em uma forma de definir e mensurar indicadores de sustentabilidade do ambiente urbano. Dentre os fundamentos do modelo, a Pressão é entendida como as forças econômicas e sociais que atuam no território: uso do solo urbano, crescimento e distribuição da população e também a distribuição das atividades econômicas. O Estado avalia condição atual do território, a partir de indicadores sociodemográficos e ambientais. Por último, a Resposta corresponde à atuação de instrumentos de indução/regulação do desenvolvimento urbano, tais como os planos diretores, leis de parcelamento do solo, zoneamento econômico e ecológico, leis de proteção ambiental (BRAGA et al., 2009).

No diagnóstico dos indicadores de sustentabilidade, a programação por compromisso (CP) constitui-se em um método multicritério que analisa alternativas de resolução de um problema, em um contexto, onde inúmeras variáveis contribuem para sua compreensão.

O objetivo do estudo foi aplicar o modelo de Pressão-Estado-Resposta a partir da estruturação de um índice de sustentabilidade baseado no método de Programação por Compromisso, tendo como objeto de estudo a região norte-noroeste do município de Campinas.

A área de estudo foi definida devido a rápida expansão urbana ocorrida a partir da década de 1970, promovida pelo recebimento de migrantes da Região Metropolitana de São Paulo, dentro do processo de desconcentração industrial, tornando Campinas uma área metropolitana (BAENINGER, 2001; DOTA; CAMARGO, 2015).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Inserção e Contextualização da Área de Estudo

A área de estudo corresponde a região norte-noroeste do município de Campinas, localizada no interior do estado de São Paulo (Figura 1). Possui declividade predominante entre 3-8%, com áreas de colinas que apresentam altimetria entre 709 a 769m. A região é banhada por vários corpos d'água, destacando o Ribeirão Anhumas, afluente da margem esquerda do Rio Atibaia. Encontra-se em alguns pontos, áreas verdes preservadas, parques e bosques, destacando-se o Parque Portugal - Lagoa Taquaral.

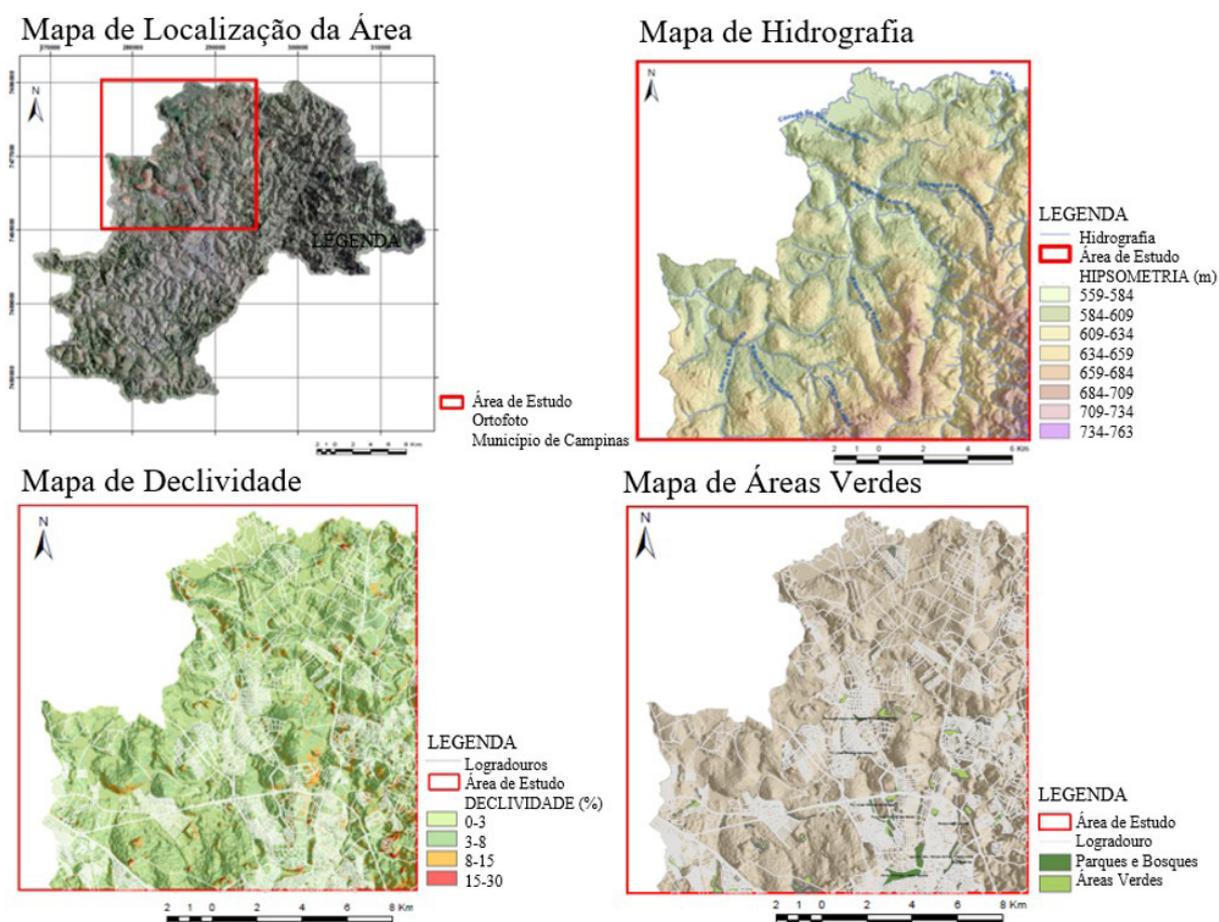


Figura 1. Inserção da área de estudo.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em relação aos fluxos viários, as rodovias principais são: Anhanguera (SP – 330), Dom Pedro I (SP – 065), Professor Zeferino Vaz (SP – 332), Governador Doutor Adhemar Pereira de Barros (SP – 340). A população é de 232.035 habitantes, com baixa densidade de ocupação. Com rendimento médio, variando entre 1 e 27 salários mínimos (IBGE, 2011). Por ser uma área com potencial de expansão no município, torna-se de grande importância a avaliação do índice de sustentabilidade

do desenvolvimento urbano.

2.2 Indicador de Pressão

A Pressão foi analisada pelo mapeamento do uso e ocupação do solo, realizado a partir da classificação digital da imagem orbital do sistema LANDSAT – 8 OLI (Operational Land Imager), adquirida em oito de agosto de 2018. As bandas multiespectrais e pancromáticas foram georreferenciadas e fusionadas empregando o algoritmo Gram-Schmidt, onde as bandas multiespectrais são decompostas em bandas pancromáticas simuladas e a primeira banda simulada é substituída pela banda pancromática com maior resolução espacial, foram utilizadas as bandas multiespectrais 2, 3, 4, 5, 7 e a banda pancromática com 15m de resolução (JENSEN,1983).

O método de classificação por região foi empregado para o mapeamento das classes de cobertura dos solo, utilizando as classes: vegetação arbórea, vegetação rasteira, solo preparado para cultivo, solo exposto, cobertura cerâmica, cobertura concreto, cobertura alumínio, cobertura asfáltica, água.

Inicialmente, a imagem foi segmentada em áreas homogêneas definidas pelos limiares de área, textura, média e variância dos valores de reflectância espectral, foram atribuídos os valores para os parâmetros: similaridade 20; área 2; tamanho 1, delimitando o conjuntos de pixels contíguos e similares. Sobre a imagem segmentada foram identificadas amostras de treinamento representativas de cada classe e, posteriormente, foi realizada a classificação em função dos atributos espectrais e espaciais dos segmentos (MENESES, 2012).

O resultado da classificação digital foi validado pela análise da matriz de confusão e índice Kappa, a partir de 1000 amostras de referência para cada classe pelo método aleatório estratificado (CONGALTON 2009; GREEN 2009). O mapa de cobertura do solo foi corrigido visualmente e reclassificado em classes de uso e cobertura do solo e ponderadas pelos critérios: capacidade de infiltração, área construída, perda de solo e cena (refúgio urbano).

2.3 Indicador do Estado

O indicador do Estado foi analisado a partir da elaboração do Índice de Vulnerabilidade Social (IV_{social}), os setores censitários foram utilizados como unidade de mapeamento. Foram extraídos oito parâmetros do Censo Demográfico de 2010 - IBGE, os quais definiram seis indicadores. Os indicadores foram escalonados em índice de 0 a 1 e ponderados pelo Índice de Desenvolvimento Humano de Campinas, conforme a Equação 1 (GOERL et al., 2012; FRITZSCHE et al., 2014; MARQUES; SILVA; CAMARGO, 2017).

$$IV_{social} = \frac{D_d + N_m + M_m + TxDEP + TxE + TxR_{carente}}{IDHM} \quad (1)$$

Onde D_d é Densidade Demográfica, N_m é Número de Moradores no setor censitário, M_m é Média de Moradores por Domicílio, $TxDEP$ é taxa de população ≥ 65 anos e < 12 anos, TxA é taxa de pessoas analfabetas acima de 12 anos, $TxR_{carente}$ é taxa de responsáveis sem/com até 1 salário mínimo e o $IDHM=0,805$ (PNUD, 2013).

2.4 Indicador de Resposta

O indicador de Resposta, referente as políticas públicas e instrumentos reguladores do território, foi avaliado pelo Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo, pela digitalização da base cartográfica do zoneamento de acordo com a nova Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, proposta em 2018 (CAMPINAS, 2018).

2.5 Índice de sustentabilidade baseado na Programação por Compromisso (CP)

O método CP propõe a distância métrica (teorema de Pitágoras) entre dois pontos com coordenadas conhecidas ZELENY (1982). Busca-se a diminuição da distância do conjunto de pontos, em relação ao chamado “ponto ideal”, sendo este definido pelo tomador de decisão (DM – Decision Maker) (ZUFFO et al., 2002). Pela dificuldade de se obter o chamado “ponto ideal”, adota-se um “ponto meta” que seja menor ou igual ao “ponto ideal” (CAMARGO, 2019; ZUFFO et al., 2002; GERSHON; DUCKSTEIN, 1983).

Assim, os parâmetros componentes dos indicadores PER, foram ponderados em escala de 1 a 8, definidos de acordo com sua maior relevância no aspecto sustentabilidade. A atribuição dos pesos para cada componente foi escalonada entre 1-7 e dividido pelo total dos pesos, de acordo com a proposta de Bana e Costa (2005). Para o Uso do Solo foi atribuído 0,33; para Vulnerabilidade Social, 0,40; e Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo, 0,27 (Figura 2).

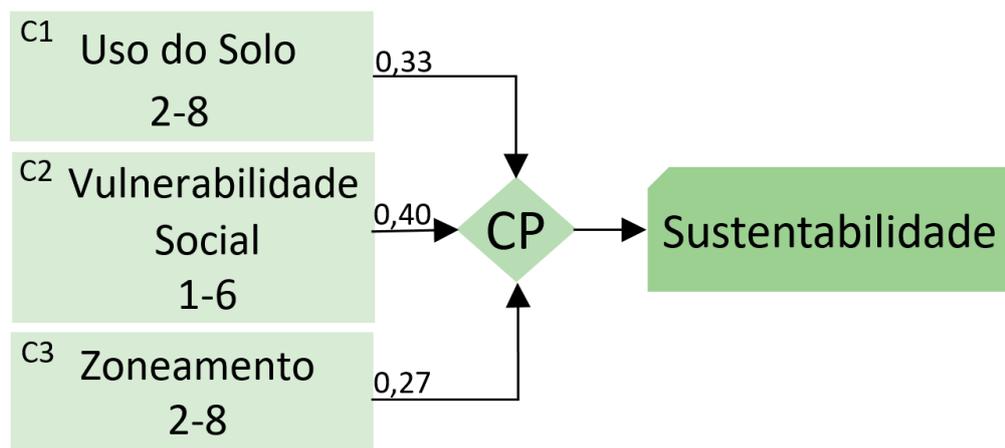


Figura 2. Ponderação e pesos para os componentes do CP.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A avaliação dos parâmetros componentes descritos na Figura 2 foi realizada a partir da análise multicritério CP com base em sua distância multidimensional em relação ao ponto ideal, de acordo com a Equação 2.

$$I_s(x) = \sum_{i=1}^n \alpha_i \left| \frac{f_i^* - f_i(x)}{f_i^* - f_{i,w}} \right| \quad (2)$$

onde, I_s é a distância do valor da solução tida como ideal; α_i é o peso atribuído por processo de preferências para cada um dos componentes; f_i^* é o melhor valor obtido para o critério i ; e $f_{i,w}$ é o pior valor obtido para o critério i ; $f_i(x)$ é o resultado da implementação x em relação ao i -ésimo critério, correspondente ao valor associado a cada pixel do mapa matricial.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapeamento de uso e ocupação do solo de 2018, apresentou o índice de acerto geral de 90,2%, com o coeficiente Kappa de 0,89, demonstrando ter forte concordância. Pela ponderação da sustentabilidade das classes de uso e ocupação foi possível identificar que a área analisada, majoritariamente sofre alta pressão, principalmente pela alteração do ambiente para o ambiente urbano.

A análise do Estado realizada pelo mapa de vulnerabilidade social, conseguiu detectar zonas com altos índices de vulnerabilidade, mesmo a área dispondo de setores com padrão alto de renda das classes.

As áreas vulneráveis abrangem 4048,32ha do total de 28341,52ha da área de estudo, em sua maioria, são áreas rurais, que apresentam o rendimento mensal baixo e pouca taxa de alfabetização de sua população residente. Com a análise do zoneamento urbano, buscou-se detectar a influência do plano de gestão do uso do solo no processo de desenvolvimento, constatando-se que majoritariamente a área analisada está inserida nas zonas: de atividades mistas; de atividade econômica e periurbana (Figura 3).

Como pode ser observado na Figura 4, 88, 12% da área analisada possui índice de sustentabilidade Boa, 7,31% Razoável e 4,57% Ruim. Evidencia-se portanto que grande parte da área de estudo está classificada com boa sustentabilidade. O predomínio de área com bom índice de sustentabilidade, pode ser explicado pela análise do processo de urbanização do município, que apesar da intensa expansão urbano-industrial, a elaboração e implementação dos planos diretores municipais na

década de 90, promoveram uma melhor configuração do uso e ocupação do solo e distribuição de serviços e infraestrutura (BADARÓ, 1996).

A área estudada possui um potencial de crescimento urbano, e assim, o estudo de indicadores de sustentabilidade foi importante na avaliação da pressão das atividades antrópicas no meio. Constatou-se que a área possui uma boa sustentabilidade o que demonstra um equilíbrio no processo de ocupação do espaço. Porém, por se tratar de uma área periurbana, que estão expostas a alterações, principalmente a intensificação da urbanização, torna-se relevante o planejamento e aplicação das leis de uso do solo urbano para futuras expansões, priorizando um desenvolvimento sustentável.

Em trabalho realizado por SILVA et al.(2009), também foi proposto um método de construção de um índice de desenvolvimento sustentável. A proposta procurou elaborar um índice integrado de indicadores, econômico, ambiental e social, utilizando-se para tal o método analítico AHP para analisar a importância de cada critério. Possuindo como objetivo, auxiliar a implementação de políticas territoriais de gestão para um futuro desenvolvimento e crescimento sustentável. A área de estudo abordada no artigo foi Campina Grande – PB, que apresentou sustentabilidade aceitável, mas demonstrou áreas em condições de alerta.

No trabalho foram realizadas pesquisas de opiniões através de informações relatadas por colaboradores locais, em divergência com esse referente artigo que utilizou-se dados indiretos obtidos pelos órgãos de levantamentos demográficos e pela Prefeitura da cidade de Campinas-SP. Entretanto, mesmo coletando dados de diferentes formas, esse trabalho obteve-se um índice que demonstrou a espacialização das áreas com boa sustentabilidade e aquelas que requerem maior atenção por apresentarem um baixo índice de desenvolvimento sustentável.

Componentes da Programação por Compromisso

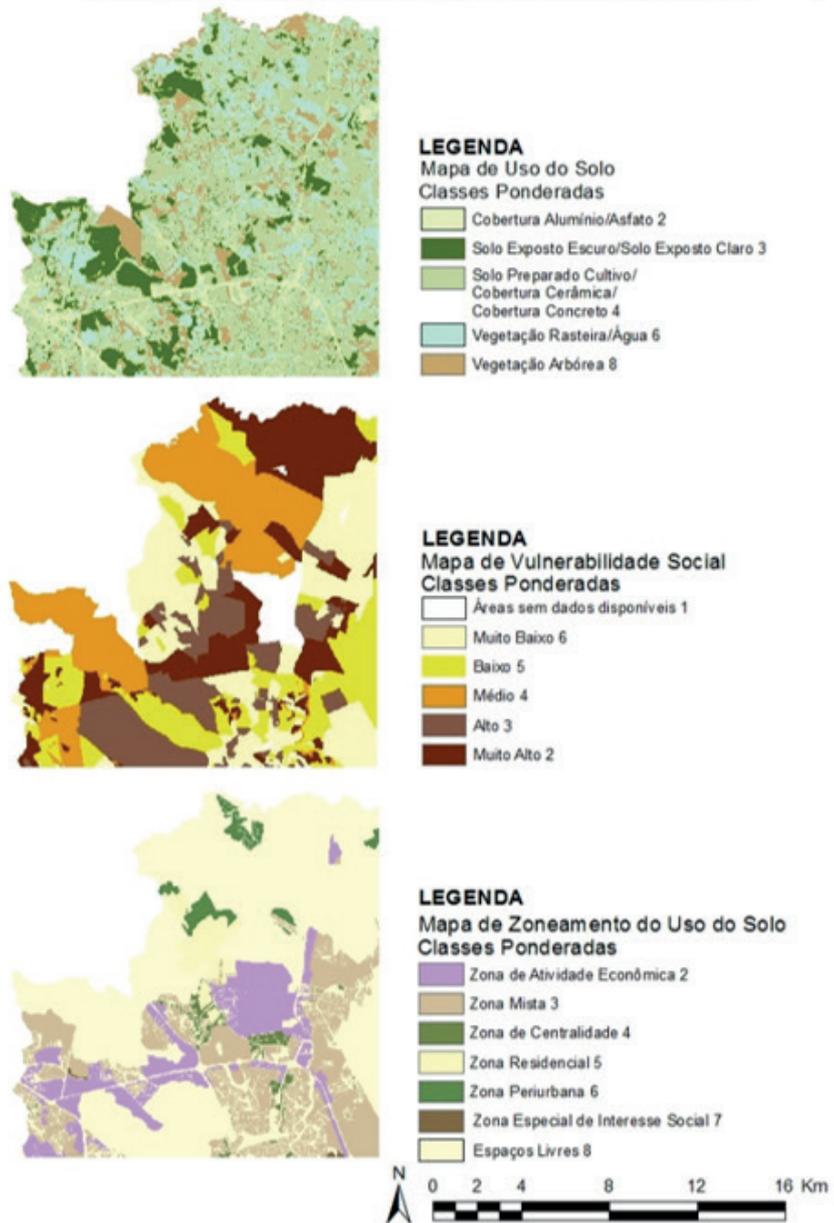


Figura 3. Componentes do CP para análise da sustentabilidade urbana na área de estudo.

Fonte: Elaborado pelos autores.

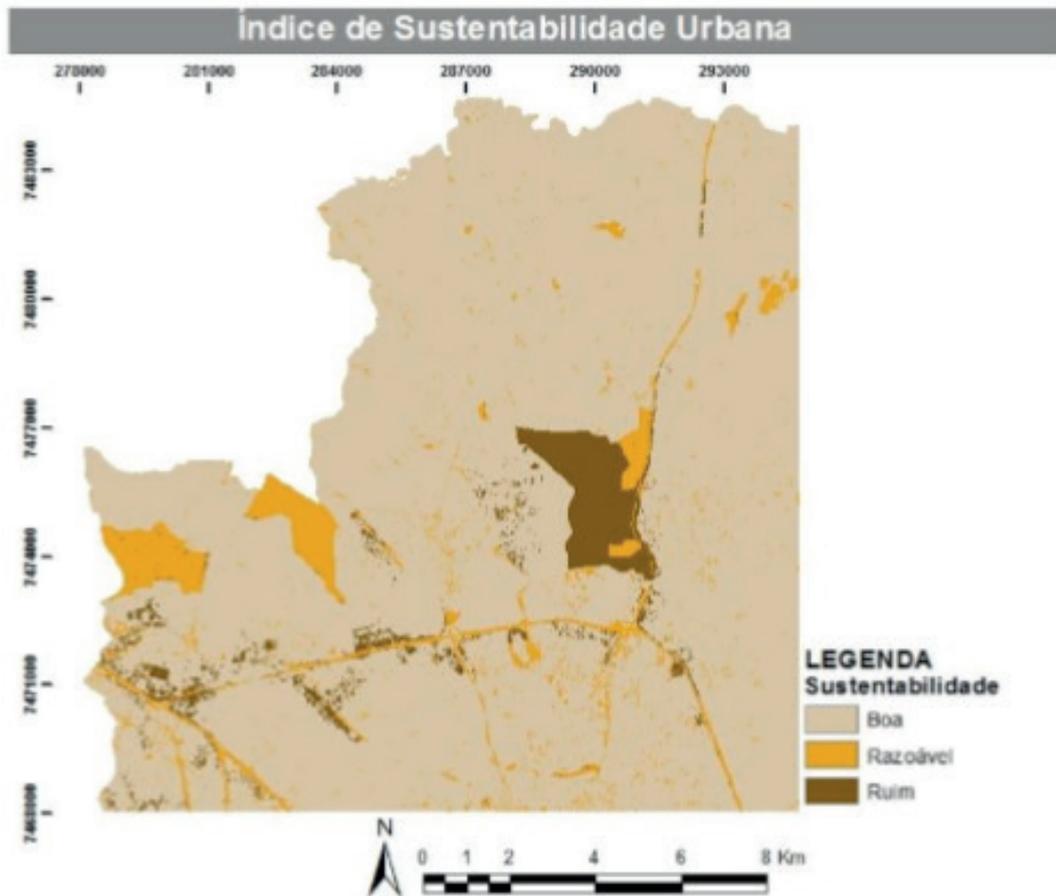


Figura 4. Índice de sustentabilidade urbana.

Fonte: Elaborado pelos autores.

4 | CONCLUSÕES

O método de Programação por Compromisso (CP), associado aos indicadores de pressão-estado-resposta, revelou-se bastante eficaz para a verificação da sustentabilidade urbana. O resultado obtido no estudo, demonstrou que áreas periurbanas devem ser bem planejadas e geridas para uma futura expansão, com vista na manutenção do nível de sustentabilidade apresentado.

Em estudo futuro, a implementação e avaliação de diferentes indicadores do desenvolvimento urbano dos componentes de pressão, estado e resposta promoverá o aprimoramento da proposta de análise e geração de índice de sustentabilidade mais refinado. Com vista ao melhor diagnóstico e promoção de previsões de cenários para o monitoramento e proposição de ações, principalmente, nas áreas identificadas com sustentabilidade ruim.

REFERÊNCIAS

BADARÓ, R. S. C. **Campinas: o despontar da modernidade**. Campinas: CMU/UNICAMP, 1996, 161 p.

BAENINGER, R. **Região Metropolitana de Campinas: expansão e consolidação do urbano paulista**. In: *Migração e ambiente nas aglomerações urbanas*. Campinas: Nepo/Unicamp, p. 321-348, 2001.

BANA E COSTA, C. A. On the Mathematical Foundations of Macbeth. In: FIGUEROA, J.; GRECCO, S.; EHRGOTT, M. (ed.). *Multiple Criteria decision analysis: state of art surveys*. Boston, USA: Springer Science, Business Media. p.409-442, 2005.

BRAGA, T.M.; FREITAS, A.P.G.; DUARTE, G.S.; CAREPA-SOUSA, J. Índices de sustentabilidade municipal: o desafio de mensurar. *Nova Economia*, v. 14(3), 2009.

CAMARGO, D. M. **Sensibilidade Ambiental ao Óleo na Bacia do Ribeirão Anhumas, Campinas-SP: proposta metodológica para análise conjunta de ambientes terrestres e fluviais**. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro. 2019. 105 f.

CAMPINAS. **Projeto de Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo do município de Campinas**. Prefeitura Municipal de Campinas, 2018. Disponível em: < <https://zoneamento.campinas.sp.gov.br/>> Acesso: 10 agosto 2018.

CONGALTON RG; GREEN K **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. New York: Lewis Publishers, 2009, 183p.

DOTA, E. M.; CAMARGO, D. M. Regionalização, mobilidade pendular e os desafios metropolitanos: o caso da RM de Campinas. *Revista Política e Planejamento Regional*. Rio de Janeiro, v.2, n.1, 2015.

FRITZSCHE, K.; SCHNEIDERBAUER, S.; BUBECK, P.; KIENBERGER, S.; BUTH, M.; ZEBISCH, M.; KAHLENBORN, W. **The Vulnerability Sourcebook: concept and guidelines for standardised vulnerability assessments**. Verlag nicht ermittelbar. 180 p., 2014.

GERSHON, M.; DUCKSTEIN, L. **Multiobjective approaches to river basin planning**. Journal of Water Planning and Management, 109(1), jan., p.13-28, 1983.

GOERL, R.F.; KOBAYAMA, M.; PELLERIN, J.R.G.M. Proposta metodológica para mapeamento de áreas de risco a inundação: estudo de caso do município de Rio Negrinho-SC. *Boletim de Geografia*, v. 30 (1), p. 81-100, 2012.

IBGE - Censo Demográfico 2010. Resultados do universo por setores censitários, 2011. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>> Acesso: 07 agosto 2018.

JENSEN, J.R Urban/Suburban Land Use and Analysis. In: Cowell, R.N. **Manual of Remote Sensing**. Falls Church: American Society of Photogrammetry, p.1571-1666, 1983.

MAHINY, A.S.; CLARKE, K.C. SLEUTH land-use/land-cover change modeling using multicriteria evaluation: Towards dynamic sustainable land-use planning. **Environment and Planning B: Planning and Design**. 39(5), p. 925-944, 2012.

MARQUES, M.L.; SILVA, M.C.; CAMARGO, D.M. Spatial analysis of socio-environmental vulnerability in Campinas, SP, Brazil. *Revista Brasileira de Cartografia*. v.69, n.9, p.1711-1723, 2017.

MENESES, P.R. ALMEIDA T.D. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: UnB, p. 01-33, 2012.

PNUD - Programa das Nações Unidas Para O Desenvolvimento. **Ranking IDHM Municípios 2010**. Brasília: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2013 Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/>> Acesso: 1 agosto 2018.

SILVA, M.G.da; MARTINS, M.F.; CÂNDIDO, G.A. Método de construção do índice de desenvolvimento

local sustentável: uma proposta metodológica e aplicada. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.11, n.1, p.55-72, 2009.

WU, J.G. Urban ecology and sustainability: the state-of-the-science and future directions. **Landscape and Urban Planning**. 125, p. 209-221, 2014.

ZELENY, M. **Multiple criteria decision making**. McGraw-Hill Book Company. p.563, New York. 1982.

ZUFFO, A.C.; REIS, L.F.R.; SANTOS, R.F.; CHAUDRY, F.H. Aplicação de métodos multicriteriais ao planejamento de recursos hídricos. **RBRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n.1, p. 81-102, 2002.

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

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

Deteção 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