

Luis Ricardo Fernandes da Costa
(Organizador)

GEOCIÊNCIAS:

Desenvolvimento científico,
tecnológico e
econômico



Atena
Editora
Ano 2022

Luis Ricardo Fernandes da Costa
(Organizador)

GEOCIÊNCIAS:

Desenvolvimento científico,
tecnológico e
econômico



Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Geociências: desenvolvimento científico, tecnológico e econômico

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Luis Ricardo Fernandes da Costa

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G342 Geociências: desenvolvimento científico, tecnológico e econômico / Organizador Luis Ricardo Fernandes da Costa. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0420-0

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.200220808>

1. Geociências. I. Costa, Luis Ricardo Fernandes da (Organizador). II. Título.

CDD 550

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

É com muito prazer que apresentamos a obra “Geociências: Desenvolvimento científico, tecnológico e econômico”, que apresenta uma série de cinco artigos com diferentes propostas de análise espacial, com ênfase em estudos aplicados ou de cunho metodológico.

A obra é composta por trabalhos voltados para as geociências e que abordam diferentes perspectivas, desde análises de precipitação, passando pela importância dos estudos de impacto ambiental, além da inclusão de debates mais atuais acerca da geodiversidade e sua importância no ordenamento territorial.

Como destaque, cabe ressaltar a aplicabilidade em diferentes contextos e realidades no país. Diante dos desafios e atual conjuntura da ciência brasileira, a presente obra é uma possibilidade e esforço de divulgação de trabalhos com diferentes abordagens e perspectivas de análise nas esferas das geociências.

Convidamos a todos os leitores a percorrer pelo sumário e conferir o novo volume para essa coleção, com possibilidades de expansão e disseminação nos próximos trabalhos da área.

Luis Ricardo Fernandes da Costa

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
COMPARAÇÃO DA ESTIMATIVA DE PRECIPITAÇÃO SOBRE ÁREAS EXTENSAS USANDO COMBINAÇÃO DE DADOS COLETADOS POR PLUVIÔMETROS E RADARES METEOROLÓGICOS	
Ivan dos Santos Muniz Inacio Malmonge Martin Fernanda Lyra Alves Mauro Angelo Alves	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.2002208081	
CAPÍTULO 2	6
ESTUDO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA ÁREA DE PROJEÇÃO DO NOVO SISTEMA VIÁRIO NA ILHA DE ITAPARICA - BAHIA	
Djalma Villa Gois Antonia Calista dos Santos	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.2002208082	
CAPÍTULO 3	25
GEOMORFOLOGIA E GEODIVERSIDADE COMO FATOR DE ORGANIZAÇÃO E EXPANSÃO URBANA NA SERRA DO SINCORÁ – BAHIA: O EXEMPLO DE LENÇÓIS E PALMEIRAS	
Dante Severo Giudice André Lucas Palma Barbosa	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.2002208083	
CAPÍTULO 4	39
USANDO PACOTES DE SOFTWARE LIVRE EFETUAR ESTUDO DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO COM APLICAÇÕES À LAVOURA DE CANA-DE-AÇÚCAR	
Fernanda Lyra Alves Inacio Malmonge Martin Ivan dos Santos Muniz Mauro Angelo Alves	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.2002208084	
CAPÍTULO 5	44
USO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS PARA PLANEJAMENTO DE ÁREAS DE EXPANSÃO URBANA	
Fábio Luiz Mação Campos Roberto José Hezer Moreira Vervloet	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.2002208085	
SOBRE O ORGANIZADOR	56
ÍNDICE REMISSIVO	57

USANDO PACOTES DE SOFTWARE LIVRE EFETUAR ESTUDO DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO COM APLICAÇÕES À LAVOURA DE CANA-DE- AÇÚCAR

Data de aceite: 01/08/2022

Fernanda Lyra Alves

Instituto de Ciência e Tecnologia, UNIFESP
São José dos Campos, SP

Inacio Malmonge Martin

Departamento de Física, Divisão de Ciências
Fundamentais, ITA
São José dos Campos, SP

Ivan dos Santos Muniz

Instituto de Ciência e Tecnologia, UNIFESP
São José dos Campos, SP

Mauro Angelo Alves

Departamento de Física, Divisão de Ciências
Fundamentais, ITA
São José dos Campos, SP

RESUMO: Nas últimas décadas, cientistas têm desenvolvido índices de vegetação (IV) a partir de medidas espectrais para avaliar de maneira qualitativa e quantitativa a cobertura vegetal. A resposta espectral de áreas com vegetação é o resultado de uma combinação complexa da resposta espectral da vegetação, brilho e cor do solo, efeitos ambientais e sombras e variações espaço-temporais que ocorrem na atmosfera, tais como a presença de nuvens e quantidade de vapor de água. Mais de 100 IV foram desenvolvidos para maximizar a resposta da vegetação e minimizar os efeitos de outros fatores descritos anteriormente. Neste estudo, examinamos construímos programas para a extração de dois desses índices, o NDVI

(normalized difference vegetation index) e EVI (enhanced vegetation index) de imagens coletadas por satélites. Curvas de crescimento foram obtidas a partir do cálculo de EVI acumulado e foi desenvolvido um programa para o ajuste das curvas de crescimento. Em todo o trabalho foram utilizados apenas pacotes de softwares livres.

PALAVRAS-CHAVE: Software livre, índices de cores, cana-de-açúcar.

ABSTRACT: In recent decades, scientists have developed vegetation indices (VIs) to qualitatively and quantitatively assess vegetation cover. The spectral response of vegetated areas is the result of a complex combination of the spectral response of vegetation, soil brightness and color, environmental effects and shadows, and spatial-temporal variations that occur in the atmosphere, such as the presence of clouds and amount water vapor. More than 100 VIs have been developed to maximize vegetation response and minimize the effects of other factors described previously. In this study, we examined and built programs to extract two of these indices, the NDVI (normalized difference vegetation index) and EVI (enhanced vegetation index) from images collected by satellites. Growth curves were obtained from the calculation of accumulated EVI and a program was developed to fit the growth curves.

KEYWORDS: Sugar cane, color indices, free software.

1 | INTRODUÇÃO

Desde o lançamento dos primeiros satélites artificiais para a monitoração do planeta, esforços têm sido realizados para estabelecer uma relação entre a resposta radiométrica e a cobertura vegetal (ROUSE et al. 1974; BARET, 1986). Essas pesquisas iniciais mostraram que o uso das bandas do vermelho e infravermelho próximo são úteis no estudo da vegetação. As diferentes combinações dessas bandas são chamadas índices de vegetação (IV) (BARET et al., 1989, BANNARI et al., 1995). Por exemplo, um índice comumente utilizado em aplicações agrícolas para determinar o nível de desenvolvimento de lavouras de cana-de-açúcar, o NDVI (normalized difference vegetation index) é calculado por:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red}) \quad (1)$$

onde Red e NIR são as medidas de reflectância espectral nas bandas do vermelho e infravermelho próximo, respectivamente. Esse índice foi criado em 1973 (Rouse et al., 1974).

Outro índice também utilizado para monitorar lavouras de cana-de-açúcar é o EVI (enhanced vegetation index), (HUETE et al. 2002). O EVI é expresso por:

$$\text{EVI} = G (\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{C1Red} - \text{C2Blue} + \text{L}) - 1 \quad (2)$$

onde Red, NIR e Blue são as medidas de reflectância espectral nas bandas do vermelho e infravermelho próximo e azul, L é um fator de correção do solo, C1 e C2 são coeficientes de ajuste para o efeito de aerossóis da atmosfera e G é um fator de ganho. Os valores destas constantes são: L = 1, C1 = 6, C2 = 7,5 e G = 2,5.

Enquanto o NDVI é mais sensível à presença de clorofila, o EVI é mais responsivo às variações estruturais do dossel, fisionomia da planta e arquitetura do dossel. Esses dois índices de vegetação se complementam nos estudos globais de vegetação e melhoram a detecção de alterações na vegetação e a extração de parâmetros biofísicos.

2 | OBJETIVOS

Nesse estudo usamos imagens coletadas por satélites para criar séries de tempo da evolução dos índices NDVI e EVI sobre regiões com lavouras de cana-de-açúcar. As séries de tempo da variação dos índices podem, por exemplo, ser comparadas com séries de tempo de parâmetros meteorológicos (temperatura e precipitação) para determinar possíveis correlações entre os índices e esses parâmetros e variações sazonais. Para a análise das imagens de satélites foram utilizados o pacote de software livre R e a linguagem de programação Python.

3 | MÉTODOS

As imagens de satélites foram obtidas de vários sites abertos ao público e selecionadas em função de regiões de interesse sobre o Estado de São Paulo e analisadas

usando pacotes de software e ferramentas SIG (Sistemas de Informação Geográfica) para georreferenciamento e isolamento das áreas de interesse para a extração dos valores das refletâncias das bandas espectrais para o cálculo dos índices NDVI e EVI. Foram criadas ferramentas que podem extrair tanto valores de EVI como NDVI das imagens de satélite. Como o índice EVI tem mais sensibilidade, foram extraídas séries de tempo de variação deste índice das imagens de satélites.

Uma informação muito importante para produtores agrícolas é o nível de desenvolvimento da lavoura. Neste estudo, usamos uma função de crescimento para ajustar as curvas de valores de EVI acumulados. A função de crescimento escolhida foi a função logística. O ajuste com a função logística requer três parâmetros (um parâmetro adicional para levar em conta deslocamentos iniciais na direção vertical), como mostrado na Eq. 3:

$$y = \frac{c}{1 + ae^{-rx}} \quad (3)$$

onde y é o crescimento, x é tempo e c , a e r são parâmetros descritores da função logística.

4 | RESULTADOS

Um (script) utilizando a linguagem de programação R foi desenvolvido para extrair a informação de talhões individuais, possibilitando uma análise mais detalhada, inclusive identificando áreas com doenças ou queimadas. Na Fig. 1 é mostrada o talhão de uma fazenda de cana de açúcar mostrando o índice NDVI acumulado por 32 dias. Nesta figura vemos a que diferentes de um talhão com pequena área apresenta variações na saúde e crescimento das plantas.



Figura 1. Valor médio do índice NDVI acumulado durante 32 dias para um talhão de cana-de-açúcar. Dimensão vertical to talhão, 1250 m.

Na Fig. 2 é mostrado a série de tempo do índice EVI para o talhão mostrado na Fig. 1. Para a obtenção dos resultados mostrados na Fig.2 foi necessária a obtenção de 36 imagens obtidas pelo satélite Landsat 8 sem a cobertura de nuvens sobre o talhão. O período corresponde a cerca de 20 meses. esquerda.



Figura 2. Valores do índice EVI medidos para um mesmo talhão ao longo de 20 meses.

Usando imagens de satélites como mostrada na Fig 1 e através da análise de curvas como de variação de valores dos índices é possível construir curvas de crescimento das plantas usando a Eq. 3. Na Fig. 3 mostramos as curvas dos valores de EVI acumulados (curvas de crescimento) para vinte talhões, para um período de 500 dias.

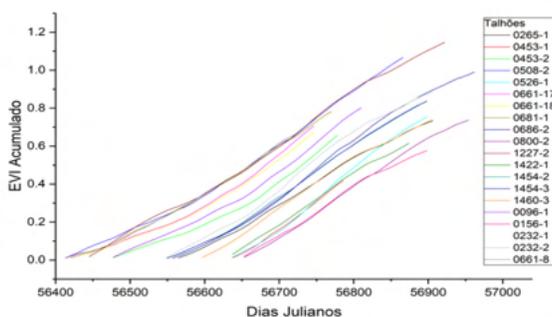


Figura 3. Variação do índice EVI acumulado medido para vinte talhões.

5 | CONCLUSÕES

Neste trabalho verificamos que é possível a obtenção de vários tipos de informações sobre colheitas utilizando softwares livres, assim como é possível obter imagens de satélite com qualidade de maneira gratuita. Com essas ferramentas e imagens geramos séries de tempo mostrando a evolução no tempo dos índices de cores de vários talhões em uma fazenda de cana-de-açúcar. A partir dos dados coletados, construímos curvas de crescimento observadas nestes talhões. Este tipo de informação pode ser importante,

pois pode indicar a saúde da lavoura no talhão ou até mesmo auxiliar o fazendeiro na determinação do tempo correta da colheita.

AGRADECIMENTOS

A bolsista agradece ao CNPq e ao program PIBIC pelo suporte financeiro recebido. (Processo no. 153548/2020-7). A bolsista também agradece ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica – Divisão de Ciências Fundamentais e ao INCT-FNA-ITA pelo apoio para a execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS

BANNARI, A., MORIN, D., BONN, F., e HUETE, A. R. A review of vegetation indices. *Remote sensing reviews*, 13(1-2), 95-120, 1995.

BARET, F. Contribution au suivi radiométrique de cultures de céréales (Doctoral dissertation, Université Paris Sud-Paris 11), 1986.

BARET, F., GUYOT, G., e MAJOR, D. J. TSAVI: a vegetation index which minimizes soil brightness effects on LAI and APAR estimation. In 12th Canadian Symposium on Remote Sensing *Geoscience and Remote Sensing Symposium*, (Vol. 3, pp. 1355-1358). IEEE. 1989.

HUETE, A., DIDAN, K., MIURA, T., RODRIGUEZ, E. P., GAO, X., e FERREIRA, L. G. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote sensing of environment*, 83(1-2), 195-213, 2002

ROUSE JR, J. W., HAAS, R. H., DEERING, D. W., SCHELL, J. A., e HARLAN, J. C. Monitoring the Vernal Advancement and Retrogradation (Green Wave Effect) of the Natural Vegetation.in the Great Plains Corridor, 1974.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Área de preservação permanente 6

B

Bandas 40, 41

C

Cana-de açúcar 39

Colinas 46, 47, 48

Curvas de valores 41

D

Densidade 5, 46, 47

Dinâmica atual 29

Domínio 7, 13

E

Espaço 2, 29, 30, 39, 50, 54

Estado de São Paulo 40

Expansão urbana 25, 26, 30, 31, 38, 44, 45, 47

G

Geodiversidade 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 36, 37, 38

Geólogos 27

Geomorfologia 10, 12, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 37, 38, 44, 54, 55, 56

I

Impacto ambiental 6, 14, 22, 24

Incompatibilidade legal 6, 19, 20, 21

Índices de cores 39, 42

Interpolação espacial 1

K

Kriging 3, 4

L

Landsat 8 9, 16, 42

Legislação ambiental 45, 52

Limitações físicas 26

M

Matriz 3, 4

Meio abiótico 27

Método 2, 3, 4

Morfodinâmica 9, 49

Movimentos de massa 13, 45

Município de Cariacica 44, 45, 54

N

Novas edificações 45

Novas ocupações 45

P

Planície costeira 11

Pluviômetros 1, 2, 3, 5

Precipitação 1, 2, 3, 4, 5, 40

Processos 12, 13, 27, 28, 29, 30, 36, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 54, 55

Programação Python 40

Projeto RADAMBRASIL 9, 10, 54

Projeto SRTM 9

R

Radar meteorológico 1, 2, 3

S

Serra do Sincorá 25, 26, 30, 36, 37

Sistema viário 6, 7, 8, 18, 20, 21, 22, 23

Socioeconômico 8, 20, 21

Software livre 39, 40

T

Terra 6, 8, 9, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 27, 28, 29, 50, 54

V

Variabilidade 1, 3

Vulnerabilidade à perda de solo 6, 8, 9, 10, 11, 22

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

GEOCIÊNCIAS:

Desenvolvimento científico,
tecnológico e
econômico




Ano 2022

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

GEOCIÊNCIAS:

Desenvolvimento científico,
tecnológico e
econômico




Ano 2022