

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

CAPÍTULO 1

COMPARAÇÃO DA ESTIMATIVA DE PRECIPITAÇÃO SOBRE ÁREAS EXTENSAS USANDO COMBINAÇÃO DE DADOS COLETADOS POR PLUVIÔMETROS E RADARES METEOROLÓGICOS

Data de aceite: 01/08/2022

Ivan dos Santos Muniz

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

Fernanda Lyra Alves

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: A atividade agrícola é de fundamental importância tanto econômica como social para o país. Um dos fatores que determina o sucesso ou a quebra de uma safra é quantidade de água que a lavoura recebe. A medida confiável da quantidade de água produzida por chuvas por áreas extensas é ainda de difícil realização devido à grande variabilidade espacial das chuvas. A precipitação é usualmente medida através de pluviômetros e radares meteorológicos. Enquanto pluviômetros podem amostrar a precipitação com boa precisão, porém em pontos bem definidos, radares são capazes de amostrar a distribuição espacial da chuva com resolução satisfatória. Nesse trabalho, dados de precipitação coletados por pluviômetros e radares meteorológicos são

analisados e combinados para produzir mapas de distribuição de chuva. O objetivo do trabalho consistiu na utilização de métodos descritos na literatura para verificar a praticabilidade da correção dos dados do radar meteorológico e a qualidade desta correção.

PALAVRAS-CHAVE: Precipitação, radar meteorológico, pluviômetros, interpolação espacial.

ABSTRACT: Agricultural activity is of fundamental economic and social importance. One of the factors that determine the success or failure of a crop is the amount of water the crop receives. The reliable measurement of the amount of water delivered by rainfall over large areas is still difficult to perform due to the great spatial variability of rainfall distribution. Precipitation is usually measured using rain gauges and weather radars. While rain gauges can sample rainfall with good accuracy, but at single points in space, radars sample the spatial distribution of rainfall with satisfactory resolution. In this work, rainfall data collected by rain gauges and weather radar are analyzed and combined to produce maps of rainfall distribution. The objective of this work was to use methods described in the literature to verify the feasibility of correcting weather radar data and the quality of this correction.

KEYWORDS: Precipitation, weather radar, rain gauges, spatial interpolation.

1 | INTRODUÇÃO

Para a determinação com boa precisão da precipitação que ocorre sobre áreas extensas

é uma tarefa de difícil realização devido à sua grande variedade espacial e temporal. Os dois principais métodos para a medida de precipitação são pluviômetros e radares meteorológicos (Cole & Moore, 2008). Pluviômetros são capazes de medir com bastante precisão a precipitação em pontos bem localizados no espaço. Porém, para que esses instrumentos sejam capazes de representar com acuracidade a distribuição espacial da precipitação, são necessárias malhas extensas e densas de pluviômetros com alto custo de implantação e manutenção. Radares meteorológicos, são capazes de registrar a variação espacial do campo de precipitação sobre grandes áreas. Porém, a acuracidade das estimas de precipitação obtidas a partir de dados coletados por radares meteorológicos usualmente está abaixo de um nível considerado satisfatório. Isto é devido ao fato de que o radar não mede precipitação diretamente, mas sim refletividade de gotas de chuva, localizadas acima do nível do solo e a diferentes distâncias. Como resultado, o processo de transformação de medidas de refletividade em estimativas de precipitação está sujeito a várias fontes de erros.

2 | OBJETIVOS

O principal objetivo desse estudo foi o de criar ferramentas computacionais baseadas em métodos descritos na literatura para melhorar a estimativa de precipitação obtida a partir de dados de um radar meteorológico.

3 | MÉTODOS

Três métodos de correção foram testados neste estudo:

a) Método de Ajuste Espacial (BRANDES, 1975). O campo de chuvas estimado pelo radar meteorológico é calibrado usando fatores multiplicativos obtidos de medidas de precipitação realizadas por pluviômetros. Para uma posição no campo de chuvas contendo um pluviômetro, o valor da precipitação coletado pelo pluviômetro G_i é dividido pelo valor coletado pelo radar para determinar fatores de calibração $F_i = G_i/R_i$. Um peso w_i pode ser atribuído a cada fator de calibração F_i . a partir dos valores F_i e w_i são construídas funções de alisamento. A calibração do campo de chuva é então:

$$C_{BRA} = \frac{\sum_{i=1}^N w_i (G_i/R_i)}{\sum_{i=1}^N w_i} \quad w_i = \exp \frac{-d_i^2}{k} \quad (1)$$

onde d_i é a distância entre pontos da grade e o pluviômetro i . O parâmetro k controla o nível de alisamento.

b) Método de Mean Field Bias (SMITH E KRAJEWSKI, 1991). Esse método está baseado na suposição de que a estimativa de precipitação obtida através dos dados de radar é afetada por um erro multiplicativo uniforme. O fator de ajuste é estimado como um

“mean field bias”:

$$C_{\text{MFB}} = \frac{\sum_{i=1}^N G_i}{\sum_{i=1}^N R_i} \quad (2)$$

onde N é o número de pares de dados válidos radar-pluviômetro e G_i e R_i são os valores de precipitação medidos e estimados pelo radar e pluviômetro na posição i

c) Método de Ordinary Kriging (ERDIN, 2013). Esse é um método geoestatístico para interpolação de observações aleatórias coletadas em várias posições. Esse método requer a definição de um variograma que caracterize a variabilidade espacial da precipitação. A estimativa U_0 em uma posição específica é uma combinação linear dos valores G_i coletados pelos pluviômetros. Os pesos λ_i são computados para obter o melhor estimador:

$$U_0 = \sum_{i=1}^N \lambda_i G_i \quad (3)$$

Com as funções descritas pelas Eqs. 1 a 3 são construídas matrizes para a correção dos dados da precipitação estimada a partir dos dados do radar meteorológico.

4 | RESULTADOS

Na Fig. 1 é mostrada uma matriz de precipitação calculada utilizando dados do radar meteorológico. Para ser corrigida, esta matriz é multiplicada pelas matrizes construídas através dos métodos descritos anteriormente.

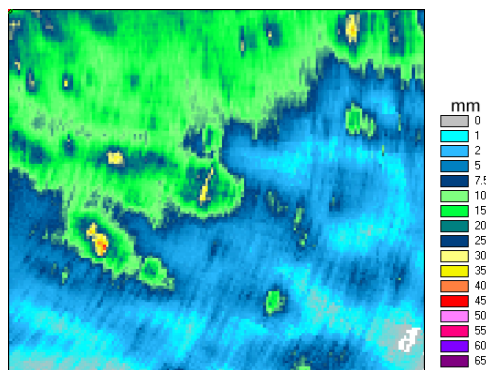


Figura 1. Precipitação acumulada em 24 h no dia 28/12/2020. Dimensões da área, 35 km x 35 km, Minas Gerais.

Na Fig. 2 é mostrada a matriz de correção ea matriz de precipitação corrigida usando o Método de Ajuste Espacial.

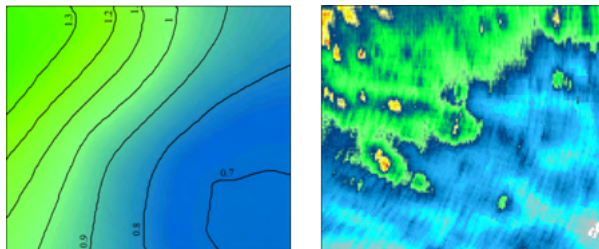


Figura 2. Matriz de correção à esquerda e dados obtidos à direita utilizando o método de ajuste espacial.

Na Fig. 3 é mostrada a matriz de precipitação corrigida usando o Método do Mean Field Bias. Neste caso, a matriz de precipitação é corrigida por um valor de correção aplicado a todos os valores da matriz.

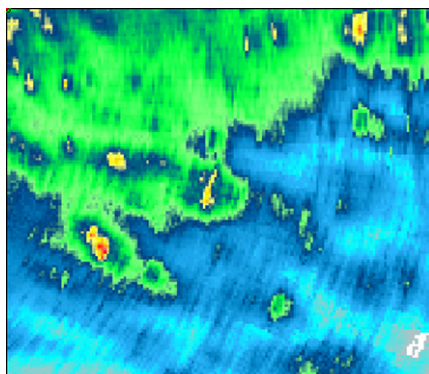


Figura 3. Dados corrigidos utilizando o método do Mean Field Bias.

Na Fig. 4 é mostrada a matriz de correção e a matriz de precipitação corrigida usando o Método de de Ordinary Kriging.

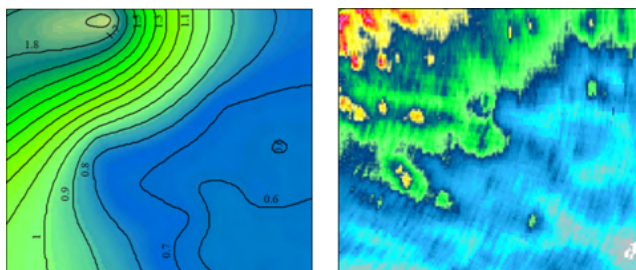


Figura 4. Matriz de correção à esquerda e dados corrigidos à direita utilizando o método de de Ordinary Kriging.

5 | CONCLUSÃO

Neste trabalho testamos métodos para melhorar a estimativa da precipitação obtida através de dados de radar. No entanto, em função da grande distância entre pluviômetros, sua distribuição irregular, verificamos que as correções apesar de auxiliar na melhoria dos dados de radar, são apenas sugestivas do que poderia ser obtido caso a rede de pluviômetros utilizada tivesse maior alcance e maior densidade. Como existem vários vazios na distribuição dos pluviômetros, existem grandes áreas para as quais os dados de radar não podem ser corrigidos.

AGRADECIMENTOS

O bolsista agradece ao CNPq e ao programa PIBIC pelo suporte financeiro recebido. O 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

BRANDES, E. A. Optimizing rainfall estimates with the aid of radar. *Journal of Applied Meteorology*, 14(7), 1339–1345, 1975

SMITH, J. A., KRAJEWSKI, W. F. Estimation of the mean field bias of radar rainfall estimates. *Journal of Applied Meteorology*, 30(4), 397-412, 1991

ERDIN, R. Geostatistical methods for hourly radar-gauge combination: An explorative, systematic application at MeteoSwiss. *MeteoSchweiz*.6, 2003.

CAPÍTULO 2

ESTUDO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA ÁREA DE PROJEÇÃO DO NOVO SISTEMA VIÁRIO NA ILHA DE ITAPARICA - BAHIA

Data de aceite: 01/08/2022

Data de submissão: 09/07/2022

Djalma Villa Gois

Universidade do Estado da Bahia.
Departamento de Ciências Humanas,
Campus V
Santo Antônio de Jesus-BA
<http://lattes.cnpq.br/8546842328792082>

Antonia Calista dos Santos

Universidade do Estado da Bahia.
Departamento de Ciências Humanas,
Campus V
Santo Antônio de Jesus-BA
<http://lattes.cnpq.br/1076136240057488>

RESUMO: Com a proposta de construção da Ponte Salvador – Ilha de Itaparica pelo Governo do Estado da Bahia, foi projetado um sistema viário que corta de norte a sul o município de Vera Cruz - BA. A referida pesquisa tem por objetivo analisar os impactos ambientais causados pelo desmatamento na área de projeção desse novo sistema, mas para isso tornou-se necessário realizar os estudos de vulnerabilidade à perda de solo, uso atual da terra, áreas de preservação permanentes – APP e da incompatibilidade legal com as APP. Como proposta metodológica foram realizados levantamentos bibliográficos da área de estudo, mapeamentos em meios digitais e levantamento de imagens de satélite atualizadas; os trabalhos foram desenvolvidos em laboratórios de geoprocessamento, utilizando o software

SPRING. Como produto final a pesquisa mostrou que a Ilha possui 72,7% de sua área com grau de vulnerabilidade à perda de solo na categoria Intermediário, enquanto que 27,3% encontra-se no grau que requer mais atenção, denominado Moderadamente Vulnerável; possui 110 APP de nascentes, tem aproximadamente 3,73 km² de APP de margens de rios, e 15,7 km² de APP de manguezais. Dessas APPs constatou-se que apenas 43,7% cumprem sua função legal, ou seja, mantem-se preservadas com florestas. Os impactos ambientais causados pela implantação do novo sistema viário serão significativos, pois o mesmo percorrerá por 47,7 km ao longo da Ilha, nas quais estima-se a retirada de 2.686 árvores, além de destruir 07 (sete) nascentes e atravessar 13 (treze) APP de margens de rios.

PALAVRAS-CHAVE: Impacto Ambiental, Vulnerabilidade à perda de solo, Área de Preservação Permanente, Incompatibilidade Legal.

STUDY OF ENVIRONMENTAL IMPACTS IN THE PROJECTION AREA OF THE NEW ROAD SYSTEM ON THE ITAPARICA ISLAND - BAHIA

ABSTRACT: With the proposal for the construction of Salvador - Ilha de Itaparica bridge by the Government of the State of Bahia, a road system was designed that cuts from north to south the municipality of Vera Cruz - BA. This research aims to analyze the environmental impacts caused by deforestation in the area of projection of this new system, but for that it became necessary to carry out studies of vulnerability to soil loss, current land use, permanent preservation areas

- APP and of legal incompatibility with the APPs. As a methodological proposal, bibliographic surveys of the study area were carried out, mapping in digital media and survey of updated satellite images; the works were developed in geoprocessing laboratories, using the SPRING software. As a final product, the research showed that 72.7% of the island has a degree of vulnerability to soil loss in the Intermediate category, while 27.3% is in the degree that requires more attention, called Moderately Vulnerable; It has 110 APP of springs, it has approximately 3.73 km² of APP of river banks, and 15.7 km² of APP of mangroves. Of these APPs, it was found that only 43.7% fulfill their legal function, that is, they remain preserved with forests. The environmental impacts caused by the implementation of the new road system will be significant, as it will cover 47.7 km along the Island, in which 2,686 trees are estimated to be removed, in addition to destroying 07 (seven) springs and crossing 13 (thirteen) APP of river banks.

KEYWORDS: Environmental Impact, Vulnerability to soil loss, Permanent Preservation Area, Legal Incompatibility.

1 | INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo analisar os impactos ambientais causados pelos desmatamentos na área de projeção do novo sistema viário na Ilha de Itaparica na Bahia. De acordo com Sanchez (2006) os “impactos ambientais geralmente estão associados a algum dano à natureza”, e acrescenta “é a mudança em um parâmetro ambiental, num determinado período e numa determinada área, que resulta de uma dada atividade” [...]. Esse sistema viário inicia-se no litoral do município de Vera Cruz, nas coordenadas geográficas de 12°57'07” de latitude sul e 38°36'22” de longitude oeste, se prolongando sinuosamente no sentido norte – sul sobre as áreas de florestas densas, vegetação natural não florestada e zonas urbanas, se dividindo em quatro segmentos de A a D, até a Ponte do Funil, construídos inicialmente com uma seção transversal média de 35 metros, contando com suas faixas de domínio, e ampliando para 50 metros após 25 anos. Os Segmentos A e B com respectivamente, 3,1km e 18,3km, conterà duas faixas por sentido, mais acostamento e faixas de segurança; já os segmentos C e D referem-se à duplicação da BA-001 tendo cada um 17,5km e 8,8km respectivamente. O segmento C, por ser um trecho urbano, contará também com ciclovias e passeios (Figura 1).



FIGURA 1. PROJEÇÃO DO SISTEMA VIÁRIO NA ILHA DE ITAPARICA E SEUS SEGMENTOS.

2 | METODOLOGIA

Com vistas no objetivo proposto foi elaborado um fluxograma para direcionar as etapas metodológicas e serem executadas (Figura 2). Iniciou-se com os estudos das caracterizações físicas da área de pesquisa no sentido de compreender o grau de vulnerabilidade à perda de solo que a Ilha de Itaparica está submetida. Os trabalhos prosseguiram com os mapeamentos do Uso da Terra, das Áreas de Preservação Permanente - APP e das Incompatibilidades Legais e do mapeamento socioeconômico, culminando em uma análise dos impactos causados ao meio ambiente a partir da construção desse novo sistema viário.

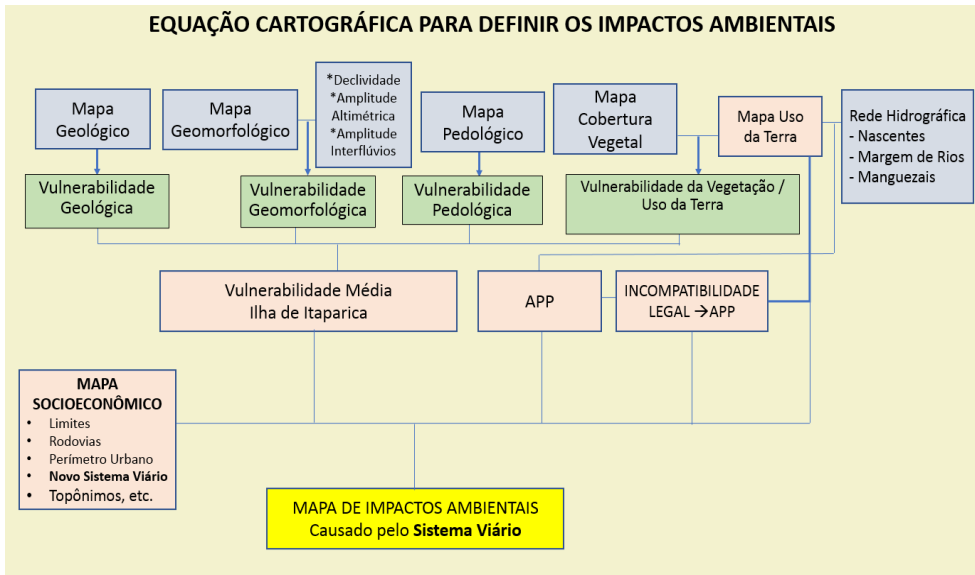


FIGURA – 2. FLUXOGRAMA DE EQUAÇÃO CARTOGRÁFICA: PROPOSTA METODOLÓGICA PARA OS ESTUDOS DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.

Foi criado um Banco de Dados da Ilha contendo informações do Projeto RADAMBRASIL (1981), imagens do satélite LANDSAT 8 e do Projeto SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) e cartas topográficas em meios digitais na escala de 1:100.000. Foram consideradas algumas informações do Google Earth no sentido de convalidar os estudos do uso atual da terra e avaliar o quantitativo de árvores por hectare. Esse banco de dados foi construído a partir de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento utilizando o software SPRING, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

Quanto aos estudos da vulnerabilidade à perda do solo, optamos pela metodologia de Crepani *et.al* (2008), tendo como fundamento do conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977), baseado nas características morfodinâmica, caracterizando a paisagem em três meios: i) estáveis, onde prevalece a pedogênese e o valor de vulnerabilidade é 1,0; ii) intergrades que estão voltados para o equilíbrio entre as interferências morfogênicas e pedogênicas, seu valor é 2,0; e iii) instáveis, onde prevalece a morfogênese, seu valor é 3,0.

Crepani *et.al*. (2008), utilizando-se dessa primeira aproximação de Tricart, ampliaram a escala de vulnerabilidade à perda do solo, estabelecendo 05 (cinco) graus de estabilidade e 21 (vinte e uma) unidades de paisagens com suas respectivas classes de vulnerabilidade à perda de solo, (Tabela 1).

UNIDADE DE PAISAGEM	GRAU DE VULNERABILIDADE	VALORES DE VULNERABILIDADE	CORES
UP-1	VULNERÁVEL (Prevalece a morfogênese)	3,0	
UP-2		2,9	
UP-3		2,8	
UP-4		2,7	
UP-5		2,6	
UP-6	MODERADAMENTE VULNERÁVEL	2,5	
UP-7		2,4	
UP-8		2,3	
UP-9		2,2	
UP-10	INTERMEDIÁRIO (Equilíbrio entre a pedogênese e a morfogênese)	2,1	
UP-11		2,0	
UP-12		1,9	
UP-13		1,8	
UP-14		1,7	
UP-15	MODERADAMENTE ESTÁVEL	1,6	
UP-16		1,5	
UP-17		1,4	
UP-18		1,3	
UP-19	ESTÁVEL (Prevalece a pedogênese)	1,2	
UP-20		1,1	
UP-21		1,0	

TABELA 1 – ESCALA DE VULNERABILIDADE À PERDA DE SOLO.

Fonte: Crepani *et.al* 2008.

A partir desse modelo foi possível estabelecer as escalas de vulnerabilidade geológica, geomorfológica, pedológica e da cobertura vegetal/uso atual do solo, discutidas nesse trabalho.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Visando caracterizar os recursos naturais da ilha de Itaparica, foi realizado um mapeamento da geologia, geomorfologia, pedologia e da cobertura vegetação, baseado nos trabalhos do Projeto RADAMBRASIL (1981). Entretanto esses mapeamentos foram reinterpretados no que concerne aos limites das unidades de paisagens dos recursos naturais, feito com base nas imagens ortorretificadas do SRTM (2011), no qual foram gerados dados altimétricos com equidistâncias de 10 metros (Figura 3).

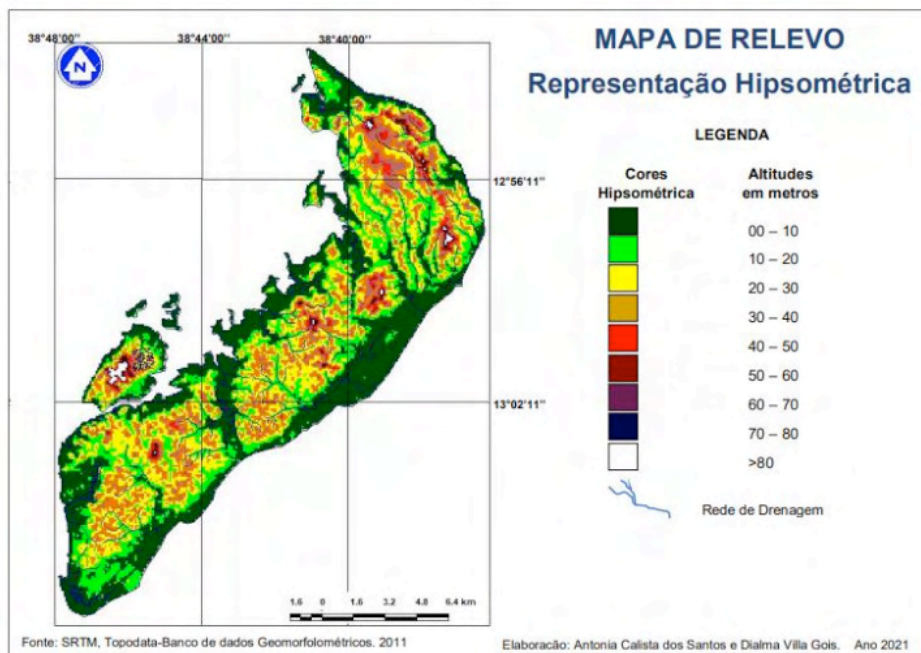


FIGURA 3. MAPA HIPSOMÉTRICO GERADO PELA IMAGEM SRTM DE 2011.

MAPAS TEMÁTICOS E VULNERABILIDADE À PERDA DE SOLO.

Geologia. Na Ilha de Itaparica se encontram duas Eras Geológicas: a Mesozoica e a Cenozoica. A Era Mesozoica possui o Período Cretáceo Inferior (época da extinção dos dinossauros e da formação de calcários brancos) que vai até os 65 milhões de anos atrás. Nesse Período nota-se duas Formações: a primeira, representada cartograficamente pela cor verde clara, é a Formação Marizal com litologia predominante de paraconglomerados e arenitos imaturos, folhelhos verdes e cinza-escuros e sedimentos inconsolidados oriundos de aluviões. A segunda é a Formação do Grupo Brotas representada no mapa pela cor verde escura, congrega as formações Aliança, na base, composta por rochas sedimentares arcóseas e subarcóseas; e a formação Sergi na superfície (composta por quartzos arenitos, arenitos imaturos e silts vermelhos, em camadas de origem pluvial, eólica e lacustre). Na Costa e na Contra Costa da referida Ilha, observa-se a Era Cenozoica do Período do Quaternário onde prevalece a Época do Holoceno Recente (cor amarela no mapa); nessa Época foram formados os depósitos fluviais predominantemente arenosos, com lentes de silte, argila e cascalho na base. Também são observadas areias de praias e dunas, além de mangues na planície costeira (Figura 4).

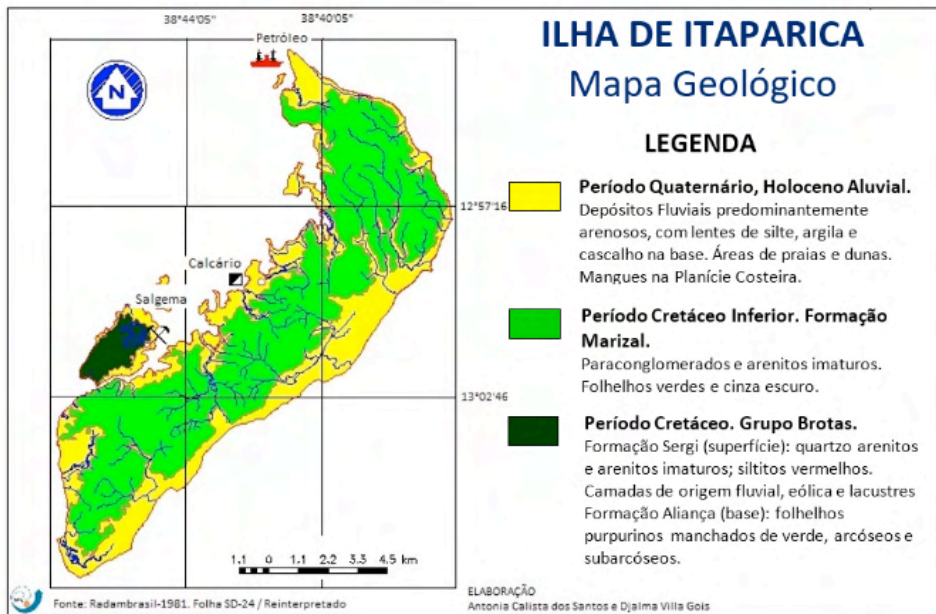


FIGURA 4. MAPA GEOLÓGICO DA ILHA DE ITAPARICA – BA, 2021

A partir do mapa Geológico foi elaborado o estudo da Vulnerabilidade Geológica. Os estudos mostraram a predominância do grau Vulnerável (valor: 2,8) nas faixas da Costa ao leste e Contra Costa ao oeste da Ilha de Itaparica (cor amarela no mapa geológico). Na faixa central que vai de norte a sul da Ilha (cor verde), predomina o grau Moderadamente Vulnerável (valor: 2,5).

Geomorfologia. De acordo com a sua taxionomia, o relevo e seus processos evolutivos, permitiram a divisão da Ilha de Itaparica em dois *Domínios* que se subdividem em duas *Regiões* e essas por sua vez estão subdivididas em três *Unidades Geomorfológicas* (RADAMBRASIL, 1981). Nas faixas litorâneas leste e oeste, Costa e Contra Costa respectivamente, predomina os Depósitos Sedimentares com sedimentos do quaternário, pouco consolidados ou inconsolidados. Nessas faixas encontram-se a Região das Planícies Litorâneas que integram sedimentos quaternários arenosos, sílicos e lamoso, poucos consolidados ou inconsolidados, de espessura variável entre poucos metros a mais de uma centena de metros; contém tipos de modelados de gêneses marinha, fluviomarinha, eólica e coluvial, herdados dos estágios de evolução litoral e dos baixos cursos dos rios. Essas Regiões dividem-se em duas Unidades Geomorfológicas. A primeira é das *Planícies Marinhas*, que se estende por uma estreita faixa que ocupa toda a Costa leste da Ilha de Itaparica; no mapa está representada pela cor rosa clara; aí predominam as planícies estuarinas marinha e ocorrência de extensas praias e acumulações dunares, às vezes limitadas por bancos de arenitos e/ou de corais e algas formando recifes. A segunda

Unidade Geomorfológica é das *Planícies Fluviomarinhas*, que se estende, principalmente, pela Contra Costa da Ilha, onde predominam as planícies deltaicas, ocorrendo ainda terraços fluviomarinhos, manguezais e as lagunas, revelando processos morfogênicos recentes. No mapa está representada pela cor amarela.

Na faixa central que se estende de norte a sul da Ilha de Itaparica encontra-se o segundo Domínio que é das *Bacias e Coberturas Sedimentares*; cartograficamente, corresponde no mapa a faixa de cor vermelha. Esse Domínio geomorfológico abrange as áreas de sedimentos paleozoicos e mesozoicos de disposição horizontal ou sub-horizontal, eventualmente inclinada por tectonismo. Este Domínio está representado pela Região Geomorfológica do *Recôncavo*, que apresenta altitudes pouco acima do nível do mar, não ultrapassando os 200 metros. A Unidade Geomorfológica, inserida nessa Região, corresponde à *Baixada Litorânea* que se caracteriza pela atuação dos movimentos de massa que se torna aparente através das marcas de solifluxão no material alterado constituído de argilas que se encontra submetida a fenômenos de erosão e movimentos de massa generalizados que descem encosta abaixo lentamente e constantemente (Figura 5).

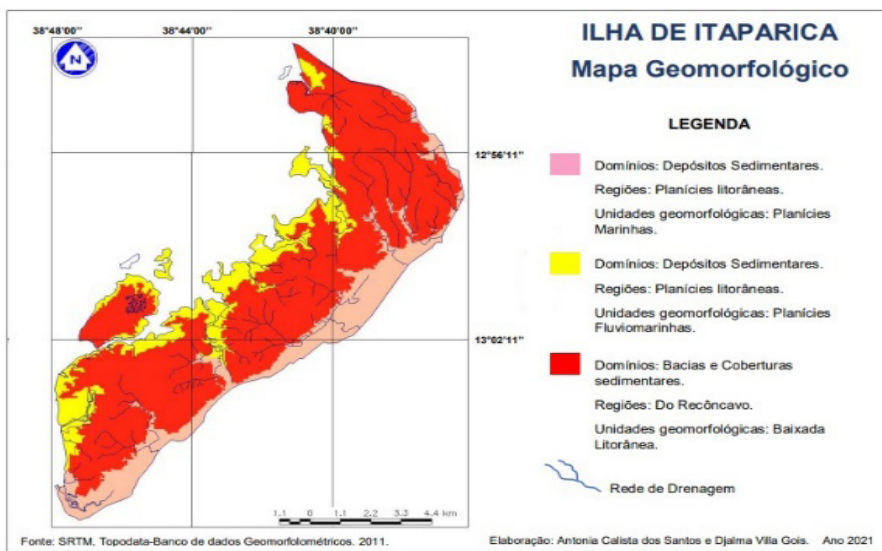


FIGURA 5. MAPA GEOMORFOLÓGICO DA ILHA DE ITAPARICA – BA, 2021.

A Vulnerabilidade geomorfológica foi estabelecida através dos estudos de três índices morfométricos do terreno: amplitude altimétrica, amplitude interfluvial e declividade das encostas (Cristofolletti, 2002). Na faixa litorânea da Planície Marinha o relevo se apresenta predominantemente plano (0 a 3% de declividade) favorecendo a Estabilidade quanto à perda de solo (valor **1,0**). Na Contra Costa da Ilha onde se encontra a Planície Fluviomarinha o relevo varia de plano a suave ondulado (0 a 8%), mas ainda assim pode-

se considerar o grau de vulnerabilidade Estável com valores entre 1,0 e 1,2. Na faixa longitudinal (norte/sul), que corresponde às Baixadas Litorâneas (cor vermelha do mapa geomorfológico), observa-se que sua declividade varia de 8,3% a 17,4% e seus valores de vulnerabilidade variam de 1,3 a 1,6 o que lhes confere o grau de Moderadamente Estável. Na Ilha de Matarandiba, município de Vera Cruz, possui o grau de vulnerabilidade mais elevado chegando ao relevo forte ondulado conferindo um valor de vulnerabilidade de 2,5, ou seja, Moderadamente Vulnerável.

Pedologia. O mapeamento do solo na Ilha de Itaparica tem por objetivo identificar e classificar os solos de acordo com o sistema brasileiro de classificação de solos da EMBRAPA. Foram classificadas quatro unidades de solos (Figura 6).

A primeira unidade localiza-se na faixa da Costa leste inferior da Ilha de Itaparica onde há predominância dos Espodosolos com horizonte A moderado e proeminente, textura bastante arenosa em superfície, seguindo de outro horizonte eluvial E bastante lavado (álbico ou não), e em seguida, em sub superfície, uma acumulação de matéria orgânica e composto de alumínio. Apresenta sequência de horizontes A, E, Bh (com acumulação de húmus) e C (zona de transição entre o solo e a sua rocha). É um tipo de solo que está sempre sujeito a erosões e de baixo potencial agrícola. Originalmente encontram-se sob a vegetação de restinga perenifólia e de campos rasteiros.

A segunda unidade de solo encontra-se na faixa da Costa leste superior (norte), onde predominam os Neossolos Marinhos e Hidromórficos e Não Hidromórficos. Esses solos têm por característica texturas arenosas muito profundas, com teor de argila sempre menor que 15%, ácidos a fortemente ácidos com baixa saturação de bases trocáveis. Possuem um horizonte A que repousa sobre o C (rocha em decomposição) constituído por areias quartzosas, cuja origem é devida à ação dos ventos nas faixas litorâneas.

Na Contra Costa, faixa oeste da ilha, representada no mapa pedológico com a cor verde, observam-se os Solos Indiscriminados de Mangue que são considerados mais como tipos de terreno do que como solo, pois não possuem horizontes definidos. Eles encontram-se no litoral juntos às desembocaduras dos rios com influência direta das águas do mar e dos rios. O aproveitamento agrícola é economicamente inviável devido aos altos teores de sais, inundações constantes e mecanização impraticável. Por outro lado, é um ecossistema frágil, mas onde se dá a atividade de mariscagem, muito importante para as famílias de baixa renda e é considerada uma atividade artesanal de baixo impacto ambiental. Nessa unidade de mapeamento nota-se ainda, em menor proporção, a presença de Espodosolos, Neossolos e Organossolos.

Na região Central da Ilha de Itaparica observa-se os Argissolos álicos representados cartograficamente pela cor rosa. Caracteriza-se por apresentar Argila de atividade baixa e horizonte A Moderado; a textura em superfície é média sobre a textura argilosa em subsuperfície. Esse solo encontra-se em relevo ondulado. É notado ainda nessa unidade de mapeamento, em menor proporção, a presença de Neossolos.

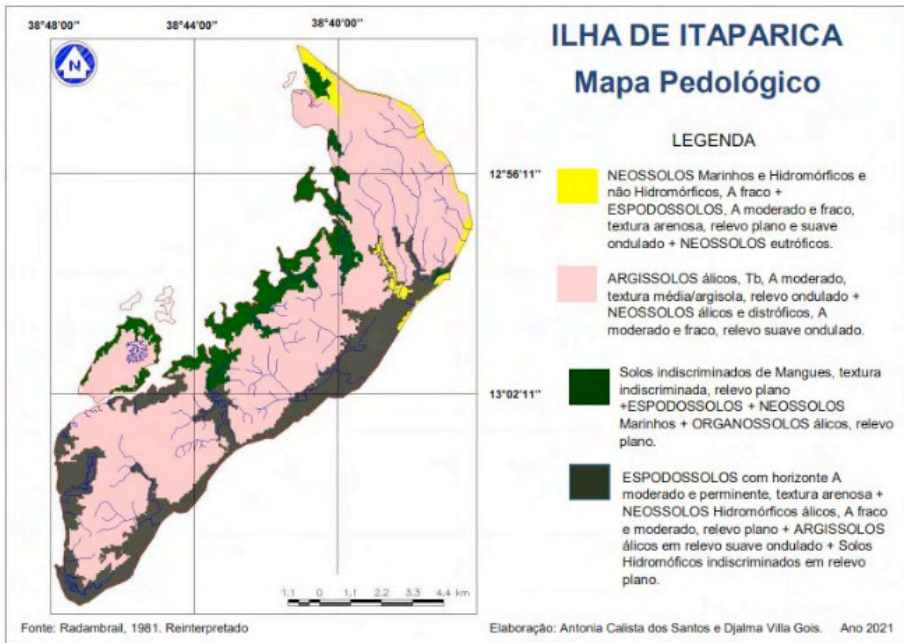


FIGURA 6. MAPA PEDOLÓGICO DA ILHA DE ITAPARICA – BA, 2021.

Vulnerabilidade do Solo. De acordo com a metodologia adotada nesse trabalho, a unidade dos Solos Indiscriminados de Manguê (cor verde no mapa pedológico) possui grau de vulnerabilidade em torno de 3,0, onde prevalece a morfogênese na categoria de Vulnerável, onde a erosão é mais intensa devido a variação diária das águas oceânicas e continentais. Igualmente com grau Vulnerável são os Neossolos localizados na faixa litorânea da Costa da Ilha no setor norte, entretanto o valor da vulnerabilidade é 2,8 (cor amarela).

Os Espodosolos encontrados na faixa litorânea da Costa, ao leste e sul da Ilha (cor marrom), conferiram o grau de MODERADAMENTE VULNERÁVEL, com valor 2,4 para a perda de solo.

Na faixa central da Ilha de Itaparica onde predomina os Argissolos (cor rosa) dominou o grau Intermediário à perda de solo com valores em torno de 2,0 onde há o equilíbrio entre a pedogênese e a morfogênese.

Vegetação e Uso da Terra. No Mapa da Cobertura Vegetal da Ilha de Itaparica (Figura 7), foram identificadas três unidades de paisagens: i) áreas de Formação Pioneiras com influência marinha e predomínio da vegetação de restinga arbórea; ii) regiões das Florestas Ombrófilas Densas onde predominam a vegetação secundária com palmeiras; e; iii) áreas de Formação Pioneira com influência Fluviomarinha onde predomina a vegetação de manguê arbórea.

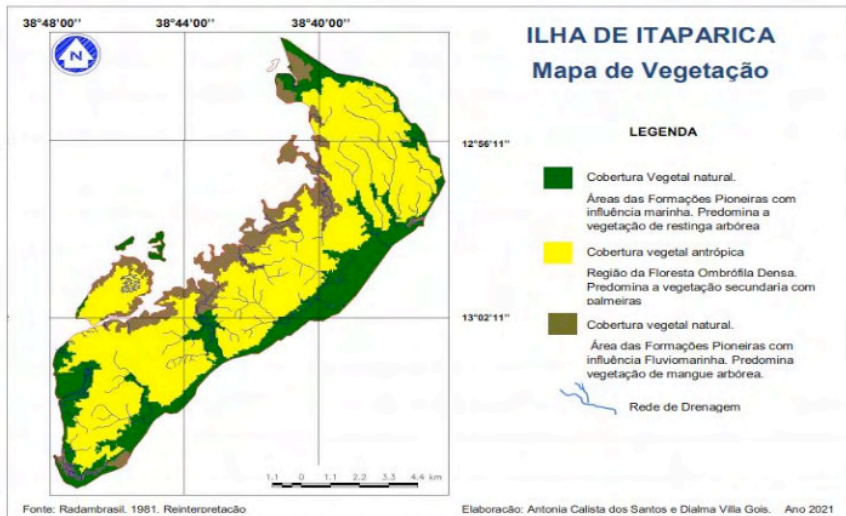


FIGURA 7. COBERTURA VEGETAL ORIGINAL DA ILHA DE ITAPARICA

Para elaborar os estudos da vulnerabilidade da cobertura vegetal foi necessário elaborar também o mapa de Uso Atual da Terra, para tanto utilizou-se da imagem Landsat 8 – 2020, que através do software SPRING foram criadas 7 (sete) classes de uso: Floresta Densa, Vegetação Natural não Florestada (Capoeira), Área Urbanizada, Solo Exposto, Área de Mangue, Nuvem e Sombra de nuvem (Figura 8).

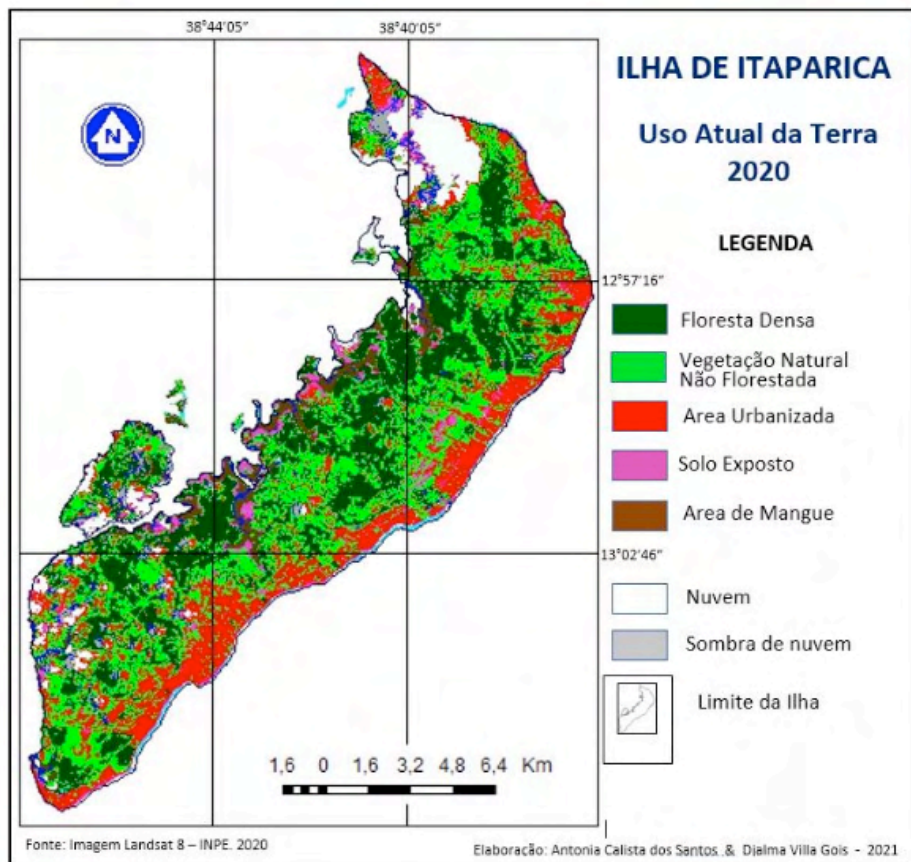


FIGURA 8. MAPA DE USO DA TERRA – 2020

De acordo com Gois (2010), o procedimento para conferir as vulnerabilidades foi unir essas duas informações ecossistemas/vegetação e o uso atual, e relacionar ao grau de vulnerabilidade de cada uma, como mostra na tabela 2.

ECOSSISTEMA ORIGINAIS	SUBSISTEMA	USO DA TERRA	GRAU VULNERABILIDADE
Floresta Ombrófila Densa	Vegetação Secundária com Palmeira	Floresta Densa Aberta	1,2 - ESTAVEL
		Vegetação Natural Não Florestada	2,0 - INTERMEDIÁRIO
Área de Formação Pioneiras	Influência Marinha Arbórea - Restinga	Área Urbanizada e Solos expostos	3,0 - VULNERÁVEL
	Influência Fluviomarina (Mangue) Arbórea	Manguezais e Solos expostos	1,6 – MODERADAMENTE ESTAVEL

TABELA 2. VULNERABILIDADE: ECOSISTEMAS, SUBSISTEMAS E USO DA TERRA.

O mapa da Vulnerabilidade Média Final da Ilha de Itaparica é estabelecido pelo somatório das vulnerabilidades geológicas, geomorfológicas, pedológicas e cobertura vegetal/uso da terra, de cada unidade de paisagem, dividido por 4 (quatro), conforme a equação seguinte:

$$V = (G + R + S + Vg) / 4$$

ONDE:

V = Vulnerabilidade Média da Ilha de Itaparica

G = Vulnerabilidade Geológica

R = Vulnerabilidade Geomorfológica

S = Vulnerabilidade do Solo

Vg = Vulnerabilidade da Vegetação/Usos da Terra

Utilizando o software SPRING, foi efetivado o cruzamento de planos de informação das unidades de mapeamento que gerou um mapa com os limites médios das unidades de paisagens dos quatro temas estudados e lançado seus valores correspondentes dos graus de vulnerabilidade para cada unidade taxionômica da paisagem (Figura 9).

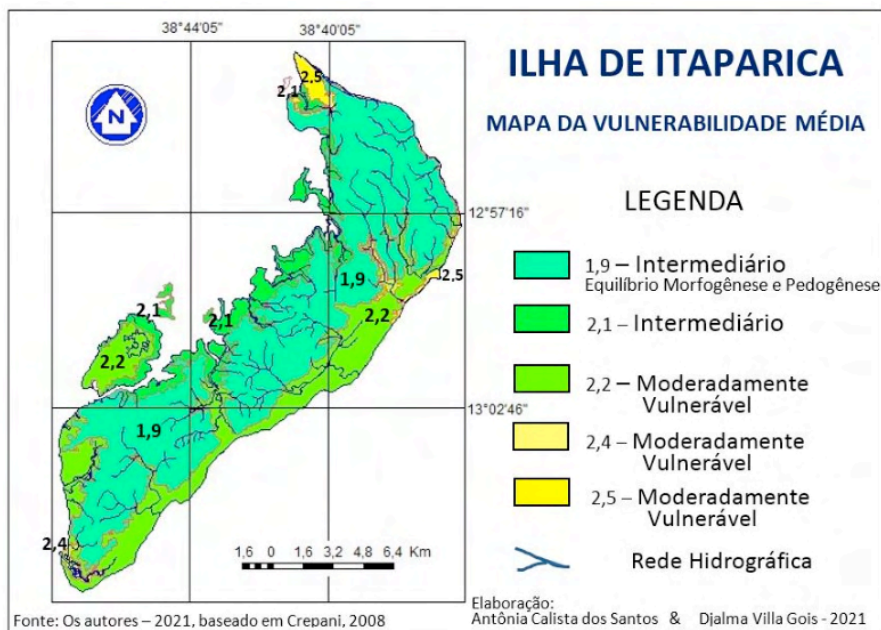


FIGURA 9. MAPA DA VULNERABILIDADE MÉDIA À PERDA DO SOLO DA ILHA DE ITAPARICA.

MAPA DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE. Visando a conclusão dos estudos dos impactos ambientais com a possível construção desse novo sistema viário na Ilha de Itaparica foi realizado também o mapeamento das **Áreas** de Preservação Permanente, tendo por base no Código Florestal da Lei nº 12.651/2012. Esse mapa foi

gerado da combinação dos estudos da rede hidrográfica com os estudos de Uso da Terra (2020), gerando assim as APP de Margens de Rios, de Nascentes e de Manguezais. Esse estudo mostrou 110 APP de Nascentes totalizando uma área de 863.912 m²; apresenta 3.729.000 m² de APP de Margens de Rios; e exibe aproximadamente 15.700.000 m² de APP de Manguezais (Figura 10).

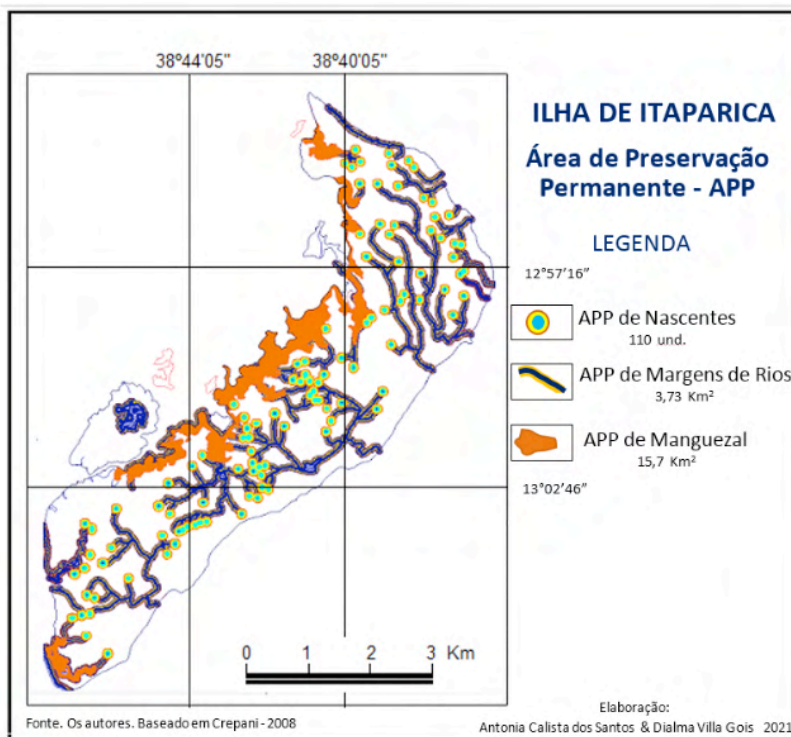


FIGURA 10. MAPA DAS APP DE NASCENTES, MARGENS DE RIOS E MANGUEZAIS.

MAPA DAS ÁREAS DE INCOMPATIBILIDADE LEGAL. Elaborou-se ainda um estudo das áreas de Incompatibilidade Legal que correspondem às APP de Nascentes, Margens de Rios e de Manguezais, previstas em Lei, que não estão preservadas. O mapa de Incompatibilidade Legal (Figura 11) é a combinação dos mapas de Uso da Terra com o mapa de Áreas de Preservação Permanente.

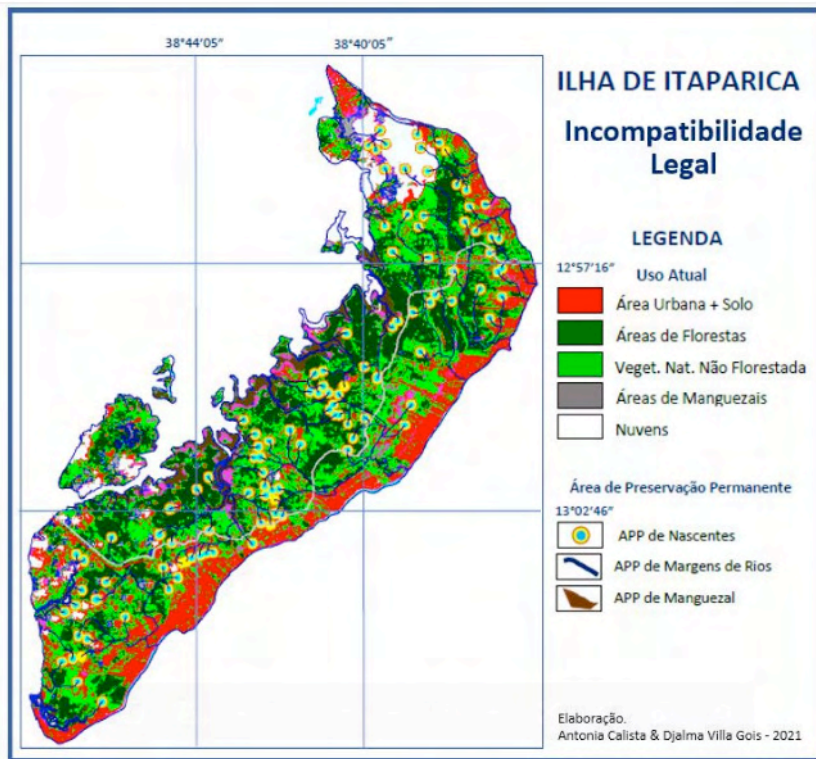


FIGURA 11. MAPA DE INCOMPATIBILIDADE LEGAL.

Analisando as três APP (nascentes, margens de rios e manguezais) da Ilha de Itaparica, no mapa de Incompatibilidade Legal, observa-se que 43,7% delas estão ocupadas de Vegetação Nativa, cumprindo, portanto, sua função Legal; 20,3% das APP da Ilha se constituem em completa Incompatibilidade Legal, pois estão ocupadas pelas áreas urbanizadas ou apresentam solos expostos; e 33,8% das APP estão em Mata Natural Não Florestada, ou seja, em áreas semipreservadas, definida nesse trabalho também como áreas em incompatibilidade legal. Há de salientar que 2,2% da área de estudo não estão definidas, pois encontram-se em áreas mapeadas com nuvens.

MAPA SOCIOECONÔMICO. O estudo Socioeconômico foi elaborado com base no projeto de Engenharia do Sistema Viário da Ilha de Itaparica, financiado pelo Governo do Estado da Bahia, com os dados do IBGE e com as Informações básicas dos municípios baianos, vol.5 de 1980, dentre outras fontes (Figura 12).

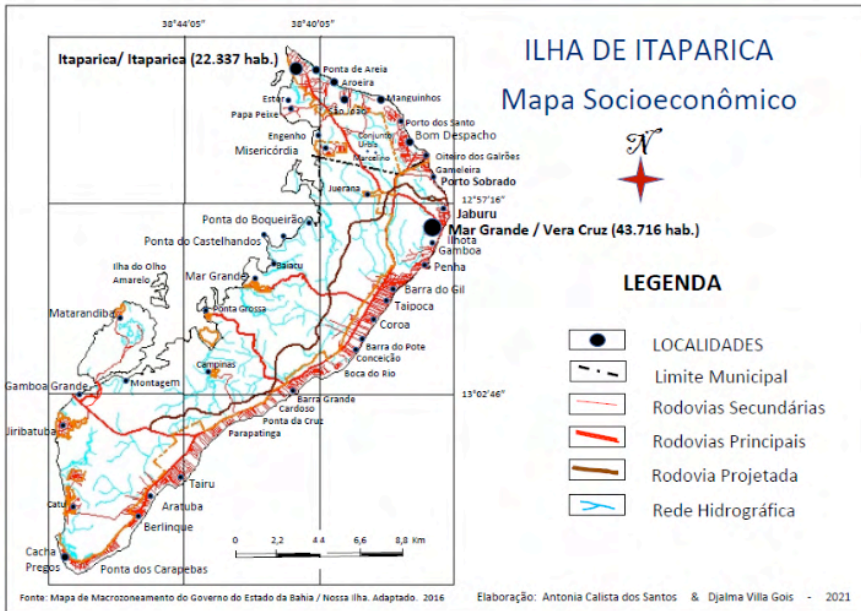


FIGURA 12. MAPA SOCIOECONÔMICO DA ILHA DE ITAPARICA/2021

O mapa mostra a Ilha de Itaparica dividida nos municípios de Itaparica, com área total de 35 km² e população estimada de 22.237 habitantes (IBGE – 2021) e o município de Vera Cruz com uma área total de 211 km², e uma população atual de 43.716 habitantes. Esses municípios fazem parte administrativamente da Região Metropolitana de Salvador. O sistema viário projetado pelo governo do Estado da Bahia para ligar a ponte Salvador-Itaparica com os demais municípios do Recôncavo Baiano, visa criar novos acessos viários e reconfigurar a rodovia BA-001.

MAPA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS. Por fim, para realizar o estudo dos Impactos Ambientais da Ilha de Itaparica referente ao desmatamento causado pela construção do novo sistema viário, foi necessário fazer uma combinação dos mapas *socioeconômico*, *uso da terra*, *de incompatibilidade legal*, com as análises das *Vulnerabilidades à perda de solos*; o resultado está representado no mapa da Figura 13.

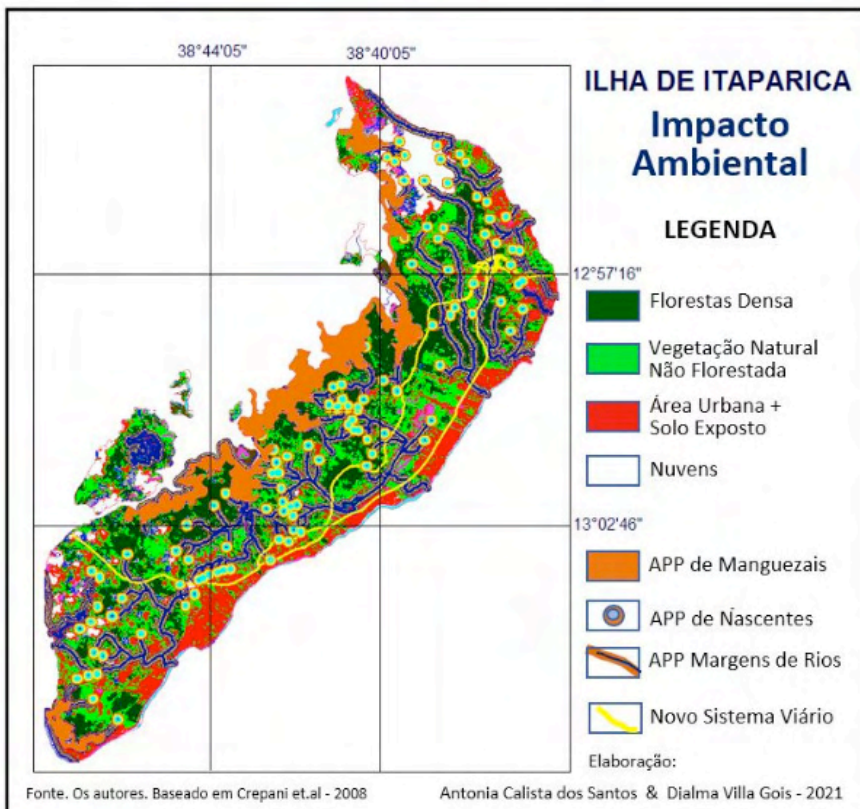


FIGURA 13. MAPA DE IMPACTO AMBIENTAL E O NOVO SISTEMA VIÁRIO.

A análise desse mapa nos mostra que esse novo Sistema Viário, tem aproximadamente 47,7 km de extensão, incluindo o segmento C, que é uma duplicação da BA-001 no trecho urbanizado que visa sua requalificação.

Esse sistema viário que inicia na faixa litorânea no encontro com a ponte Salvador – Ilha de Itaparica, percorre em toda sua extensão, 9.700 metros em áreas de vegetação de Floresta Densa, passando por 01 (uma) APP de Nascente, e cortando 02 (duas) APP de Margens de Rio e desmatando cerca de 1.455 árvores de grande e médio porte. Já nas áreas de Vegetação Natural Sem Florestas esse novo sistema Viário percorre 17.000 metros de extensão, passando por 02 APP de Nascentes e cortando 08 APP de Margens de Rio e destruindo 1.105 árvores. Nas áreas de zonas urbanas e solos expostos, este Sistema percorre 21 km passando por 04 APP de Nascentes e corta 03 APP de Margem de Rios e removendo 126 árvores. É importante salientar que a projeção desse sistema viário não atinge nenhuma área de APP de Manguezal.

Há de destacar que esse novo sistema viário não passará por unidades de paisagem consideradas estáveis e sim por áreas fisicamente mais frágeis quanto aos aspectos da vulnerabilidade à perda de solo, onde os impactos causados pelo manejo de maquinários

pesados de terraplenagens e pelas retiradas da vegetação natural, poderá ter como consequências o agravo de uma variedade de erosões e a perda da fertilidade dos solos.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O novo sistema viário na Ilha de Itaparica percorrerá por ecossistemas frágeis, designados de Intermediário e Moderadamente Vulnerável. Salientamos que quanto maior a vulnerabilidade do meio, maior é o potencial dos impactos ambientais. A pesquisa mostrou a possível eliminação de 07 APP de Nascentes, 13 APP de Margens de Rios e 2.686 árvores de médio e grande porte. O manejo de maquinários somado à retirada de árvores e a possíveis ampliação do perímetro urbano em novas áreas, causarão um grande impacto à biodiversidade da Mata Atlântica, além de deslocamentos da camada de solo, gerando grandes erosões. Nossa preocupação está também na recuperação das áreas desmatadas que esse projeto deixará de herança para a Ilha de Itaparica. Daí surgem os questionamentos: quem, onde e quando será recuperado esse *passivo ambiental* deixado pelo Estado? Haverá criação de novas Unidades de Conservação na Ilha como forma de compensação? Os manguezais na costa oeste hoje estão semipreservados; haverá uma política que assegure a sua integridade? São perguntas que precisam ser feitas aos órgãos de gestão ambiental.

REFERÊNCIAS

ASSAD, E.D. **Sistema de Informações Geográficas. Aplicações na agricultura**. 2ª ed. Ver. E amp. Brasília: Embrapa – SPI 1998.

Brasil, Ministério das Minas e Energia. Secretaria geral. Projeto RadamBrasil, levantamento dos recursos naturais. Vol. 24 Salvador. R.J. 1981.

Centro de Estatística e Informações dos Municípios Baianos. **RECÔNCAVO SUL** – Salvador, 1994.

CREPANI, E., MEDEIROS, J.S. PARREIRA A.F e SILVA, E.F. **Zoneamento Ecológico – Econômico**. In.: **Geomorfologia. Conceitos e Tecnologias atuais**. Org. Tereza G. Florezano. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

CRISTOFOLETTI, Antônio. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. Editora Blucher Ltda. São Paulo, 2002.

DDF – **Diretoria de Desenvolvimento Florestal**. Governo do Estado da Bahia. Política florestal do Estado da Bahia. Lei nº 6569/94, Decreto nº6.785/95.

ENESCIL. Engenharia de Projetos Ltda. Bahia, Governo do Estado (2020).

GOIS, Djalma Villa. **Planejamento ambiental e o uso do geoprocessamento no ordenamento da bacia hidrográfica do Rio da Dona**. Bahia. Tese de doutorado. 2010

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/itaparica/panorama>. Acesso em: 24/04/2021

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental**. Conceitos e métodos. SP. Oficina de textos. 2006.

SEDUR-BA, **Secretaria de desenvolvimento urbano**. 2014. Disponível em: www.sedur.ba.gov.br. Acesso em: 24/04/2021

TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. IBGE. Rio de Janeiro. 1977.

<https://www.googleearth.com.br>

www.webmapit.com.br/inpe/topodata

GEOMORFOLOGIA E GEODIVERSIDADE COMO FATOR DE ORGANIZAÇÃO E EXPANSÃO URBANA NA SERRA DO SINCORÁ – BAHIA: O EXEMPLO DE LENÇÓIS E PALMEIRAS

Data de aceite: 01/08/2022

Dante Severo Giudice

Universidade Católica do Salvador (UCSAL)
Companhia Baiana de Pesquisa Mineral
(CBPM)
Salvador-BA
ID Lattes: 2651988276476922

André Lucas Palma Barbosa

Universidade Católica do Salvador (UCSAL)
Itinga, Lauro de Freitas
ID Lattes: 2755588674169652

RESUMO: O presente trabalho trata de como os aspectos físicos, como a geomorfologia, bem como a geodiversidade que a englobam, influenciam na organização e expansão urbana das cidades de Serra do Sincorá, neste primeiro momento, com enfoque nas cidades de Mucugê e Andaraí. A morfologia condiciona o traçado urbano delas, de forma muito evidente, como aqui será mostrado no desenvolvimento desta pesquisa. É pretensão nossa ampliar este estudo as demais cidades da Serra do Sincorá.

PALAVRAS-CHAVE: Geomorfologia. Geodiversidade. Expansão Urbana. Serra do Sincorá.

ABSTRACT: The present work deals with how physical aspects, such as geomorphology, as well as the geodiversity that encompass it, influence the organization and urban expansion of the cities of Serra do Sincorá, in this first moment, focusing on the cities of Mucugê and Andaraí. Morphology

conditions their urban layout, in a very evident way, as will be shown here in the development of this research. It is our intention to extend this study to other cities in the Serra do Sincorá.

KEYWORDS: Geomorphology. Geodiversity. Urban Expansion. Serra do Sincorá.

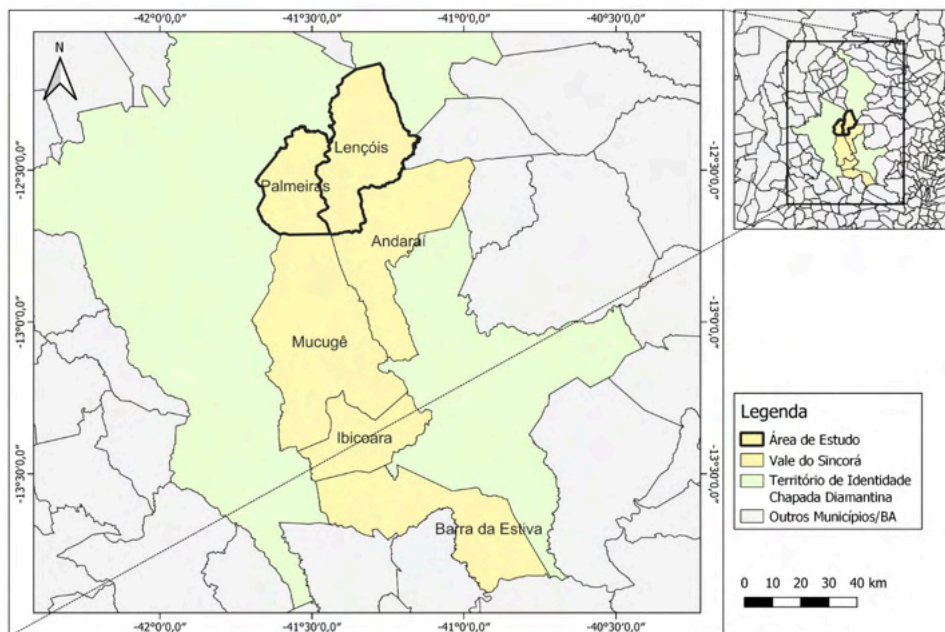
INTRODUÇÃO

Esta pesquisa tem como finalidade, mostrar/estudar os fundamentos conceituais para a compreensão de alguns termos que na atualidade estão sendo discutidos e consolidados na academia, nas últimas décadas, a exemplo de geodiversidade e outros a ele relacionados.

Tais termos passaram a ser mais discutidos e estudados em muitos países, inicialmente em países mais desenvolvidos e depois passaram a ser parte das pesquisas em outros países, entre eles o Brasil. Atualmente são alvo de estudo em diversas áreas, tais como geologia, museologia, turismo, arquitetura, artes, direito, economia, educação e geografia. Nesta última, na geografia física, geomorfologia, e também na lógica de ocupação e expansão das cidades, já que são condicionantes da expansão urbana.

A área estudada está situada no Território de Identidade da Chapada Diamantina, onde se insere a Serra do Sincorá, que abrange os municípios de Palmeiras, Lençóis, Andaraí, Mucugê, Ibicoara e Barra da Estiva. Selecionamos para nossa pesquisa aqueles de

Mucugê e Andaraí. Nestes, a expansão da malha urbana de suas sedes, que cresceram a princípio devido a exploração recursos naturais ligados à mineração, e depois pelo turismo, com base nas rugosidades deixadas pelo primeiro ciclo, foi condicionada pela geodiversidade, através da geomorfologia onde o relevo limitava e direcionava esta expansão. Assim este artigo procura também analisar de que modo estas cidades se desenvolveram, mesmo com as limitações físicas.



MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho é de caráter bibliográfico, dessa forma, para atingir aos objetivos propostos, baseou-se na consulta de livros, artigos, teses e dissertações que abordam a temática da geodiversidade, patrimônio geológico, geoconservação e geomorfologia, possibilitando assim uma análise teórica a respeito da geodiversidade e geomorfologia, visando de modo geral, mostrar a importância da geodiversidade e geomorfologia, como fator de organização e expansão urbana.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para desenvolvimento do trabalho se faz necessário buscar autores que definem

termos que são o cerne da nossa pesquisa.

De uma maneira geral, a geodiversidade é a representação dos aspectos abióticos da terra, porém não só apenas os atrelados ao passado geológico, tais como, minerais, rochas, fósseis, etc., mas inclui também os processos naturais que envolvem a geomorfologia.

O termo geodiversidade só começou a ser conhecido no início dos anos 1990, utilizado por geólogos e geomorfólogos, para tratar da variedade do meio abiótico (Gray, 2004).

Entretanto não existe certeza quando ele foi citado a primeira vez, mas existe probabilidade que tenha sido na Austrália (Tasmânia). Foi lá que o termo foi utilizado por Sharples (1995), em estudos de conservação geológica e geomorfológica. Mais tarde, o mesmo Sharples (2002) a definir como “a diversidade de características, conjuntos, sistemas e processos geológicos (substrato), geomorfológicos (formas de paisagem) e do solo”.

Para a discussão sobre geodiversidade, faz-se necessário trabalhar os termos relacionados a esse contexto, no sentido de elucidá-los e conceituá-los dentro de nossa pesquisa. Dessa forma, Sharples (2002) chama a atenção para a distinção entre três termos frequentemente utilizados:

Geodiversidade é uma qualidade que nós tentamos conservar, geoconservação é o esforço de tentar conservá-la e patrimônio geológico compreende os exemplos concretos representativos dos recursos e processos pelos quais nós direcionamos nossos esforços de gestão a fim de conservá-los. Esses três termos não são sinônimos, mas sim complementares. (Tradução nossa)

O primeiro a ser focado, que é o tema do presente capítulo, é a geodiversidade, que apesar de ser utilizada por uma considerável quantidade de pesquisadores, ainda não é de uso consensual, no entanto, existe certa preocupação com a sua conceituação.

Geodiversidade começou a despertar atenção recentemente, na década de 1990, quando se deu início a sua utilização por geólogos e geomorfólogos, para descrever a variedade do meio abiótico (GRAY, 2004). Entretanto, esse autor afirma ser difícil precisar quando ele foi utilizado pela primeira vez, muito provavelmente na Austrália (Tasmânia), pois, segundo Nascimento e colaboradores (Ruchkys/Mantesso-Neto), “neste país o termo geodiversidade foi utilizado por Sharples (1993), Kiernan (1994, 1996, 1997) e Dixon (1995 e 1996), em estudos de conservação geológica e geomorfológica”.

Existem registros de que na Conferência sobre Conservação Geológica e Paisagística, que teve lugar em Malvern, no Reino Unido, em 1993, já se tratou do termo geodiversidade, embora não tenha recebido apoio significativo, registros esses feitos por Gray (2004), Brilha (2005) e Nascimento e colaboradores (2008).

Em 1994, em seu trabalho sobre origem e uso do termo geótopo (sinônimo de geossítio, mais utilizado por autores alemães), Wiedenben utilizou também o termo geodiversidade, para tratar da conservação desses sítios.

No ano seguinte, Sharples (1995) definiu geodiversidade como sendo a variedade (ou diversidade) de feições, assembleias, sistemas e processos geológicos (rochas), geomorfológicos (modelados) e pedológicos (solos). Essa breve definição inclui implicitamente os processos hidrológicos e climáticos (atmosféricos), na medida em que esses estão envolvidos nas formações geológica, morfológica e pedológica.

Segundo Nascimento e colaboradores (2008), em 2001, a Royal Society for Nature for Nature Conservation, do Reino Unido, definiu geodiversidade como “a variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são o suporte para a vida na Terra”.

Já Sharples (2002) afirma que “geodiversidade deve ser considerada, sob diferentes perspectivas, como algo de valor e que deve ser conservado”.

Vários pesquisadores têm fornecido extensas listas de razões pelas quais se devem valorizar determinados substratos rochosos, formas de relevo, feições características dos solos e seus processos.

Sob essa perspectiva, o Devon Country Council considera que a geodiversidade contribui para a qualidade de vida de várias formas: a) apreciação: uma vez que as características geológicas são apreciadas e admiradas em todo o mundo e que atraem turistas; b) conhecimento: ao se estudar essas características, somos capazes de compreender melhor a evolução e a história do nosso planeta; c) produtos: refere-se à extração de materiais, fósseis e minerais para fins comerciais, e d) processos/funções naturais: uma vez que os fenômenos geológicos naturais providenciam alguns serviços essenciais, como o abastecimento de águas e a utilização da energia geotérmica.

No Brasil, esse conceito foi sistematizado por Silva e colaboradores (2001), e pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), em publicação de 2008, com proposta bastante geográfica de dar uma contribuição no uso adequado do território, objetivando o planejamento do ordenamento territorial sustentável. Assim, geodiversidade é definida como:

O estudo da natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, composição, fenômenos e processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, águas, fósseis, solos, clima e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na Terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico.

Patrimônio natural (que compõe a geodiversidade) é considerado o conjunto de recursos naturais de valor científico/cultural, educativo e/ou recreativo, e se constitui por formações e estruturas geológicas, morfologia, depósitos sedimentares, minerais, rochas, fósseis, solos e demais manifestações geológicas que permitem conhecer, estudar e interpretar a história geológica da Terra, os processos que a modelaram, os climas e

paisagens do passado e presente, e a origem e evolução da vida sobre este planeta.

A geodiversidade é o suporte fundamental para o desenvolvimento e evolução de qualquer forma de vida, incluindo a humana, e, é difícil de compreender que as questões relacionadas com a geoconservação raramente são tratadas com o mesmo grau de aprofundamento que a bioconservação, mesmo porque elas estão intimamente relacionadas.

Nessa perspectiva, vários autores, a maioria deles ligada à geologia, começaram a se dedicar ao estudo da geodiversidade, o que veio a contribuir para o detalhamento do conceito.

Assim, em 2004, Kiernan definiu a geodiversidade como a natural extensão da diversidade geológica (rochas, minerais, fósseis) geomorfologia (processos morfológicos) e feições dos solos. Isso inclui suas semelhanças, inter-relações, propriedades, interpretações e organização.

Existem divergências na concepção de geodiversidade, pois, há a corrente que opta pela linha mais restritiva, e a interconecta exclusivamente aos minerais, rochas e fósseis, e outra tendência que considera o termo mais abrangente, englobando também, como afirma Nascimento e colaboradores (2008), os processos que podem estar agindo em sua gênese, e que no momento podem estar em andamento (atuação). Em nossa concepção, o termo é bastante abrangente, englobando inclusive a biodiversidade que depende do espaço para existir, muito embora essa seja muito mais estudada, basta entrar em sites de pesquisa e se verifica a desproporção daquele termo em relação a esse.

Nessa mesma linha, Gray (2004) afirma em seu livro *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*, que a geodiversidade está relacionada à variedade natural de aspectos geológicos/geomorfológicos.

Se a Geologia estuda a Terra em função do tempo, a Geografia em função do espaço, a Geomorfologia estuda o relevo da Terra em função do tempo e do espaço.

Desta forma, a geomorfologia estuda as formas de relevo, tendo em vista a origem, estrutura, natureza das rochas, o clima da região e as diferentes forças endógenas e exógena que, de modo geral, entram como fatores construtores e destruidores do relevo terrestre (Guerra e Guerra, 1997).

Para Jatobá & Lins (2008) a geomorfologia é a parte da Geografia Física que se dedica à análise da gênese e evolução do relevo terrestre.

A geomorfologia é também definida como a Ciência geológica-geográfica que estuda o relevo terrestre, sua estrutura, origem, história do desenvolvimento e dinâmica atual (Hubp, 2012).

Para Casetti (1994) geomorfologia é uma ciência que tem como objetivo analisar as formas do relevo, buscando compreender as relações processuais pretéritas e atuais.

ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO NA SERRA DO SINCORÁ

O ordenamento territorial na Serra do Sincorá foi um processo longo que se iniciou com os povos primitivos que habitavam a região e continuou ao longo do tempo nos vários processos de ocupação a que foi submetida.

Cabeza (2002) afirma que a ordenação do território tem sido objeto de diversas interpretações, não havendo unidade de critério. A Carta Europeia de Ordenamento Territorial (CEOT, 1998) do Ministério do Planeamento e da Administração do Território de Portugal, define o conceito como “a expressão espacial das políticas econômicas, sociais, culturais e ecológicas da sociedade”.

Dessa forma, a região teve um ordenamento que se iniciou com povos precolombianos, chegando aos dias atuais com o ordenamento voltado para atender a estrutura do turismo.

GEOMORFOLOGIA E GEODIVERSIDADE COMO FATOR DE ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO URBANO

A Geomorfologia, parte da geodiversidade (constituição morfológica) é um importante condicionante da expansão urbana, pois, essa expansão em áreas inadequadas causa sérios problemas ambientais. O impacto de uma ocupação desordenada, com uso inadequado dos espaços naturais e ocupação de áreas instáveis pode acarretar em problemas geoecológicos graves, pois, pode levar a desestabilização das vertentes, principalmente por processos de movimentação de massas.

Alguns autores se dedicam a essa vertente de análise, tomando em escala mais macro, a geodiversidade, como condicionante da expansão, na perspectiva da compartimentação geomorfológica, dentre eles Gauttieri e Hiruma (2007). É fato que o conhecimento da geodiversidade dos sítios urbanos é básico na determinação do uso do solo e da susceptibilidade dos processos erosivos, permitindo reconhecer áreas de maior potencial de risco, que necessitam maior atenção do poder público. Esses autores utilizam em seus trabalhos, unidades diagnósticas que depois são agrupadas em três classes de aptidões: a) áreas favoráveis à ocupação; b) áreas de uso restrito; c) áreas de preservação.

Gauttieri e Hiruma (2007) afirmam que:

O entendimento da evolução da paisagem e da combinação dos fatos geomorfológicos nela envolvidos é importante para o tratamento de problemas ambientais, e para o planejamento de intervenções deliberadas nos espaços naturais. O reconhecimento das características geomorfológicas do sítio urbano permite identificar fatores favoráveis ou desfavoráveis à sua ocupação, limitações e possibilidades de uso do solos, susceptibilidade potencial à erosão, sendo portanto essencial para a definição das áreas de preservação, de uso restrito, e de ocupação urbana.

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) como ferramenta ao planejamento ambiental tem sido muito utilizado para fins de planejamento e manejo de recurso natural

na escala urbana, regional, estadual, nacional, de órgãos governamentais, conforme Lima (1996).

O uso da tecnologia de geoprocessamento permite delimitar os condicionantes estruturais que interferem na expansão do conjunto urbano, tornando-se responsável pelo controle e organização das cidades, definindo as áreas propícias para expansão urbana.

Segundo Dias e colaboradores (2004):

[...] as melhores áreas-potenciais para a expansão urbana ocorrem nas áreas mais baixas, e nas baixas encostas onde os solos são mais adequados às fundações. Entretanto, os fatores físicos (morfologia, morfometria, solo, altitude, geologia, etc.), em conjunto com os elementos naturais da paisagem (cobertura vegetal), e os parâmetros antrópicos (uso e ocupação do solo), também são importantes na delimitação de áreas potenciais para a expansão urbana.

Na região de estudo a geodiversidade tem evidente importância na expansão das cidades, onde a estrutura geológica condiciona a ocupação, isso é evidente sobretudo nas cidades de Lençóis, Ibicoara, Palmeiras, Mucugê e Andaraí (estas duas últimas, objeto deste trabalho), já que as cidades de Nova Redenção (Fig. 1) e Iraquara (Fig. 2), por estarem situadas em áreas planas sobre a formação Salitre, formada por pelitos, calcários, e dolomitos, não apresentam obstáculos para expansão.



Figura 1 – Nova Redenção. Imagem *Google Earth Pro*, giro da imagem em direção ao horizonte. Imagem capturada em 20 set.20.



Figura 2 – Iraquara. Imagem *Google Earth Pro* giro da imagem em direção ao horizonte. Imagem capturada em 20 set.20.

Entretanto, em Lençóis, os arenitos da formação Tombador, formam uma barreira à expansão da cidade, pois são limitadores, já que a cidade ocupa as encostas, levando a marcha urbana a ocupá-las, causando problemas de estabilidade e ameaças de escorregamento e deslizamentos. Este fato é acentuado devido a pressão imobiliária sobre o centro antigo, com a chegada de novos moradores que buscam espaços para instalação de lojas, mercados, restaurantes, agências de viagem, expulsando a população local para áreas mais distantes, na encosta, sem o devido planejamento. Aliás, até nas áreas onde há algum tipo de planejamento, como nos novos loteamentos, isso é observado. O próprio poder público, além de não fiscalizar, ele próprio desrespeita as leis. (Figura 3, 4 e 5). Na Figura 6, podemos ver a expansão da cidade, antes restrita ao entorno do rio Serrano, agora avançado sobre as elevações, devastando a vegetação (Figura 6-A), e até expondo as encostas como ao fundo da Figura 6-B, e facilitando o desmoronamento.



Figura 3 – Lençóis. Foto aérea.



Figura 4 – Lençóis. Imagem *Google Earth Pro*. Imagem capturada em 01 jun.22.



Figura 5 – Lençóis. Imagem *Google Earth Pro* giro da imagem em direção ao horizonte. Imagem capturada em 01 jun.22.



Figura 6-A – Foto aérea panorâmica da cidade

Fonte: Acervo dos autores (2019)



Figura 6-B – Foto da parte central da cidade, com cicatriz na encosta ao fundo, resultante do desmatamento para expansão da malha urbana.

Fonte: Acervo dos autores (2020).

Por outro lado, a cidade de Palmeiras é cercada, na parte norte, por arenitos da Formação Morro do Chapéu (direção de acesso à BR-242), apresentando zona de extensão a sul, na direção dos vales, dentre eles o do Capão (Figuras 6 e 7).



Figura 6 – Palmeiras. Imagem *Google Earth Pro*. Imagem capturada em 01 jun.22.



Figura 7 – Palmeiras. Imagem *Google Earth Pro*, giro da imagem em direção ao horizonte. Imagem capturada em 01 jun.22.

Enfim, esses elementos da geodiversidade, bem delimitados geograficamente, e que devido a sua peculiaridade ou raridade, apresentam valor científico, cultural ou econômico, deverão ser alvos de especial atenção nas políticas de desenvolvimento, em especial nas de ambiente e de ordenamento/ocupação territorial, pois, delas serão delineadas as lógicas territoriais, objetivando, sobretudo evitar futuros problemas.

Portanto, a geodiversidade na região, serve como base para se entender como funciona a lógica territorial, onde as condições geológicas propiciaram a existência de diamante e ouro que levaram a ocupação da região e o surgimento das cidades, que depois seriam utilizados como atrativos juntamente com os recursos naturais, para uma nova fase de territorialização que viria dar novos contornos econômicos, promovendo o desenvolvimento local. Este desenvolvimento se sustenta nas políticas públicas (ou geopolíticas), principalmente estaduais que a partir da década de 1980 procurou incentivar o turismo como forma de resgatar a região da estagnação econômica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A região da Serra do Sincorá, situada na parte central do estado da Bahia, tem sua história geológica ligada ao sistema Espinhaço-Chapada Diamantina, o qual remonta ao Paleoproterozóico. Do Paleoproterozóico ao Recente, todo esse conjunto rochoso foi palco de uma série de processos geológicos os quais deram origem às rochas e ao modelado, com ênfase para os processos morfogenéticos, que delinearam as formas e estruturas atuais, que constituem a sua Geodiversidade. Esse aspecto foi fundamental para a inserção humana e em sua fixação na área.

A princípio, a ocupação da Serra do Sincorá era constituída pela população autóctone, como comprovam as inscrições rupestres encontradas em algumas grutas e lajedos da região. Além disso, a área foi também ocupada por índios pescadores, provavelmente vindos do litoral, fugindo da perseguição do colonizador, e que depois deram combate aos primeiros desbravadores que por ali se aventuraram. Essa fase da ocupação

já pode ser vinculada às condições físicas locais (geodiversidade), tais como clima, solo, recursos hídricos e, conseqüentemente, cobertura vegetal. Nesse contexto utiliza-se o termo geodiversidade numa perspectiva que foge da visão vinculada exclusivamente ao aspecto de patrimônio natural/geológico, mais voltado à geomorfologia e ao substrato onde as atividades ocorrem.

Nesses primórdios da ocupação humana, os colonizadores trouxeram a atividade pecuária, praticamente sem a participação do Estado na organização da mesma. Essa atividade promoveu a vinda de um fluxo populacional que adensou a ocupação e gerou maior circulação através da região, o que terminou na descoberta de diamantes nos leitos dos rios, resultando numa atividade econômica de grande importância, levando ao surgimento de povoados que se transformaram em cidades e consolidaram a ocupação. Depois de um período de decadência e esquecimento, no fim do século XX, entre as décadas de 1970 e 1980, o poder público resolveu investir no turismo do estado por meio do Programa de Desenvolvimento do Turismo no Nordeste (PRODETUR/NE) que foi concebido para criar condições favoráveis à expansão e melhoria da qualidade da atividade turística na Região Nordeste, mas que teve na área de estudo, sua base voltada para os aspectos da rica geodiversidade, uma vez que a região é potencialmente promissora para o turismo ecológico e de aventura, bem como o contemplativo (o chamado ecoturismo), voltado aos inúmeros atrativos (geossítios) mas também às rugosidades deixadas pela mineração representadas pelas cidades e outras marcas desta atividade.

Assim, podemos afirmar que do ponto de vista histórico, foi a Geodiversidade da Chapada Diamantina que forneceu os subsídios econômicos que possibilitaram sua ocupação. Em consequência, visando conter e controlar a destruição acelerada desses ambientes e assegurar a sustentabilidade de seu uso foram criadas, por ação governamental, as Unidades de Proteção, tais como o Parque Nacional da Chapada Diamantina, a Área de Proteção Ambiental Marimbus/Iraquara e, por ação popular, o Parque Municipal de Mucugê. Essas unidades terminaram se tornando também atrativos, e fator de atração da ocupação.

Para finalizar, podemos afirmar, com base nas observações e dados levantados no âmbito deste trabalho, que o povoamento da região da Chapada Diamantina, no estado da Bahia, teve como principal vetor a sua Geodiversidade, das mais diversas formas e com intensidades diferenciadas. Sem dúvida alguma, a correlação Geodiversidade *versus* Lógicas Territoriais, tem na Chapada Diamantina, e muito particularmente na Serra do Sincorá, um dos seus melhores exemplos.

REFERÊNCIAS

BRILHA, J.B.R. Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na vertente geológica. Viséu: Palimage Editora, 2005.

CASSETI, V. Ambiente e apropriação do relevo. São Paulo: Contexto, 1994.

- DIAS, J.E.; GOMES, O.V. de O.; GOES, M.H. de B.O uso do geoprocessamento na determinação de áreas favoráveis a expansão urbana no município de Volta Redonda, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Geografia*, v. 13, nº 2, jul/dez 2004. UFRJ. Rio de Janeiro. PRODETUR/NE II – PDITS Chapada Diamantina
- GAURRIERI, M.C.M.; HIRUMA, S.T. A Expansão urbana no planalto de Campos do Jordão. Diagnóstico geomorfológico para fins de planejamento. *Revista do Instituto Geológico, São Paulo*. n. 25, v. 1/2, 2004.
- GRAY, M. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. London: John Wiley & Sons Ltd., 2004.
- GUERRA, Antônio Teixeira; GUERRA, José Antônio Teixeira. *Novo dicionário geológico-geomorfológico*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.
- HUBP, J. L. *La superficie de la Tierra, I: Un vistazo a un mundo cambiante*. Ciudad de Mexico: Ed. S.L. FONDO DE CULTURA ECONOMICA DE ESPAÑA, 2012.
- JATOBÁ, L.; LINS, R. C. *Introdução à Geomorfologia*. 5 ed. Recife: BAGAÇO, 2008.
- KIERNAN, K. Book review: *Geodiversity. Valuing and Conserving Abiotic Nature* by J. M. Gray, *Journal of Quaternary Science*, v.19, n. 8.
- LIMA, M.A. Planejamento urbano: utilização do Sistema de Informação Geográfica – SIG, na avaliação socioeconômica e ecológica – um estudo de caso. In: ROMEIRO, A.R.; REYDON, B.P.; LEONARDI, M.L.A. (coord.). *Economia do meio ambiente: teorias, políticas, e a gestão regional*. Campinas: Unicamp, 2006.
- NASCIMENTO, M.A.L. do; RUCHKYS, U.A.; MONTESSO-NETO, V. *Geodiversidade, geoconservação e geoturismo*. São Paulo: SBG, 2008.
- SHARPLES, C. *Concepts and principles of geoconservation*. 2002. Documento PDF disponibilizado na Tasmanian Parks & Wildlife Service website. Disponível em: <<http://www.parks.tas.gov.au/geo/conprin/define.html>>. Acesso em: 27 de outubro de 2009.
- SHARPLES, C. *Geoconservation in forest management - principles and procedures*. *Tasforests*, v. 7, p. 37-50, Forestry Tasmania, Hobart, dez. 1995.
- WEIDENBEN, F.W. Origin and use of the term "getope" in German-speaking countries. In: O'HALLORAN, D.; GREN, C.; HARLEY, M.; STANLEY, M.; KNILL, J. (eds) *Geological and landscape conservation*. London: Geological Society, 1994

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.

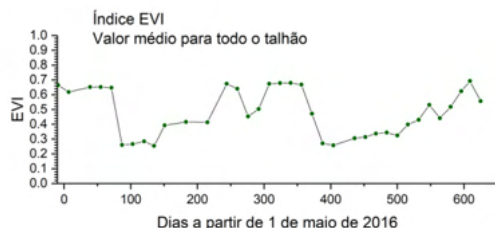


Figura 2. Valores do índice EVI medidos para um mesmo talhão ao longo de 20 meses.

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.

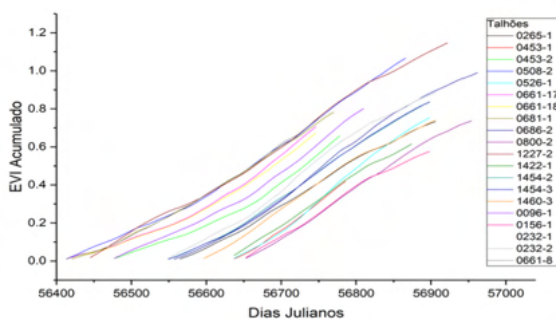


Figura 3. Variação do índice EVI acumulado medido para vinte talhões.

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.

USO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS PARA PLANEJAMENTO DE ÁREAS DE EXPANSÃO URBANA

Data de aceite: 01/08/2022

Fábio Luiz Mação Campos

Ifes – Campus Vitória
Vitória - ES

Roberto José Hezer Moreira Vervloet

IEMA - Instituto Estadual de Meio Ambiente e
Recursos Hídricos
Cariacica - ES

RESUMO: Os processos de ocupação urbana são uma realidade em praticamente todas as partes do planeta e é comum observar ocupações sem harmonia com o ambiente do entorno. Neste trabalho, uma base cartográfica municipal foi utilizada para produção de uma carta de sensibilidade à ocupação urbana, considerando os dispositivos legais aplicáveis e conceitos de geomorfologia de vertentes. O procedimento traz uma importante ferramenta para fiscalização e ordenamento do território pelos agentes públicos e contribui para a criação de um ambiente urbano mais seguro, evitando a ocupação de áreas instáveis. Para demonstração dessa possibilidade foi escolhida uma área localizada ao sul do município de Cariacica – ES. Nesta área foram mapeadas as áreas geomorfologicamente sensíveis através dos dados da base cartográfica e visitas de campo, apoiando-se nos conceitos da ciência geomorfológica. Por fim, produziu-se um mapa de fragilidade à ocupação que foi utilizado para compor a carta de geral de restrições. O trabalho introduz um modelo de produção de bases cartográficas que pode ser replicado e

auxiliar as administrações municipais a evitar ocupações desordenadas em qualquer local do país.

PALAVRAS-CHAVE: Planejamento Urbano, Sistemas de Informações Geográficas, Geomorfologia.

USE OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS FOR PLANNING AREAS OF URBAN EXPANSION

ABSTRACT: The processes of urban occupation are a reality in practically all parts of the planet and it is common to observe occupations that are not in harmony with the surrounding environment. In this work, a municipal cartographic base was used to produce a map of sensitivity to urban occupation, considering the applicable legal provisions and slope geomorphology concepts. The procedure provides an important tool for inspection and land management by public agents and contributes to the creation of a safer urban environment, avoiding the occupation of unstable areas. To demonstrate this possibility, an area located south of the municipality of Cariacica - ES was chosen. In this area, the geomorphologically sensitive areas were mapped through data from the cartographic base and field visits, based on the concepts of geomorphological science. Finally, a map of fragility to occupation was produced, which was used to compose the general letter of restrictions. The work introduces a model for the production of cartographic bases that can be replicated and help municipal administrations to avoid disorderly occupations anywhere in the country.

KEYWORDS: Urban Planning, Geographic Information Systems, Geomorphology.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil é um país que tem um grande histórico de ocupação urbana em áreas de relevo instável, o que ocasiona muitos eventos indesejáveis – sobretudo por ocasião de episódios de chuvas intensas. Grande parte disso se deve ao rápido processo de urbanização pelo qual o país passou principalmente entre as décadas de 1960 e 1980, no entanto, as cidades continuam se expandindo e novas áreas ainda vão sendo ocupadas de forma irregular e, com frequência, em locais de relevo instável.

O primeiro passo para combater a ocorrência de eventos indesejados é evitar que novas áreas sensíveis sejam ocupadas. Com o conhecimento geomorfológico e as geotecnologias disponíveis atualmente é possível, havendo ambiente político para isso, evitar a ocupação de áreas que futuramente poderão vir a apresentar problemas.

Visando contribuir com isso, neste trabalho é apresentado um estudo de caso onde os aspectos naturais de uma área de expansão urbana são analisados e, à luz dos conhecimentos geomorfológicos e da legislação ambiental e urbanística, são mapeadas as áreas que devem ter a atenção do poder público nas ações de fiscalização e nas emissões de autorizações para novas ocupações e construções.

A área a ser analisada neste estudo está localizada no município de Cariacica – ES e tem uma dinâmica de ocupação iniciada na década de 1970, com a implantação de loteamentos que se estenderam até a década de 2000. A área foi escolhida pela disponibilidade de dados em escala adequada (1:2000) e por tratar-se de uma área cujas características da ocupação assemelham-se àquelas com potencial de tornarem-se problemáticas para futuros eventos relacionados à alagamentos, movimentos de massa e aceleração de processos erosivos.

A fim de produzir uma carta que representasse todas as restrições de natureza técnica e legal à ocupação, os dados de altimetria e hidrografia foram utilizados no ambiente SIG para espacializar as áreas sensíveis à ocupação urbana e as informações foram utilizadas para compor um mapa de restrição à ocupação, que pode ser usado pelas administrações municipais para auxiliar na avaliação e aprovação de novas edificações.

2 | ÁREA DE ESTUDO

O local estudado localiza-se na porção sul do município de Cariacica – ES e compreende uma área de 4 km², com a forma de um quadrilátero regular, formada pelas interseções dos paralelos UTM 7.748.000 e 7.746.000 e os meridianos 356.000 e 354.000 (Zona 24 S). Dentro da área encontram-se totalmente ou parcialmente os bairros de Campo Novo, Campo Belo, Jardim Campo Grande, Campina Verde, Vila Campo Grande, Chácaras

Paraíso, Chácaras Cachoeirinha, Santa Paula, Santa Catarina, Padre Gabriel e Jardim dos Palmares (figura 1).

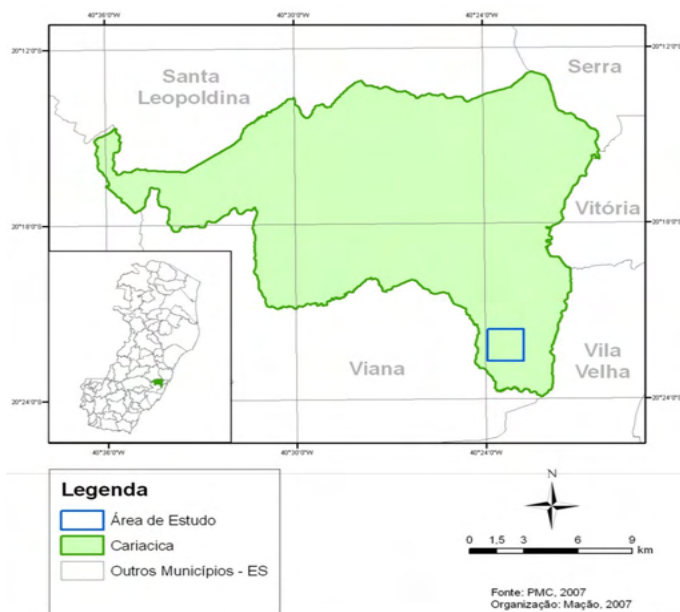


FIGURA 1: Mapa de Localização da área de estudo.

Fonte: Arquivo dos autores.

Pela classificação geológica do projeto RADAMBRASIL (1983), a área encontra-se sobre a unidade denominada “Complexo Paraíba do Sul” e compõe o embasamento do Cinturão Móvel Atlântico, a cronoestratigrafia realizada nas rochas da região (predominantemente gnaises) datam sua origem de aproximadamente 650 milhões de anos. O projeto relata ainda que as rochas dessa unidade são, em sua maioria, de coloração cinza-claro e granulação média a fina, localmente com pórfiros esbranquiçados.

Geomorfologicamente, pela a classificação do instituto de Geografia e Estatística (IBGE, 2006), o local encontra-se na transição de duas unidades de relevo – Serras da Matiqueira / Caparaó e Tabuleiros Costeiros. Já o projeto RADAMBRASIL (1983), classifica o relevo da área por uma unidade denominada “Colinas e Maciços Costeiros” e destaca que esta unidade encontra-se desenvolvida sobre rochas de origem cristalina, além de afirmar que as colinas englobam fáceis de dissecação de densidade de drenagem fina e média com incisões entre 23 m e 62 m, e relata ainda que na região onde encontra-se a área de estudo, as colinas cristalinas tornam-se heterogêneas em seu comportamento espacial, refletindo diferentes modelados de dissecação com áreas pouco expressivas. Na descrição, as colinas têm forma convexa e/ou convexo-côncava e são separadas por depressões alveolares colmatadas e planícies aluviais.

Quanto à retirada e transporte de sedimentos na unidade, o projeto identificou a ocorrência de erosão laminar e de posição de cobertura coluvial, segundo o mesmo texto esses colúvios aparecem em maior espessura nas concavidades das bases das vertentes e diminuem gradativamente ao topo das colinas (RADAMBRASIL, 1983).

Todas as relações aqui citadas pela classificação do projeto RADAMBRASIL podem ser confirmadas em campo, porém na classificação do IBGE identificamos que apesar das características morfológicas e morfométricas guardarem semelhanças com os tabuleiros litorâneos e com as formações sedimentares do grupo barreiras, a estrutura geológica do local caracteriza-se pela presença de um estrato rochoso cristalino, tornando mais apropriada a classificação do projeto RADAMBRASIL. As cotas altimétricas variam entre 3 m nos fundos de vale de maior incisão, até aproximadamente 56 m nos topos e as declividades raramente ultrapassam 30°.

Os solos, segundo o projeto Radambrasil (1983) são classificados como latossolos vermelho-amarelos podzólicos álicos, originário provavelmente da decomposição de gnaisse granodiorítico, que apresenta textura muito argilosa e horizonte A moderado e muito friável.

Apesar de desenvolvido sob rochas cristalinas, a região encontra-se na transição com áreas de formação sedimentar e nas áreas mais baixas do terreno – onde encontramos as pequenas planícies aluviais e faces de exfitração – podemos encontrar estreitas manchas de solos hidromórficos.

No mapeamento da área foi possível perceber que, apesar das pequenas altitudes, a região caracteriza-se como um dispensor de águas, estando nela contida o limite entre as sub-bacias hidrográficas do Rio Marinho e do Rio Formate. Através da restituição aerofotogramétrica foram mapeadas 16 nascentes e 13.853 m de cursos d'água perenes. Mesmo não tratando-se de um única bacia hidrográfica efetuamos o cálculo da densidade de drenagem, cujo valor resultou em 2,4 km/km², o alto valor que caracteriza uma bacia bem drenada. Para Vilella e Mattos (1975) a densidade de drenagem varia inversamente com a extensão do escoamento superficial, isto indica pequenas áreas de contribuição para os cursos d'água ali existentes e ainda áreas bastante dissecadas pela erosão fluvial.

O clima tropical litorâneo atuante na região, caracteriza-se pelas elevadas temperaturas. A média pluviométrica anual, acima dos 1500 mm – mais abundantes no verão (TROPMAIR, 2002), mas distribuídas de tal maneira que são capazes, mesmo sem a vegetação original, perenizar a maior parte das nascentes.

3 | METODOLOGIA

As etapas do trabalho consistiram na identificação das áreas de expansão urbana onde os processos de ocupação estão em estágio inicial e que dispusessem de bases cartográficas em escala adequada para realização das análises morfométricas e

delimitações cartográficas necessárias.

Foram utilizados dados geográficos da base cartográfica cedida pela Prefeitura de Cariacica na escala 1:2000, onde constavam os seguintes atributos: Cursos d'água, curvas de nível (com equidistância de 1 metro) e logradouros públicos, linhas de transmissão e zoneamento do Plano Diretor Municipal.

Após a escolha da área de estudo os levantamentos pré-existentes do meio físico foram consultados de trabalhos de campo foram realizados para realizar uma caracterização fisiográfica da área. Trabalhou-se em escala de detalhe, descrevendo a área em escala equivalente com o 5º e 6º nível de taxonomia do relevo (ROSS, 1992).

Foi realizado um levantamento da legislação urbanística e ambiental, onde foram destacados alguns aspectos inerentes à ocupação do solo urbano que poderiam ser aplicados ao trabalho.

Para espacialização das feições e dos processos atuantes cuja relevância foi identificada, foi utilizado um software de Sistema de Informações Geográficas (SIG). As áreas que apresentavam algum tipo de restrição e recomendação foram identificadas e foram produzidos os mapas identificando-as e localizando-as dentro da área de estudo.

Por fim, as recomendações para cada tipo de feição e processos foram realizadas e sumarizadas, demonstrando a contribuição da ciência geomorfológica para o planejamento urbano. O trabalho conclui-se unindo às recomendações com os aspectos legais que impõem algum tipo de restrição à ocupação ou parcelamento do solo.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A classificação do projeto RADAMBRASIL (1983) atribui a área nomenclatura 'colinas', porém, as características morfométricas encontradas em campo permitem a descrição das feições encontradas como morrotes, segundo classificação adaptada por Goulart (2001). Para identificação e descrição dos processos foram delimitadas três formas elementares de relevo: Os topos, os fundos de vales e as vertentes.

Os topos, situados em altitudes maiores que 40 m, apresentam formas planas, ligeiramente convexizadas e declividades leves, não ultrapassando 6 graus. Nos topos encontramos materiais formados in situ e solos relativamente bem desenvolvidos com mantos de alteração profundos e poucas marcas de processos erosivos.

Os fundos de vale estão situados em altitudes inferiores à 20 m e também possuem declividades suaves, tendo evolução morfológica fortemente ligada aos processos fluviais. Há forte presença de sedimentos transportados (colúvios e alúvios), e pode-se identificar a ocorrência de solos hidromórficos.

As vertentes, que fazem a ligação entre as duas feições já descritas, apresentam declividades variáveis, majoritariamente entre 6 graus e 40 graus. Nestas formas, encontramos maiores marcas de processos erosivos e maior presença de material coluvial,

o que nos faz destacar que trata-se da feição mais dinâmica do relevo entre as descritas.

A área ocupada pelos topos, 316.100 m², representa 7,9% da área de estudo, enquanto que os fundos de vale ocupam apenas 94.480 m², equivalentes à 2,4% da área total. As vertentes, por fim, que ocupam aproximadamente 3,58 km² (89,7% do total), por se tratarem das feições mais dinâmicas e ocuparem a maior parte da área de estudo, serão o alvo de mais detalhadas investigações neste trabalho. A localização desses compartimentos de relevo é mostrada na Figura 2.

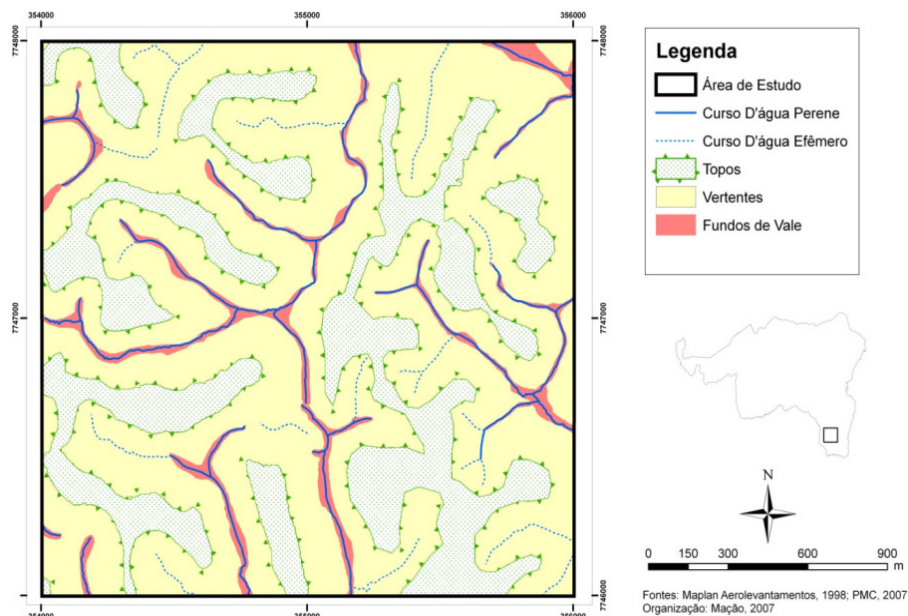


FIGURA 2: Compartimentos do relevo observados na área de estudo.

Por sua importância e área ocupada, foram analisados processos morfodinâmicos das vertentes, que propiciaram adiante um mapeamento das áreas de maior instabilidade frente aos processos erosivos e por conseguinte serão úteis ao estabelecimento de diretrizes para o planejamento urbano.

Como exemplo, um importante a ser observado nas vertentes são as superfícies de denudação e agradaciação, para que possam ser recomendadas práticas de ocupação mais coerentes com a morfodinâmica local, uma observação de campo que chama atenção e precisa ser considerada são as marcas dos processos erosivos. Christofolletti (1980) afirma que os processos de escoamento concentrado têm “maior competência erosiva” que os processos de escoamento pluvial difuso e deixam marcas sensíveis na superfície topográfica, estes processos, portanto, são possíveis de serem identificados em campo e no SIG através dos dados de altimetria e podem indicar a tendência de denudação e agradaciação nos segmentos da vertente. Percebeu-se nas observações de campo que os

processos de escoamento concentrado em ravinas são comuns em vertentes sem cobertura vegetal, porém não foram encontradas marcas significativas nas vertentes cobertas por vegetação.

As áreas que puderam ser identificadas onde os processos erosivos nas vertentes podem causar problemas à ocupação urbana estão relacionadas a os fluxos de água, ou seja, os aspectos hidrológicos da encosta. Confirmando a importância do estudo da hidrologia de encosta Coelho Neto (1994) afirma que

O conhecimento da vocação hidrológica de áreas sob distintas composições ambientais revela-se de aplicação direta para previsões relacionadas à recarga de mananciais de águas subterrâneas, às enchentes ou à propagação espaço-temporal de poluentes que convergem para os rios, entre outras, auxiliando na definição do uso mais adequado da terra e no manejo dos solos [...] (p. 133)

Para caracterizar os fluxos de água Coelho Neto (1994) os distingue entre “fluxos de chuva” e “fluxos de base”, em relação aos primeiros a autora relata serem gerados depois de determinado tempo de chuva, ou seja, tratam-se de cursos d’água efêmeros; já os fluxos de base são definidos por Hewlett e Nutter (1969, apud COELHO NETO, 1994) “como parte componente do fluxo canalizado que se mantém durante os períodos secos e são alimentados pela descarga da água subterrânea residente nos solos e rochas” (pág. 134), portanto cursos d’água perenes.

Os dois tipos de fluxo têm importantes papéis na dinâmica de sedimentos de uma bacia, porém iremos focar nossa análise inicial nos fluxos de chuva. Esses fluxos frequentemente são encontrados nas vertentes, assumindo a função de canais efêmeros durante as precipitações mais volumosas, porém, por não concentrarem água durante os períodos secos, muitas vezes não são observados no planejamento e na ocupação do solo. Essas áreas, por abrigarem um escoamento pluvial concentrado, são trechos bastante dinâmicos das vertentes e tendem a entalhar seu talvegue, rebaixando-se até, por fim, tornar-se um canal de fluxo de base.

Assim, Coelho Neto (1994) analisando a os modelos quantitativos de Horton, confirma a importância da dinâmica erosiva dos fluxos de chuva (e conseqüentemente sua sensibilidade à ocupação urbana) quando afirma que

a erosão, inicialmente concentrada nas microdepressões da superfície do terreno, poderia evoluir vertical e, depois lateralmente, dando origem a um canal erosivo e, em seguida, alargando as paredes laterais (bordas); ao desenvolvimento deste canal se associaria a formação de vales pelo recuo das encostas. Nas novas encostas laterais ocorreria, então, a formação de canais tributários, que, por sua vez, dissecariam outros vales tributários, constituindo, assim, um sistema de drenagem com uma rede de canais interconectados em diferentes níveis hierárquicos. (p. 138).

Identificada a importância dos fluxos de chuva na dinâmica da paisagem passo seguinte é identificar as partes da topografia que estão em meio a este processo,

notoriamente nessas partes é onde existem os canais de drenagem efêmeros, que podem ser facilmente identificados com o auxílio da restituição aerofotogramétrica e de uma imagem aérea e são mostrados no mapa (Figura 3).

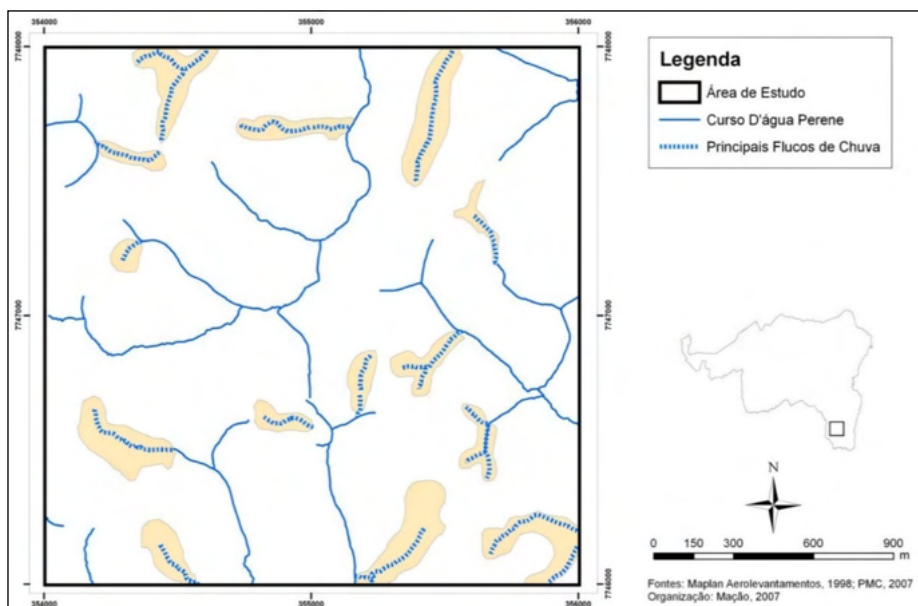


FIGURA 3: Fluxos de chuva e evolução dos canais erosivos.

Fonte: Arquivo dos autores.

Foi realizada também uma análise dos aspectos hidrológicos da área, onde pode-se perceber que ela desempenha uma importante função na recarga e perenização dos mananciais, assim, o primeiro aspecto restritivo que identificamos foi relativo à infiltração de água no solo. Se considerarmos que a água que infiltrará no solo após uma completa urbanização da área, será consideravelmente reduzida, visto as taxas de permeabilidade prevista no PDM (5% e 10%), a recarga de água no solo, a curto e médio prazo, tende a não manter-se a mesma, diminuindo até o desaparecimento total das nascentes. Neste sentido, os topos têm importante papel na recarga de mananciais e ao mesmo tempo tendem a estar disponíveis para ocupação urbana – tanto por sua localização fora das Áreas de Preservação Permanente (APP's) quanto pela declividade pouco acentuada, por isso as indicações deste trabalho para este compartimento do relevo são que a taxa de permeabilidade nos topos seja, sempre que possível, maior que as taxas mínimas estabelecidas pelo PDM (5% e 10%) e também que sejam incentivados projetos de edificações que destinem a água precipitada nas áreas não-permeáveis dos lotes para as áreas permeáveis.

Além desses aspectos ligados a questões de instabilidade do relevo, foram produzidos diversos mapas especializando as áreas protegidas ou que impunham algum

tipo de restrição à ocupação pela legislação ambiental ou urbanísticas. Como exemplo dos mapas gerados a partir das informações existentes na base cartográfica e observados em campo, podemos citar o mapeamento de áreas próximas às redes de alta tensão, as zonas do Plano Diretor Municipal, as APP's (declividades superiores a 100%) e as áreas com restrição ao parcelamento do solo (declividades superiores a 30%), as vias em que tinham alguma recomendação especial do código de obras e posturas do município entre outras. Alguns desses mapas são mostrados na Figura 4.

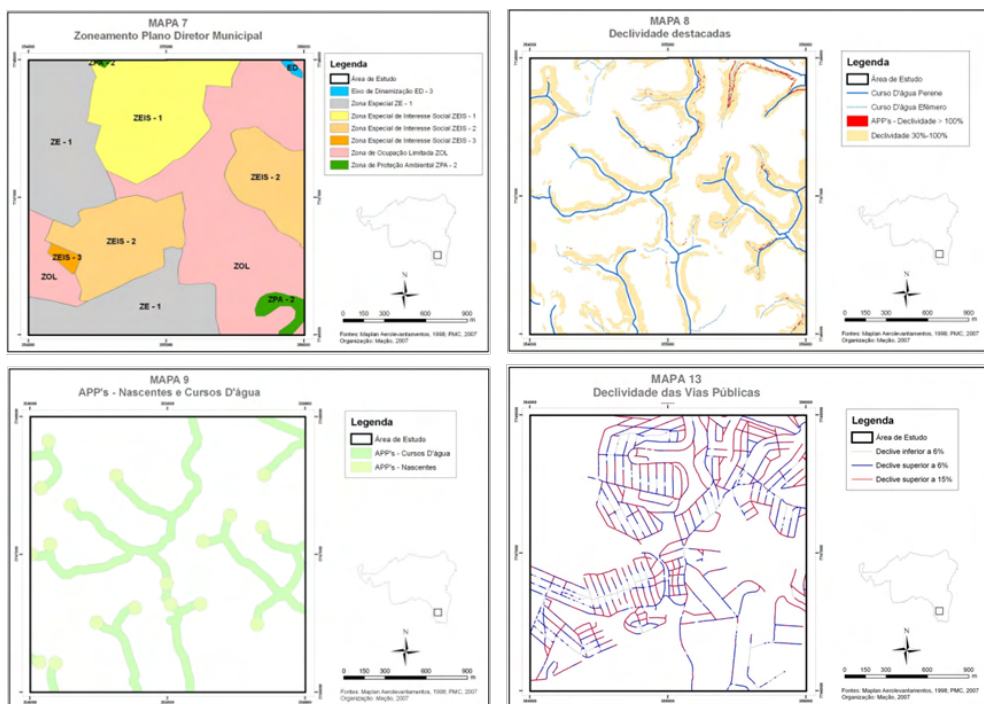


FIGURA 4: Exemplos de Mapas produzidos com base nas restrições da legislação ambiental e urbanística vigente.

Essas fragilidades naturais foram mapeadas e unidas às restrições legais impostas pela legislação (Código Florestal, PDM do município, Lei de parcelamento do solo, etc.), para se produzir uma carta de fragilidade à ocupação urbana, que é apresentada na Figura 5.

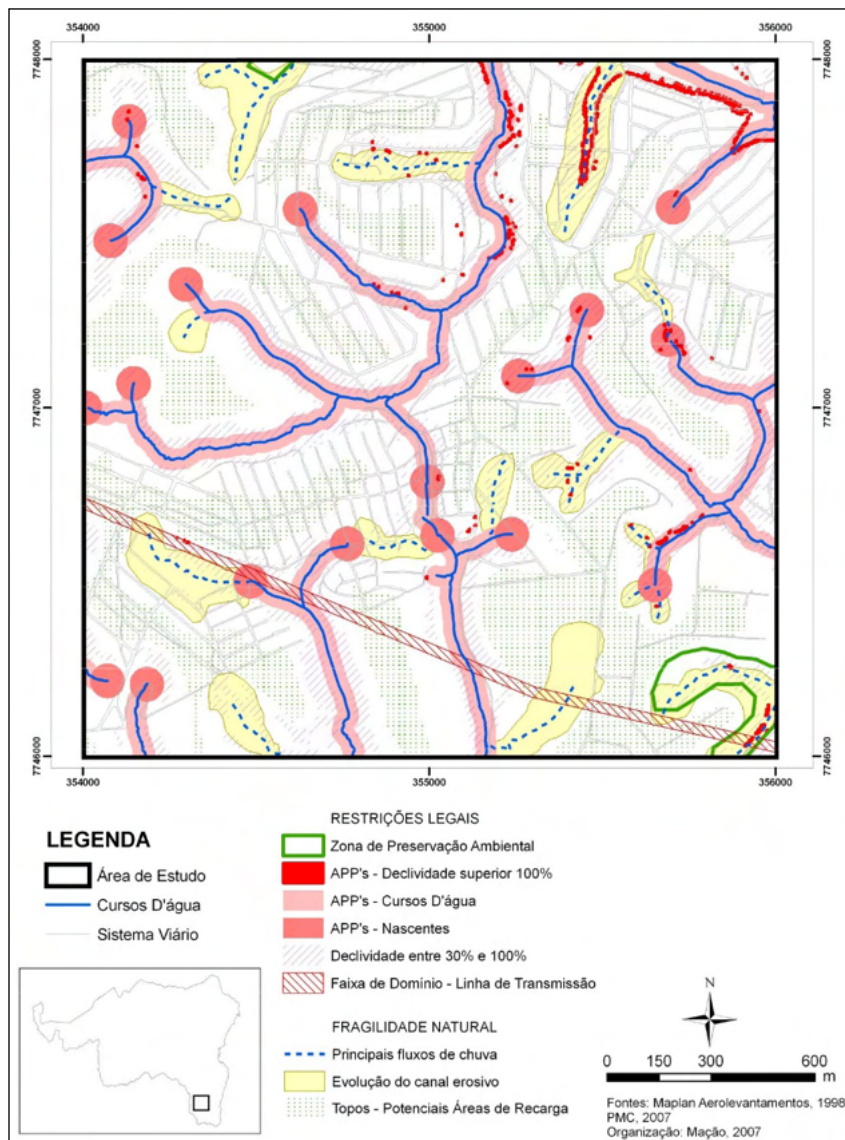


FIGURA 5: Carta síntese de fragilidade à ocupação.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A carta síntese gerada com alinhando conhecimentos geomorfológicos e as legislações vigentes fornece importantes subsídios para a gestão do território, as informações e restrições à ocupação e ao uso do solo, podem auxiliar nas tomadas de decisão e na avaliação de projetos pela administração municipal e pela iniciativa privada.

A utilização dos Sistemas de Informação Geográficas no reconhecimento dos eventos naturais e na espacialização das restrições, mostrou-se muito eficaz e nos ajuda

a entender a progressiva utilização desses sistemas como ferramenta de planejamento urbano e ambiental. Porém, cabe ressaltar que a existência de dados em escala de detalhe foi de suma importância para que a identificação das áreas pudesse ser realizada com a precisão que demanda o planejamento urbano.

Sendo respeitadas, as restrições e recomendações indicadas neste trabalho ajudarão a criar um espaço ambientalmente saudável e a mitigar os riscos naturais a população residente.

A legislação urbanística e ambiental indica diretrizes importantes para conservação dos recursos naturais. No entanto a legislação, por si só, não é capaz de identificar a dinâmica dos processos naturais na paisagem relativos ao relevo, sendo, por isso, limitada e demandando estudos como este.

As ações pró organização das cidades são de alguma forma válidas e reconhecemos que a realidade econômica, administrativa e principalmente política dos municípios deve ser levada em conta em qualquer esforço de planejamento urbano, no entanto nos limitamos as questões técnicas ligadas aos aspectos geomorfológicos com o intuito de delimitar o objeto deste trabalho.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Institui o novo código florestal brasileiro. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm> Acesso em: 15/10/2019

BRASIL. **Lei nº 6766/1979, 19 de dezembro de 1979.** Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Disponível em <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/leis/L6766.htm>> Acesso em: 15/10/2019

BRASIL. **Lei nº 10.257, 10 de julho de 2001.** Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil/LEIS/LEIS_-2001/L10257.htm> Acesso em: 15/10/2019

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL – Folha SF.23/24. Rio de Janeiro/Vitória; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra.** Rio de Janeiro, 1983.

CAMPOS, Fábio Luiz Mação. **Geografia aplicada ao planejamento urbano: Estudo de caso numa área do município de Cariacica – ES.** Monografia de Graduação em Bacharelado em Geografia. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória-ES, Brasil, 2007.

CARIACICA. **Lei nº 546/1971.** Institui o Código de Obras e Posturas do Município de Cariacica, Estado do Espírito Santo. (Documento cedido pela Prefeitura Municipal)

CARIACICA. **Lei nº 018/2007.** Institui o Plano Diretor Municipal do Município de Cariacica, altera o perímetro urbano, define o zoneamento urbano e rural e dá outras providências. (Documento cedido pela Prefeitura Municipal)

CARIACICA. **Lei nº 05/2002. de 10 de outubro de 2002.** Cria o Sistema Municipal de Meio Ambiente, seus instrumentos e regulamentos de funcionamento, cria o Código Municipal de Meio Ambiente, cria o Conselho Municipal de Meio Ambiente e regulamenta o uso do Fundo Municipal de Conservação Ambiental. (Documento cedido pela Prefeitura Municipal)

CASTIGLIONI, Aurélia H. Estudos e Projetos: Processo de Crescimento da Grande Vitória. In: **Revista Instituto Jones**. Ano VII, nº 01. Vitória, 1994.

CASSETI, Valter. **Estudo dos efeitos morfodinâmicos pluviais no Planalto de Goiânia.** Tese de Doutorado. USP, S. Paulo, 1983.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia.** São Paulo, Edgard Blücher, 2ª ed., 1980.

COELHO NETTO, Ana Luiza. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, J. T. & CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos.** Bertrand Brasil. Rio de Janeiro. 1994.

ESPÍRITO SANTO. **Lei nº 7.943/2004, 17 de dezembro de 2004.** Dispõe sobre o parcelamento do solo para fins urbanos e dá outras providências. Disponível em < <http://governoservico.es.gov.br/scripts/portal180.asp?pagAtual=1>> Acesso em: 15/10/2019.

GOULART, Antônio Celso de Oliveira. **Relevos e Processos Dinâmicos: Uma proposta metodológica de cartografia geomorfológica.** Revista Geografares, nº 2, 2001.

GUERRA, J. T. & CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos.** Bertrand Brasil. Rio de Janeiro. 1994.

IBGE. **Mapa de Unidades de Relevo do Brasil.** Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas_murais/relevo_2006.pdf> Acesso em: 15/10/2019.

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Ocupação de encostas. Coord. Cunha, M.A. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1991.

PALMIERI, Francisco; LARACH, Jorge Olmos Iturri; Pedologia e Geomorfología. In: GUERRA, Antonio Jose Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia e meio ambiente.** 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

ROSS, Jurandy L. S. **Geomorfologia, Ambiente e Planejamento.** São Paulo: Contexto, 1990.

ROSS, Jurandy L. S. **O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo.** São Paulo. Revista do Departamento de Geografia da USP, n. 6. 1992.

TROPMAIR, Helmut. **Biogeografia e Meio Ambiente.** 5ª Edição. Rio Claro: Ed. Divisa, 2002.

VILELLA, Swami Marcondes; MATTOS, Arthur. **Hidrologia aplicada.** São Paulo: McGraw-Hill, 1975.

SOBRE O ORGANIZADOR

LUIS RICARDO FERNANDES DA COSTA - Professor do Departamento de Geociências e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES. Atualmente é Coordenador Didático do Curso de Licenciatura em Geografia (gestão 2021/2022). Doutor em Geografia (2017) pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará, com período sanduíche na Universidade de Cabo Verde - Uni-CV. É Licenciado (2012) e Mestre (2014) em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Foi bolsista de Iniciação Científica com o projeto Megageomorfologia e Geomorfologia Costeira do Nordeste Setentrional Brasileiro (Ceará e áreas adjacentes do Rio Grande Norte e Paraíba), com ênfase nos estudos sobre geomorfologia fluvial no sertão de Crateús e áreas adjacentes. Foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, na modalidade Apoio Técnico (AT). É pesquisador do Laboratório de Geomorfologia da UNIMONTES, atuando principalmente na área da geografia física com ênfase em geomorfologia, mapeamento geomorfológico e análise ambiental em áreas degradadas/desertificadas.

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 

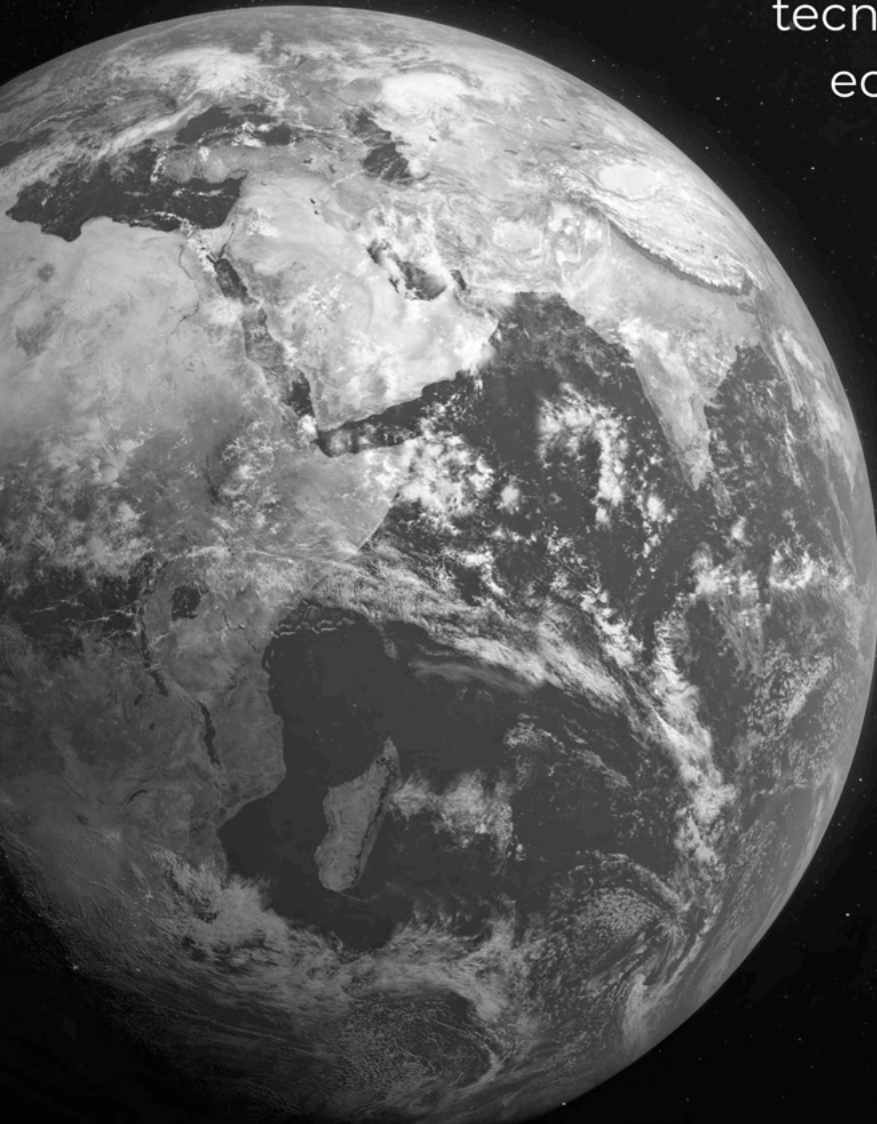
contato@atenaeditora.com.br 

[@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

