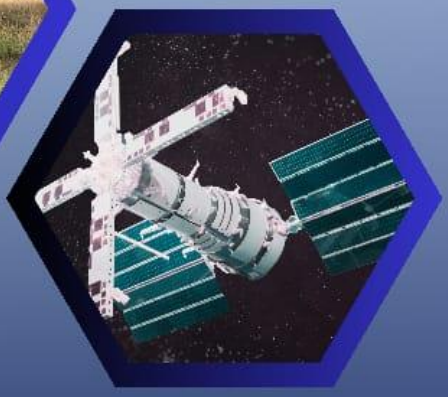
SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO APLICADO À AGRONOMIA

Leonardo Ruan de Souza Correa
José Antonio da Silva Dantas
Denise dos Santos Vila Verde
Adriele Nascimento Santana
Alana Nascimento Vasco
Organizadores







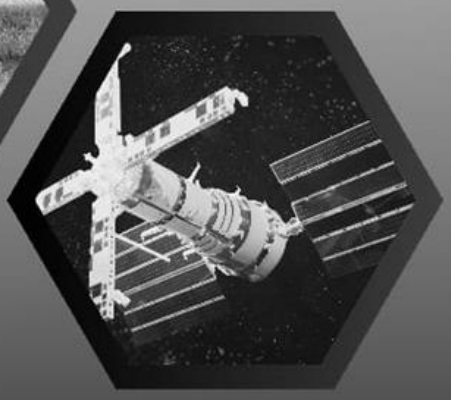
Wissen
2024

SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO APLICADO À AGRONOMIA

Leonardo Ruan de Souza Correa
José Antonio da Silva Dantas
Denise dos Santos Vila Verde
Adriele Nascimento Santana
Alana Nascimento Vasco
Organizadores







Wissen
2024

Leonardo Ruan de Souza Correa
José Antonio da Silva Dantas
Denise dos Santos Vila Verde
Adriele Nascimento Santana
Alana Nascimento Vasco
Organizadores

Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicado à Agronomia

Teresina-PI, 2024

Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

©2024 *by* Wissen Editora
Copyright © Wissen Editora
Copyright do texto © 2024 Os autores
Copyright da edição © Wissen Editora
Todos os direitos reservados

Direitos para esta edição cedidos pelos autores à Wissen Editora.

Todo o conteúdo desta obra, inclusive correção ortográfica e gramatical, é de responsabilidade do(s) autor(es). A obra de acesso aberto (Open Access) está protegida por Lei, sob Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial-Sem Derivações 4.0 Internacional, sendo permitido seu *download* e compartilhamento, desde que atribuído o crédito aos autores, sem alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Editores Chefe: Dra. Adriana de Sousa Lima
Me. Junielson Soares da Silva
Ma. Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
Ma. Denise dos Santos Vila Verde

Projeto Gráfico e Diagramação: Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

Imagem da Capa: Canva

Edição de Arte: Denise dos Santos Vila Verde

Revisão: Os autores
Os Organizadores

Informações sobre a Editora
Wissen Editora
Homepage: www.editorawissen.com.br
Teresina – Piauí, Brasil
E-mails: contato@wisseneditora.com.br
wisseneditora@gmail.com

Siga nossas redes sociais:
@wisseneditora

EQUIPE EDITORIAL

Editores-chefes
Me. Junielson Soares da Silva
Dra. Adriana de Sousa Lima
Ma. Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
Ma. Denise dos Santos Vila Verde

Equipe de arte e editoração
Emilli Juliane de Azevedo Neves
Isaquiel de Moura Ribeiro

CONSELHO EDITORIAL
Ciências Agrárias e Multidisciplinar
Dr. Felipe Górski - Secretaria de Educação do Paraná (SEED/PR)
Dra. Patrícia Pato dos Santos - Universidade Anhanguera (Uniderp)
Dr. Jose Carlos Guimaraes Junior - Governo do Distrito Federal (DF)

Ciências Biológicas e da Saúde
Dra. Francijara Araújo da Silva - Centro Universitário do Norte (Uninorte)
Dra. Rita di Cássia de Oliveira Angelo - Universidade de Pernambuco (UPE)
Dra. Ana Isabelle de Gois Queiroz - Centro Universitário Ateneu (UniAteneu)

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias
Dr. Allan Douglas Bento da Costa - Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)
Dra. Vania Ribeiro Ferreira - Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
Dr. Agmar José de Jesus Silva – Secretaria de Educação do Amazonas (Seduc/AM)

Linguística, Letras e Artes
Dra. Conceição Maria Alves de A. Guisardi - Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas
Dr. Isael de Jesus Sena - Culture, Education, Formation, Travail (CIRCEFT)
Dra. Mareli Eliane Graupe - Universidade do Planalto Catarinense (Uniplac)
Dr. Rodrigo Avila Colla - Rede Municipal de Ensino de Esteio, RS
Dr. Erika Giacometti Rocha Berribili - Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Dr. Douglas Manoel Antonio De Abreu P. Dos Santos - Universidade de São Paulo (USP)
Dra. Aline Luiza de Carvalho - Fundação Hospitalar do Estado de Minas Gerais (FHEMIG)
Dr. José Luiz Esteves - Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC/PR)
Dr. Claudemir Ramos - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP)
Dr. Daniela Conegatti Batista – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Dr. Wilson de Lima Brito Filho - Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Dr. Cleonice Pereira do Nascimento Bittencourt- Universidade de Brasília (UnB)
Dr. Jonata Ferreira de Moura - Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

Dra. Renata dos Santos - Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

Conselho Técnico Científico

Me. Anderson de Souza Gallo - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ
Ma. Antônia Alikaene de Sá - Universidade Federal do Piauí (UFPI)
Ma. Talita Benedcta Santos Künast - Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Ma. Irene Suelen de Araújo Gomes – Secretaria de Educação do Ceará (Seduc /CE)
Ma. Tamires Oliveira Gomes - Universidade Federal de São Paulo (Unifesp)
Ma. Aline Rocha Rodrigues - União Das Instituições De Serviços, Ensino E Pesquisa LTDA (UNISEPE)
Me. Mauricio Pavone Rodrigues - Universidade Cidade de São Paulo (Unicid)
Ma. Regina Katiuska Bezerra da Silva - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Esp. Rubens Barbosa Rezende – Faculdade UniFB
Me. Luciano Cabral Rios – Secretaria de Educação do Piauí (Seduc/PI)
Me. Jhenys Maiker Santos - Universidade Federal do Piauí (UFPI0
Me. Francisco de Paula S. de Araujo Junior - Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
Ma. Anna Karla Barros da Trindade - Instituto Federal do Piauí (IFPI)
Ma. Elaine Fernanda dos Santos - Universidade Federal de Sergipe (UFS)
Ma. Lilian Regina Araújo dos Santos - Universidade do Grande Rio (Unigranrio)
Ma. Luziane Said Cometti Lélis - Universidade Federal do Pará (UFPA)
Ma. Márcia Antônia Dias Catunda - Devry Brasil
Ma. Marcia Rebeca de Oliveira - Instituto Federal da Bahia (IFBA)
Ma. Mariana Morais Azevedo - Universidade Federal de Sergipe (UFS)
Ma. Marlova Giuliani Garcia - Instituto Federal Farroupilha (IFFar)
Ma. Rosana Maria dos Santos - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Ma. Rosana Wichineski de Lara de Souza - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Ma. Simone Ferreira Angelo - Escola Família Agrícola de Belo Monte - MG
Ma. Suzel Lima da Silva - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
Ma. Tatiana Seixas Machado Carpenter - Escola Parque
Me. Cássio Joaquim Gomes - Instituto Federal de Nova Andradina / Escola E. Manuel Romão
Me. Daniel Ordane da Costa Vale - Secretaria Municipal de Educação de Contagem
Me. Diego dos Santos Verri - Secretária da Educação do Rio Grande do Sul
Me. Fernando Gagno Júnior - SEMED - Guarapari/ES
Me. Grégory Alves Dionor - Universidade do Estado da Bahia (UNEB)/ Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Me. Lucas Pereira Gandra - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); UNOPAR, Polo Coxim/MS
Me. Lucas Peres Guimarães – Secretaria Municipal de Educação de Barra Mansa - RJ
Me. Luiz Otavio Rodrigues Mendes - Universidade Estadual de Maringá (UEM)
Me. Mateus de Souza Duarte - Universidade Federal de Sergipe (UFS)
Me. Milton Carvalho de Sousa Junior - Instituto Federal do Amazonas (IFAM)
Me. Sebastião Rodrigues Moura - Instituto Federal de Educação do Pará (IFPA)
Me. Wanderson Diogo A. da Silva - Universidade Regional do Cariri (URCA)

Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

Ma. Heloisa Fernanda Francisco Batista - Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Ma. Telma Regina Stroparo - Universidade Estadual do Centro Oeste (Unicentro)
Me. Sérgio Saraiva Nazareno dos Anjos - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)

Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

Sensoreamento Remoto e Geoprocessamento aplicado à Agronomia

http://www.doi.org/10.52832/wed.117

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado à agronomia [livro eletrônico] / organizadores Leonardo Ruan de Souza Correa... [et al.]. -- Teresina: Wissen Editora, 2024.
PDF

Outros organizadores: José Antonio da Silva Dantas, Denise dos Santos Vila Verde, Adriele Nascimento Santana, Alana Nascimento Vasco.

ISBN 978-65-85923-22-4
DOI: 10.52832/wed.117

1. Agricultura - Sensoriamento remoto 2. Agronomia 3. Geoprocessamento I. Correa, Leonardo Ruan de Souza. II. Dantas, José Antonio da Silva. III. Villa Verde, Denise dos Santos. IV. Santana, Adriele do Nascimento. V. Vasco, Alana Nascimento.

24-216951 CDD-630

Índices para catálogo sistemático:

1. Sensoriamento remoto : Agricultura 630

Tábata Alves da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9253

Informações sobre da Wissen Editora
Homepage: www.editorawissen.com.br
Teresina - Piauí, Brasil
E-mails: contato@wisseneditora.com.br
wisseneditora@gmail.com

Como citar ABNT: CORREA, L. R. de S. *et al.* **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado à Agronomia**. v. 1, Teresina-PI: Wissen Editora, 2024. 182 p.

Teresina-PI, 2024

SOBRE OS ORGANIZADORES

Leonardo Ruan de Souza Correa



Formado em Engenharia Agronômica pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) em 2023, atualmente bolsista CAPES de mestrado em Engenharia Agrícola na Universidade Estadual Paulista (Unesp), onde atua como colaborador externo Embrapa Instrumentação de São Carlos-SP. Sua pesquisa está centrada na área de irrigação de precisão e geoprocessamento, buscando criar soluções inovadoras para o setor de agricultura de precisão.

José Antonio da Silva Dantas



Biólogo pelo Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - INEMA (BAHIA). Mestre em Biodiversidade Vegetal pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB) e Mestrando em Ciências Ambientais pelo IFBaiano campus Serrinha. Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado da Bahia (2016) e Licenciatura em Pedagogia pela Faculdade Educacional da Lapa (2021). Especialista em Biologia Vegetal (UNEB), em Gestão Pública (CENES), em Docência no Ensino Superior (UCAM), e em Ecologia e Gestão Ambiental (FARESE). Tem experiência na Educação Básica e Vivência no Ensino Superior, Ecologia e Meio Ambiente, com ênfase em Estrutura de População e Distribuição Espacial, Recuperação de Áreas Degradadas e Matas Ciliares, Licenciamento, Consultoria e Educação Ambiental, Inventário Florestal, Análises de Tamanhos e Métodos de Parcelas. Atuando principalmente nos seguintes temas: Protagonismo docente em espaços escolares e não formais, Pedagogia de Projetos com foco no educando, Taxonomia de Angiospermas, Dendrometria, Fenologia, Dispersão, Sementes Nativas, Germinação e Produção de Mudas.

Denise dos Santos Vila Verde



Graduada em Engenharia Florestal pela UFRB, com experiência como bolsista Fapesb em ciência do solo (2014 - 2015). Bolsista Fapesb/CNPq no Laboratório de Cultura de Tecidos da Embrapa Mandioca e Fruticultura, focando em micropropagação de citros, mandioca, inhame e mamão (2015 - 2018). Mestre em Ciências Agrárias pela UFRB, pesquisando conservação in vitro de germoplasma de inhame na Embrapa (2020), como bolsista Capes. Atualmente, doutoranda em Produção Vegetal na UESC, como bolsista Capes, desenvolvendo minha tese com indução de haploides e polipoides em citros, além de contribuir com outros trabalhos da cultura e de mandioca, mamão e inhame. Além disso, atuo como professora conteudista/autora desde 2023 na Delinea EDTECH, desenvolvendo materiais didáticos para disciplinas como Hidrologia, Irrigação e Drenagem, Fruticultura, Extensão Rural, e também em oficinas voltadas para a indústria sucroalcooleira e regulamentos de operação de prensa. Também desempenho um papel ativo na organização de eventos, especialmente como membro da Comissão Científica da Bio10 Digital Cursos, contribuindo para a coordenação e qualidade dos conteúdos apresentados.

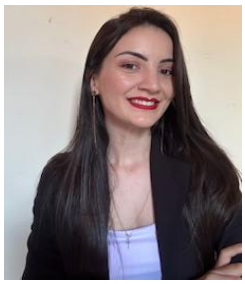
Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

Adriele Nascimento Santana



Graduada em Engenharia Agronômica pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2022), apresenta expertise na avaliação de genótipos de banana em campo, com foco em diversas características agronômicas. Possui experiência significativa na multiplicação in vitro de genótipos selecionados, realização de cruzamentos entre genótipos escolhidos e diploides melhorados, e avaliação minuciosa de frutos quanto ao despencamento natural. Mestra pelo do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, na linha de pesquisa em Melhoramento e Biotecnologia Vegetal.

Alana Nascimento Vasco



Graduada em Agronomia – UFMT. Mestrado em andamento em Agricultura Tropical. Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT, Brasil. Título: Efeito de doses e fontes nitrogenadas na produção de capim-marandu em Barra do Garças-MT.

Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 16
CAPÍTULO 1 19
ESTUDO DE MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE PINHAL GRANDE - RS 19
Brenda Giovanna Binotto Brandt 19
Manuela Bitencurt Ceolin 19
Sandro Luciano Barreto Fensterseifer 19
DOI: 10.52832/wed.117.657 19
CAPÍTULO 2 28
MAPEAMENTO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NAS ATIVIDADES AGRÍCOLAS NO MUNICÍPIO DE RONDA ALTA/RS UTILIZANDO TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO 28
Omega Saul 28
Berno Alexis 28
Sandro Luciano Barreto Fensterseifer 28
DOI: 10.52832/wed.117.658 28
CAPÍTULO 3 37
ELABORAÇÃO DO MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DE PALMEIRA DAS MISSÕES ATRAVÉS DA CLASSIFICAÇÃO NÃO SUPERVISONADA 37
Lucas Silva Bormann 37
Júlio Gustavo Buchholz 37
Sandro Luciano Barreto Fensterseifer 37
DOI: 10.52832/wed.117.659 37
CAPÍTULO 4 45
CLASSIFICAÇÃO DE APTIDÃO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DE SÃO DOMINGOS DO SUL ATRAVÉS DE UM SIG 45
Hennrique Onofre Cerbaro 45
Samuel Gerevini Stochero 45
Sandro Luciano Barreto Fensterseifer 45
DOI: 10.52832/wed.117.660 45
CAPÍTULO 5 52
ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO MUNÍCIPIO DEVICTOR GRAEFF - RS 52
Bruno Henrique Rodrigues Sangiovo 52
Luís Felipe Piccin Schmitt 52

Sandro Luciano Barreto Fensterseifer 52
DOI: 10.52832/wed.117.661 52
CAPÍTULO 6 57
POTENCIAL DAS TERRAS PARA IRRIGAÇÃO NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU/PA, UMA ABORDAGEM POR GEOPROCESSAMENTO 57
José Renan da Silva e Silva 57
Omar Silva Souza 57
Leonardo Ruan de Souza Correa 57
Jannaylton Everton Oliveira Santos 57
DOI: 10.52832/wed.117.662 57
CAPÍTULO 7 67
DELIMITAÇÃO DE ÁREAS DE USO RESTRITO (AUR) POR DECLIVIDADE SEGUNDO O NOVO CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO 67
Jeferson Pereira de Oliveira 67
Susana Cardoso Amorim 67
Anna Caroline Costa Fanalli 67
Vicente Toledo Machado de Morais Junior 67
Luciano Cavalcante de Jesus França 67
DOI: 10.52832/wed.117.663 67
CAPÍTULO 8 77
ANÁLISE E APLICAÇÃO DE PRODUTOS DERIVADOS DE ORTOMOSAICOS EM UM CULTIVO DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.) UTILIZANDO IMAGENS RGB DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (ARP): UM ESTUDO DE CASO 77
Leonardo Ruan de Souza Correa 77
José Renan da Silva e Silva 77
Olavo Pimentel Silva 77
DOI: 10.52832/wed.117.664 77
CAPÍTULO 9 87
ANÁLISE DO AVANÇO E IMPACTOS DO DESMATAMENTO EM REDENÇÃO-PA: UMA ABORDAGEM POR GEOPROCESSAMENTO E INDICADORES CLIMÁTICOS 87
Vitoria Pietra Pinto de Almeida 87
Luís Roberto da Trindade Ribeiro 87
Nilbia Abreu Ramos 87
Leonel Rodrigues Souza 87
Alessandra Noelly Reis Lima 87

Daniele Cristina de Brito Lima Soares 87
DOI: 10.52832/wed.117.665 87
CAPÍTULO 10 97
IMPACTO DE 37 ANOS DE MUDANÇA NA COBERTURA E USO DA TERRA NA PAISAGEM DO TRIÂNGULO MINEIRO 97
Joysse de Fátima Flôres de Oliveira 97
Rafael Maick dos Santos 97
Jeferson Pereira de Oliveira 97
Beatriz Tancredo Leandro 97
Taynara Monteiro de Oliveira 97
Anna Caroline Costa Fanalli 97
Vicente Toledo Machado de Morais Junior 97
Luciano Cavalcante de Jesus França 97
DOI: 10.52832/wed.117.666 97
CAPÍTULO 11 105
DINÂMICA DA COBERTURA E USO DA TERRA NA COMPOSIÇÃO DA PAISAGEM DO MUNICÍPIO DE MONTE CARMELO (MG) AO LONGO DE 37 ANOS 105
Beatriz Tancredo Leandro 105
Gabriel Fernandes Laverdi 105
Joysse de Fátima Flôres de Oliveira 105
Rafael Maick dos Santos 105
Taynara Monteiro de Oliveira 105
Anna Caroline Costa Fanalli 105
Vicente Toledo Machado de Morais Junior 105
Luciano Cavalcante de Jesus França 105
DOI: 10.52832/wed.117.667 105
CAPÍTULO 12 114
GEOTECNOLOGIAS COMO INSTRUMENTO DE ANÁLISE TEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO EM ZONAS DE EXTRAÇÃO DE OURO EM CANAÃ DOS CARAJÁS - PA 114
José Emanuel da Silva Rodrigues 114
Pietro Lucas Reale 114
Erlon Antonio Santos da Silva 114
Daniele Cristina de Brito Lima Soares 114
Sávio Belém dos Santos 114

DOI: 10.52832/wed.117.668 114
CAPÍTULO 13 122
DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO NO PARQUE ESTADUAL MATA DA PIMENTEIRA COM BASE EM DADOS MAPBIOMAS BRASIL: PERSPECTIVAS E IMPACTOS SOCIAIS 122
Naiane Beatriz da Silva Souza 122
Júlio Cesar Gomes da Cruz 122
Alan Cezar Bezerra 122
Alessandro Higor Gomes da Rocha 122
Priscyla Raquel dos Santos Cavalcante 122
DOI: 10.52832/wed.117.669 122
CAPÍTULO 14 131
ESTUDO TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE TAILÂNDIA-PA, UTILIZANDO IMAGENS DA SÉRIE LANDSAT TM/ETM+/OLI 131
Vitoria Pietra Pinto de Almeida 131
Hendrya Julianny Pereira Coelho 131
Géssica Laurena Lopes Matos 131
Maria da Glória Ferreira dos Santos 131
Bianca da Fonseca Gomes 131
Daniele Cristina de Brito Lima Soares 131
DOI: 10.52832/wed.117.670 131
CAPÍTULO 15 140
MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA EM ROMELÂNDIA – SC: UTILIZANDO ARCGIS PARA PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS E EFICIENTES DE MANEJO 140
Diego Outeiro de Jesus 140
Pedro Arthur Ravanello Castilhos 140
Sandro Luciano Barreto Fensterseifer 140
DOI: 10.52832/wed.117.671 140
CAPÍTULO 16 147
DETERMINAÇÃO DE FERTILIDADE NO MUNICÍPIO DE ERVAL SECO UTILIZANDO A METODOLOGIA DE TAXA VARÍAVEL 147
Isadora Bauchspiess Figueiró 147
Sandro Fensterseifer 147
DOI: 10.52832/wed.117.672 147
CAPÍTULO 17 155

FERTILIDADE E ADUBAÇÃO DE NITROGÊNIO NA CULTURA DA SOJA, UTILIZANDO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICO 155

Suellen Elizabeth Saldanha Zanatta 155

Sandro Luciano Barreto Fensterseifer 155

DOI: 10.52832/wed.117.673 155

CAPÍTULO 18 164

ANÁLISE ESPACIAIS DE ATRIBUTO QUÍMICA E GERAÇÃO DE MAPAS DE FERTILIDADE E ADUBAÇÃO DO MACRONUTRIENTE FÓSFORO NUMA ÁREA NA CIDADE MARAU-RS 164

Arthur Conrado Simon Barbosa 164

Daniel Tonon 164

Sandro Luciano Barreto Fensterseifer 164

Omega Saul 164

DOI: 10.52832/wed.117.674 164

APRESENTAÇÃO

As áreas de sensoriamento remoto e geoprocessamento têm desempenhado um papel crucial na modernização da agronomia, fornecendo ferramentas avançadas para a coleta, análise e interpretação de dados espaciais. Estas tecnologias possibilitam uma visão detalhada e abrangente do ambiente agrícola, permitindo otimizações significativas nos processos de produção e manejo sustentável. O e-book *"Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicado à Agronomia"* materializa os esforços do I Congresso Nacional de Agronomia On-line 2024 (I CONAGRO) em divulgar resultados que contribuem diretamente para o desenvolvimento e a inovação no setor agronômico.

Esta obra compila pesquisas que exploram diversas aplicações dessas tecnologias, demonstrando sua relevância e impacto na prática agronômica. Entre os temas abordados, destaca-se a análise do avanço e impactos do desmatamento em Redenção-PA, que utiliza técnicas de geoprocessamento e indicadores climáticos para mapear as mudanças na cobertura florestal e avaliar seus impactos ambientais. Como por exemplo, imagens do satélite CBERS 4A, cruzamento e integração de informações pelo *software ArcGIS*® 10.8, imagem do satélite *Landsat-8* (sensor TM) nas bandas: *Blue, Green* e *Red,* imagens de um satélite LANDSAT, imagens do satélite Landsat 5/TM, 7/ETM+ e 8/OLI.

No Capítulo 1 – realizou-se o estudo de mapa de uso e ocupação do solo do município de Pinhal Grande – RS, com a obtenção das imagens do satélite CBERS 4A, cruzamento e integração de informações pelo *software ArcGIS*® 10.8, visando auxiliar nas práticas de manejo agrícola dos solos da região.

No Capítulo 2 – mapeou-se o município de Ronda Alta/RS a fim de identificar as diversas áreas agrícolas e recursos que possuem o município, para bom uso e ocupação adequada, com a utilização de uma imagem do satélite *Landsat-8* (sensor TM) nas bandas: *Blue, Green* e *Red.*

No Capítulo 3 – gerou-se o mapa de uso e ocupação do solo, em uma área dentro do município de Palmeira das Missões – RS, através da metodologia estabelecida, de classificação não supervisionada, dos distintos alvos.

No Capítulo 4 – foram utilizadas imagens de um satélite LANDSAT com o objetivo de mapear a cidade de São Domingos do Sul situada no norte do estado do Rio Grande do Sul.

No Capítulo 5 – analisou-se o uso e ocupação do solo da cidade de Victor Graeff do estado do Rio Grande do Sul.

No Capítulo 6 – proporcionou-se informações técnicas e cientificas a partir de mapas temático para uso em diferentes cenários agrícolas por meio de geotecnologias. A região de interesse compreende o território do município de Tomé-açu no estado do Pará.

Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

No Capítulo 7 – apresentou-se uma nova forma metodológica de delimitação das AUR de áreas declivosas, com um estudo de caso para o município de Vazante, Minas Gerais, Brasil. A metodologia proposta está baseada em mapeamento realizado em ambiente de software livre QGIS 3.28.15, a partir de *dataset* de Modelos Digitais de Elevação (MDE).

No Capítulo 8 – avaliou-se o potencial do processamento aerofotogramétrico de imagens digitais em uma plantação de açaí irrigado, visando obter MDE, MDS, curvas de nível, VARI, GLI.

No Capítulo 9 – obteve-se dados sobre o desmatamento com variáveis climatológicas nos anos de 1990 e 2022, do município de Redenção-PA. Para isso, realizou-se uma classificação supervisionada da cobertura do solo em imagens do satélite Landsat (5/TM e 9/OLI) com o auxílio do software QGIS®.

No Capítulo 10 – analisou-se a dinâmica espaço-temporal da região entre 1985 e 2022. O estudo empregou dados do MapBiomas 8.0 e QGIS 3.34.4 para elaborar mapas de uso e cobertura do solo, abrangendo classes como corpos d'água, formações florestais e áreas urbanizadas.

No Capítulo 11 – analisou-se a dinâmica da cobertura e do uso da terra do município de Monte Carmelo (MG), ao longo de um período de 37 anos, empregando dados provenientes da plataforma MapBiomas.

No Capítulo 12 – abordou-se o uso das geotecnologias como uma ferramenta de análise das transformações ambientais e socioeconômicas ocorridas no município de Canaã dos Carajás, no estado do Pará, ao longo das últimas décadas, além da importância da exploração mineral e dos impactos socioambientais associados a essa atividade.

No Capítulo 13 – abordou-se o uso das geotecnologias como um instrumento de análise das transformações ambientais e socioeconômicas ocorridas no município de Canaã dos Carajás, no estado do Pará, ao longo das últimas décadas, além da importância da exploração mineral e dos impactos socioambientais associados a essa atividade.

No Capítulo 14 – avaliou-se os efeitos antrópicos e mudanças do solo com a criação do Parque Estadual Mata da Pimenteira. Foram analisados os impactos da unidade na preservação da cobertura vegetal, além das mudanças de uso e cobertura do solo dentro e nos arredores do parque, utilizando dados do projeto MapBiomas.

No Capítulo 15 – avaliou-se a distribuição das classes de uso e ocupação do solo no município de Taliândia-PA entre os anos de 1986 e 2023. Com imagens do satélite Landsat 5/TM, 7/ETM+ e 8/OLI, cujas composições coloridas foram utilizadas para realizar uma classificação supervisionada no Software QGIS®.

O Capítulo 16 – concentra-se na aplicação de técnicas inovadoras de análise de faixas espectrais em um polígono próximo a Romelândia, Santa Catarina.

No Capítulo 17 – buscou-se uma análise da fertilidade do solo em uma área no município de Erval Seco - RS. Utilizando técnicas de georreferenciamento e interpolação de dados, foram coletadas amostras de solo para gerar dados de Nitrogênio, Fósforo e Potássio.

No Capítulo 18 – utilizou-se a ferramenta *ArcGIS* para determinar a fertilidade de nitrogênio no solo em uma área do município de Frederico Westphalen – RS, e consequentemente a necessidade de adubação para a cultura da soja na região.

No Capítulo 19 – avaliou-se e realizou-se mapas sistemáticos de fertilidade e adubação do macro nutrientes fósforo para uma aplicação correta, com a utilização do *software* Google Earth para a demarcação da área.

O mapeamento de fertilidade e adubação de fósforo em Marau-RS é outro tema relevante, onde são aplicados métodos de interpolação espacial para criar mapas de fertilidade, informando práticas de manejo mais precisas e eficientes. A utilização de ortomosaicos em cultivos de açaí com imagens RGB de aeronaves remotamente pilotadas exemplifica a geração de imagens aéreas para um monitoramento detalhado e de alta resolução das áreas de cultivo.

Além disso, a classificação de aptidão de uso do solo em São Domingos do Sul, através de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), classifica e avalia a aptidão do solo para diferentes usos, essencial para o planejamento agrícola sustentável. Além destes, o e-book inclui muitos outros trabalhos relevantes que contribuem para a compreensão e a aplicação prática de tecnologias de sensoriamento remoto e geoprocessamento na agronomia.

Esta obra oferece uma análise técnica e aprofundada, contribuindo para o avanço do conhecimento e a prática agronômica baseada em tecnologias de sensoriamento remoto e geoprocessamento. Esperamos que este compêndio sirva como uma referência valiosa para pesquisadores, profissionais e estudantes, incentivando o desenvolvimento contínuo e a aplicação dessas tecnologias no campo. Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites que viabilizaram esta publicação, nossos sinceros agradecimentos.

A obra reflete, portanto, sobre resultados de pesquisas na área de Agronomia utilizando técnicas e ferramentas de sensoreamento remoto e geoprocessamento. Esperamos que este trabalho possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca por novas tecnologias e avanços na agronomia, garantindo uma difusão de conhecimento rápida e eficaz para a sociedade.

Assim, desejamos que façam bom proveito das experiências e resultados de pesquisas compartilhadas aqui!

Leonardo Ruan de Souza Correa
Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

CAPÍTULO 1

ESTUDO DE MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE PINHAL GRANDE - RS

Brenda Giovanna Binotto Brandt
Universidade Federal de Santa Maria - UFSM - Campus Frederico Westphalen, Brasil

Manuela Bitencurt Ceolin
Universidade Federal de Santa Maria - UFSM - Campus Frederico Westphalen, Brasil

Sandro Luciano Barreto Fensterseifer
Universidade Federal de Santa Maria - UFSM - Campus Frederico Westphalen, Brasil

DOI: 10.52832/wed.117.657



Resumo: O levantamento e análise do uso e ocupação do solo em uma área específica é, atualmente, uma ferramenta importante na investigação ambiental, uma vez que fornece dados importantes sobre a atividade humana no meio ambiente, permitindo melhor gestão e planejamento das áreas agricultáveis, promovendo assim a sustentabilidade. O objetivo do presente trabalho é realizar o estudo de mapa de uso e ocupação do solo do município de Pinhal Grande - RS. Foi necessário a obtenção das imagens do satélite CBERS 4A, cruzamento e integração de informações pelo *software ArcGIS*® 10.8, visando auxiliar nas práticas de manejo agrícola dos solos da região; na sequência, fez-se recorte da área, escolha da melhor classificação e retificação da imagem para posterior criação do mapa. Resultados e discussão: Evidenciaram a quantidade de áreas que apresentavam solo exposto em 2013 e, em comparação, com os dados de 2023 obteve-se uma redução de 50,74 km²; bem como houve diminuição da área desmatada em 2,17 km². O uso de práticas conservacionistas e pecuária integrada pode desenvolver-se significativamente no município e que a concentração de habitantes no meio rural comprova a importância de gestão adequada do solo e planejamento rural.

Palavras-chave: Manejo Agrícola. Planejamento. Sistema de Informação Geográfica.

1 INTRODUÇÃO

Devido à forte humanização do espaço, surgiram diferentes formas de uso e ocupação ambiental, resultando em diferentes impactos ambientais e sociais. Em vista disso, diversas ferramentas de análise do uso do solo foram desenvolvidas através de sensoriamento remoto e Sistemas de Informação Geográfica (GIS) para compreender o uso dessas áreas e elaborar um planejamento territorial. Segundo Facco *et al.* (2016, p. 02), "a utilização de imagens orbitais obtidas por sensoriamento remoto no mapeamento do uso e cobertura da terra possibilita a geração de informações rápidas, confiáveis e atualizadas sobre o ambiente, bem como a possibilidade de acompanhamento sazonal de dada porção da superfície terrestre."

A elaboração do mapeamento da paisagem com base nas características do ambiente geológico e na sua relação com as atividades humanas destaca suas potencialidades e restrições de uso, com base em áreas que apresentam maior homogeneidade. No contexto geográfico, um conjunto de atributos é utilizado para formar um sistema ou uma unidade para a base da área de análise. As propriedades são definidas como elementos
básicos que serão inseridos e processados no documento cartográfico como informações que representam parte do componente do ambiente (Schirmer, 2012). Por exemplo, destacam-se: composição topográfica, composição do solo, composição litológica, hidrologia, geomorfologia, uso e ocupação do solo.

O município de estudo, Pinhal Grande – RS, está localizado na porção central do estado do Rio Grande do Sul, possui uma extensão territorial equivalente a 477,35 km² e está situado a 29°21'00" S e 53°19'52". Os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023) e da Prefeitura Municipal, destacam a economia baseada nas atividades primárias de agricultura e

pecuária, concentrando cerca de 70% da população no meio rural, para tanto o estudo do uso e ocupação dos solos do município torna-se de grande relevância.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo realizar o mapeamento e análise do uso e ocupação do solo do município de Pinhal Grande – RS, através do uso de imagens de satélites, das bandas vermelha, azul e verde, bem como o cruzamento e integração de informações pelo *software ArcGIS*® 10.8, visando auxiliar nas práticas de manejo agrícola dos solos da região.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a elaboração do presente trabalho, utilizou-se o *software ArcGIS*® 10.8; imagens da área territorial referente ao município de Pinhal Grande - RS, obtidas pelo aplicativo Google Earth e posteriormente, inseriram-se os dados coletados referentes ao ano de 2023 no *software ArcGIS*® 10.8. Por fim, utilizou-se imagens do satélite CBERS 4A que foram coletadas no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2023). Para a escolha das imagens, deu-se preferência por aquelas que apresentavam cobertura total da área do município.

2.1 Obtenção das imagens de satélite

As imagens foram adquiridas através do site do catálogo de imagens do INPE (2023), pelo satélite CBERS-4A, e as respectivas bandas 1 – B, 2 – G, 3 – R e 4 NIR.

2.2 Importação da máscara da área do projeto

A importação da área para o *software ArcGIS*® 10.8 foi executada através da caixa de ferramentas e da sub-rotina de ferramentas de conversão, convertendo de KML para camada. A partir desses comandos o software criou a camada dos limites do município.

2.3 Importação das imagens do satélite

Selecionou-se as imagens obtidas no catálogo do INPE (2023), relacionadas às bandas vermelha, verde, azul e infravermelho próximo. Para confeccionar a banda pan, foram selecionadas as imagens importadas, selecionou-se as bandas 1, 2 e 3 e o sistema gerou uma nova camada.

2.4 Recorte da área

Realizou-se o recorte da área de interesse através das ferramentas de análise espacial utilizando-se a rotina de extração por máscara.

2.5 Classificação não supervisionada

Processo no qual o sistema de informação geográfica realiza a separação dos alvos em distintas classes em função da sua resposta espectral, utiliza-se das rotinas de classificação de imagens com a sub-rotina do algoritmo, neste projeto sendo o Isocluster. Assim, foi gerado um layer com quatro classificações e posteriormente o mesmo procedimento foi realizado até chegar em 12 classificações.

2.6 Escolha da melhor classificação

Após criação dos mapas com as 12 classificações, individualmente foram analisados a fim de selecionar o melhor classificador para a área quanto a suas ocupações. Neste projeto, a melhor classificação foi a de 7 classes, cada intervalo de classe foi nomeado de acordo com a caracterização e utilização da área.

2.7 Fator de Correção

Equação gerada com a finalidade de minimizar a deformação geométrica no posicionamento dos pixels. O cálculo do K0 (fator de correção) se deu pela fórmula:

$$K0 = \frac{KMC}{(1 - (cos\ lat.média\ (cos\ lat.média * sen\ (long.média - long.MC)\ 2\ )\text{^}0{,}5}$$

Para o presente trabalho, a latitude média foi de 29°17'15", e a longitude média igual à 53°19'48". A longitude do meridiano central foi obtida ao se calcular os valores entre 48 e 54, fazendo uma média obtém-se 51 graus. Após, as classes 6 e 7, 4 e 5 foram unidas pois a área que cobriam apresentava as mesmas características.

2.8 Retificação da imagem

Processo no qual executa-se uma melhoria no posicionamento dos pixels através do parâmetro K0 calculado na etapa anterior. Habilitou-se o módulo de georreferenciamento e realizou-se a conversão dos sistemas de projeções e coordenadas.

2.9 Confecção dos mapas

Etapa onde foram inseridos os elementos básicos que compõem uma representação cartográfica, sendo eles título, legenda, grade de coordenadas, escala e orientação.

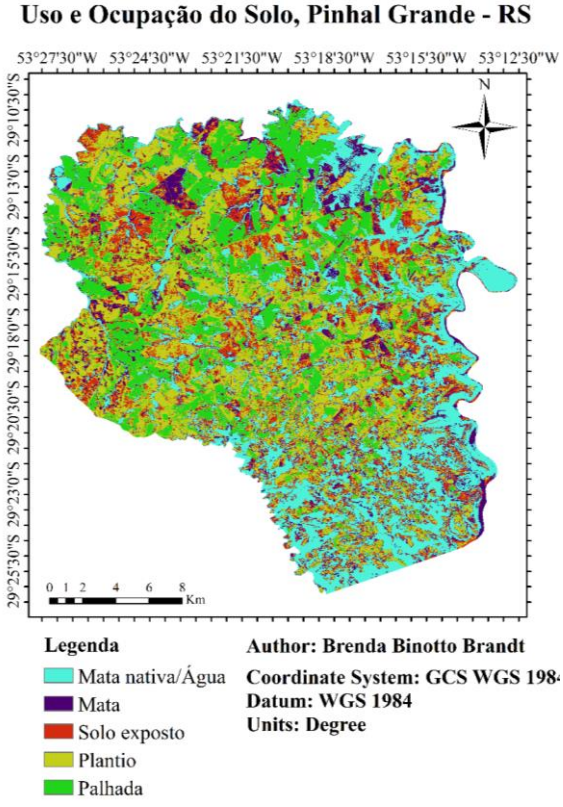
Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Imagens digitais com diferentes resoluções espaciais podem ser utilizadas para compreender a dinâmica de uso e cobertura da superfície terrestre. O uso do solo é diversificado no planalto sul do Rio Grande do Sul e, portanto, as imagens obtidas nesta área podem apresentar comportamento espectral diferente.

Ao analisar o mapa uso e ocupação do solo (figura 1), conforme a área territorial do município em questão, é possível observar a predominância do meio rural com vastas áreas de plantio. A vegetação é caracterizada pela presença de gramíneas, matas naturais do bioma Mata Atlântica e pela notável presença de araucárias, como ilustrado na figura 1, representado pela coloração azul e pelo intenso fluxo de água advindo do Rio Jacuí.

Figura 1 - Mapa do uso e ocupação do solo no município de Pinhal Grande.

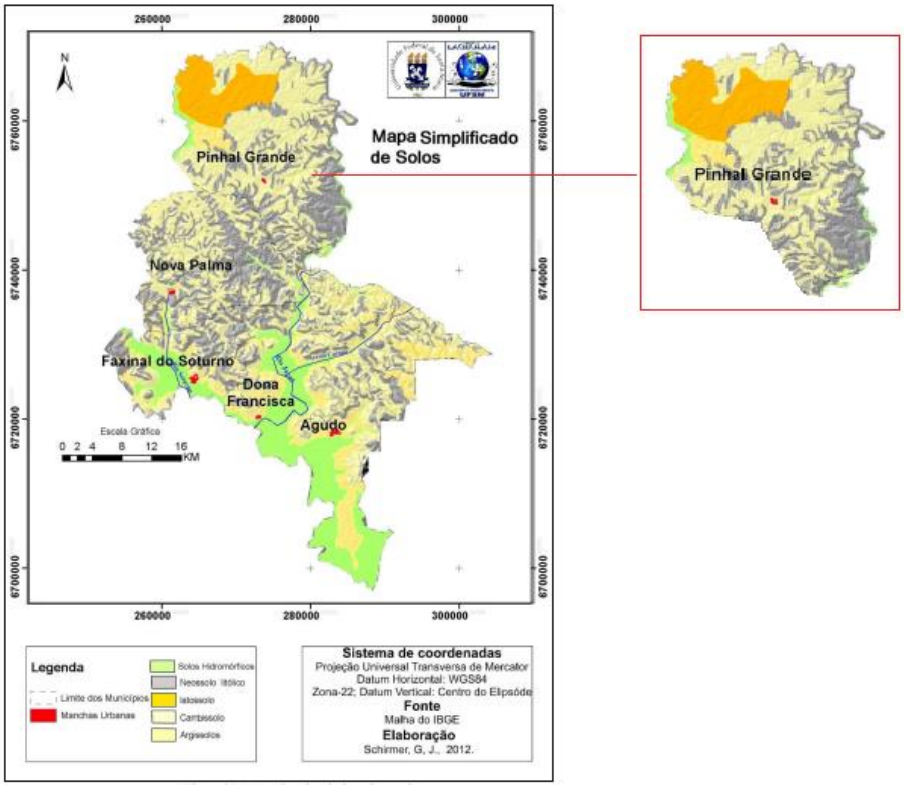


Fonte: Brandt, 2023.

De acordo com o mapa da Quarta Colônia elaborado por Schirmer *et al.* (2012) (figura 2), os principais tipos de solos do município de Pinhal Grande são: Latossolos e Argissolos, ambos apresentam características desejadas para culturas agrícolas e pastagens, apesar de necessitarem de manejos relacionados a calagem, adubação e, principalmente, práticas conservacionistas. Os Latossolos, em função das propriedades físicas (boa drenagem, profundidade, muito porosos, friáveis e bem estruturados) possuem boa aptidão agrícola, podendo ser utilizados com culturas de

inverno e de verão, exigindo práticas conservacionistas. Os Argissolos são solos geralmente profundos, variando de bem drenados a imperfeitamente drenados. As principais limitações nas características químicas são referentes à baixa fertilidade natural, forte acidez e alta saturação por alumínio (Streck *et al.*, 2018).

Figura 2 - Mapa de Solos da Quarta Colônia.



Fonte: adaptado pelas autoras, de Schirmer *et al* (2012).

No mapa referente ao uso e ocupação do município (figura 2), pode-se observar que algumas áreas, representadas pela coloração vermelha, passaram por processos de aração e gradagem, devido à suscetibilidade de ambos a compactação, problema este que interfere significativamente na produtividade das áreas agrícolas e são de ocorrência comum, principalmente em áreas nas quais são cultivadas culturas de verão e pastagens de inverno.

Fez-se possível observar que a maior parte das áreas se encontram em período de plantio, sendo estas representadas pela coloração amarela e de palhada pós-colheita, áreas representadas em verde. As imagens geradas compreendem a colheita das culturas de inverno e, sucessivamente, o plantio das culturas de verão, não sendo possível realizar a diferenciação das mesmas, porém, de acordo com a época de realização do presente trabalho, tem-se soja e milho, como exemplo. Ademais, notou-se que a área de urbanização foi equivocadamente definida como áreas plantadas, o que pode ser resultado da baixa resolução espacial.

De acordo com Erthal *et al.* (2012), a redução na resolução nativa das imagens afeta a sua capacidade de individualizar alvos, o que pode limitar seu uso em estudos que exigem precisão. Neste contexto, as cidades são vistas como sistemas complexos que acomodam e facilitam interações nos mais diversos níveis. Como a cidade não é um todo homogêneo, ela possui particularidades próprias, tanto do ponto de vista dos fatores físicos quanto principalmente das diferenças nas características de uso e ocupação do solo dentro da cidade (Amorim, 2010).

Em comparação ao trabalho realizado por Souza *et al.* (2014) é possível identificar o percentual de áreas expandidas e no qual expôs o uso e cobertura da terra no ano de 2013, como ilustrado na tabela 1.

Tabela 1 - Áreas (km²) quantificadas na classificação referente ao ano de 2013.

Classes	Agricultura	Água	Área Urbana	Campo	Floresta	Solo Exposto
Área (Km²)	81,76	7,31	0,68	139,85	97,99	149,73

Fonte: Souza *et al.,* (2014).

O município é composto principalmente por propriedades de médio porte, 50 a 300 hectares, possibilitando a utilização de ferramentas agrícolas mecanizadas, uma vez que essas áreas possuem uma ampla gama de produção em questão de culturas agrícolas como, por exemplo, soja (*Glycine max (L) Merril*), feijão (*Phaseolus vulgaris L.*), trigo (*Triticum aestivum L.*) e milho (*Zea mays L.*), além da prática pecuária extensiva de corte. É possível perceber a diminuição da porção de solo exposto, isso se deve ao sistema de plantio direto adotado pelos agricultores, possibilitando a queda dos índices de erosão e esgotamento do solo, tornando-se mais sustentável e rentável. Nesse contexto de estudo, o mapeamento desses solos torna-se de suma importância para melhorar as práticas de manejo, bem como, auxiliar na tomada de decisões tanto dos produtores, como dos técnicos responsáveis, visando a preservação do meio natural e aumento de produtividade.

A expansão das áreas agricultáveis ofereceu ao município grande giro na economia local, saindo da agricultura de subsistência para a produção de commodities, sendo assim, a ideia de sustentabilidade torna-se um ponto significativo de discussão.

Na tabela 1, elaborada por Souza *et al.* (2014), no ano de 2013, pode-se observar que a quantidade de áreas que apresentavam solo exposto, era de 149, 73 km² que, em comparação, com os dados de 2023 de 98,99 representados na tabela 2, obteve-se uma redução de 50,74 km² de solos expostos. Na questão referente ao desmatamento da floresta, em 2013 a área florestal constava com 97,99 km² de extensão, que se comparado ao ano de 2023, houve uma diminuição de 2,17 km². Assim, observa-se que essa região preza fortemente pelas áreas de preservação da mata nativa.

Tabela 2 - Áreas (km²) quantificadas na classificação referente ao ano de 2023.

Classes	Agricultura	Água	Área Urbana	Campo	Floresta	Solo Exposto
Área (Km²)	110,21	8,95	-	144,32	95,82	98,99

Fonte: Brandt; Ceolin, 2024.

De acordo com Souza *et al.* (2014), essa característica pode estar relacionada com a legislação e fiscalização ambiental, uma vez que se dá principalmente em áreas de proteção permanente, ou seja, em torno de encostas íngremes e sistemas de drenagem como ao longo do Rio Jacuí.

4 CONCLUSÃO

Ao finalizar o presente estudo, percebeu-se que a utilização das imagens foi satisfatória para analisar o sistema de classificação de uso e manejo do solo na área selecionada. Notou-se que as diferenças espaciais e radiométricas das imagens utilizadas levam a discrepância de classificação. Ao utilizar técnicas geológicas para compreender a organização do espaço geográfico, pode-se elaborar melhor o planejamento e gestão com base nas especificidades de cada ambiente.

A classificação digital das imagens de satélite da cidade de Pinhal Grande – RS permitiu a detecção do uso do solo e, baseado nisso, evidenciou-se que o município tem grande parte de sua população concentrada no meio rural subsidiada pelas atividades agrícolas sazonais. Isso demonstra a importância de compreender e controlar o uso e cobertura do solo em ambientes específicos utilizando técnicas e geotecnologias atualmente disponíveis, o que viabiliza adequada gestão da área e eficiente planejamento rural.

Quanto à sustentabilidade do município, mesmo que não tenha apresentado índices elevados de desmatamento e degradação dos solos, verificou-se que ainda pode desenvolver-se de forma significativa no que diz respeito ao estabelecimento de práticas conservacionistas e produções de pecuária integrada. Desse modo, acredita-se que a difusão do uso de práticas conservacionistas é essencial para que haja uma produção mais consciente e que atenda as demandas da sociedade, sendo estas responsabilidades tanto dos produtores rurais, como dos profissionais que atuam na área.

REFERÊCIAS

AMORIM, M. C. C. T. **Climatologia e Gestão do Espaço Urbano**. Mercator, Fortaleza, número especial. p. 71-90, 2010. Disponível em: http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/534. Acesso em: 23 mar. 2024.

ERTHAL, D. A. **Avaliação da influência da resolução espacial no mapeamento de fragmentos florestais.** In: Simpósio de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal (SENGEF), 2012, Curitiba. Disponível em: http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0123.pdf. Acesso em: 23 mar. 2024.

FACCO, D. S.; BENEDETTI, A. C. A Evolução Temporal do uso e Ocupação da Terra em Municípios da Quarta Colônia – RS. **Ciência E Natura**, v. 38, n. 3, p. 1254–1264, 2016. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/21413. Acesso em: 28 mar. 2024.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2023. **Catálogo de Imagens**. Disponível em: http://www.dgi.inpe.br/catalogo/explore. Acesso em: 23 mar. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PINHAL GRANDE. **Dados Gerais.** Disponível em: https://www.pinhalgrande.rs.gov.br/home. Acesso em: 23 mar. 2024.

SHIRMER, G. J. **Mapeamento Geoambiental dos municípios de Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Nova Palma e Pinhal Grande** – RS. 2012. Dissertação (Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/9364. Acesso em: 23 mar. 2024.

SOUZA, AC, *et al.* **Mapeamento Da Dinâmica Do Uso E Cobertura Da Terra No Município De Pinhal Grande–RS**. Anais: XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia. Gramado, RS. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/299979231_MAPEAMENTO_DA_DINAMICA_DO_USO_E_COBERTURA_DA_TERRA_NO_MUNICIPIO_DE_PINHAL_GRANDE_-_RS. Acesso em: 23 mar. 2024.

STRECK, Edemar Valdir.; FLORES, Carlos Alberto.; SCHNEIDER, Paulo. *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul.** 3. ed., rev. e ampl. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2018. 252 p. il. color. ISBN 978-85-98842-20-2. Acesso em: 27/03/2024.

CAPÍTULO 2

MAPEAMENTO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NAS ATIVIDADES AGRÍCOLAS NO MUNICÍPIO DE RONDA ALTA/RS UTILIZANDO TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO

Omega Saul
Universidade Federal de Santa Maria - *Campus* Frederico Westphalen, Brasil

Berno Alexis
Universidade Federal de Santa Maria - *Campus* Frederico Westphalen, Brasil

Sandro Luciano Barreto Fensterseifer
Universidade Federal de Santa Maria - *Campus* Frederico Westphalen, Brasil

DOI: 10.52832/wed.117.658



Resumo: As técnicas do sensoriamento remoto e geoprocessamento combinadas com o Sistema de Informação Geográfica (SIG) têm grande importância para avaliar o uso e ocupação do solo, devido a facilidade de obter dados de maneira rápida. O objetivo deste trabalho é mapear o município de Ronda Alta/RS a fim de identificar as diversas áreas agrícolas e recursos que possuem o município, para bom uso e ocupação adequada. Para a realização deste estudo utiliza-se uma imagem do satélite *Landsat-8* (sensor TM) nas bandas: *Blue, Green* e *Red*. Posteriormente o *software* ArcGIS para a composição da falsa cor e o método *iso cluster* não supervisionado para fazer a classificação e a quantificação. Observa-se que o município possui uma diversidade no uso e ocupação do solo, cerca de 8,8% representam os recursos hídricos, 8,5% área de reflorestamento e 3,3% a urbanização. As atividades agrícolas representam cerca de 79,3% divididos em três áreas. Em virtude dos resultados, mostra-se a importância deste tipo de estudo, pois permite ter uma visão mais elaborada acerca do uso e ocupação do solo no município. O uso dessas informações, por meio das tecnologias utilizadas, pode auxiliar no acompanhamento da expansão das atividades agrícolas e no planejamento das ações futuras.

Palavras-chave: ArcGis. Classificação supervisionada. Classificação não supervisionada. Geoprocessamento. Sistema de informação geográfica.

1 INTRODUÇÃO

O município de Ronda Alta, localizado no Rio Grande do Sul, se estende por 418.675km² com uma população de 9.777 habitantes, de acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE (2022). O Produto Interno Bruto (PIB) do município *per capita* é de R$44.347,96 (IBGE, 2022). Cerca de 45,8% do PIB é oriundo das atividades agropecuárias, portanto, faz-se necessário realizar a avaliação deste espaço a fim de uma intervenção pertinente em relação ao uso e ocupação do solo para uma boa atuação nas atividades agropecuárias.

As atividades humanas no meio ambiente precisam ser planejadas com antecedência e realizadas sempre levando em consideração os recursos naturais e ambientais disponíveis do local, pois caso contrário, podem trazer consequências danosas para o meio ambiente e os seres humanos. Nesta perspectiva se torna necessária a delimitação do solo. "A delimitação do solo dentro de sua capacidade de suporte é fundamental para o planejamento socioeconômico das atividades agrícolas, industriais e ambientais" (Silva; Silva, 2017, p. 48). Por isso, as técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento combinadas com o Sistema de Informação Geográfica (SIG) têm uma grande importância para fazer uma boa análise dos espaços geográficos com a facilidade de obter dados precisos de maneira rápida e eficiente.

Conforme afirma Alexandre (2016, p. 1161), "o sensoriamento remoto é a maneira mais adequada para a coleta dos dados necessários para elaboração de um mapeamento, devido à obtenção de registo do uso da terra em um curto espaço de tempo". O sensoriamento remoto é definido, segundo Meneses e Almeida (2012, p. 1) como a "ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres".

Conforme Machado (2020), o mapeamento do uso e ocupação do solo é necessário para identificar, de maneira ideal, os diferentes locais de cultivos agrícolas anuais e perenes, urbanização, formação florestal, áreas de pastagem plantadas e perenes, a fim de planejar e minimizar os custos internos e externos de remessas e energia para alimentar o processo, bem como, monitorar os prováveis impactos ambientais de um lugar, em relação às escalas global e municipal.

Para Simão e Moraes (2009), "O mapeamento do uso e ocupação do solo é entendido como um processo técnico de análise e interpretação específica, realizado sobre imagens." (p. 1), desta forma, para realizar esse processo, são utilizadas técnicas de geoprocessamento para coletar, processar, analisar e visualizar dados geoespaciais, além de técnicas de sensoriamento remoto como uma forma de obtenção de informações detalhadas para uma análise mais ampla e completa, combinadas com o Sistema de Informação Geográfica aplicadas ao mapeamento de ocupação e uso do solo (Machado, 2020).

Atualmente, as informações oriundas da Geotecnologia estão cada vez mais acessíveis devido à utilização de novas técnicas. "A utilização de novos sensores, com melhor resolução espacial, temporal, radiométrica e espectral, tem se mostrado muito importante para o melhor entendimento dos processos ecológicos e antrópicos que agem nos sistemas terrestres" (Moreira *et al.*, 2015, p. 145).

As atividades agrícolas como, por exemplo, agricultura familiar e comercial, estão relacionadas com o cultivo de plantas para produzir alimentos e matérias-primas, uns dos grandes fatores da economia global e nacional. Essas atividades envolvem diretamente o uso e transformação dos recursos naturais. "O uso e a ocupação inadequada do solo podem comprometer a integridade das bacias hidrográficas" (Nunes; Roig, 2015, p. 30). Quando é feito o mau uso desses recursos "pode provocar impactos ao meio ambiente, como os processos de erosão intensa, impermeabilização do solo, perda de biodiversidade, inundações, assoreamentos de reservatórios e cursos d'água" (Nascimento; Fernandes, 2016, p. 175).

Nesta perspectiva, usar mapas de uso e ocupação do solo nas atividades agrícolas são fundamentais, uma vez que auxiliam no planejamento e monitoramento dos recursos que se têm à disposição e auxiliam na preservação dos espaços verdes, monitoramento das áreas com atualização e na gestão dos recursos naturais, portanto, na tomada de decisão.

Desta forma, o principal objetivo deste estudo é de apresentar o mapeamento do uso e ocupação do solo no município de Ronda Alta/RS a fim de identificar as diversas áreas e recursos que possuem o município, para bom uso e ocupação adequada nas atividades agrícolas.

Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo corresponde ao limite do município de Ronda Alta está localizado no noroeste do estado do Rio Grande do Sul e Microrregião de Passo Fundo (IBGE, 2022). Para chegar ao objetivo proposto neste trabalho, utiliza-se uma imagem satélite Landsat-8 (sensor TM) disponibilizado no banco de dados da Divisão de Geração de Imagens (DGI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), nas bandas *Blue, Green, Red*, correspondente ao dia 23 de outubro de 2023 com uma resolução de 30 metros.

A extração da área do estudo, a junção das bandas da imagem satélite, o recorte da imagem com o limite do município, a classificação de uso e ocupação dos solos, a quantificação de cada área e a confecção do mapa foram executados no *software* ArcGis 10.8.

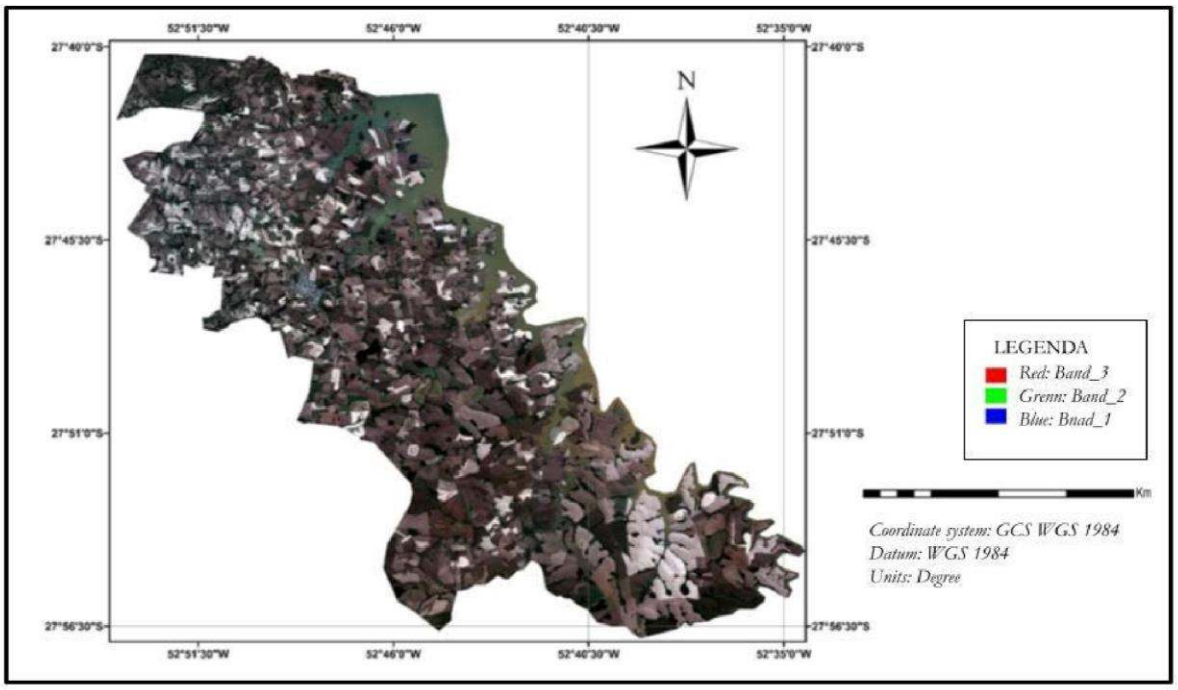
Para a importação da máscara, utilizou-se dentro do *software* a ferramenta *ArcToolBox* onde é convertido o arquivo KMZ em arquivo KML. Utilizou-se a ferramenta *ArcToolBox* na opção análise de dados espaciais, para fazer o recorte da camada do limite do município. No *ArcToolBox* utilizou-se a opção adicionar dados, para carregar as bandas da imagem stellite, em seguida a opção raster para fazer a composição da falsa cor com o arranjo de bandas 3 (*Red*), 2 (*Green*), 1 (*Blue*). Para a classificação da área, utilizou-se o método de classificação *Iso Cluster* não supervisionada de 4 classes até 12 classes, nos quais a classificação de 6 classes representou melhor a nossa área de estudo devido a sua facilitação da compreensão visual. Após obter a imagem classificada, foram feitas a quantificação das áreas de cada classe e, posteriormente, foi confeccionado o mapa com as informações necessárias.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se, na figura 1**,** a diversidade que existe no uso e ocupação do solo do município, onde a composição das 3 bandas espectrais *Red, Green, Blue* apresentam as informações espectrais desejadas. "A combinação das bandas TM 3,2,1 em RGB é bastante utilizada, sendo, portanto, equivalente a uma composição colorida real, pois equivale às cores percebidas pelo ser humano" (Crósta, 1992, p. 64). Essa técnica de imageamento é usada para facilitar a interpretação e facilitar a compreensão visual, ou seja, eles mostram os tipos de cobertura numa cor falsa em comparação com o que vemos com nossos olhos.

Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

Figura 1 – Composição colorida RGB Ronda Alta/RS.



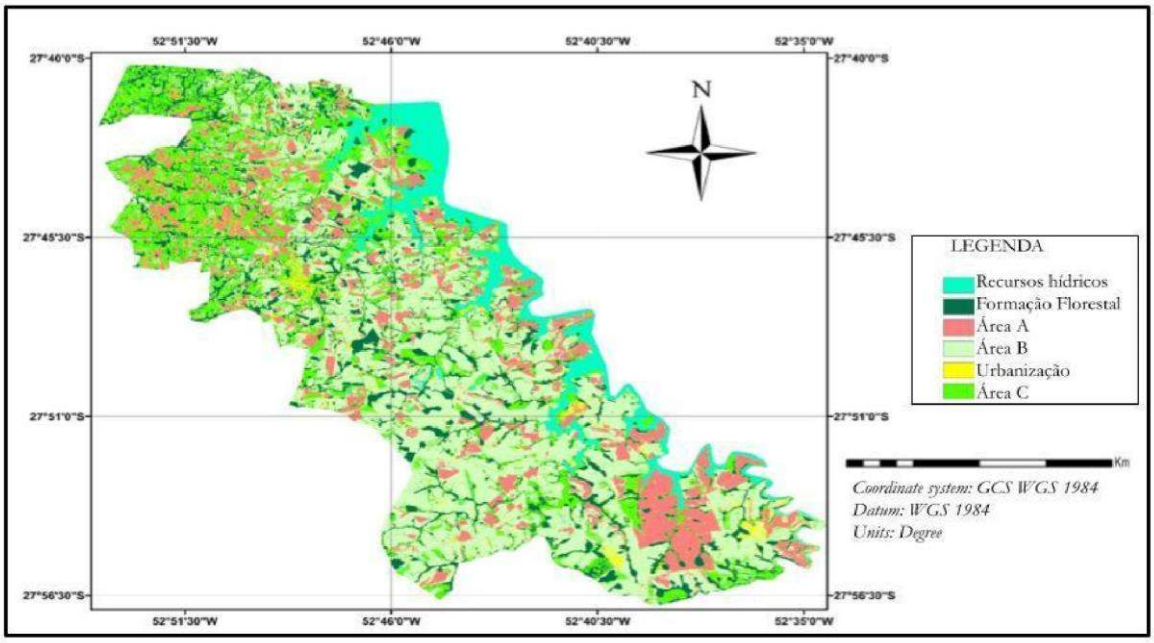
Fonte: Autores, 2023.

Segundo Do Nascimento *et al.* (2016, p. 49) "A classificação é o processo de extração de informação em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos e é utilizada em Sensoriamento Remoto para mapear áreas da superfície terrestre que correspondam aos temas de interesse". A classificação pelo método *iso cluster* pode ser dividida em: supervisionada e não supervisionada. "Os supervisionados, onde o analista define as classes de interesse e os não-supervisionados, onde somente alguns parâmetros, como o número mínimo e máximo de classes, são fornecidos pelo observado" (Iora, 2021, p. 358).

Na figura 2, destaca-se a classificação pelo método *iso cluster* não supervisionada, que classifica o município em 6 classes de uso e ocupação, como afirma Grifo *et al.* "Essa classificação de modo digital permitiu uma avaliação extremamente rápida do uso do solo com maximização da relação entre esforço, tempo e custo de amostragem" (2016, p. 1).

Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

Figura 2 – Mapa de uso e ocupação de solo Ronda Alta RS.



Fonte: Autores, 2023.

O município é dividido em uma área de recursos hídricos que representa a quantidade de água disponível, formação florestal que compreende todas as formas florestais, urbanização e as áreas das atividades agropecuárias que são, o cultivo da terra (agricultura) e à criação de animais (pecuária) representadas pela Área A, Área B e Área C. Essas atividades abrangem a produção de alimentos para o consumo humano e animais, além disso a produção de matérias-primas industriais, como as voltadas à produção de energia, de celulose, têxtil e de borracha (De Oliveira Pereira, 2018). Elas têm um grande destaque no mapa do município e representam a maior parte da área, devido à grande importância econômica que tem essas atividades pelo município, nas quais podemos ver uma quantificação mais detalhada na tabela 1.

Tabela 1 – Uso e ocupação em áreas e percentagens do solo Ronda Alta RS.

Uso e ocupação	Área há	Área %
Recursos hídricos	3698,96	8,8
Mata ciliar	3562,96	8,5
Urbanização	1375,57	3,3
Área A	6783,74	16,2
Área B	17542,97	41,9
Área C	8889,99	21,2

Nota: ha: hectare; %: percentagem.

Fonte: Autores, 2023.

Observa-se que o município de Ronda Alta possui um bom recurso hídrico, sendo 8,8% do seu território total, e esse recurso é oriundo do Rio Passo Fundo. Cerca de 8,5% relacionados à formação florestal, distribuídos em todo o seu território, uma representação de urbanização de 3,3% proporcional a sua população. Ressalta-se que um dos pilares do município é a atividade agrícola, representada em três áreas A, B e C totalizando 79,3% do espaço total do município.

Devido à época da imagem, podemos relacionar a área A com espaços de plantio de culturas de inverno, principalmente o trigo como uma das culturas de inverno que predomina o estado do Rio Grande do Sul; A área B está relacionada com as culturas de verão, principalmente a soja como a cultura de verão mais cultivada no estado; A área C está representada pelas atividades da pecuária, áreas de pastagem natural e pastagem plantada para a criação de animais diversos principalmente a criação de bovinos (bois e vacas) com uma das atividades da pecuária mais evoluída no município.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos mostraram que o município de Ronda Alta/RS possui diversos recursos naturais para o crescimento das atividades agrícolas. Encontra-se uma predominância de atividades agrícolas, principalmente das culturas anuais e das atividades pecuárias. Em virtude da dinâmica do uso e ocupação do solo na região, este tipo de estudo é adequado, pois permite a ter uma visão mais elaborada acerca da demarcação da área, permite também um monitoramento periódico, assim seria vantajoso se obtivesse imagens dos satélites estudados de diferentes épocas, análise multitemporal, para: melhor acompanhar a expansão do uso e ocupação, diagnosticar impactos negativos, ou mesmo planejar ações para evitá-los ou mitigá-los. O trabalho apresenta uma contribuição significativa para a compreensão do uso e ocupação do solo no município, fornecendo uma base sólida para futuras pesquisas e intervenções práticas na região. A utilização dessas informações, e por meio das, pode auxiliar no acompanhamento da expansão das atividades agrícolas, e no planejamento das ações futuras em relação ao uso e ocupação destes solos.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, F. da S. Mapeamento do Uso do Solo no município de Palmeirina-PE. **Revista de Geociências do Nordeste,** v. 2, p. 1160–1167, 2016. DOI: 10.21680/2447-3359.2016v2n0ID10579. Disponível em: https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/10579. Acesso em: 21 mar. 2024.

CRÓSTA, Alvaro Penteado. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto** / Alvaro Penteado Crósta. - ed. rev. - Campinas, SP: IG/UNICAMP, © 1992. 170 p.

DO NASCIMENTO, Iara Silveira *et al.* Avaliação da Exatidão dos Classificadores MAXVER e ISO Cluster do Software Arcgis for Desktop com Uso de Imagem Landsat 8 do Município de Cáceres/MT. **Revista Continentes (UFRRJ)**, v. 5, n. 8, p. 48-62, jan. 2016. ISSN 2317-8825. Disponível em: https://revistacontinentes.com.br/index.php/continentes/article/view/95. Acesso em: 02 abr. 2024.

DE OLIVEIRA PEREIRA, D. D. G. J. P. **Panorama Setorial 2015-2018.** Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/14158/2/Agropecu%C3%A1ria_P_BD.pdf. Acesso em: 4 abr. 2024.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Ronda alta, 2023. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/ronda-alta/panorama. Acesso em: 21 mar. 2024.

IORA, Adriana M. *et al.* **Avaliação da eficiência do classificador Iso Cluster para o monitoramento de desmatamento na Amazônia Leg**al. *In*: Congresso Brasileiro de Agroinformática (SBIAGRO), 13, 2021, Evento Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, p. 358-361, 2021. ISSN 2177-9724. DOI: https://doi.org/10.5753/sbiagro.2021.18408.

GRIFO, A. *et al.* **Classificação Supervisionada e Não Supervisionada de ortofotos da Quinta do Galinheiro.** 2016. Disponível em: https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/21687/2/PosterClassificN%c3%a3oSuperv_Superv.pdf. Acesso em: 3 abr. 2024.

MACHADO, P. Mapa de uso e ocupação do solo: entenda sua finalidade de forma simplificad**a. MundoGeo.** 10 jan. 2020 Disponível em: https://www.visaogeo.com.br/mapa-de-uso-eocupacao-do-solo-entenda-sua-finalidade-de-forma-simplif icada. Acesso em: 10 dez. 2023.

MENESES, P.R.; ALMEIDA, T. **Introdução ao Processamentode Imagens de Sensoriamento Remoto.** 2012. Disponível em: https://pgcl.uenf.br/arquivos/sensoriamentoremoto3_011120181551.pdf. Acesso em 18 mar. 2024

MOREIRA, T.R. *et al.* Confronto do uso e ocupação da terra em APPs no Município de Muqui, ES**. Floresta e Ambiente,** Rio de Janeiro, v. 22, n. 2, p. 141-152, 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/floram/v22n2/2179-8087-floram-22-2-141.pdf. Acesso em: 10 dez. 2023.

NASCIMENTO, T. V. do, FERNANDES, L. L. Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo em uma Pequena Bacia Hidrográfica da Amazônia. **Ciência e Natura, v.** 39, n. 1, p. 170–178, 2016.

NUNES, J. F.; ROIG, H. L. Análise e mapeamento do uso e ocupação do solo da bacia do alto do descoberto, df/go, por meio de classificação automática baseada em regras e lógica nebulosa. **Revista Árvore**, v. 39, p. 25–36, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rarv/a/F4kKVjvr35mrxCrXyNmZ6Kr/abstract/?lang=pt. Acesso em: 25 mar. 2024.

SILVA, P. L. F. da; SILVA, A. J. da. Avaliação do uso e ocupação do solo no município de Pilõezinhos-PB, de 1984-2016 utilizando o geoprocessamento. **Revista de Geociências do Nordeste**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 48–63, 2017. DOI: 10.21680/2447-3359.2017v3n1ID10982.

Disponível em: https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/10982. Acesso em: 21 mar. 2024.

SIMÃO, P.; MORAES, A. Mapeamento de Uso e Ocupação do Solo. **MundoGeo**, 09 Jul 2009. Disponível em: https://mundogeo.com/2009/07/09/mapeamento-de-uso-e-ocupacao-dosolo. Acesso em: 10 dez. 2023.

CAPÍTULO 3

ELABORAÇÃO DO MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DE PALMEIRA DAS MISSÕES ATRAVÉS DA CLASSIFICAÇÃO NÃO SUPERVISONADA

Lucas Silva Bormann
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Júlio Gustavo Buchholz
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Sandro Luciano Barreto Fensterseifer
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

DOI: 10.52832/wed.117.659



Resumo: A disponibilidade de informações precisas é crucial para embasar decisões em diversas práticas. A utilização do software de análise e manipulação de informações geográficas ArcGIS 10.8, possibilitou a análise de uso e ocupação do solo de uma área de aproximadamente 154.816,58 hectares, localizada no município de Palmeira das Missões - RS, tornando-se evidente a necessidade de empregar tecnologias avançadas para obtenção de dados geográficos com precisão. O mapeamento do uso e ocupação do solo se beneficia significativamente do uso de tecnologias como o sensoriamento remoto, pois essas ferramentas proporcionam informações essenciais para o planejamento estratégico das atividades a serem desenvolvidas em determinada área, teve-se como objetivo, gerar o mapa de uso e ocupação do solo, em uma área dentro do município de Palmeira das Missões – RS, através da metodologia estabelecida, de classificação não supervisionada, dos distintos alvos. Como resultado obteve-se, a quantificação e identificação dos diferentes usos, sendo estes, mata nativa e mata ciliar, cultivo de trigo, cultivo de aveia, pastagem e palhada/açude/solo/ exposto/urbanização. Conclui-se que a metodologia, utilizando-se das técnicas de geoprocessamento, gera respostas rápidas e precisas, auxiliando no planejamento do uso e ocupação do solo.

Palavras-chave: Dados. Mapeamento. Tecnologia.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o geoprocessamento tem emergido como uma ferramenta fundamental para analisar e monitorar esses padrões de uso e ocupação do solo de forma precisa e eficiente. Para Simão e Moraes (2009, p.1), "O mapeamento do uso e ocupação do solo é entendido como um processo técnico de análise e interpretação específica, realizado sobre imagens."

O mapeamento de uso e ocupação do solo pode ser utilizado como um recurso muito importante para compreender a dinâmica socioambiental de uma região. A área analisada no município de Palmeira das Missões, assim como ocorrido em outras microrregiões, tem sido submetida a ação antrópica, ano após ano, por isso enfatizamos que a forma como o solo é utilizado e ocupado reflete não apenas as atividades humanas presentes, mas também os processos naturais e as políticas de ordenamento territorial.

No contexto analisado salienta-se que ´´As formas de uso do solo e práticas de utilização do território tem grande impacto sobre os ecossistemas e os recursos naturais incluindo a água, solo e a própria sociedade que está presente no espaço geográfico`` (Vendramini *et al.,* 2023, p. 3)

Segundo Dantas (2022) as formas de uso e ocupação adotadas pela sociedade culmina em inúmeros problemas ambientais. Como por exemplo, a retirada da cobertura vegetal, pode resultar na erosão do solo, a diminuição da fertilidade da terra, problemas com saneamento básico e mau uso dos recursos hídricos. Essas agressões aos recursos naturais reverberam diretamente sobre a sociedade, que sofre com a falta de água potável para o consumo, com questões de saúde pública, dentre outros.

Neste sentido, o sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras é uma maneira de quantificar e qualificar os atributos do solo, possibilitando uma orientação mais eficiente de como utilizar os recursos naturais de uma região. Nesse sentido, o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) pode vir a facilitar o processo de análise e, ainda, facilitar a manipulação de informações em grandes áreas, o que pode ser um procedimento demorado, se forem utilizados métodos convencionais.

O presente trabalho tem como objetivo, apresentar e argumentar a respeito do mapeamento do uso e ocupação do solo no município de Palmeira das Missões - RS, a fim de identificar e quantificar as diferentes áreas presentes e seus respectivos usos e ocupações, o trabalho busca-se não apenas fornecer uma visão abrangente sobre as técnicas e ferramentas disponíveis em geoprocessamento, mas também evidenciar sua relevância na tomada de decisões voltadas para o desenvolvimento sustentável e a preservação do meio ambiente. Ao compreendermos melhor o uso e ocupação do solo com o auxílio do geoprocessamento, torna-se possível promover uma gestão mais eficiente e responsável do território.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Seleção do Município e Demarcação da Área de Estudo

Nesta etapa, foi escolhida uma imagem de satélite no banco de dados do INPE – catálogo de imagens, o qual pode ser acessado pelo endereço (http://www.dgi.inpe.br/catalogo/explore) abrangendo a área do território de Palmeira das Missões datadas de 02/07/2022. Para a imagem de satélite foram utilizadas as bandas, 1, referente ao comprimento de onda da cor azul, 2, referente ao comprimento de onda da cor verde, 3, referente ao comprimento de onda da cor vermelho, e 4 (NIR).

2.2 Inserção dos Limites do Município no ArcGIS

Os limites do município foram inseridos no ArcGIS 10.8 utilizando a rotina de ferramentas de conversão, onde converteu-se da extensão KML para Layer, gerando-se uma camada de plano de informação.

2.3. Importação e Processamento das Bandas:

As bandas vermelho, verde e azul foram importadas para o ArcGIS 10.8 e processadas usando a ferramenta processamento *raster*, gerando-se a composição das distintas bandas em uma imagem colorida. A ordem das bandas foi ajustada para a seguinte composição, Banda 1 para o azul, banda 2 para o vermelho e verde para banda 3.

2.4. Extração da Área do projeto

Utilizando a ferramenta de análise espacial, foi realizada a extração da área de interesse com base no limite do município, onde através de uma rotina o algoritmo recortou a área do projeto.

2.5. Classificação Não supervisionada da área do projeto

Processo no qual o aplicativo utiliza-se da rotina de classificação com o uso do algoritmo Isocluster, o qual define de forma autônoma os intervalos de classes para cada uma destas, utilizou-se a ferramenta classificação não supervisionada, realizou-se a definição de 4 a 12 classes diferentes para distinguir o uso e ocupação do solo, obtendo-se como melhor resultado 5 classes como: Mata nativa e Mata ciliar, Pastagem, Cultivo de trigo, Cultivo de aveia e palhada/açude/urbanização/solo exposto..

2.6. Correção geométrica da imagem georreferenciada através da equação da constante de correção (K0)

Para ajustar os pontos, foi aplicada a equação de ajustamento K0= KMC/(1-(CosLatM * Sen(LongM-LongMC))^2)^0,5. Os pontos extremos de latitude e longitude foram calculados e a fórmula aplicada para atualizar os pontos no ArcGIS e corrigir o georreferenciamento.

2.7. Inserção dos elementos básicos de um mapa de Uso e ocupação

Etapa final no qual inserimos os elementos que devem compor um mapa de uso e ocupação do solo, sendo estes, título, legenda, grade de coordenadas, escala e orientação, para este processo utilizou-se da rotina no aplicativo de diagramação de Layout, no modulo próprio para o ArcGIS, obtendo-se como produto o Mapa com seus respectivos elementos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado deste trabalho, foi obtido um mapa do município de Palmeira das Missões, o qual apresenta por colorações diversas os diferentes usos e ocupações desenvolvidos na área do município.

A partir do espectro eletromagnético captado na imagem, o software possibilita ao pesquisador identificar manualmente os diferentes usos e ocupações do solo, utilizando fontes exteriores e conhecimento prévio, obtido por estudos na área de geoprocessamento.

No presente trabalho optamos por utilizar a classificação não supervisionada, que se diferencia da classificação supervisionada, conforme explicitado por Iora (2021, p. 358) "Os supervisionados, onde o analista define as classes de interesse e os não-supervisionados, onde

somente alguns parâmetros, como o número mínimo e máximo de classes, são fornecidos pelo observado".

O mapa resultante apresenta uma representação visual clara dos usos e ocupações do solo no município de Palmeira das Missões, também serve como uma ferramenta para o planejamento urbano, o monitoramento ambiental e a tomada de decisões relacionadas ao desenvolvimento sustentável da região. A análise detalhada dessas informações pode revelar padrões espaciais e tendências ao longo do tempo, permitindo aos gestores públicos e aos planejadores urbanos entenderem melhor as dinâmicas de uso da terra e implementar políticas mais eficazes. Por meio dessa abordagem integrada de sensoriamento remoto e geoprocessamento, os recursos naturais podem ser gerenciados de forma mais eficiente, promovendo a preservação ambiental e a qualidade de vida para os residentes.

Desta forma podemos concordar com a afirmação feita por Grifo *et al* (2016, p. 1). "A dinâmica e rapidez deste tipo de análise de informação espacial é relevante na motorização, e planeamento da ocupação do solo essencialmente em zonas de risco ou de difícil acesso".

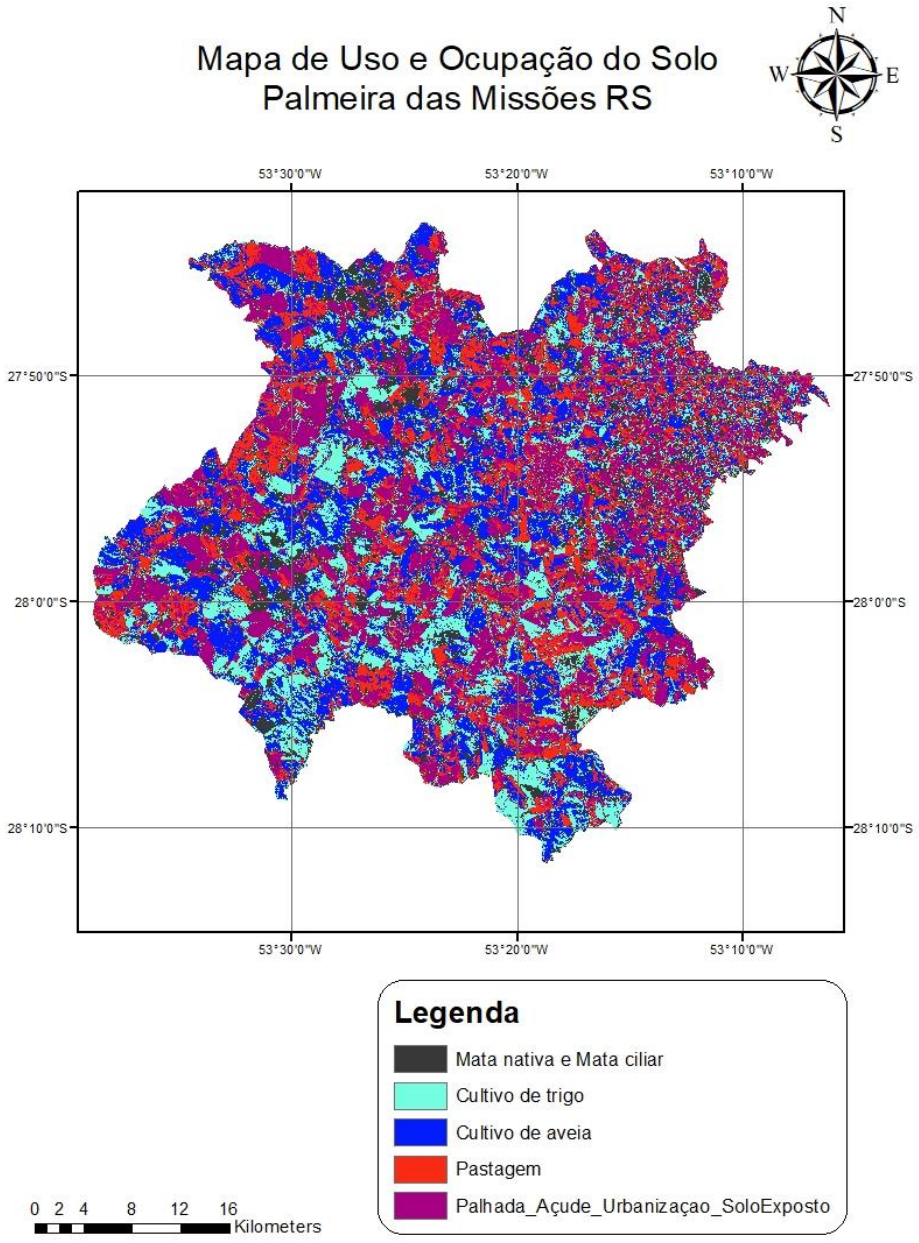
Tabela 1 – Áreas dos diferentes usos e ocupações analisados.

Uso e ocupação da área	Área (hectares)	Área (%)
Mata nativa e Mata ciliar	19.594,75	**12,6**
Cultivo de Trigo	29.804,04	**19,2**
Cultivo de Aveia	39.198,22	**25,3**
Pastagem	33.975,11	**21,2**
Palhada, Açude, Urbanização e Solo exposto	32.244,46	**20,8**
Total	**154.816,58**	**100%**

Fonte: Bormann, 2024.

Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

Figura 1 – Mapa de ocupação do solo – Palmeira das Missões RS.



Fonte: Bormann, 2024.

4 CONCLUSÃO

Como conclusão do presente trabalho, podemos ver a importância das técnicas de análise e processamento de informações geográficas empregadas para obtenção do mapa de uso e ocupação do solo, podem ser utilizadas para auxiliar tomadas de decisões importantes na área de planejamento estratégico de uma área, podendo esta ser urbana ou rural. A análise detalhada dessas informações pode revelar padrões espaciais e tendências ao longo do tempo, permitindo aos gestores públicos e aos planejadores urbanos entenderem melhor as dinâmicas de uso da terra e implementar políticas mais eficazes.

Com o aumento significativo de tecnologias de geoprocessamento e sensoriamento remoto, podemos salientar a necessidade de trabalhos complementares deste assunto, com a utilização de imagens de maior qualidade, visto que um dos principais fatores que devem ser melhorados para obtenção de trabalho e estudos mais precisos na área, como pode ver através do presente trabalho, está diretamente relacionado com as resoluções da imagem utilizada, sendo essas, resolução espacial, espectral e temporal, respectivamente.

Com o avanço de tecnologias de imageamento remoto, trabalho mais precisos poderão ser feitos futuramente, tendo em vista a melhor obtenção e análise de dados geográficos com maior precisão que os obtidos atualmente, podendo ser complementares para estudos realizados anteriormente na área.

Importante salientar que o software classificou água, palhada, urbanização e solo exposto com a mesma classificação, alterando o valor real do ambiente em questão. Outra questão evidenciada pelo mapa é a grande quantidade de áreas classificadas como solo exposto, e desse modo nota-se que boas técnicas de manejo não estão sendo realizadas na maioria das áreas usadas para atividades agrícolas. Assim sendo, através deste, pode-se propor que os responsáveis pelas áreas definidas na classe de solo exposto passem a praticar um manejo conservacionista, para que, possa ser reduzida a erosão e matéria orgânica destes solos e sua consequente perda de qualidade produtiva.

Também podemos observar pelo trabalho realizado, a porção de área de terra referente as matas nativas e ciliares presentes dentro do limite do município, de acordo com a Lei 12.651/2012, todo imóvel rural deve manter uma área com cobertura de vegetação nativa, a título de Reserva Legal, que pela região onde o município está situado, a Área de Reserva Legal (ARL), deve ser de 20% da área total do imóvel rural, através do presente trabalho podemos concluir pelos dados coletados, que o município apresenta áreas de cultivo e pastagem, sendo as seguintes: cultivo de trigo (29.804,04 ha), cultivo de aveia (39.198,22 ha), pastagem (33.975,11 ha), dito isso a área de mata nativa e mata ciliar é de (19.594,75 ha), representando cerca de 19,03% em relação as áreas de cultivo e pastagem, sem considerar a área de palhada, logo, podemos observar que há imóveis rurais no município que não cumprem a preservação ambiental prevista na lei, sendo necessária uma fiscalização mais efetiva a partir dos órgãos responsáveis pela conservação ambiental. Conclui-se que o presente trabalho apesar de ter aspectos que podem ser melhorados, principalmente em dados geográficos, pode ser de grande valia para diversas atividades a serem desenvolvidas a respeito do planejamento estratégico das extensões de terra presente no município de Palmeira das Missões RS.

Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

REFERÊNCIAS

DANTAS, Jaqueline de Souza. **Análise do uso e ocupação do solo no médio curso da bacia do Rio Apodi Mossoró – RN.** UFRN, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/48876. Acesso em: 07 maio. 2024.

GRIFO, A. *et al*. **Classificação Supervisionada e Não Supervisionada de ortofoto da Quinta do Galinheiro**. 2016. Disponível em: https://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/21687 Acesso em: 14 maio. 2024.

IORA, Adriana M. et al. **Avaliação da eficiência do classificador Iso Cluster para o monitoramento de desmatamento na Amazônia Legal.** In: Congresso Brasileiro de Agroinformática (SBIAGRO), 13, 2021, Evento Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, p. 358-361, 2021. ISSN 2177-9724. Disponível em: https://doi.org/10.5753/sbiagro.2021.18408. Acesso em: 14 maio. 2024.

SIMÃO, P.; MORAES, A. **Mapeamento de Uso e Ocupação do Solo.** MundoGeo, 09 Jul 2009. Disponível em: https://mundogeo.com/2009/07/09/mapeamento-de-uso-e-ocupacao-dosolo. Acesso em: 07 maio. 2024.

VENDRAMINI, W. J; RODRIGUES, D. RODRIGUES, J. A. L. Mapeamento do uso e ocupação do solo de Novo Horizonte do Norte –MT de 1986 a 2020. **Revista de Comunicação Científica –RCC**, v. 1, n. 13, p. 201-221, 2023. Disponível em: https://periodicos.unemat.br/index.php/RCC/index. Acesso em: 06 maio. 2024

CAPÍTULO 4

CLASSIFICAÇÃO DE APTIDÃO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DE SÃO DOMINGOS DO SUL ATRAVÉS DE UM SIG

Hennrique Onofre Cerbaro
Universidade Federal de Santa Maria – *Campus* de Frederico Westphalen, Brasil

Samuel Gerevini Stochero
Universidade Federal de Santa Maria-Campus Frederico Westphalen, Brasil

Sandro Luciano Barreto Fensterseifer
Universidade Federal de Santa Maria-Campus Frederico Westphalen, Brasil

DOI: 10.52832/wed.117.660



Resumo: Neste artigo, foram utilizadas imagens de um satélite LANDSAT com o objetivo de mapear a cidade de São Domingos do Sul situada no norte do estado do Rio Grande do Sul. Como metodologia, utilizou-se o software ArcGis para obter a composição das imagens utilizando a técnica de Iso cluster não supervisionado para classificar e quantificar as áreas através do uso dos Layers de composição espectral para ver os contornos das diferentes vegetações compostas em Bandas (Azul, Vermelha, Verde) subdivididas em classes intimamente relacionadas à área ou Fator de brilho do pixel F(x,y). Como resultado foi possível obter uma melhor configuração dos espaços físicos da região quanto à natureza visual das áreas agrícolas, matas, áreas de preservação, construções urbanas, estradas principalmente para distinguir as de interesse quanto à produção e à sustentabilidade. Conclui-se que este trabalho busca realizar uma análise do espaço físico do município, ou seja, analisar o uso e ocupação das áreas produtivas e de preservação em relação ao setor econômico e a sustentabilidade, verificando-se que o uso das ferramentas de informações geográficas torna-se crucial no planejamento nos tempos atuais.

Palavras-Chave: Fator do Brilho do Pixel. Uso e Ocupação do solo. Layers.

1 INTRODUÇÃO:

Atualmente com o auxílio de memória cartográfica brasileira, ou seja, representações em geral da superfície e seus aspectos naturais monitorados por satélites espaciais e geoestacionários foi possível o aprofundamento do estudo de SIGs (Sistemas de Informações Geográficos) em diversos níveis: do mais detalhado ao mais generalizado e estudos da abrangência de áreas agrícolas e de sua dinâmica temporal (Johann *et al.,* 2012; Victoria *et al.,* 2012; Vicente *et al.,* 2012).

Nesse cenário, conforme dados do Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística (IBGE, 2022), o município de São Domingos do Sul conta com uma área territorial de 78.670Km2 e uma população de 2754 pessoas que apresenta um PIB 39.933 R$. Conforme a Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul em relação à Hidrografia o município situa-se sobre a Bacia do Rio Taquari/Antas sendo abastecido principalmente pelos afluentes do Rio Carreiro e do próprio Rio São Domingos que circundam a cidade.

Hodiernamente sobre as classes de solos da região, as informações sobre esse conceito são fundamentais para os setores econômicos tendo em vista melhorias de produtividade. Nesse viés, a cidade apresenta quatro classes de solos respectivamente: Chernossolos Argilúvicos Òrticos, Nitossolos Háplicos Distróficos, Nitossolos Brunos Distróficos e Neossolos Litólicos Eutróficos.

Os Chernossolos Argilúvicos Òrticos, com maior predominância no município, são solos de elevado potencial nutricional apresentam horizonte B textural, com argila de atividade alta e moderada profundidade efetiva, ocorrem em relevo forte ondulado e ondulado (EMBRAPA, 2018). Nitossolos Háplicos Distróficos são solos constituídos por material mineral, com 350 g kg-1 ou mais de argila, inclusive no horizonte A, sendo que o horizonte B nítico apresenta argila de baixa atividade ou alta atividade, porém com saturação de alumínio igual ou superior a 50%, no horizonte B juntamente com interface do horizonte BA (EMBRAPA, 2018). Já os Neossolos

Litólicos Eutróficos típicos são pouco profundos, com textura franco arenosa (Figura 2), e por estar localizado na encosta, apresentam limitações de uso, por esse motivo os agricultores (as) da região não fazem uso desse solo, sendo, portanto, uma área de mata nativa (EMBRAPA, 2018).

Conclui-se que a utilidade dos dados fornecidos por um Sistema De Informações Geográficas é uma ferramenta para a tomada de decisões conscientes sobre uma área. Pois "O espaço é um verdadeiro campo de forças cuja formação é desigual. Eis a razão pela qual a evolução espacial não se apresenta de igual forma em todos os lugares" (Santos, p. 22).

Nesse sentido, o comportamento espectral e temporal das vegetações que compõem uma propriedade são informações úteis no manejo de culturas e na redução de impactos ambientais (Inamasu *et al.,* 2011)

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo corresponde ao município de São Domingos do Sul. Primeiramente, utiliza-se uma imagem satélite Landsat (sensor TM) disponível no catálogo de imagens no banco de dados da Divisão de Geração de Imagens (DGI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), de preferência sem nuvem (Ortega-Terol e outros. (2017) nas bandas Blue, Green, Red, capturadas pelo satélite no dia 15 de abril de 2023 com uma resolução de 30 metros.

Sequencialmente após baixar as imagens oriundas do site para a importação da máscara, utilizou-se dentro do software a ferramenta ArcToolBox onde é convertido o arquivo KMZ em arquivo KML no Software Arcgis versão 10.8.

Na elaboração de um Mapa de Uso e Ocupação do Solo é necessário o auxílio do software ArcGis para Mosaicar (interpolar as Bandas espectrais RED, BLUE e GREEN), Delimitação da Área do Projeto, Recortar a área do município e classificá-las nas melhores delimitações, ou seja, Áreas de APP, Lavoura, Resteva, Estradas, Pastagens, Árvores. Para tanto é preciso selecionar o melhor Classificador aquele que apresenta a melhor distribuição de classes nos seus respectivos intervalos espectrais fornecidos nos seus respectivos intervalos de resolução espectrais. Desse modo, foi possível obter um mapa de uso e ocupação do solo ao qual pode oferecer ao longo dos anos um detalhamento sobre a dinâmica da evolução agrícola das regiões em análise.

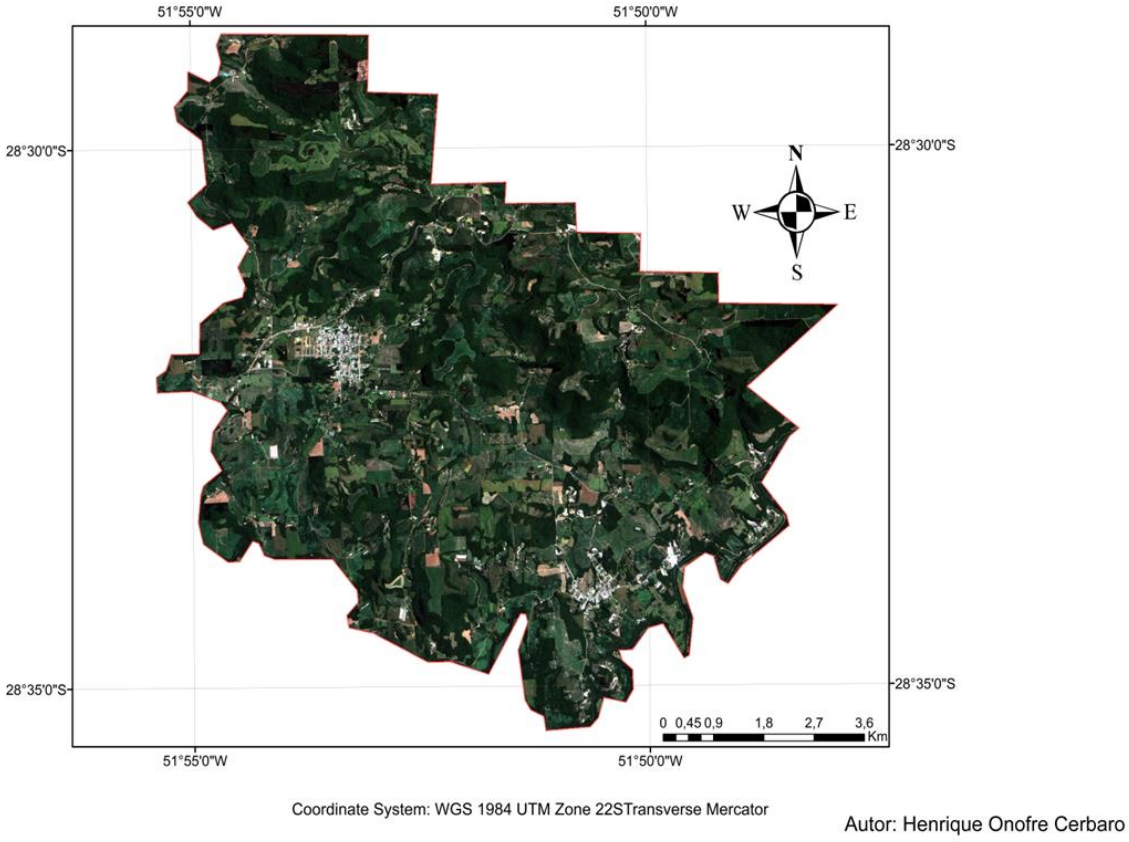
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o uso da imagem classificada o produtor é capaz de obter diversos parâmetros relacionados à área em que está inserido. Os SIGs oferecem variadas opções de análise, cada vez mais assertivas e economicamente viáveis (Ponti, 2013).

Nesse sentido, atividades tais como mapeamento de colheita, levantamento sobre a infraestrutura urbana, áreas de preservação ambiental, rios foram analisados conforme o comportamento espectral desses objetos. Assim, o projeto nos permitiu identificar diferentes tipos de Biomas através do processo de classificação das bandas espectrais (Meyer; Neto, 2018).

Na figura 1, estão representados os contornos das regiões, ou seja, os limites territoriais do município nas três cores representativas da realidade respectivamente nas faixas do comprimento de onda do visível (Red, Blue e Green).

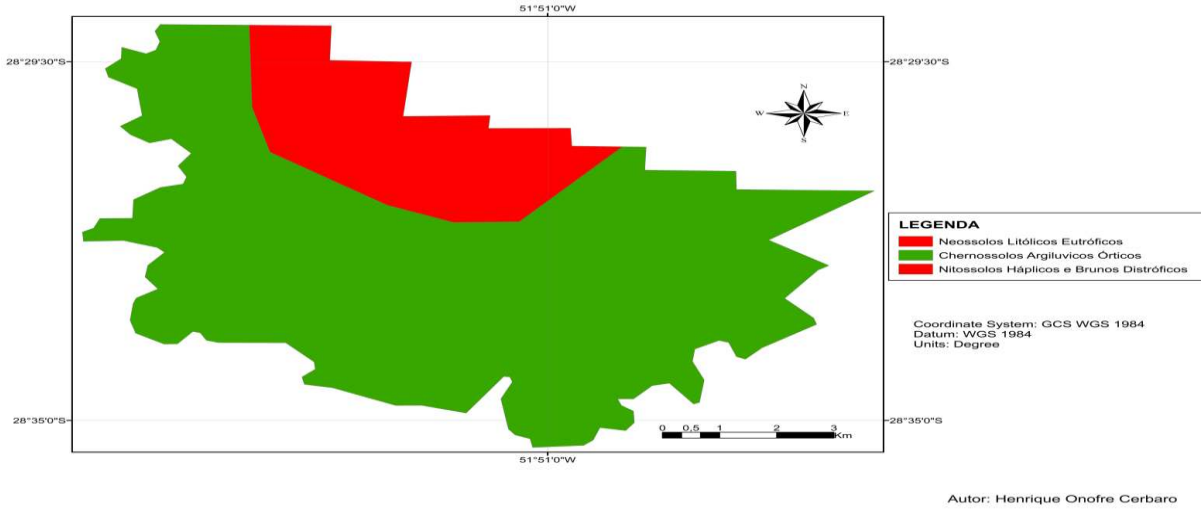
Figura 1 – Mapa imagem RGB de São Domingos do Sul-RS.



Fonte: Henrique Onofre Cerbario e Samuel Gerevini Stochero (2023).

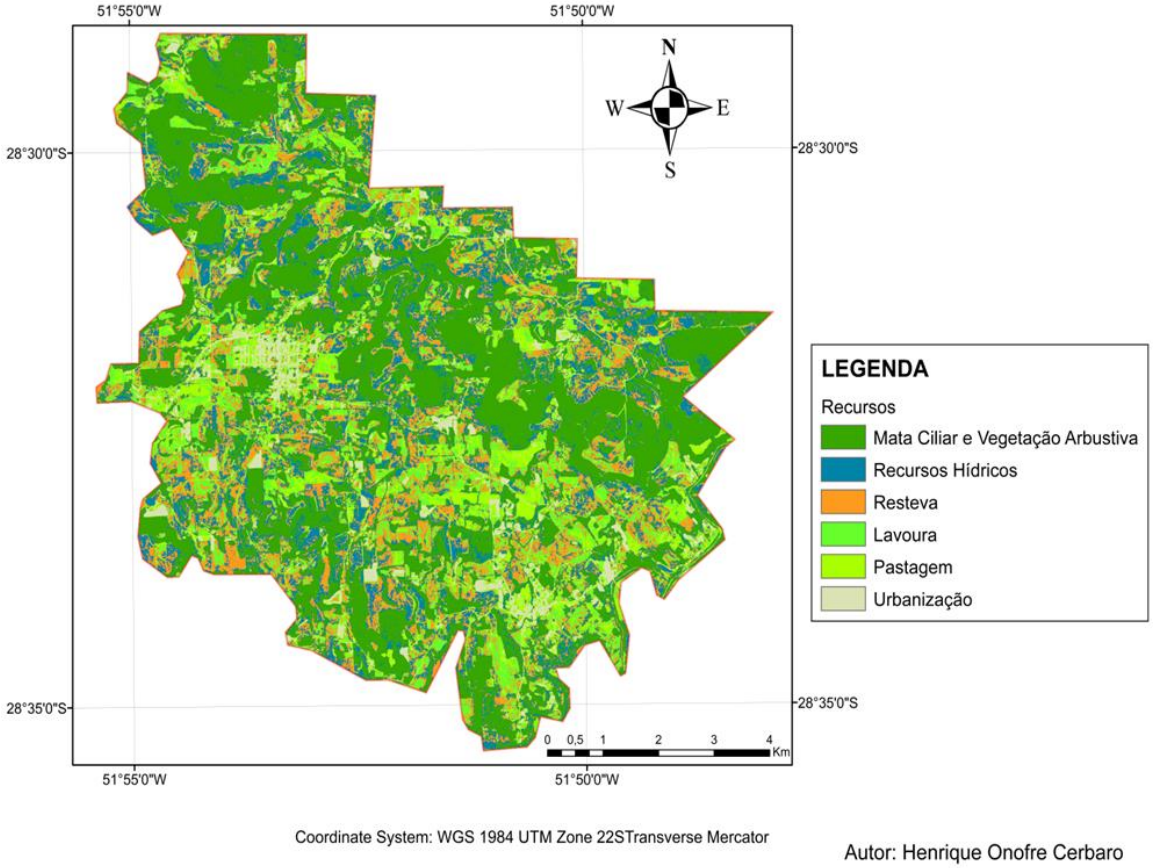
Nas figuras abaixo, destacam-se na primeira as classes de solos que compõem o município e logo abaixo a classificação pelo método iso-cluster não supervisionado que classifica o município em 8 classes de uso e ocupação, Conforme Blaschke e Kux (2005) destacam que um dos problemas fundamentais da futura sociedade de informação é o manuseio e utilização adequada de grandes conjuntos de dados de suma importância e contribuição para a sociedade atual.

Figura 2 – Solos de São Domingos Do Sul.



Fonte: Henrique Onofre Cerbaro e Samuel Gerevini Stochero (2023).

Figura 3 – Mapa de Uso e Ocupação do solo subdividido em Classes espectrais.



Fonte: Henrique Onofre Cerbaro e Samuel Gerevini Stochero (2023).

O território é categorizado em diferentes zonas, abrangendo desde a disponibilidade de recursos hídricos até a cobertura vegetal como Árvores e Pinheiros, incluindo áreas urbanas e estradas, bem como regiões destinadas às práticas agrícolas, identificadas como Lavoura de Soja,

Resteva e Pastagem. Estas últimas, marcadas proeminentemente no mapa do território, representam uma significativa porção da área total, devido à sua relevância econômica para o município. Detalhes adicionais sobre essas atividades podem ser encontrados na tabela 1.

A Partir da análise dos gráficos anteriores foi possível delimitar o uso e ocupação do solo no território de São Domingos do Sul -RS. Conforme a Tabela abaixo:

Tabela 1 - Quantificação do Uso e Ocupação do Solo no Município.

Recursos	Área ha	Porcentagem
Mata ciliar /Vegetação Arbustiva	3140,212	38,78%
Recursos Hídricos	1438,509	17,77%
Resteva	1439,987	17,8%
Lavoura	1129,754	13,95%
Pastagem	617	7,62%
Construções	329,7	4,07%
Total	**8095,158**	**100%**

Nota: ha(hectare); %: Percentagem

Fonte: Autores, 2023.

Conforme os dados da Tabela 1 infere-se que o município dispõe de uma área total de 3.186,741 hectares, ou seja, 39,37% de (Pastagens, Lavouras e Restevas) destinadas exclusivamente para produção agrícola e uma área de 3140,212 hectares ou 38,78% de áreas florestais e de preservação (Árvores e Pinheiros). Destaca-se ainda segundo o censo agropecuário do (IBGE-2023) em relação às Lavouras Permanentes, ou seja, destinadas à produção de Fruticulturas no total são 54 hectares que contam com uma maior produção de vinho ou suco com destaque para a uva em torno de 12 estabelecimentos que somam uma área total de 11 hectares aos quais obteve-se uma produção de 81 toneladas em 2018 e uma lucratividade de 119. 810 R$ naquele ano.

Lavouras Temporárias, isto é para a cultura de grãos, contam com uma área de 2.512 hectares subdivididos em (Fumo, Milho, Trigo e Soja). Com maior destaque para as culturas Fumo com 7(sete) estabelecimentos de 20 hectares colhidos e produção de 20 toneladas, Milho 126 estabelecimentos com 730 hectares colhidos e produção de 5.888 toneladas e Soja com 133 estabelecimentos com 1.396 hectares colhidos e produção de 5.109 toneladas. Somadas as lucratividades de grãos obteve-se um lucro de 11 Milhões R$ no ano de 2018 no setor agrícola da região.

REFERÊNCIAS

AIT. **Agência de Informação Tecnológica**. Disponível em: https://www.embrapa.br//tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-

sibcs/chernossolos/chernossolos-argiluvicos. Acesso em: 10 dez. 2023.

CRUZ, Z. Q.; SILVEIRA, J. C.; RIBEIRO, G. P. **Ensaios de Segmentação e Classificação Digital de Uma Unidade de Conservação com Imagens CBERS; Utilizando o Sistema SPRING**. Estudo de Caso: Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO)", 2009.

FREITAS, M. I. C.; PANCHER, A. M. **Classificação de Imagens**. 2008. Disponível em: http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/download/isabel/sist_inf _geografica/Aula%2011/classificacao_imagens.pdf. Acesso em: 10 dez. 2023.

INAMASU, R. Y *et al.* (Ed.). **Agricultura de precisão**: um novo olhar São Carlos: Embrapa Instrumentação, p. 14-26, 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/j/pci/a/prKH3vMmjFjW36tFWxKdTMR/.Acesso em: 10 dez. 2023.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Catálogo de imagem**. 2023. Disponível em: http://www.dgi.inpe.br/catalogo/explore. Acesso 10 dez. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm. Acesso em: 10 dez. 2023.

JOHANN, J. A.; ROCHA, J. V.; DUFT, D. G.; LAMPARELLI, R. A. C. Estimation of summer crop areas in the state of Paraná, Brazil, using multitemporal EVI/Modis images. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 1270-1278, 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/j/pab/a/wZ43ydxPf7NrLSmNjYrVhCh/?lang=pt. Acesso em: 10 dez. 2023.

MEYER, G. E.; NETO, J. C. Verificação de cobertura pela vegetação- índices para automatizar e cortar/aplicativo de imagem S. **Computadores e eletrônica em agricultura**, v. 63, n. 2, p.282 – 293, 2008. 2012. Disponível em: https://agronomy.emu.ee/wp-content/uploads/2019/05/Vol17No2_Barbosa.pdf. Acesso em: 10 dez. 2023.

ORTEGA-TERO L. D.; HERNÁNDEZ-LÓPEZ, D., Bola Esteros, R. & Gonzalez-Aguilera, D. Automáticos/**Ponto de acesso e Sun Gli Detecção de nt em UAVI multiespectral ges.** Sensores, v. 17, n. 10. 2017. 2352 p. Disponível em: https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/arquivos-anteriores-privados/programa-de-modernizacao/linha-do-tempo/02_02_ted_uff-spu_apostila_sensoriamento_2017-12-18.pdf. Acesso em: 10 dez. 2023.

PONTI. **Segmentação de baixo custo/Controle remoto de detecção de imagens combinando com índices de vegetação e significativas mudanças.** IEEE Geociência e Remote Sensing Le10 (1). Disponível em: http://mtc-m21c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21c/2019/03.29.13.33/doc/publicacao.pdf. Acesso em: 10 dez. 2023.

SANTOS, M. **O retorno do território**. In: SANTOS, M.; SOUZA, M. A. A. de.; SILVEIRA, M. L.; (orgs.). Território: globalização e fragmentação. São Paulo: HUCITEC, Anpur: 1994. Disponível em: https://www.eng2016.agb.org.br/resources/anais/. Acesso em: 10 dez. 2023.

CAPÍTULO 5

ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO MUNÍCIPIO DE VICTOR GRAEFF - RS

Bruno Henrique Rodrigues Sangiovo
Universidade Federal de Santa Maria – Campus Frederico Westphalen, Brasil

Luís Felipe Piccin Schmitt
Universidade Federal de Santa Maria – Campus Frederico Westphalen, Brasil

Sandro Luciano Barreto Fensterseifer
Universidade Federal de Santa Maria – Campus Frederico Westphalen, Brasil

DOI: 10.52832/wed.117.661



Resumo: Ao decorrer dos anos, nota-se uma grande expansão urbana e aumento do desmatamento, desse modo ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento são de extrema importância para obtenção de informações sobre as atividades de uso e ocupação do solo. Essas ferramentas são de grande utilidade, uma vez que proporciona um melhor planejamento e gestão a fim de mitigar consequências deste crescimento. O presente trabalho tem como objetivo identificar e analisar o uso e ocupação do solo da cidade de Victor Graeff do estado do Rio Grande do Sul. Na metodologia foi utilizado os softwares ArcGis, Google Eart Pro e Microsoft Word, baixada as imagens de satélite, criado os layers e definido as áreas de Uso e Ocupação do solo do município. Foi possível observar a área de lavoura/pecuária é predominante no munícipio de Victor Graeff, assim como a área de mata nativa, onde podemos afirmar que ocorreu desmatamento, pois, ao entorno de todas as áreas de mata nativa, existe as áreas de plantio ou campo e pastagem, que geralmente está associado ao desmatamento. Diante disso, podem ser feitas análise de estratégias para que minimizem os efeitos da degradação ambiental e do esgotamento dos recursos naturais, em grande parte gerada por atividades antrópicas.

Palavras-chave: Desmatamento. Geoprocessamento. Sensoriamento remoto.

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais o sensoriamento remoto tem um papel muito importante para obtenção de informações sobre as atividades do uso e ocupação do solo de determinado local. Na área agronomia principalmente, devido ao fato da expansão da urbanização e o aumento do desmatamento, desta maneira, os dados obtidos podem ser muitas vezes utilizados como instrumentos de política, planejamento e gestão.

O sensoriamento remoto é definido como uma técnica que utiliza sensores para captar e registrar a distância, sem ter o contato direto, através da energia refletida ou absorvida pela superfície terrestre (Fitz, 2008). E juntamente com o geoprocessamento que pode ser definido como o conjunto de ciências tecnologias e técnicas empregadas na aquisição, armazenamento, gerenciamento, manipulação, cruzamento, exibição, documentação e distribuição de dados e informações geográficas.

É importante ressaltar que no Brasil, segundo Alves e Conceição (2015) até ofim dos anos 90 as aplicações de sensoriamento remoto eram restritas ao monitoramento ambiental e meteorológico, porém, com o surgimento das imagensde alta resolução, a contribuição tornou-se mais eficaz também para estudos que tivessem como objetivo principal o planejamento e gestão de áreas. Justamente pelo fato que com o decorrer dos anos houve o aumento das modificações nos ecossistemas, que são geralmente caracterizados pelo mau planejamento do processo de uso e ocupação do solo, e desta forma, consequentemente a destruição dosrecursos naturais, como as florestas em que muitas vezes está ligada ao crescimento demográfico.

Desta maneira, se tornam grandes ferramentas para o estudo da caracterização do uso e ocupação do solo de determinado local, principalmente nos últimos anos com a decorrência da expansão da urbanização e o consequente desmatamento. O presente trabalho tem como objetivo

identificar e analisar o uso e ocupação do solo da cidade de Victor Graeff do estado do Rio Grande do Sul.

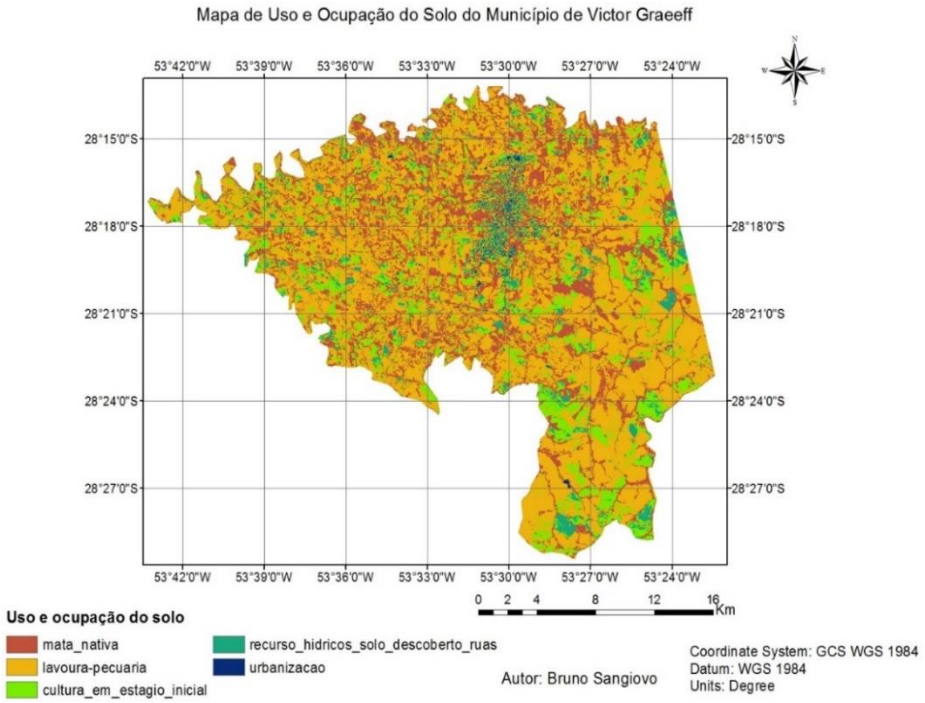
2 MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizado Software ArcGis, Google Eart Pro e Microsoft Word. Primeiramente iniciou-se a metodologia do presente trabalho através de captura das imagens de satélite do Google Earth do ano mais recente do município de Victor Graeff. Com isso foi delimitado a área, baixado as imagens de satélite e criado os layers. Após adicionar as bandas foi gerada uma imagem RGB, com intuito de mudar suas cores e criado os Layers de classificação para definição do que cada área representa, sendo elas mata nativa, lavoura ou pecuária, definição realizada pela análise crítica do autor e diferenciada por cores. Por fim foi classificado a imagem, importada para o ArcGis, enumerado a quantidade de hectares pertencentes a cada classe e realizado os ajustes finais, inserindo a escala, legenda, coordenadas geográficas e o título para melhor apresentação visual.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme demonstrado na Figura 01, com o mapa de uso e ocupação do solo de Victor Graeff do ano de 2023, foi possível identificar a área em hectares, assim como o Quadro 01, que apresenta cada classe que foi determinada, desta maneira facilitando comparação das diferentes áreas.

Figura 1 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo.



Fonte: Autores, 2023.

Tabela 1 – Área em hectares das classes do ano de 2023.

OBJECTID	Count	Área (m^2)	Área (hectares)
1	899842	57589890	5758,989
2	981170	62794880	6279,488
3	1543376	98776060	9877,606
4	1309298	83795070	8379,507
5	1401841	89717820	8971,782
6	1104074	70660740	7066,074
7	374567	23972290	2397,229
8	56567	3620288	362,0288

Fonte: Autores, 2023.

Com base nos dados obtidos, podemos perceber que a área de lavoura/pecuária é predominante no munícipio de Victor Graeff, assim como a área de mata nativa, onde existe a possibilidade de ter ocorrido desmatamento, pois, ao entorno de todas as áreas de mata nativa, existe as áreas de plantio ou campo e pastagem, que geralmente está associado ao desmatamento. Estas áreas de plantio, além da produção de leite são a principal renda do município.

Sendo assim, de acordo com o mapa de uso e ocupação do solo, pode-se observar que a área urbanizada do mapa é predominantemente menor, quando comparada ao tamanho do munícipio, isto porque é um município considerado novo, mas que tem grandes possibilidades de crescimento pelo meio em que está inserida, principalmente pelas características voltadas para o agronegócio. Além disso, os recursos hídricos presentes nos mapas é o Rio Jacuí, e o Rio Glória, Rio Arroio Grande e Rio Arroio Cocinho que fazem a divisa dos municípios.

4 CONCLUSÃO

Tendo em vista os aspectos observados, os processamentos das imagens obtidos pelo Google Earth permitiram o mapeamento do uso e ocupação do solo no município de Victor Graeff, desta forma fornecendo um banco de dados que poderá ser utilizado para outros fins de estudos de planejamento agronômicos nesta área. Além disso, importante avaliar e realizar estudos de impacto ambiental, modelagem para cenários futuros e até uma possível avaliação de políticas de conservação do solo, caso seja necessário.

Através das técnicas de classificação, e com a elaboração do mapa, podem ser feitas análise de estratégias para que minimizem os efeitos da degradação ambiental e do esgotamento dos recursos naturais, em grande parte gerada por atividades antrópicas.

REFERÊNCIAS

ArcGis. **Sistema de informação geográfica**. Disponível em: https://www.arcgis.com/index.html. Acesso em: 9 dez. 2023.

CAMPOS, S.; SILVA, M.; PIROLI, E. L.; CARDOSO, BARROS, Z. X. B. Evolução do uso da terra entre 1996 e 1999 no município de Botucatu-SP. **Eng. Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 211-218, jan/abr. 2004.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2023. Google Earth.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. 2022.

LIMA, R. N. de S. Google Earth aplicado a pesquisa e ensino da gomorfologia. **Revista de Ensino de Geografia**, v. 3, n. 5, p.17-30, 2012.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

ALVES, André Campos.; CONCEIÇÃO, Paula Ena de Almeida. **Levantamento do uso e ocupação do solo por meio de imagens TM- Landsat-5 e ADS-80 para o município de Manaus/AM.** Anais: XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil. INPE, 2015. 8 p.

CAPÍTULO 6

POTENCIAL DAS TERRAS PARA IRRIGAÇÃO NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU/PA, UMA ABORDAGEM POR GEOPROCESSAMENTO

José Renan da Silva e Silva
UNESP - FCA – Fazenda Experimental Lageado, Brasil

Omar Silva Souza
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA - Campus de Tomé-açu, Brasil

Leonardo Ruan de Souza Correa
UNESP - FCA – Fazenda Experimental Lageado, Brasil

Jannaylton Everton Oliveira Santos
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA – Campus de Tomé-açu, Brasil

DOI: 10.52832/wed.117.662



Resumo: A identificação da aptidão agrícola de terras para irrigação, por meio de geotecnologias, vem proporcionando uma série de estratégias para realização de projetos agrícolas mais eficientes no que tange a implantação de sistemas de irrigação. A partir das características topográficas e das classes de solos é possível analisar terras que possuem potencial para irrigação. A saber, disso, objetivou-se proporcionar informações técnicas e cientificas a partir de mapas temático para uso em diferentes cenários agrícolas por meio de geotecnologias. A região de interesse compreende o território do município de Tomé-açu no estado do Pará, e para a realização do projeto, determinaram-se pesos para as classes de solos que variou de 1 a 5, onde o maior valor representa uma melhor aptidão e o menor com baixa aptidão, e para a declividade variando de 1 a 6, no mesmo sentido, e realizou-se a álgebra entre os dois mapas de áreas agricultáveis. Verificamos que cerca de 45, 16 % da área de estudo, possui alto potencial para a implantação de irrigação sem restrições. Então, conclui-se com a realização do trabalho que os métodos de avalição do potencial de terras para irrigação com auxílio das geotecnologias são eficientes.

Palavras-chave: Mapeamento temático. Manejo de águas. Sensoriamento remoto. SIG. Uso do solo.

1 INTRODUÇÃO

As novas tecnologias estão sendo desenvolvidas para atender a demanda de mercado do agronegócio. Entre essas tecnologias, podemos destacar a irrigação, pois ela desempenha um papel significativo para a qualidade dos produtos agrícolas.

A utilização criteriosa dos recursos naturais é essencial para preservar o solo, a água, as plantas e a atmosfera na prática agrícola. Assim, a irrigação deve ser planejada com máxima eficiência, atendendo às necessidades hídricas das culturas sem causar excesso ou falta de água, garantindo a produtividade sem desperdício de recursos (EMBRAPA, 2024).

Há necessidade de estudos que viabilizem o cultivo em regiões de escassez hídrica como no semiárido brasileiro, ou em regiões em que há essa escassez em momentos do ano, como é o caso do veranico que ocorre na região Nordeste do Estado do Pará; havendo uma necessidade de uma boa gestão desses recursos e muitas vezes implementar sistemas de irrigação para manter a produção (Bégué *et al.*, 2018; Libardi *et al.*, 2019; Uniyal *et al.*, 2019).

A identificação da aptidão agrícola de terras para irrigação, através das geotecnologias, vem proporcionando uma série de estratégias de manejos agrícolas para implantação de sistemas de irrigação (Wrublack; Mercante; Boas, 2012). O geoprocessamento é de fundamental importância para mapear as áreas com potencial a serem irrigadas, bem como monitorar áreas irrigadas, possibilitando estimar o consumo de água das culturas, a eficiência dos sistemas de irrigação, previsões de safra, entre outras possibilidades (Molijn *et al.*, 2018; Lisboa *et al.,* 2018; Sanches *et al.*, 2018).

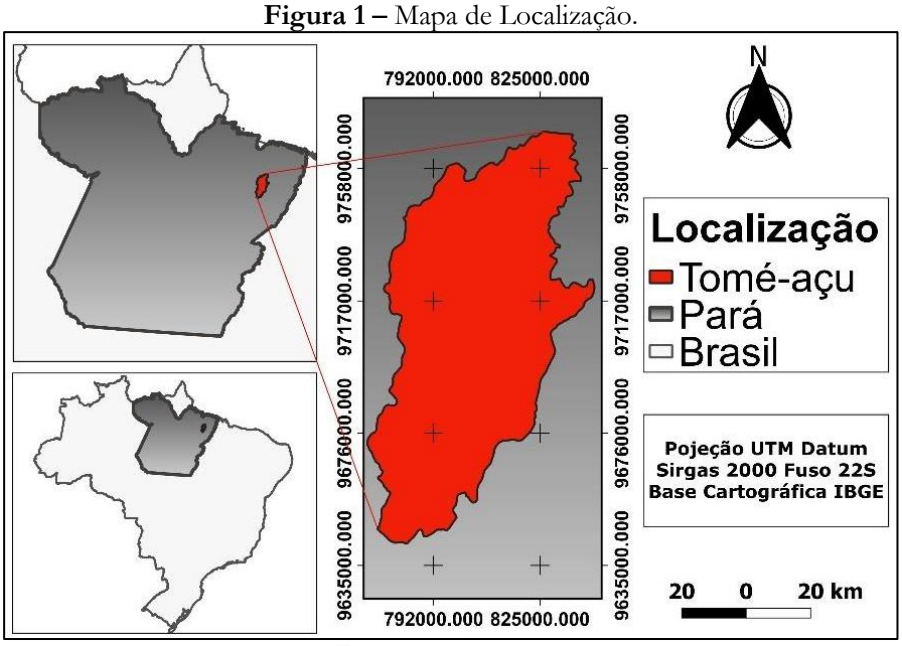
A escassez de dados científicos e estudos para análises prévias na implantação de sistemas de irrigação ou para o monitoramento de áreas com aptidão de terras para irrigação, tem

proporcionado custos maiores para encontrar terras adequadas para implantação desses sistemas que poderiam ser evitados. Com isso, objetivou-se produzir informações técnicas e cientificas, a partir de mapas temáticos elaborados para diferentes cenários agrícolas, avaliando a capacidade das terras do município de Tomé-Açu que são aptas para irrigação, por meio de geoprocessamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A região de interesse compreende o território do município de Tomé-açu, pertencente a Mesorregião do Nordeste Paraense, com área de 5.145,361 km². Sua latitude é 02º25'08" sul e longitude de 48º09'08" oeste, possuindo uma população estimada de 64.030 pessoas (IBGE, 2021). O clima predominante é o quente e úmido, que na classificação de *Kõppen* é conhecido como Ami.

Figura 1 – Mapa de Localização.



Fonte: Autores, 2021.

Adquiriu-se através do portal de mapas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os dados pedológicos no território brasileiro, com escala de 1:250.000; e um dado vetorial com o limite do município de Tomé-açu, usado como camada de sobreposição para o recorte das classes de solo (IBGE, 2021).

Identificou-se através da tabela de atributos desses solos as seguintes classes dominantes seguidas com seus componentes: LAd5 (Latossolo Amarelo Distrófico) com peso 5, LAd36 (Latossolo Amarelo Distrófico + Latossolo Amarelo Distrófico Petroplíntico + Neossolo Quartzarênico Órtico) com peso 5, LAd11 (Latossolo Amarelo Distrófico + Plintossolo Argilúvico Distrófico) com peso 4, FFc7 (Plintossolo Pétrico Concrecionário + Argissolo Amarelo Distrófico

+ Latossolo Amarelo Distrófico) com peso 2 e ESKg4 (Espodossolo Ferri-Humilúvico Hidromórfico) com peso 1.

A distribuição dos pesos de cada solo teve por base características específicas que são levadas em consideração para irrigação como a textura, drenagem, velocidade de infiltração, capacidade que o solo tem em reter a água e até condições de potencial agrícola relacionado a estrutura do solo e etc. Então, determinou-se pesos para as classes de acordo com seu grau de relevância (Santos *et al.,* 2015). Desse modo, os pesos pré-estabelecidos variam de 1 a 5, onde o valor mínimo indica solos com baixa relevância e 5 com alta relevância (Moreira, 2018).

Para o mapa de declividade, utilizou-se o modelo digital de elevação (MDE), da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) a partir da *Earth Explorer* fornecida pela *United States Geological Survey* (USGS), com o qual foi possível produzir um mapa de superfície e o cálculo de declividade (USGS, 2021).

Primeiramente gerou-se um *raster* do cálculo de declividade configurando-o para porcentagem ao invés de graus. Após esse primeiro processo foi realizado uma reclassificação com as porcentagens da declividade pré-estabelecidas para o trabalho, voltada para o uso de sistemas de irrigação, levando em consideração a viabilidade e relevância para a implantação dos mesmos, seguindo como: plano com declividade entre 0 e 3% e peso 6, grau de limitação nulo; suave ondulado com declividade entre 3 e 6% e peso 5, grau de limitação ligeiro; ondulada com declividade entre 6 e 12% e peso 3, grau de limitação moderado e forte ondulada com declividade maior que 12% e peso 1, grau de limitação forte. Por fim, determinaram-se assim os pesos para o mapa de declividade, adaptado para as condições de graus de relevância para irrigação conforme (Moreira, 2018).

Foram realizados mapas de restrições como do uso e cobertura da terra ou solo e de APP, com o objetivo de serem retiradas essas áreas do estudo.

Para a elaboração do mapa do potencial das Terras para irrigação, realizou-se a álgebra com o auxílio da calculadora *raster* do programa QGIS, onde se realizou a soma do mapa dos tipos de solos com o mapa de declividade por meio de seus respectivos pesos contidos nos pixels, com isso chegou-se ao potencial total do município. Então, foram retiradas as áreas restritas de APP e Não Agricultáveis com a multiplicação dos mapas potencial com os de Áreas de Preservação Permanente e Uso e Ocupação do Solo, onde as áreas restritas receberam peso 0 e não restritas receberam peso 1. Com a multiplicação dos mapas, todos os pesos que eram multiplicados com o número 0 das áreas restritas permaneciam 0, e os pesos que eram 1 representando, as áreas não restritas, que manteriam os pesos do potencial inalterados, ou seja, não se modificaram os dados antes obtidos e assim retirou-se as áreas restritas.

A metodologia de referência foi a "*US Bureau of Reclamation*", adaptada por Carter (1993), utilizada no mundo por considerar aspectos relevantes para a irrigação como as estruturas dos solos e o modelo de elevação do terreno para a partir de então produzir um resultado de aptidão de terras para irrigação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificamos no quadro 1, que cerca de 57, 30 % dos solos presentes no município foram classificados com pesos 5 e 4, ou seja, mais da metade dos solos do município receberam boas perspectivas para implantação de sistemas de irrigação. No entanto essas perspectivas dependerão da declividade do solo, de modo que o potencial pode variar para mais propício ou para menos propício.

Tabela 1 – Cálculo das áreas para cada classe de solos.

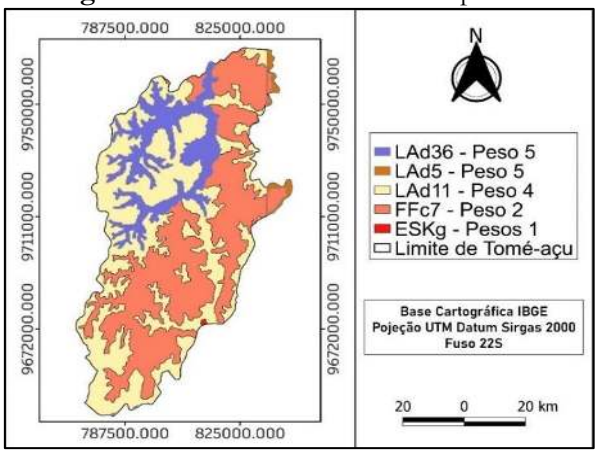
Classe de Solos	Área (ha)	%
Latossolo Amarelo Distrófico	4.639	0,90
Latossolo Amarelo Distrófico + Latossolo Amarelo Distrófico Petroplíntico + Neossolo Quartzarênico Órtico	76.705	14,92
Latossolo Amarelo Distrófico + Plintossolo Argilúvico Distrófico	213.296	41,48
Plintossolo Pétrico Concrecionário + Argissolo Amarelo Distrófico + Latossolo Amarelo Distrófico	219.296	42,64
Espodossolo Ferri-Humilúvico Hidromórfico	308	0,06
Total	**514. 244**	**100**

Fonte: Autores, 2021.

Podemos analisar a distribuição dessas áreas no município através da figura 2, pois são essas divisões de classes que receberam os pesos, nas quais foram levadas em consideração a velocidade de infiltração de água no solo e a capacidade que esses solos tem em reter a água e alguns outros fatores que influência para a irrigação. Os complementos dos solos influenciam diretamente na estrutura dos mesmos por apresentarem uma maior variação dos tipos de solos e maiores transições entre eles, mas ainda assim o solo dominante tem a maior área abrangida.

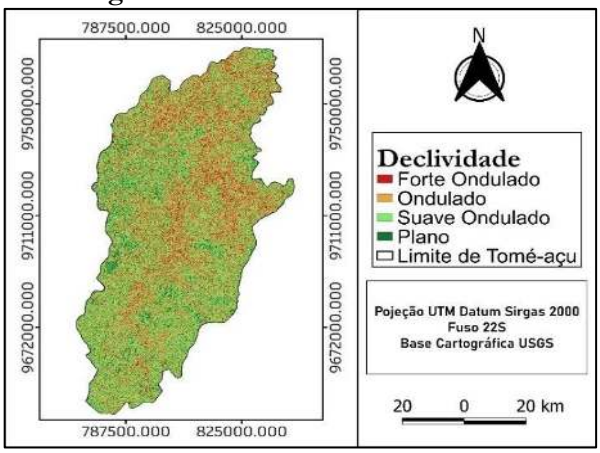
A Figura 3 mostra-nos o mapa da declividade com as porcentagens estabelecidas para os sistemas de irrigação para a pré-avaliação da viabilidade. Lembrando que, a partir de 12 % os sistemas de irrigação por pivô central tem muita dificuldade de vencer a gravidade, mas com um bom projeto de irrigação e tecnologia embarcada esse valor pode ir até 30% de declividade.

Figura 2 - Classes de solos com os pesos.



Fonte: Autores, 2021.

Figura 3 - Classes da declividade do solo.



Fonte: Autores, 2021.

A partir da análise do Tabela 2, verificamos que as classes planas e suave ondulada representam cerca de 53, 88 %, ou seja, mais da metade do território de Tomé-açu obtendo declividades de até 6 %, o que indica boas perspectivas para implantação de quaisquer tipos de irrigação com algumas ressalvas como os métodos por superfícies ou não pressurizados e alguns outros métodos para toda essa área. Porém, os tipos de solos dessas regiões podem ser determinantes para aumentar ainda mais esse potencial ou diminuir.

Tabela 2 – Cálculo das áreas para cada classe de solos.

Classe de relevo	Área (ha)	Porcentagem (%)
Plano	87.974,71	17,13
Suave Ondulado	188.764,07	36,75
Ondulado	185.231,63	36,06
Forte Ondulado	51.718,09	10,07
Total	**513.688,50**	**100**

Fonte: Autores, 2021.

Elaborou-se os mapas de uso e ocupação do solo e APP, com o único objetivo de retirada das áreas restritas da análise de potencial, ou seja, as áreas que não são agricultáveis e que são preservadas com o foco em fornecer dados mais assertivos. Observando a tabela 3, verificamos que cerca de 73, 86 % da área é composta pelo conjunto das vegetações tanto de reservas, vegetação nativa, como áreas que possui agriculturas perenes como plantio de Dendê (Palma de Óleo), e os sistemas agroflorestais, que Tomé-açu é referência.

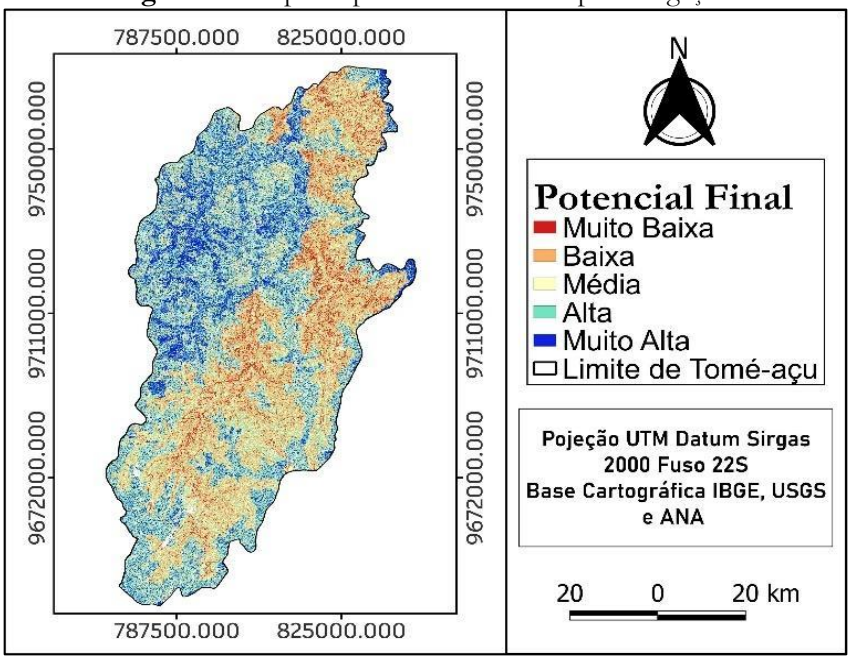
Tabela 3 - Áreas das Classes de Uso e Ocupação do Solo.

Classes de Uso	Área (ha)	%
Hidrografia	1.717,33	0,33
Vegetação	380.582,15	73,86
Agropecuária	120.894,71	23,46
Áreas não agricultáveis	6.665,18	1,29
Nuvem	1.671,15	0,32
Sombra	3.773,83	0,73
Total	**515.304,35**	**100**

Fonte: Autores, 2021.

Todas essas áreas foram classificadas em vegetação, pois separar cada uma dessas características específicas requer um estudo específico, de modo que seria necessário pesquisas de campo, pois seria muito fácil confundir o que é mata virgem e sistemas agroflorestais e esse não é o objetivo do trabalho de modo geral. Dentro dos sistemas agroflorestais existem culturas que necessitam de irrigação quando necessárias como o caso do açaí, pitaya, pimenta do reino e outras. Por esses motivos foram selecionadas todas as áreas de vegetações como agricultáveis e a partir de visitas técnicas em campo em áreas específicas, analisa-se se não estão localizadas em áreas de reservas, e se nessa reserva pode irrigar ou não, pois em Tomé-açu tem as reservas indígenas que na região muitas dessas são agricultáveis e que é utilizada a irrigação.

Figura 4 – Mapa de potencial das terras para irrigação.



Fonte: Autores, 2021.

Com a álgebra dos mapas de tipos solos, declividade, uso do solo e área de preservação permanente (APP), chegou-se na classificação que varia de 2 a 11, de modo que o menor valor é o de menor aptidão de terras para irrigação, à medida que essa área é fruto da soma do tipo de solo com peso 1 com o tipo de declividade com peso 1. Já o maior valor caracteriza as áreas com maior aptidão agrícola de terras para irrigação, pois é fruto da soma do melhor peso de solos que foi 5 com o melhor peso de declividade que foi 6. Para uma melhor análise, foi realizada a reclassificação do mapa potencial com as classes variando de muito baixa até muito alta como mostra a figura 4.

Tabela 4 - Áreas das classes de aptidão das terras para irrigação.

Classes de aptidão	Área (ha)	Porcentagem (%)
Muito Baixa	25.667	5,11
Baixa	97.911	19,50
Média	151.788	30,23
Alta	146.500	29,18
Muito Alta	80.244	15,98
Total	502.109	100

Fonte: Autores, 2021.

Verificamos a partir do quadro 4, que cerca de 45, 16 % do território do município de Tomé-açu, que são agricultáveis, possui alto potencial para a implantação de irrigação sem restrições para diversos tipos de sistemas, incluindo os de Pivô Central que ainda é pouco difundido no município, mas que está sendo planejado a instalação desses em regiões em que já existem plantios de culturas como soja, milho e sorgo que estão adentrando na região. Somando as áreas Alta e Muito Alta, juntas totalizam cerca de 226.744 hectares de um total de 502.109 hectares para toda a área agricultável (lembrando que do total do município foram retiradas áreas de preservação permanente e área, com a certeza, de não agricultáveis).

As classificações baixas e muito baixas representaram cerca de 24, 61 % de toda a área de estudo, mostrando que possui características favoráveis para realizar investimentos em irrigação e adquirir retorno satisfatórios. Vale ressaltar que a análise por geoprocessamento não substitui as análises presencias, mas que vem para otimizar a seleção de áreas mais aptas facilitando o processo e reduzindo custos ou valorizando terras para um futuro negócio de compra e venda.

4 CONCLUSÃO

A análise por geoprocessamento mostrou-se eficiente, pois foi possível identificar as áreas com alto potencial e áreas com menor potencial para irrigação, proporcionando informações técnicas e cientificas.

A região que obteve baixa aptidão para irrigação pode ser melhorada com o uso de técnicas agrícolas avançadas e realizadas por profissionais qualificados no preparo desse manejo do solo. Lembrando que para esse melhoramento os custos serão mais altos.

O trabalho também se mostrou eficiente para a tomada de decisão na escolha da área para se irrigar, sendo um método de baixo custo, à medida que foram obtidos dados gratuitamente nas plataformas digitais, e a partir da escolha da área desejada, realiza-se as confirmações em campo.

REFERÊNCIAS

BÉGUÉ, A. *et al*. **Remote Sensing and Cropping Practices**: A Review. Remote Sensing, v. 10, n. 1, jan. 2018. 99 p.

CARTER, V. H. **Classificação de terras para irrigação**. Brasília: Secretaria de Irrigação, Ministério da Integração Regional, 1993. 203 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama do município de Tomé-açu/PA**. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/tome-acu/panorama. Acesso em: 21 fev. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Portal de mapas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#mapa205317. Acesso em: 15 mar. 2021.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **O desafio do uso da água na agricultura brasileira**. Disponível em: https://www.embrapa.br/en/agua-na agricultura/sobre-o-tema. Acesso em: 18 de jan. 2024.

LIBARDI, L. G. P. *et al*. Evapotranspiration and crop coefficient (Kc) of pre-sprouted sugarcane plantlets for greenhouse irrigation management. **Agricultural Water Management**, v. 212, p. 306–316, 1 fev. 2019.

LISBOA, I. *et al*. Prediction of Sugarcane Yield Based on NDVI and Concentration of Leaf-Tissue Nutrients in Fields Managed with Straw Removal. **Agronomy**, v. 8, n. 9, p. 196, set. 2018.

MOLIJN, R. A. *et al*. Ground reference data for sugarcane biomass estimation in São Paulo state, Brazil. **Scientific Data**, v. 5, n. 1, p. 180150, 7 ago. 2018.

MOREIRA, G. A. M. **Potencial das terras para irrigação da fazenda experimental Lageado, Botucatu-SP, por geoprocessamento**. 2018. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018.

SANCHES, G. M**.** *et al*. The potential for RGB images obtained using unmanned aerial vehicle to assess and predict yield in sugarcane fields. **International Journal of Remote Sensing**, v. 39, n. 15–16, p. 5402–5414, 18 ago. 2018.

SANTOS, R. D. *et al*. **Manual de descrição e coleta de solo no campo,** por R.D dos Santos e outros autores. 7ª ed. revista e ampliada Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência de solos, 2015.

UNIYAL, B. *et al*. Simulation of regional irrigation requirement with SWAT in different agro-climatic zones driven by observed climate and two reanalysis datasets. **Science of The Total Environment**, v. 649, p. 846–865, 1 fev. 2019.

USGS. **Portal de mapas Earth Explorer.** Disponível em: https://earthexplorer.usgs.gov/. Acesso em: 10 de abr. 2021.

WRUBLACK, S. C.; MERCANTE, E.; BOAS, M. A. V. Utilização de técnicas de geoprocessamento para caracterização de áreas aptas à irrigação por gotejamento no município de Salto do Lontra – PARANÁ. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 14, n. 2, p. 6–13, 15 set. 2012.

Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

CAPÍTULO 7

DELIMITAÇÃO DE ÁREAS DE USO RESTRITO (AUR) POR DECLIVIDADE SEGUNDO O NOVO CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO

Jeferson Pereira de Oliveira
Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG)/Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Brasil

Susana Cardoso Amorim
Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG)/Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Anna Caroline Costa Fanalli
Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG), Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Brasil

Vicente Toledo Machado de Morais Junior
Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG)/Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Brasil

Luciano Cavalcante de Jesus França
Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG)/Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Brasil

DOI: 10.52832/wed.117.663



Resumo: O novo Código Florestal brasileiro estabeleceu o conceito de Áreas de Uso Restrito (AUR), considerando as planícies pantaneiras e áreas com declives do terreno entre 25° e 45°, em que são permitidas atividades agropecuárias e de manejo florestal, desde que adotadas boas práticas agronômicas sustentáveis. Nesse sentido, objetivou-se com este estudo apresentar uma nova forma metodológica de delimitação das AUR de áreas declivosas, com um estudo de caso para o município de Vazante, Minas Gerais, Brasil. A metodologia proposta está baseada em mapeamento realizado em ambiente de software livre QGIS 3.28.15, a partir de *dataset* de Modelos Digitais de Elevação (MDE). Uma avaliação do uso e cobertura da terra baseada na coleção 8.0 do MapBiomas também foi realizada para a área de estudo, de modo a verificar o estado atual de uso e conservação das AURs. Uma rotina metodológica é proposta de forma a nortear gestores e fiscais ambientais que necessitem de ferramenta para identificação de AURs de terrenos declivosos. A partir de base de dados pública e oficial, a metodologia pode ser fundamental no desenvolvimento de estratégias de ordenamento territorial e ambiental local e pode ser replicada para qualquer outra região do país.

Palavras-chave: Agrossilvipastoril. Paisagem Rural. Planejamento Ambiental.

1 INTRODUÇÃO

O Código Florestal Brasileiro criado na década de 1930 (Decreto n° 23.793, de 23 de janeiro de 1934), passou por revisão em 15 de setembro de 1965 (Lei nº 4.771) e foi novamente revisada e renomeada em 2012 para a Lei de Proteção de Vegetação Nativa (LPVN) (BRANCALION et al., 2016), ou comumente chamado o Novo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012). A LPVN exige que os proprietários rurais conservem uma porcentagem de suas terras com vegetação nativa (Oakleaf *et al.,* 2017) e cumpram outras normativas ambientais para uma propriedade rural sustentável. Sancionado pela Lei nº 12.651 e alterado pela Lei nº 12.727 de 17 de outubro de 2012, essas leis deram origem ao intitulado Novo Código Florestal Brasileiro (Brasil, 2012).

O Novo Código Florestal brasileiro apresentou mudanças no que se refere as áreas protegidas, Reservas Legais (RL) e Áreas de Preservação Permanente (APP) e os respectivos limites a serem respeitados nesses locais. Além da manutenção destas áreas, também foi criada e normatizada uma nova terminologia, nomeadamente as Áreas de Uso Restrito (AUR), enquadrada como nova categoria dentre as áreas sob alguma normativa de uso e proteção ambiental. Em conjunto, as APP, RL e AUR compreendem frações de propriedades rurais que precisam ser reservadas à conservação da biodiversidade, dos recursos naturais e vegetação natural, esta última não sendo exclusiva à conservação.

As AUR correspondem planícies pantaneiras (aplicável apenas às áreas sujeitas a períodos de cheias e de vazante no domínio do Pantanal) e encostas que apresentem inclinação do terreno entre 25º e 45º. Em ambas as categorias de AUR são permitidas o desenvolvimento de algumas atividades econômicas, tais como atividades agrossilvipastoris ou manejo florestal sustentável, desde que respeitadas as boas práticas agronômicas e sustentáveis e que atendam as orientações

técnicas dos órgãos ambientais e de pesquisa (BRASIL, 2012). Ressalta-se que as AUR que tiveram vegetação suprimida até 22 de julho de 2008 são consideradas áreas consolidadas, sendo vedada a conversão de novas áreas destinadas às atividades citadas anteriormente, com exceção às hipóteses de utilidade pública e interesses sociais (França *et al.,* 2020).

Apesar de pouco se debater sobre AUR por declividade, a categoria vem adquirindo importância cada vez crescente na rotina dos órgãos ambientais e de extensão rural. Este estudo parte da evidência de que estas áreas foram por muito tempo negligenciado ou esquecido, quer pelas formas de uso, quer pelos processos de licenciamento ambientais possíveis envolvidos ou em virtude da interpretação do regime jurídico destas áreas ainda não estar efetivamente clara ou por ser facilmente confundido com as Áreas de Preservação Permanentes. Além destes aspectos, a forma de delimitação destas áreas em campo sempre foi pouco conhecida, desta forma, este estudo parte do pressuposto de que é possível metodologicamente delimitar AURs via ferramenta de ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) e *datasets* oficiais, públicos e gratuitos.

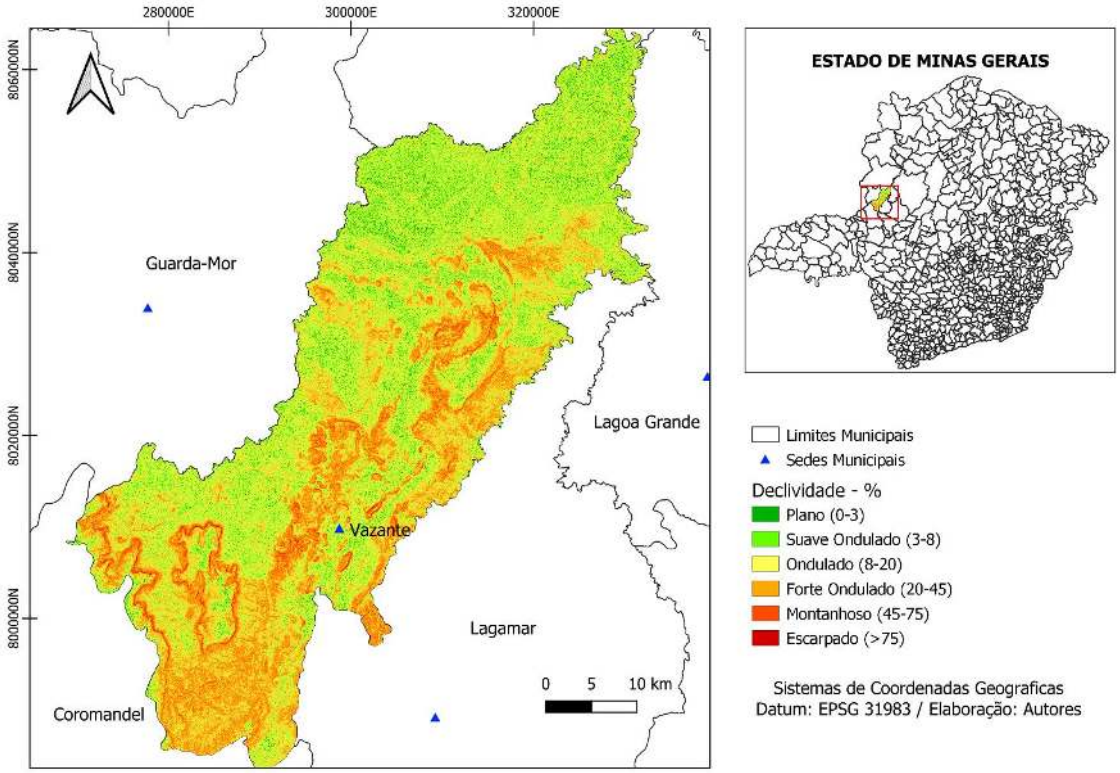
Até o momento, são escassos, na literatura, estudos sobre a aplicação de técnicas de geoprocessamento voltadas para delimitação de AUR e investigações científicas que citem ou discutam essa modalidade de uso da terra. Tendo em vista essa carência de informações, este estudo teve como objetivo desenvolver e aplicar uma metodologia em ambiente SIG para delimitação de AUR no sentido do pleno cumprimento do novo Código Florestal brasileiro, tendo, como estudo de caso, o município de Vazante, em Minas Gerais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende o município de Vazante, localizado na mesorregião do Noroeste de Minas, em Minas Gerais. O município possui uma área total de 1.913,396 km². A área do município apresenta predomínio do relevo suave ondulado e forte ondulado (Figura 1).

Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

Figura 1 – Mapa de localização e declividade do município de Vazante, Minas Gerais.



Fonte: Autores, 2024.

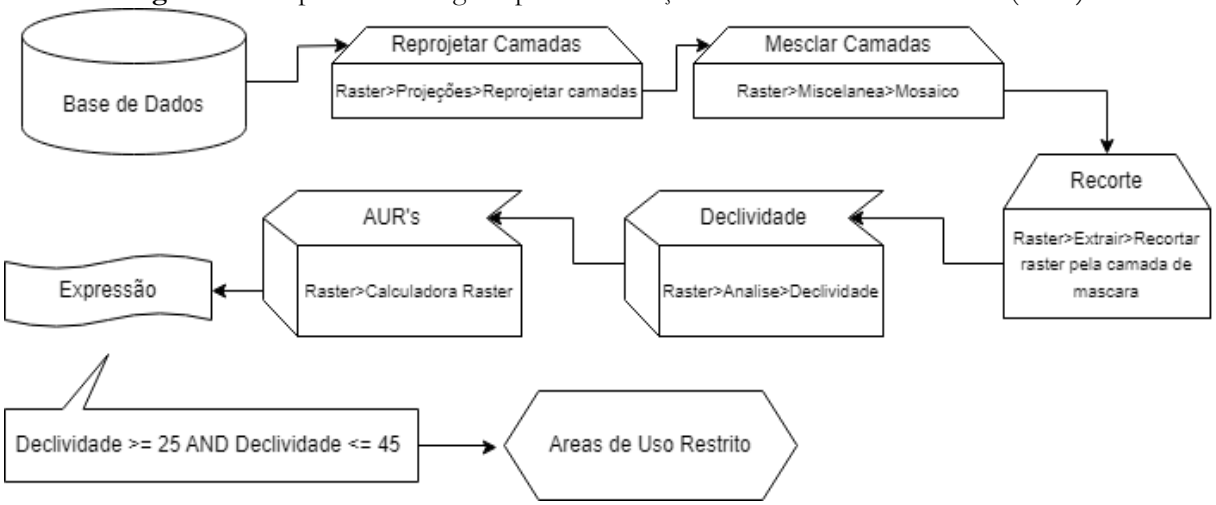
O município de Vazante tem como vegetação predominante do domínio fitogeográfico do Cerrado e o clima é classificado como (Aw) conforme a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013), isso indica um clima tropical de savana, com uma estação seca pronunciada.

A principal base de dados para obtenção das AURs são os chamados Modelos Digitais de Elevação (MDE). Neste estudo foi utilizada a base de imagem do relevo ALOS PALSAR, com resolução espacial de 12,5 metros, obtida no sítio eletrônico público da NASA, na página *EarthData* (*ASF Data Search Vertex*). Todo o procedimento metodológico é proposto para replicação em ambiente do software QGIS 3.28.15 LTM.

O processamento dos dados é dividido em 4 (quatro) etapas, sendo elas: (I) Processamento dos MDE's e geração de mosaico, uma vez que as cenas adquiridas podem precisar ser unificadas, de acordo com o tamanho do município ou bacia hidrográfica alvo de análise; (II) Recorte da área de estudo a partir da máscara do limite da área alvo de análise; (III) Análise da Declividade do Terreno (em graus); (IV) Extração/delimitação das AUR. Neste estudo, após a geração das AUR, foi realizada uma análise de diagnóstico do uso e cobertura da terra atual (ano 2022), dentro dos limites das AURs no município, de forma a identificar como essas áreas estão sendo utilizadas atualmente. A base de dados de uso e cobertura da terra foi obtido da Coleção 8.0 da Plataforma MapBiomas (MAPBIOMAS, 2024). Uma análise dos tipos de solos predominantes nas AURs do

município também foi realizada, a partir da base de Classificação dos Solos do Estado de Minas Gerais (UFV, 2020).

Figura 2 – Etapas metodológicas para delimitação das Áreas de Uso Restrito (AUR).



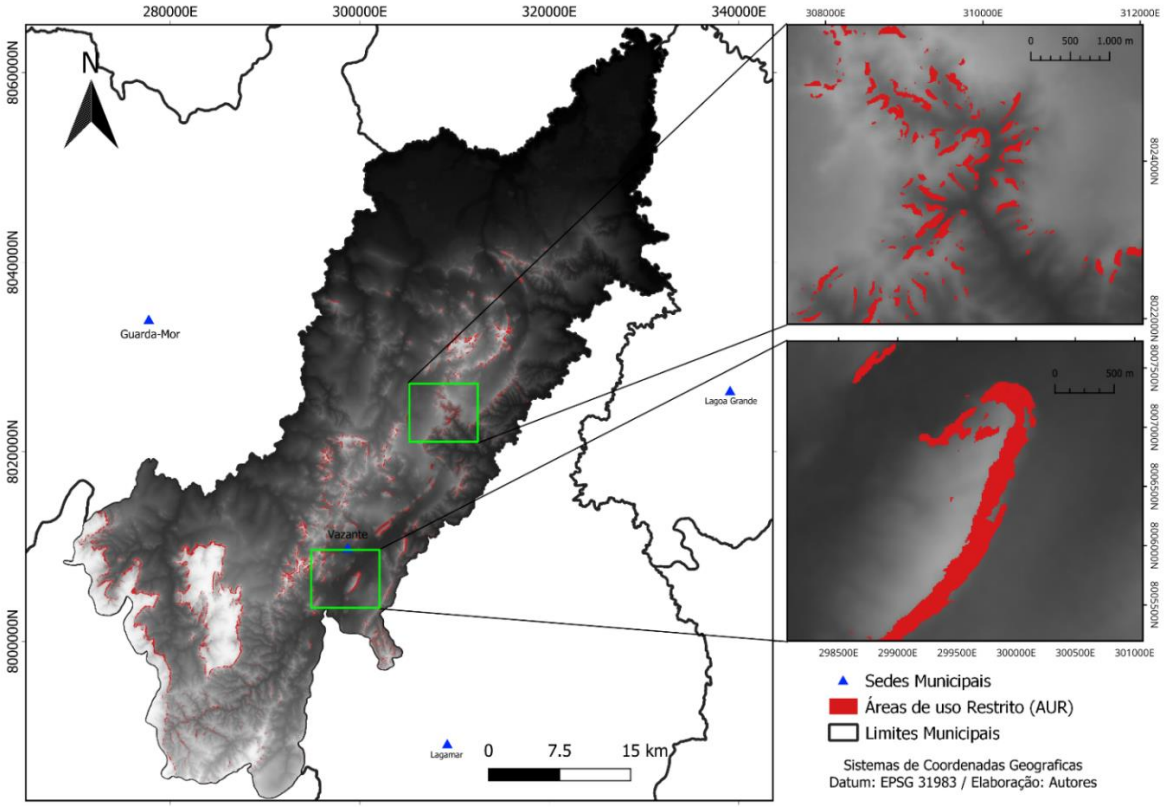
Fonte: Autores, 2024.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para uma melhor compreensão dos resultados obtidos neste estudo, é fundamental observar que não é suficiente apenas o entendimento isolado da ocorrência das AUR no município, mas igualmente a complexa teia de relações dessas áreas com a geomorfologia local, o uso e ocupação antrópico da terra e os tipos de solos predominantes na região.

A partir do mapeamento da declividade do terreno (Figura 1), foi gerada as Áreas de Uso Restrito do município de Vazante. Na Figura 3 é apresentada a distribuição das AURs na área analisada. Observa-se que as AUR estão evidentemente associadas às bordas das superfícies tabulares da região, sobretudo nas regiões sudoeste e ao centro do território do município. As superfícies tabulares são unidades da paisagem de elevada aptidão para agricultura (Fernandes *et al.,* 2013). Nota-se, portanto, que as AUR estão associadas preponderantemente a estas áreas, mas não limitadas as mesmas. As AUR têm correlação direta com a declividade do terreno, notadamente nas bordaduras entre terrenos mais altos e áreas mais baixas do relevo, conforme pode ser constatado ao se observar o mapa de declividade da Figura 1, afinal, delas são derivadas.

Figura 3 – Áreas de Uso Restrito (AUR) do município de Vazante, Minas Gerais.

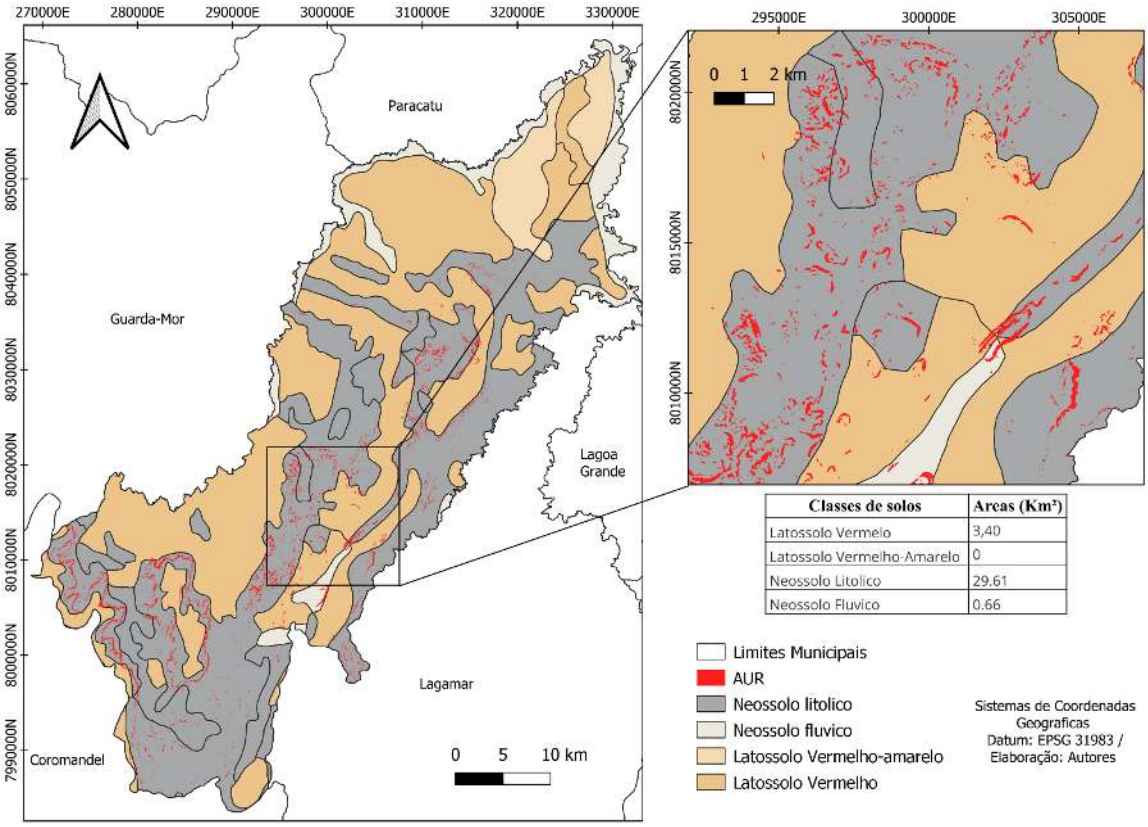


Fonte: Autores, 2024.

Com base na presença predominante de áreas montanhosas na porção sudeste do município, é evidente que as características topográficas desempenham um papel fundamental na distribuição das Áreas de Uso Restrito (AUR). Além disso, a localização das AUR em áreas montanhosas ressalta a importância da integração entre conservação ambiental e planejamento territorial. É essencial considerar as características únicas dessas paisagens ao desenvolver políticas e práticas de uso da terra que promovam a preservação.

Na Figura 4 observa-se a análise dos dados obtidos através do mapeamento pedológico realizado no município de Vazante, identificamos que as Áreas de Uso Restrito (AUR) apresentaram uma ocorrência predominante em solos do tipo Neossolo Litólico, abrangendo uma extensão de 29,61 km². Adicionalmente, observamos uma porção menor dessas áreas em Latossolo Vermelho, totalizando 3,40 km², enquanto a ocorrência em Neossolo Flúvico foi ainda mais reduzida, abrangendo apenas 0,66 km². É importante ressaltar que não foram encontradas AUR em Latossolo Vermelho-Amarelo na área de estudo.

Figura 4 – Áreas de Uso Restrito sobre classes de tipos de solos do município de Vazante, MG.



Fonte: Autores, 2024.

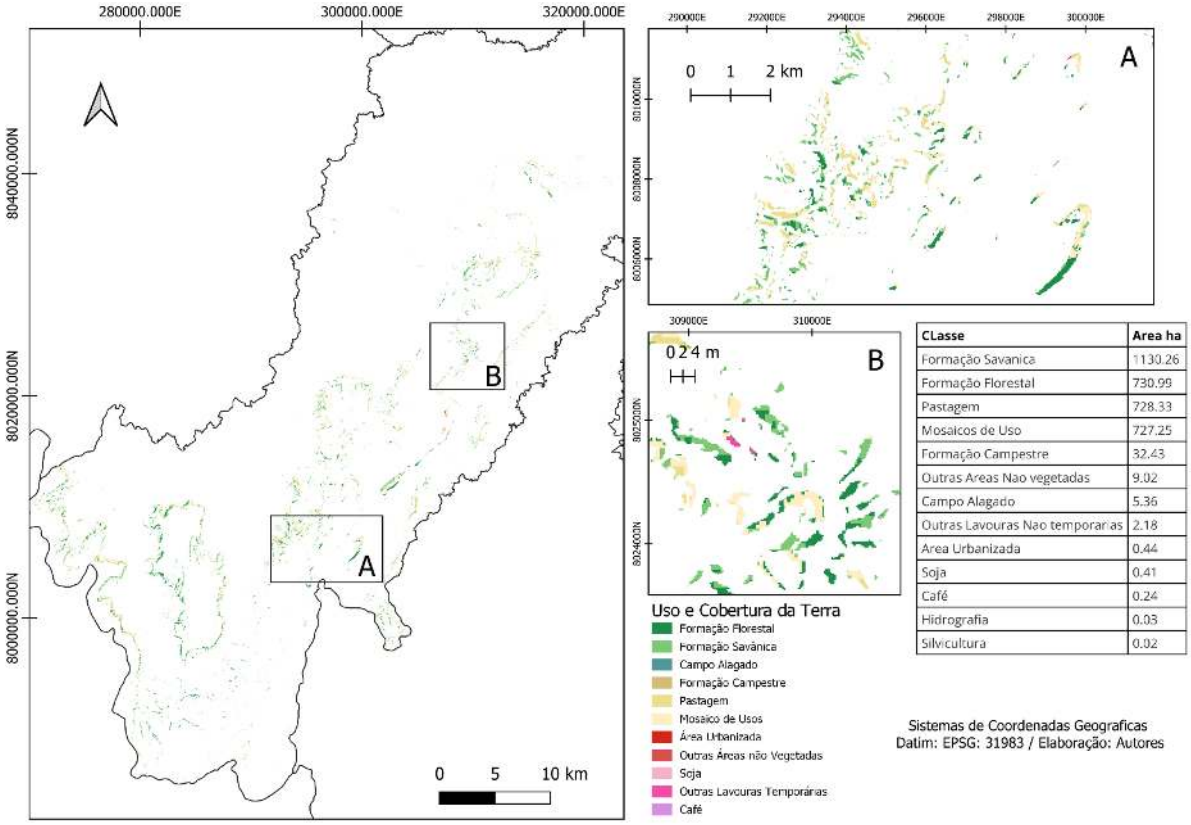
Diante disso, a prevalência de AUR em Neossolos Litólicos, demonstra que tais áreas estão associadas a determinadas características físicas e químicas, tais como a baixa fertilidade natural e propensão à erosão, o que pode ser uma característica limitante em termos de adequabilidade para algumas práticas de intervenção e uso da terra, dentre elas uma variedade de atividades agrícolas e pecuárias mais intensivas, o que requer medidas estratégicas e cuidadosas de conservação do solo para mitigar os impactos da erosão e da degradação ambiental. Além disso, a presença de AUR em áreas de Latossolo Vermelho, embora em uma extensão menor, também sugere a existência de limitações para determinados tipos de uso da terra nesses solos, apesar de sua fertilidade naturalmente mais alta em comparação com os Neossolos.

A escassez de AUR em Neossolo Flúvico, pode estar relacionada à natureza mais recente e dinâmica desse tipo de solo, que é influenciado por processos de deposição fluvial e tem características que podem ser mais propícias para determinados usos agrícolas ou de pastagem (Santos *et al.,* 2021).

Portanto, a distribuição das AUR no solo em Vazante destaca a importância de considerar as características pedológicas locais ao planejar o uso da terra e implementar práticas de manejo

sustentáveis. Isso implica a necessidade de estratégias adaptadas às condições específicas de cada tipo de solo, visando promover a conservação dos recursos naturais e a sustentabilidade das atividades agrícolas e ambientais na região.

Figura 5 – Uso e Cobertura da Terra sobre Áreas de Uso Restrito de Vazante, MG.



CLasse	Area ha
Formação Savanica	1130.26
Formação Florestal	730.99
Pastagem	728.33
Mosaicos de Uso	727.25
Formação Campestre	32.43
Outras Areas Nao vegetadas	9.02
Campo Alagado	5.36
Outras Lavouras Nao temporarias	2.18
Area Urbanizada	0.44
Soja	0.41
Café	0.24
Hidrografia	0.03
Silvicultura	0.02

Fonte: Autores, 2024.

Em suma, fica clara de forma evidente a predominância de uso e cobertura da terra nas AUR, tendo-se que 98,51% áreas são cobertas pelas classes de formação savânica (33.57%), seguido de florestas (21.71%) e sequencialmente de pastagens (21.63%) e mosaicos de uso (21.60%).

A partir desse levantamento do uso da terra nas AURs de Vazante, demonstra-se que é possível que o uso destas áreas possa ser pouco conhecido, uma vez constatado que as mesmas estão com cobertura vegetal natural, em sua maioria, o que do ponto de vista ambiental não é ruim, pois estão protegendo a condição de fragilidade que existe em virtude dos neossolos ocorrentes nessas áreas. Outrossim, a utilização da terra em solos rasos e de difícil manejo pode também estar relacionada diretamente com a prevalência ainda de coberturas vegetal natural, indicando a necessidade do reconhecimento destas AUR, uma vez que necessitam de recomendações de manejo mais claras e associadas as características físicas e químicas de cada tipo de solo.

Os artigos 10 e 11 (Capítulo III) da Lei n° 12.651, de 2012**,** não apresentam elementos claros que garantam a utilização efetiva, as regras de uso da terra e de proteção das AUR, além de não estabelecerem informações necessárias e suficientes sobre suas funções e fins agronômicos e ambientais. Além disso, outra limitação do uso de AUR consiste na dificuldade de identificar tais áreas em campo. Desta forma, este estudo propôs uma abordagem metodológica em software livre de geoprocessamento que pode ser eficaz no processo de identificação, fiscalização e ordenamento ambiental dessas áreas em nível de propriedade rural, municípios ou mesmo bacias hidrográficas.

4 CONCLUSÃO

Os métodos e resultados apresentados neste estudo têm o potencial de contribuir para o avanço na definição precisa das delimitações e nas discussões sobre o uso efetivo dessas áreas, bem como na sua delimitação automatizada. Embora não haja uma metodologia padrão em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para a delimitação das AUR, foram propostos procedimentos viáveis e replicáveis para outras regiões do território brasileiro. Ainda não existe uma norma claramente estabelecida para a definição e subsequente utilização das Áreas de Uso Restrito (AUR), o que torna desafiador para os órgãos responsáveis legislarem sobre as maneiras de utilização dessas áreas. Este estudo é um passo para o melhor entendimento e contribuição sobre o uso e manejo adequado nestas áreas conforme o Código Florestal Brasileiro.

Agradecimentos e financiamento

Agradecemos à equipe de colaboradores que desenvolveram este trabalho de pesquisa junto ao Núcleo de Estudos, Pesquisa e Extensão em Planejamento e Manejo da Paisagem Florestal (NUPLAMFLOR), à UFU, ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão de bolsa de pesquisa do primeiro autor.

REFERÊNCIAS

BRANCALION, P.H.S; GARCIA, L.C.; LOYOLA, R.; RODRIGUES, R.R.; PILAR, V.D.; LEWINSOHN, T.M. Análise crítica da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (2012), que substituiu o antigo Código Florestal: atualizações e ações em curso. **Natureza & Conservação**, v. 14, p. e1-e16, 2016.

BRASIL. Lei nº. 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20112014/2012/Lei/L12651.html. Acesso em: 28 de mar. 2024.

FERNANDES, M. R. *et al*. **Minas Gerais: Caracterização de Unidades de Paisagem**. Belo horizonte, MG: EMATER-MG. 2013. 92 p. Disponível em: http://www.asbraer.org.br/index.php/consulta/item/download/300_a72fcf276764eb776b232a496c658f32. Acesso em: 28 de mar. 2024.

FRANÇA, L. *et al*. **Áreas de Uso Restrito (AUR) em função da declividade em núcleo de desertificação no semiárido brasileiro.** Disponível em: https://encurtador.com.br/ajzU6 Acesso em: 28 de mar. 2024.

MAPBIOMAS BRASIL. **Coleção 8.0**. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas/. Acesso em: 27 mar. 2024.

OAKLEAF, J.R.; MATSUMOTO, M.; KENNEDY, C.; BAUMGARTEN, L.; MITEVA, D.; SOCHI, K.; KIESECKER, J. LegalGEO: Conservation Tool to Guide the Siting of Legal Reserves under the Brazilian Forest Code. **Applied Geography**, v.86, p.53-65, 2017. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.06.025.

SANTOS, H. G. S.; ZARONI, M. J.; ALMEIRA, E. P. **Neossolos Flúvicos.** 2021. Disponível em: https://encurtador.com.br/jJSW6 Acesso em: 28 de mar. 2024.

CAPÍTULO 8

ANÁLISE E APLICAÇÃO DE PRODUTOS DERIVADOS DE ORTOMOSAICOS EM UM CULTIVO DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.) UTILIZANDO IMAGENS RGB DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (ARP): UM ESTUDO DE CASO

Leonardo Ruan de Souza Correa
Universidade Estadual Paulista, Departamento de Engenharia Agrícola, Brasil

José Renan da Silva e Silva
Universidade Estadual Paulista/Departamento de Engenharia Agrícola, Brasil

Olavo Pimentel Silva
Universidade Estadual Paulista/Departamento de Engenharia Agrícola, Brasil

DOI: 10.52832/wed.117.664



Resumo: A utilização de informações obtidas através de ARP em áreas agrícolas está em ascensão no Brasil, impulsionada pela precisão das ortofotos capturadas por sensores RGB. Estas ortofotos permitem o monitoramento das plantações de forma eficiente. Este estudo teve como objetivo avaliar o potencial do processamento aerofotogramétrico de imagens digitais em uma plantação de açaí irrigado, visando obter MDE, MDS, curvas de nível, VARI, GLI. A pesquisa foi conduzida em uma área de cultivo de açaí irrigado, foi utilizado o drone da DJI Mavic 2 Pro para obtenção das imagens, os pontos de controle foram coletados com um receptor GNSS, o processamento dos dados foram realizado no software Argisoft Metashape. Observou-se que as palmeiras estavam mais desenvolvidas em áreas de menor declividade, com menor variabilidade do que nas áreas centrais. Os índices de vegetação VARI e GLI mostraram-se eficazes na detecção da saúde das palmeiras, identificando áreas com menor variabilidade. Embora os produtos do levantamento aerofotogramétrico sejam ferramentas eficazes para o monitoramento e gerenciamento de cultivos de açaí em terra firme, a coleta precisa de pontos de controle é crucial para garantir a precisão do projeto.

Palavras-chave: Aerofotogrametria. Sensoriamento remoto. Zoneamento. Indice de vegetação.

1 INTRODUÇÃO

Os dados mais recentes estimam em mais de 198 mil hectares de áreas plantada de açaí no Estado do Pará, e uma produção com cerca de 6 toneladas por hectare, sendo a produção total estimada em 1.3 milhão de toneladas, com valor de produção em mais de 5 milhões de reais (IBGE, 2021). Esse interesse é motivado pelo fato da polpa de açaí, antes destinada ao consumo local, conquistou novos mercados e se transformado em uma importante fonte de renda e de emprego (Oliveira *et al*., 2017).

O aumento do consumo de açaí provocou um grande crescimento pela demanda do fruto, gerando interesse no estudo de novas cultivares e novas formas de manejo do açaizeiro em terra firme, levando a uma expansão da produção a fim de aumentar a produtividade para suprir a grande demanda do mercado (Costa, 2019).

O uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) cresce devido à sua baixa complexidade operacional, custo acessível e facilidade na obtenção de dados. Na agricultura e pecuária, elas são empregadas para monitoramento, detecção de pragas, contagem de plantas e pulverização agrícola (Oliveira *et al*., 2020). O uso dessas técnicas permite captar variações nas áreas cultivadas, reduzindo a variabilidade do solo e facilitando o planejamento agrícola. Assim, áreas similares recebem práticas agronômicas uniformes, enquanto áreas distintas são tratadas de forma específica (Lara *et al*., 2021).

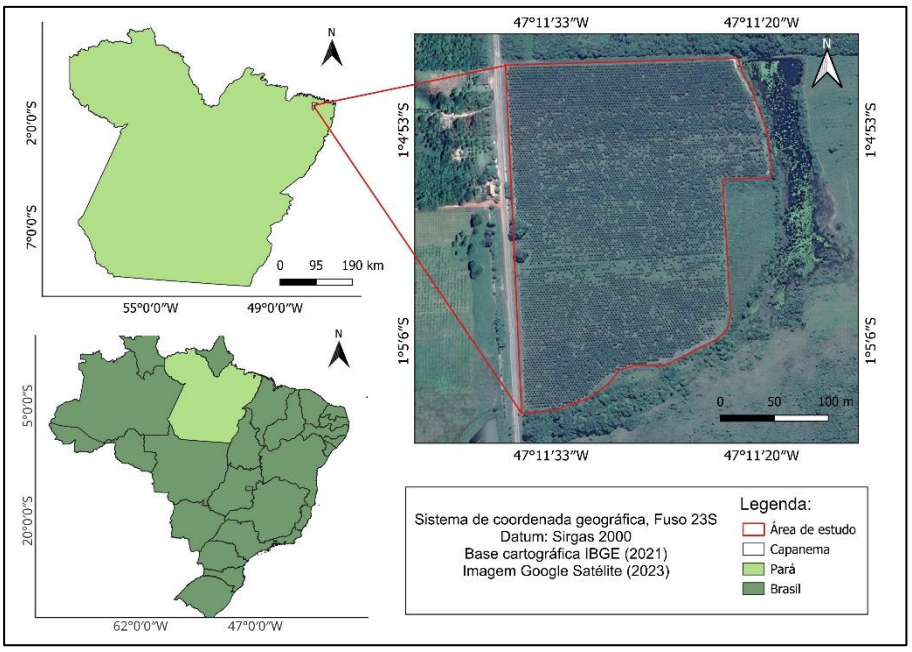
O objetivo deste estudo é avaliar o potencial do processamento fotogramétrico de imagens digitais usando o software Agisoft Metashape em uma plantação de açaí irrigado. Os produtos analisados incluem ortomosaicos, modelos digitais de elevação e superfície, índices de vegetação e

curvas de nível, visando a elaboração de mapas para compreender as condições do plantio e a altura das plantas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na área de cultivo de açaí da fazenda Agropecuária Boa Terra, localizado no município de Capanema, Pará. O A mapeamento aéreo foi realizada no dia 10 de janeiro de 2023. As coordenações geográficas centrais são: latitude 1°5'36.08"S, longitude: 47°11'21.90"O, a região possui uma altitude de 55 m. A área mapeada abrange 25 ha, com um plantio de 11 anos de idade, espaçado utilizado é de 5m x 5m, da variedade S.O.G.C-Chumbinho. O sistema de irrigação utilizada é localizado por microaspersão e a adubação via fertirrigação, com práticas de manejo periódicas, como roçagem e limpeza das touceiras.

Mapa 1 – Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Autores, 2023.

2.1 Aeronave utilizada para o mapeamento

A ARP utilizada para o mapeamento foi o quadricóptero da DJI, Mavic 2 PRO. Equipada com uma câmera de 20 MP, sensor CMOS de 1" e campo de visão de 77°, proporciona imagens de alta resolução e qualidade espacial.

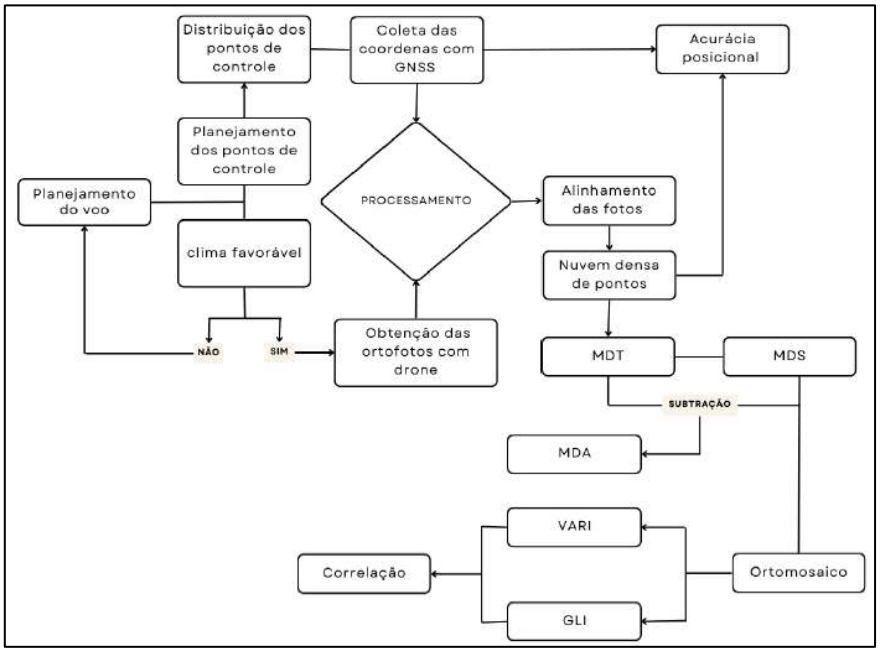
2.2 Planejamento de voo

Na primeira fase do projeto, realizou-se o planejamento do voo utilizando o aplicativo Dronedeploy, que organiza e define planos de voo para mapeamento. Após desenhar um polígono

na área de interesse, o software oferece opções de rotas, permitindo configurar ângulo de voo, ISO da câmera, altura, velocidade, pontos de decolagem e pouso. Além disso, fornece dados sobre tempo de voo, baterias necessárias, número de imagens a serem capturadas e resolução das imagens.

Foram necessárias duas missões de voo para cobrir a área total, garantindo sobreposição entre os voos e evitando erros no processamento do software Agisoft Metashape, utilizado para o processamento das ortofotos. Os planos de voo foram configurados com sobreposição frontal de 80% e lateral de 60%, para uma área de 27 hectares a 100 metros de altura, com resolução espacial de 2.3 cm/pixel. O primeiro plano cobriu 14 hectares e foram obtidas 228 ortofotos, enquanto o segundo cobriu 13 hectares e obteve 162 ortofotos.

Figura 1 – Organograma de planejamento do projeto.



Fonte: Autores, 2023.

2.3 Execução do voo

Para alinhar corretamente as ortofotos durante o processamento e geração do mosaico, uma grade com 16 pontos foi gerada no QGIS e distribuída uniformemente em campo através de alvos que pudessem ser identificados através das ortofotos, garantindo maior precisão das imagens. As coordenadas de cada alvo foram então coletadas com o receptor GNSS FOIF modelo A90, utilizando o rastreamento RTK. Essas coordenadas do GNSS foram essenciais para correção do posicionamento das ortofotos, já que a precisão do GPS da aeronave é de alguns metros e a do receptor geodésico é de centímetros, permitindo a correção das coordenadas do ortomosaicos.

2.4 Índices de vegetação

Foram avaliados dois tipos de índices de vegetação que levavam em consideração as características das bandas Red-Green-Blue (RGB), do espectro visível. O Índice Resistente à Atmosfera na Região Visível (VARI), que é baseado na variabilidade de vigor e estresse da planta determinado através de suas variações, levando em consideração as possíveis influências atmosféricas. E o índice o índice de folha verde (GLI), que leva em consideração as diferenças entre a vegetação verde (fotossinteticamente ativa) e a vegetação mais seca com exposição ao solo. Os índices são calculados de acordo com as equações 1 e 2.

$$VARI = \frac{GREEN - RED}{GREEN + RED - BLUE} \quad (1)$$

$$GLI = \frac{2 * GREEN - RED - BLUE}{2 * GREEN + RED + BLUE} \quad (2)$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Processamento do MDE, curvas de nível e MDS

O levantamento aerofotogramétrico gerou ortofotos que foram processadas no software Agisoft Metashape. Apesar da coleta de 16 pontos de controle com GNSS, alguns foram comprometidos devido à obstrução pela copa das árvores, afetando a classificação manual no software. Essa situação pode resultar em imprecisões na reconstrução tridimensional do terreno, distorcendo a forma e localização das plantas na imagem. Consequentemente, a qualidade e precisão dos produtos gerados, como MDE e curvas de nível, são comprometidas, afetando a utilidade e confiabilidade das informações obtidas no levantamento aerofotogramétrico**.** Magalhães e Moura (2021), afirmam que, no mapeamento com ARP a distorção na forma da proporção real dos objetos pode comprometer a ortorretificação.

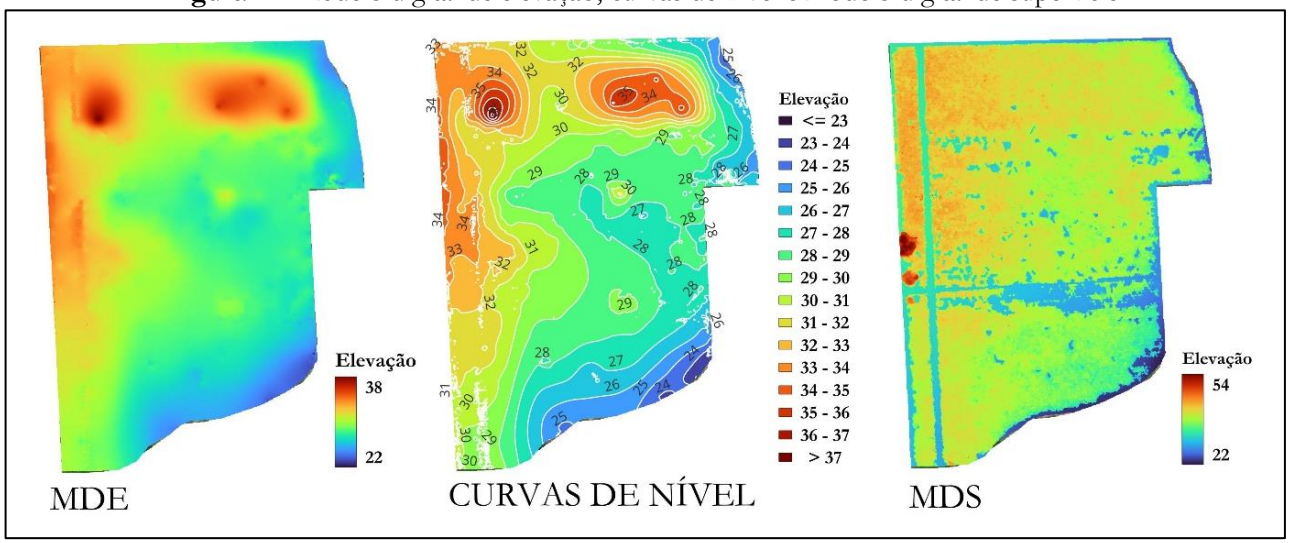
Foi identificada uma área no solo onde o software gerou um erro devido à sobreposição da copa das árvores sobre o alvo. Isso resultou em uma elevação mais alta no solo, destacada por uma coloração vermelha intensa na parte superior da imagem, conforme mostrado na imagem 1. Esse erro no MDE também afetou a geração das curvas de nível, resultando em elevações acentuadas na mesma região da imagem. Para melhorar isso, seria necessário ajustar os parâmetros de processamento para reduzir a influência da vegetação sobre os pontos de controle e utilizar métodos de filtragem mais sofisticados para corrigir distorções causadas pela cobertura vegetal.

Felini (2022), também destaca que a sobreposição na área de estudo é causada pela copa das arvores nos alvos.

O processo para criar o modelo digital da superfície foi bem semelhante ao que foi utilizado para criar o modelo digital de elevação, sendo necessário apenas selecionar todas as características presente no terreno como vegetação, objetos, veículos e entre outros, para criar um modelo 3D e então gerar o modelo digital de superfície. O novo modelo 3D entrega todas as características do terreno e não apenas o solo como ele fez para criar o MDE.

O modelo digital de superfície tem como função representar a altimetria de tudo o que está acima do solo, sendo uma característica importante para a visualização das parcelas onde as palmeiras de açaí estão menos desenvolvidas ou com falhas. Segundo Araújo, Rocha e Figueiredo (2023), esta abordagem inovadora possibilitou uma análise detalhada das características biofísicas das áreas em estudo, permitindo uma avaliação precisa que leva em consideração as singularidades específicas de cada propriedade examinada.

Figura 1 – Modelo digital de elevação, curvas de nível e modelo digital de superfície.



Fonte: Autores, 2023.

As curvas de nível e o MDS são ferramentas valiosas para auxiliar o produtor na gestão da plantação de açaí. As curvas de nível fornecem informações detalhadas sobre a topografia da área, permitindo ao produtor identificar variações de elevação e planejar estratégias de drenagem e irrigação mais eficazes, identificando o escoamento da água e a distribuição de nutrientes para as palmeiras.

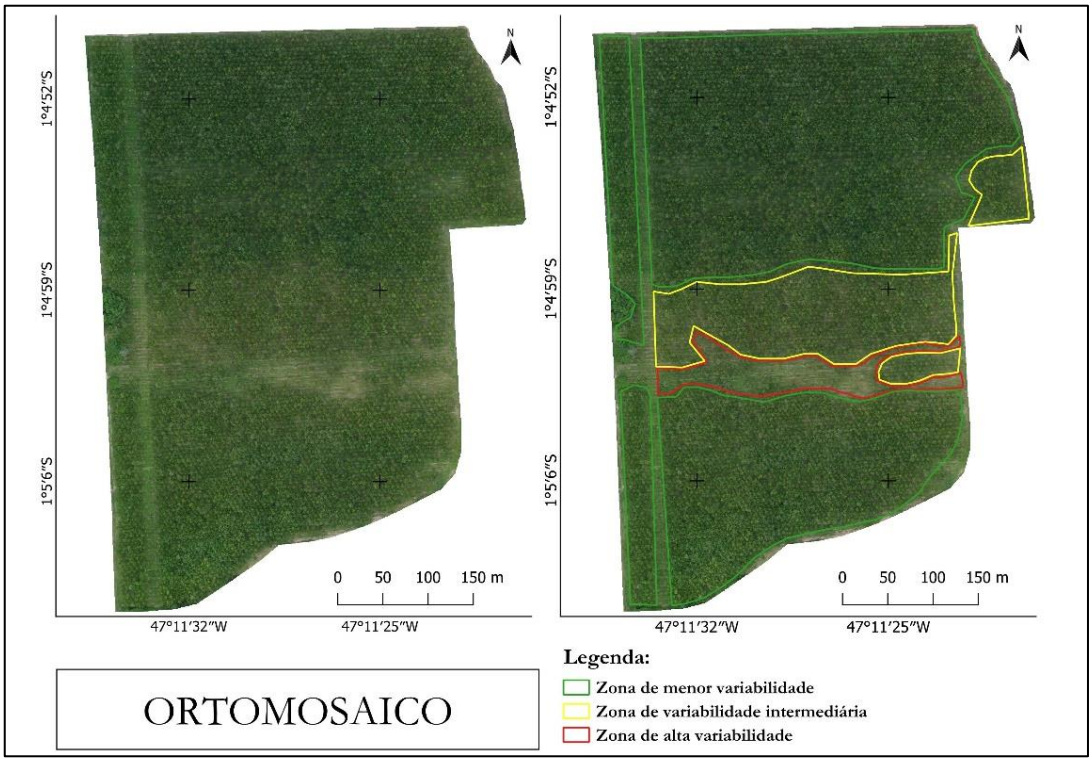
3.2 Processamento do ortomosaico

O ortomosaico é constituído de todas as ortofotos alinhadas uma ao lado da outra permitindo uma visualização do terreno com uma precisão assertiva para interpretação do projeto.

De acordo com Teixeira (2022), esses dados são essenciais para identificar falhas na plantação. Ao analisar o ortomosaico (Imagem 2), tornam-se evidentes as falhas em toda a plantação de açaí. Além disso, o ortomosaico pode auxiliar na avaliação da eficácia do manejo agrícola, permitindo ajustes nas práticas de irrigação, fertilização e controle de doenças conforme necessário.

Com base nessas informações visuais detalhadas, o produtor pode tomar decisões mais informadas para otimizar o rendimento e a saúde geral da plantação de açaí. Essas falhas podem ser resultado do estresse hídrico sofrido pelas plantas devido à falta de irrigação nos primeiros anos do plantio, levando à morte e à má formação e até a morte de algumas plantas nessa área. A principal causa do estresse hídrico nas plantas é a escassez de água, que pode ser quase constante em regiões sazonais em áreas com estações distintas de chuva ou imprevisível em climas muito úmidos (Kramer, 1980). Entretanto, para confirmar essas observações, seria necessário dividir a plantação em unidades menores (talhões), cada uma com suas características específicas, e realizar análises físicas e químicas do solo para identificar possíveis causas dessas falhas.

Figura 2 – Identificação das falhas de plantio no ortomosaico.



Fonte: Autores, 2023.

3.3 VARI e GLI

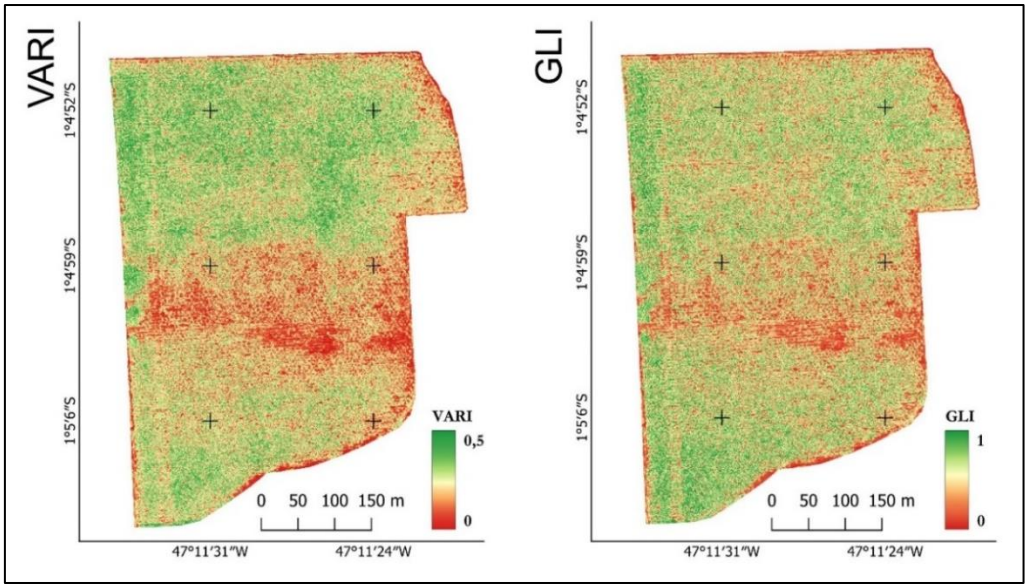
A análise detalhada por meio dos índices de vegetação VARI e GLI permitiu identificar nuances significativas na variação da saúde vegetal, atribuíveis a estresse hídrico. Este fenômeno resultou na morte predominante das plantas localizadas no epicentro do plantio. Através do índice

VARI, foi possível identificar que a vegetação fotossinteticamente ativa, caracterizada pela sua coloração verde estava predominantemente situada na parte superior do mapa, podendo estar relacionada com seu ciclo de desenvolvimento fenológico, ou seja, dependendo do estágio de desenvolvimento este índice ressaltara partes da área em melhor formação. De acordo com o estudo conduzido por Fang et al. (2016), O índice VARI é significativamente afetado pelas mudanças naturais que ocorrem durante o ciclo de vida das plantas. Isso implica que a condição e vitalidade da vegetação, estão diretamente ligadas aos diversos estágios de crescimento, floração, frutificação e outros períodos-chave do ciclo de vida.

Por outro lado, o índice GLI revelou que uma extensa porção do cultivo estava composta por folhas com uma aparência mais seca, condição esta que pode ser atribuída a uma deficiência no manejo adequado das plantações. Assim como destaca Ballesteros et al. (2018), O GLI demonstra resultados consistentes na avaliação da vegetação e pode ser empregado como um indicador confiável de degradação vegetal, pois exibiu correlações significativas com mudanças na concentração de clorofila nas folhas

Esta observação se tornou ainda mais clara durante a realização de um levantamento aéreo, o qual constatou a presença generalizada de folhagem seca entre as plantas. Tal constatação reforça a necessidade de práticas de manejo mais eficientes e adaptadas às necessidades específicas do cultivo, visando mitigar o impacto do estresse hídrico e promover um desenvolvimento vegetal mais saudável da planta.

Figura 3 – Índice Resistente à Atmosfera na Região Visível (VARI) e índice o índice de folha verde. (GLI).



Fonte: Autores, 2023.

4 CONCLUSÃO

As fotogrametrias obtidas por sensores RGB estão se tornando cada vez mais fundamentais para a realização de mapeamentos detalhados. Essas imagens RGB têm vasta aplicabilidade, incluindo uma série de funcionalidades no manejo de açaizais, tornando-se ferramentas essenciais para a tomada de decisões ágeis e acurada. No contexto do cultivo do açaí, a geração de modelos digitais de terreno e de elevação se mostra crucial para o planejamento eficiente de sistemas de irrigação e drenagem, possibilitando isso através da análise das curvas de nível. Contudo, baseado em testes realizados, descobriu-se que a classificação manual da nuvem de pontos não é recomendada. Em vez disso, a adoção de uma classificação automática, empregando parâmetros numéricos pré-definidos como ângulo máximo, distância máxima e dimensão da célula, conforme especificado pelo software Agisoft Metashape, é mais apropriada.

A utilização de índices como VARI e GLI permite uma avaliação preliminar da saúde vegetal, com o GLI, em particular, revelando significativa presença de folhas secas nas palmeiras, um indicativo comum em açaizais que não passam pelo manejo adequado de remoção dessas folhas. Os dados obtidos por meio do levantamento aerofotogramétrico representam recursos poderosos para o monitoramento e gestão de cultivos de açaizeiro em terra firme. No entanto, é crucial exercer rigoroso cuidado durante a coleta de pontos de controle. Inexatidões nesta fase podem comprometer significativamente a precisão e a confiabilidade do projeto.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. A. de.; ROCHA, K. da S.; FIGUEIREDO, E. O. **Fotogrametria digital com uso de ARP's de baixo custo para manejo de precisão da agricultura familiar na Amazônia**. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 20, 2023, Florianópolis.

BALLESTEROS, R. *et al*. Combined use of agro-climatic and very high-resolution remote sensing information for crop monitoring. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 72, p. 66–75, 2018.

COSTA, S.P. R. da. **A importância do manejo do açaí e o modo de vida varzeiro no município de Limoeiro do Ajuru.** 2019. 88 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia) - Universidade Federal do Pará. Abaetetuba, 2019.

FANG, S. *et al*. Remote Estimation of Vegetation Fraction and Flower Fraction in Oilseed Rape with Unmanned Aerial Vehicle Data. **Remote Sensing**, v. 8, n. 5, 2016. 416 p.

FELINI, A. F. C. **Obtenção da altura de louro-pardo a partir de imagens digitais em sistema silvipastoril**. 2022. 37 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Florestal). Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Dois Vizinhos. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário. **Produção de Açaí (cultivo).** Pará: IBGE, 2021.

KRAMER, P.J. Drought, stress, and the origin of adaptations. In **Adaptation of plants to water and high temperature stress**. (N.C. Turner, J.P. Kramer, eds.). Wiley, New York, p.7-20, 1980.

LARA, L. M.; GEBLER, L.; JÚNIOR, M. J. L.; SOARES, A. L. Precision agriculture trends in fruit growing from 2016 to 2020. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Santa Maria, 2021. Disponível em: http://dx.doi.org /10.1590/0100-29452021096. Acesso em: 03 fev. 2023.

MAGALHÃES, D. M.; MOURA, A. C. M. Análise da Morfologia de Modelos Digitais de Superfície Gerados por VANT. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 73, n. 3, p. 707–722, 2021. DOI: 10.14393/rbcv73n3-51600. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/51600. Acesso em: 11 set. 2022.

OLIVEIRA, M. S. P.; NETO, J. T. F.; MATTIETTO, R. A.; MOCHIUTTI, S.; CARVALHO, A. V. Euterpe oleracea Martius. **Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura** (IICA), 2017, 32 p.

OLIVEIRA, A. J. DE; SILVA, G. F. DA; SILVA, G. R. DA; SANTOS, A. A. C. DOS; CALDEIRA, D. S A.; VILARINHO, M. K. C.; BARELLI, M. A. A. Potencialidades da utilização de drones na agricultura de precisão. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 64140-64149, 2020.

TEIXEIRA, V. de O. **Detecção de linhas e falhas de plantio através de vants na cultura de soja no leste maranhense.** 2022. 32 f. Orientador: Washhington da Silva Souza. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Maranhão, UFMA. Chapadinha, MA, 2022.

CAPÍTULO 9

ANÁLISE DO AVANÇO E IMPACTOS DO DESMATAMENTO EM REDENÇÃO-PA: UMA ABORDAGEM POR GEOPROCESSAMENTO E INDICADORES CLIMÁTICOS

Vitoria Pietra Pinto de Almeida
Instituto de Ciências Agrárias/Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

Luís Roberto da Trindade Ribeiro
Instituto de Ciências Agrárias/Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

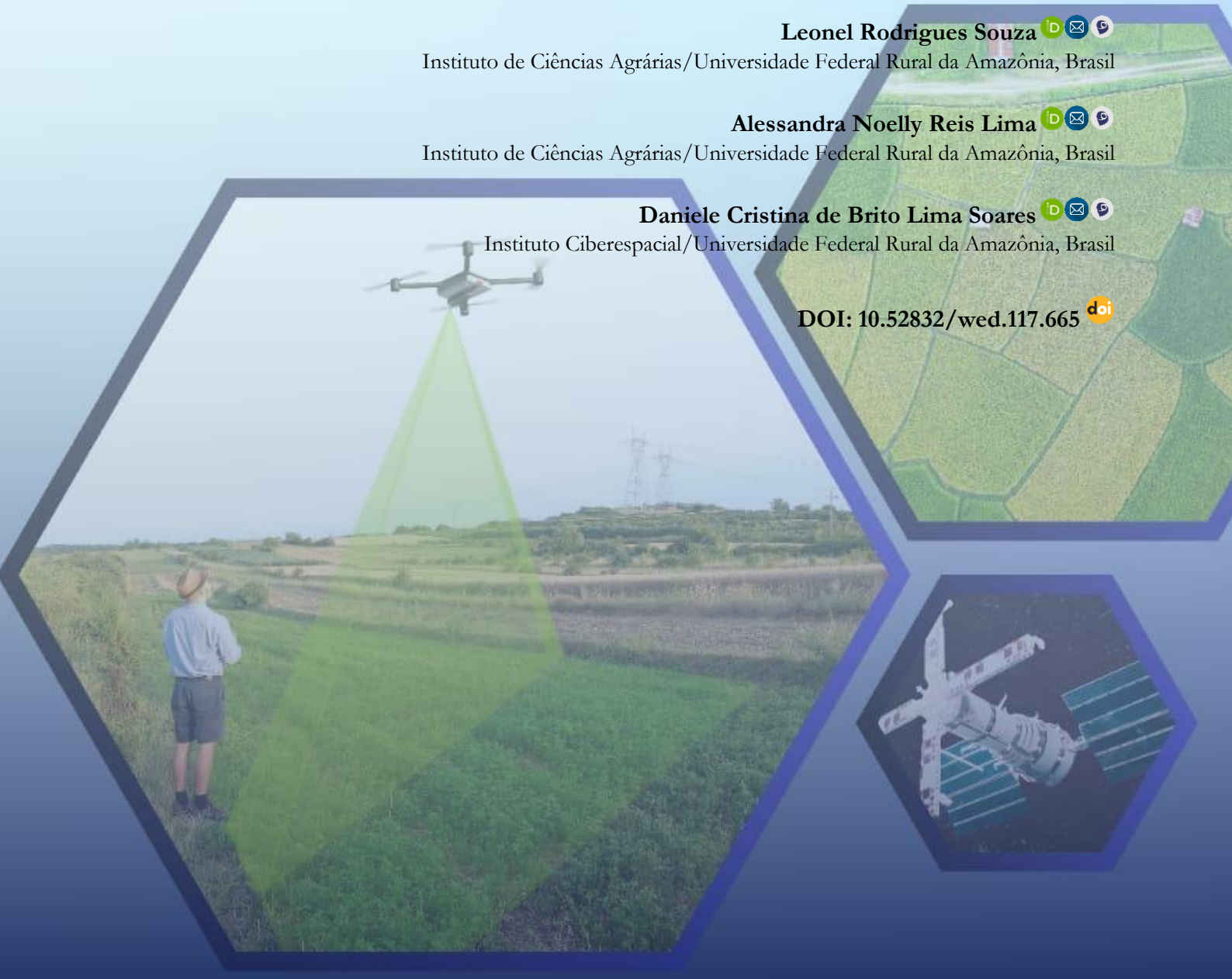
Nilbia Abreu Ramos
Instituto de Ciências Agrárias/Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

Leonel Rodrigues Souza
Instituto de Ciências Agrárias/Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

Alessandra Noelly Reis Lima
Instituto de Ciências Agrárias/Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

Daniele Cristina de Brito Lima Soares
Instituto Ciberespacial/Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

DOI: 10.52832/wed.117.665



Resumo: As florestas nativas desempanham papel fundamental no equilíbrio dos ecossistemas. Atualmente, a biodiversidade e a climatologia local são colocadas em risco pelo aumento do desmatamento. O trabalho objetivou obter e relacionar dados sobre o desmatamento com variáveis climatológicas nos anos de 1990 e 2022, do município de Redenção-PA. Foi realizada uma classificação supervisionada da cobertura do solo em imagens do satélite Landsat (5/TM e 9/OLI) com o auxílio do software QGIS®. As variáveis climáticas umidades relativas, temperatura máxima, temperatura média e precipitação pluviométrica foram obtidas através do banco de dados meteorológicos do INMET. A classificação apontou uma diminuição da área florestal, de 1.473,57 km² (1990) para 901,39 km² (2022). Também foi observado que tal redução ocasionou o aumento das temperaturas máximas e médias do município. Enquanto isso, houve um acréscimo no volume anual de chuvas (de 1.212,9 mm para 1.889,89 mm), que associados aos fatos já citados, resultou na diminuição de vapor d'água na atmosfera, o que pôde ser verificado com a redução da umidade do ar no município nos anos estudados. Conclui-se que os parâmetros climáticos analisados foram afetados pela diminuição da cobertura vegetal, que desregulou as condições ambientais da área analisada.

Palavras-chave: Amazônia Legal. Ocupação do solo. Variáveis climáticas.

1 INTRODUÇÃO

A expansão do desmatamento é um tema largamente discutido na atualidade, sendo um dos maiores desafios a serem enfrentados em escala global. Em diversas localidades ao redor do mundo, territórios de floresta nativa vêm sendo perdidos em decorrência de incêndios florestais, derrubada para exploração da madeira, expansão de áreas para atividade agropecuária e também por fenômenos naturais (Arraes, Mariano, Simonassi, 2012), ocasionando a redução da fauna e a flora locais, impactos no solo e redução da disponibilidade hídrica.

No Brasil, as taxas de desmatamento aumentaram continuamente a partir do início da década de 1990 (Fearnside, 2006). Segundo Simões e Sousa (2022), há um foco particular na região da Amazônia Legal, onde a derrubada das florestas foi intensificada desde a década de 1970, com incentivo do próprio governo, que visava a colonização das terras e aumento no desenvolvimento regional através da atividade agropecuária.

De acordo com informações do Projeto de Monitoramento da Floresta Amazônica por Satélite (PRODES), conduzido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), aponta-se que em 2022 a Amazônia Legal sofreu com perdas de 11.594 quilômetros quadrados de florestas, sendo que 35,89% destas perdas ocorreram no estado do Pará. Destaca-se que desde 2006 o estado lidera o ranking anual de desmatamento na Amazônia Legal, com uma ocorrência significativa no Sudeste Paraense.

Segundo Simões e Sousa (2022), ao realizarem um estudo acerca do desmatamento da Mesorregião do Sudeste Paraense, seus resultados evidenciaram que os principais impulsionadores da expansão do desmatamento na região incluem a pecuária e as culturas temporárias e

permanentes, estando em linha com estudos empíricos anteriores. No município de Redenção, a criação de animais que são manejados em pastos cresceu cerca de 39,54% entre os anos de 2012 e 2022 (IBGE, 2022).

É importante destacar, conforme mencionado por Nobre (2014) e Dutra (2023), que a floresta amazônica desempenha um papel crucial ao exportar vapor d'água para outras áreas do continente e também ao contribuir para a irrigação de bacias hidrográficas além da bacia do Amazonas, por meio dos chamados "Rios Voadores". Observa-se que a Amazônia desempenha um papel crucial no controle do clima e, consequentemente, nas dinâmicas ambientais de várias regiões do Brasil e de outros países, como na variação da temperatura máxima e mínima e na umidade. Portanto, é crucial ressaltar a situação de risco enfrentada pelo ecossistema amazônico, que tem sido afetado por danos ambientais, principalmente devido à exploração irregular de reservas minerais e ao desmatamento em larga escala para extração de madeira ou para práticas agropecuárias.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo obter e relacionar dados sobre o desmatamento com as variáveis climatológicas nos anos de 1990 e 2022 do município de Redenção, no estado do Pará.

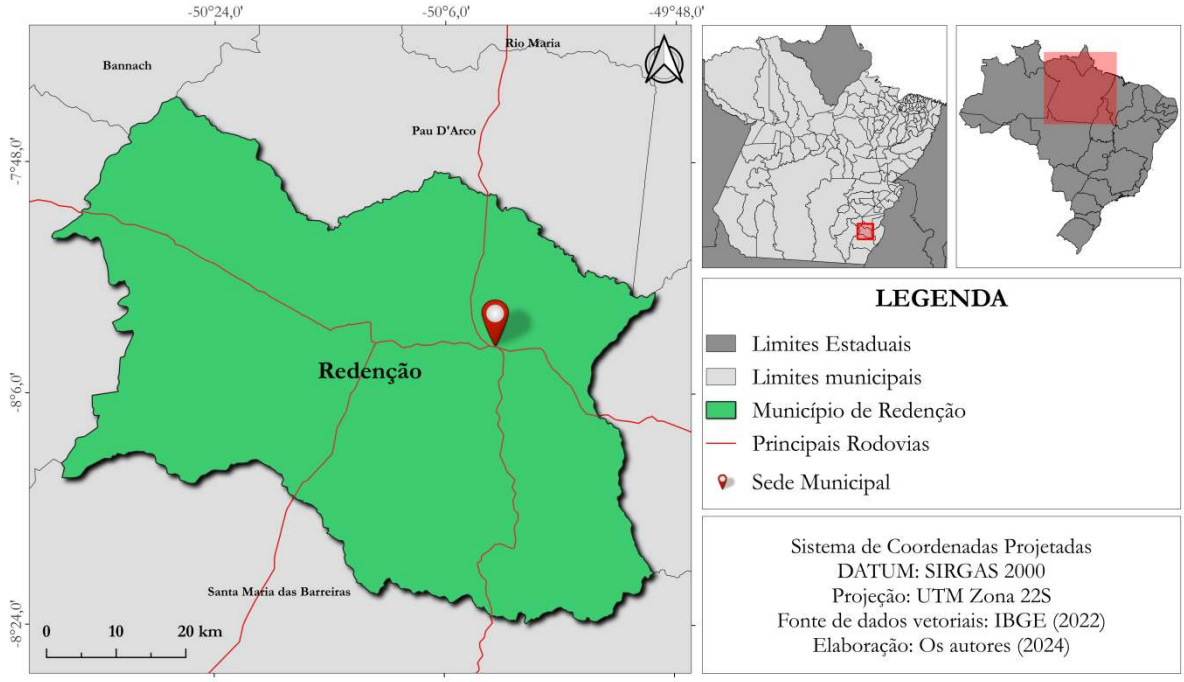
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A região de interesse corresponde à extensão territorial do município de Redenção (Figura 1), pertencente à mesorregião Sudeste Paraense, cuja sede se localiza na latitude 8° 02' 10,3" sul e longitude 50° 02' 08,6" oeste do meridiano de *Greenwitch*. A cidade possui uma área de 3.823,809 km², seu regime climático é definido como tropical chuvoso, característico da categoria “Awi” da classificação de Köppen-Geiger, apresentando uma estação de seca bem definida que segundo Amanajás e Braga (2012), historicamente abrange os meses de maio a setembro. As temperaturas médias das máximas e mínimas variam de 31,1 °C a 35,2 °C e 17,7 °C a 20,8 °C, respectivamente, e as temperaturas médias mensais variam de 25,1 °C a 26,4 °C, com média anual de 25,7 °C (Bastos *et al*., 2005 *apud* Freitas, 2011).

Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

Figura 1 – Mapa de localização do município de Redenção-PA.



Fonte: Autores, 2024.

2.2 Coleta e processamento de dados

2.2.1 Dados de imagem

Para se fazer a relação entre os dados de desmatamento e as variáveis climáticas, foi necessária a classificação de imagens de satélite (rasters) referentes aos anos de 1990 e 2022. Foram obtidas três imagens para compor toda a extensão do território em cada ano. Conforme disposto na Tabela 1, as cenas coletadas para o ano de 1990 e 2022 foram referentes ao satélite Landsat 5/TM e Landsat 9/OLI, respectivamente. Após coletados, os rasters foram reprojetados e recortados a partir de uma camada vetorial da extensão do município utilizando o Software Quantum GIS (QGIS®).

Tabela 1 – Imagens utilizadas para a classificação supervisionada.

Satélite	Data	Sensor	Resolução	Composição R-G-B
Landsat 5	20/08/1990 20/08/1990 17/11/1990	TM (Thematic Mapper)	30 metros	B4, B3, B2
Landsat 9	20/08/2022 20/08/2022 30/09/2022	OLI-2 (Operational Land Imager 2)	30 metros	B5, B4, B3

Fonte: Autores, 2024.

Em seguida, utilizando o mesmo software, foi gerado um raster a partir do mosaico com a composição RGB das bandas espectrais referentes ao Infravermelho Próximo, Vermelho e Verde para cada satélite. Com os dados obtidos, foi feita uma classificação supervisionada da imagem com auxílio do plugin "*dzetsaka*", onde os pixels foram reunidos em dois grupos: áreas com vegetação densa e áreas com pouca ou sem vegetação. A partir da imagem criada, os dados referentes a área total (km²) classificada foram extraídos através da ferramenta "*r.report*".

2.2.2 Variáveis climáticas

Os parâmetros climáticos foram obtidos através do banco de dados meteorológicos disponibilizados no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) na subárea "Mapas das estações". Foram coletados dados diários de umidade relativa (%), temperatura máxima (ºC), temperatura média (ºC) e precipitação pluviométrica (mm) para os anos de 1990 e 2022.

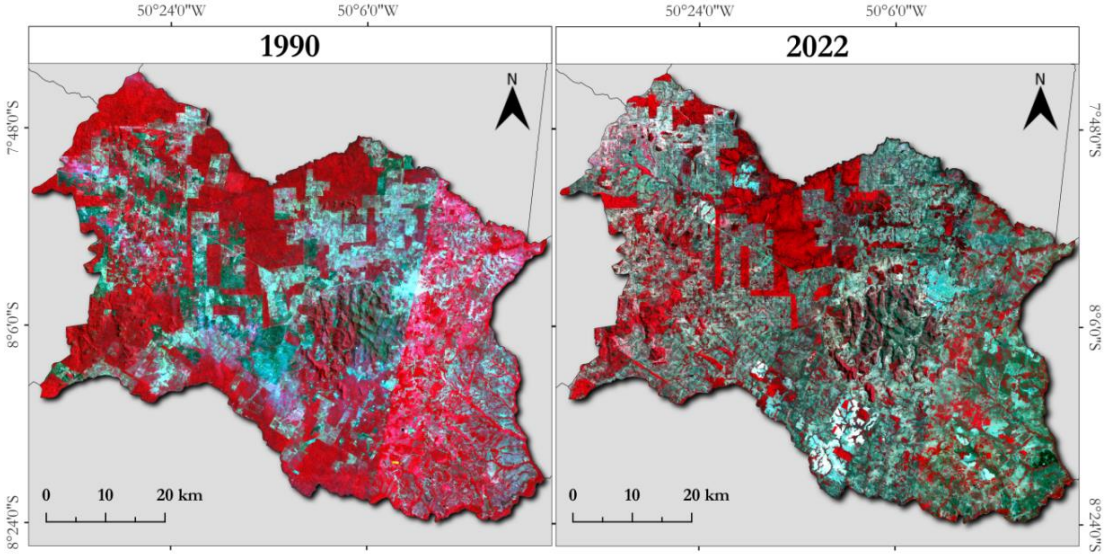
A estação meteorológica escolhida está localizada na cidade de Conceição do Araguaia, sendo uma das estações mais antigas da região sudeste do Pará e, portanto, possui os dados referentes às datas de interesse. A cidade de Conceição do Araguaia fica a cerca de 96 km de distância, em linha reta, da cidade de Redenção, o que se enquadra na abrangência de uma estação meteorológica determinada pela World Meteorological Organization (WMO, 2007).

Posteriormente, os dados foram processados e organizados em planilha no Excel, onde foram obtidas as médias mensais de umidade relativa, temperatura máxima e temperatura média, bem como o total de precipitação pluviométrica nos referidos anos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da composição de bandas em falsa cor Infra-vermelho (Figura 2) foi possível observar a área geral do município de Redenção e suas respectivas ocupações, como solo exposto, vegetação densa, vegetação secundária e área urbana.

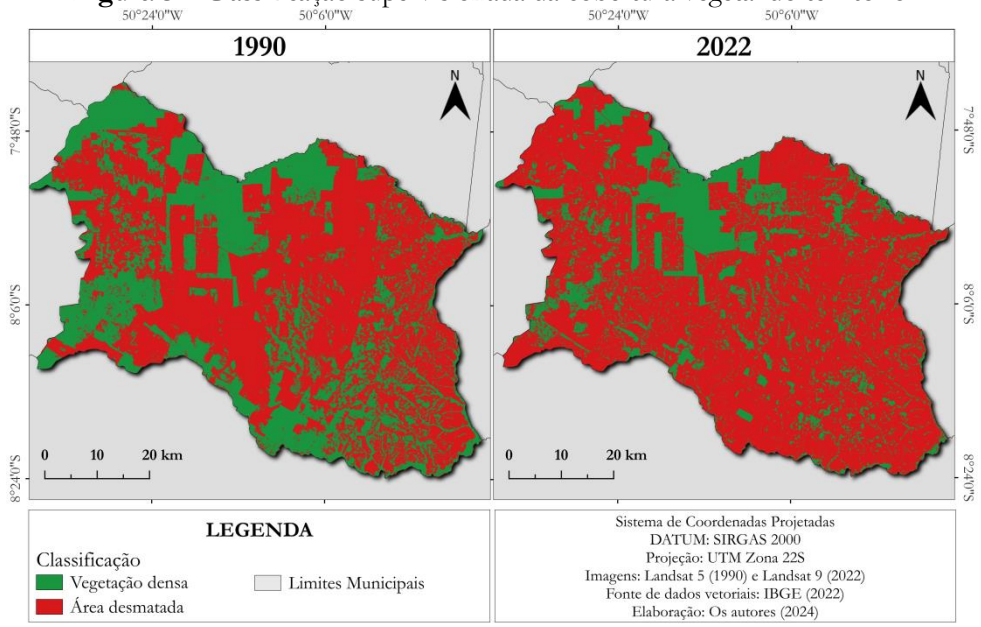
Figura 2 – Composição de bandas RGB utilizada para a classificação.



Fonte: Autores, 2024.

A partir da classificação supervisionada (Figura 3), as áreas com vegetação densa e com pouca vegetação ou solo exposto ficaram mais evidentes. Assim, pôde ser observado onde o avanço do desmatamento ocorreu ao longo do território da cidade.

Figura 3 – Classificação supervisionada da cobertura vegetal do território.



Fonte: Autores, 2024.

Comparando as duas imagens, foi nítido o avanço da área desmatada na região, avançando no sentido leste para o oeste. No ano de 1990, a área de floresta era de aproximadamente 1.473,57 km², correspondendo a 38,56% do território, já no ano de 2022 essa mesma área aproximada diminuiu para 901,39 km², representando um aumento de 24,37% no desmatamento, conforme

disposto na tabela 2. As observações coincidem com Garcia e Garcia (2022), no qual verificaram que durante o período de 1985 e 2022, houve perdas de -8.702,2422 km² de formação florestal na Microrregião de Redenção e, segundo os autores, tais perdas ocorreram principalmente devido à expansão das atividades da pecuária, agricultura e o chamado arco do desmatamento.

Tabela 2 – Dados quantitativos, em quilômetros quadrados (km²), para cada classe.

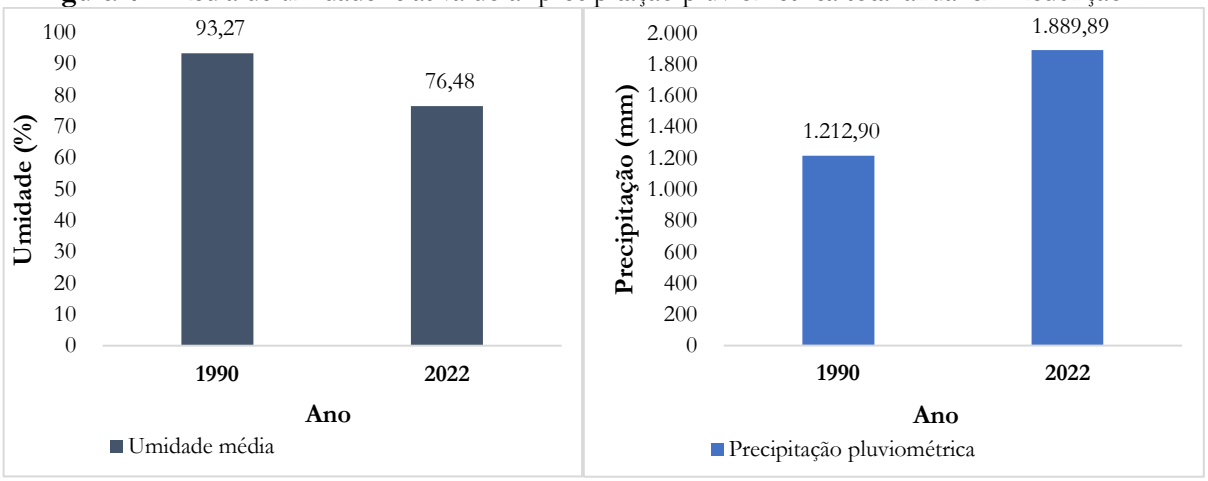
Classe	1990		2002	
	Área (km²)	% (aprox.)	Área (km²)	% (aprox.)
Vegetação densa	1.473,57	38,56%	901,39	23,59%
Área desmatada	2.347,99	61,44%	2.920,17	76,41%

Fonte: Autores, 2024.

Os valores de umidade (Figura 4) revelaram diminuição nas médias de umidade relativa da região nos dois períodos avaliados, muito em decorrência da diminuição da área de vegetação da cidade. Nos anos de 1990 e 2022, a umidade relativa diminuiu de 93,27% para 76,48%, observa-se uma redução de 18% da umidade relativa do ar, o que pode afetar de forma direta a saúde das pessoas, pois como afirmam Junior *et al.* (2011), a redução da umidade é danosa às vias aéreas alterando todo o equilíbrio respiratório, sendo crianças o grupo mais afetado por esse problema climatológico decorrido da área desmatada.

Em contrapartida, foi observado que o total anual de precipitação pluviométrica, também disposta na figura 4, aumentou de 1.212,9 mm para 1.889,89 mm. Importante destacar que a redução das áreas vegetadas na região ocasiona a diminuição da retenção de água no solo, bem como da liberação de vapor d'agua na atmosfera, que são funções importantes da superfície vegetada.

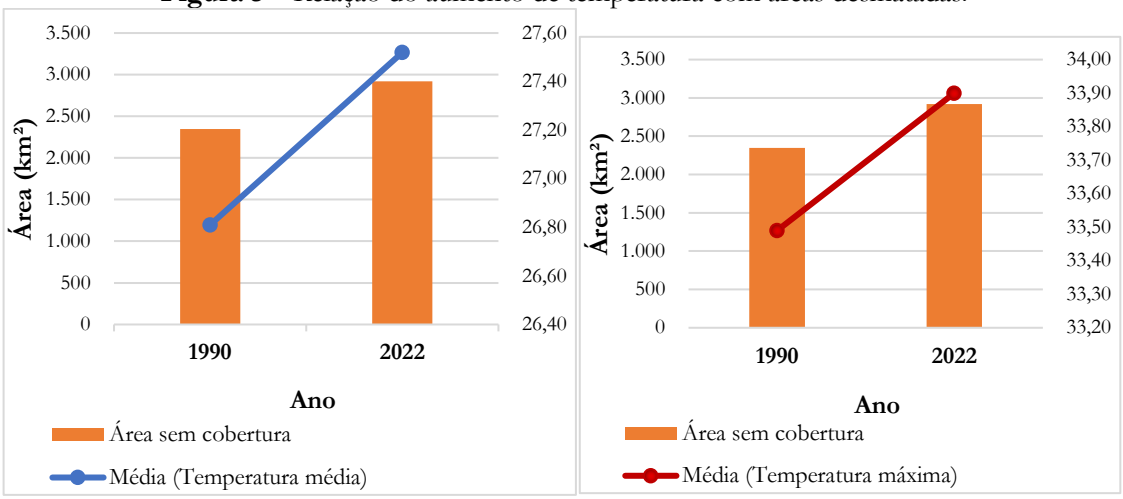
Figura 4 – Média de umidade relativa do ar precipitação pluviométrica total anual em Redenção-PA.



Fonte: Autores, 2024.

Na figura 5, podem ser observadas as relações entre o aumento da área sem cobertura associado ao aumento das temperaturas média e máxima do ar no município, nota-se que há uma relação diretamente proporcional, onde as temperaturas máximas e médias, com o passar dos anos aumentaram substancialmente sobre a área desmatada devido às ações antrópicas ocasionadas pelo homem.

Figura 5 – Relação do aumento de temperatura com áreas desmatadas.



Fonte: Autores, 2024.

Destarte, o clima é um aspecto de grande importância no conforto térmico humano, Frota e Schiffer (2003) destacam que a temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento, são as principais variáveis climáticas relacionadas com o conforto humano e a devastação dessas áreas pode ocasionar aumento de temperatura.

Os resultados da pesquisa alertam tanto para os impactos no ecossistema como na qualidade de vida da população. Com base nos dados verificados, pode-se afirmar que a redução da superfície vegetada na região, ocasionada pelo desmatamento, teve influência na mudança das médias de temperatura do município, o que refletiu negativamente na capacidade de regulação térmica que é proporcionada pela vegetação.

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou analisar os impactos do desmatamento no município de Redenção-PA e com as imagens e levantamentos presentes foi possível notar que a precipitação pluviométrica, as médias de temperatura máxima e média e a umidade do ar foram afetadas com a diminuição da cobertura vegetal que desregulou as condições ambientais da região mencionada.

A pesquisa evidenciou que é de extrema importância que medidas a respeito da conservação e restauração das áreas desmatadas sejam tomadas, para que os efeitos observados no estudo sejam

mitigados. Salienta-se a necessidade da elaboração de normas voltadas para este fim, e que a conscientização sobre esses impactos é essencial para a adesão das mesmas, tanto pelos órgãos responsáveis como pela população, beneficiando a eficiência das práticas adotadas.

REFERÊNCIAS

AMANAJÁS, J.C.; BRAGA, C.C. Padrões Espaço-Temporal Pluviométricos na Amazônia Oriental Utilizando Análise Multivariada. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 27, n. 4, p. 423-434, 2012.

ARRAES, R. A.; MARIANO, F. Z.; SIMONASSI, A. G. Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, p. 119-140, 2012.

DUTRA, M. O. **Influência dos rios atmosféricos no agronegócio brasileiro:** uma análise de redundância. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Brasil, 2023.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. **Acta amazônica,** v. 36, n. 3, p. 395-400, 2006.

FREITAS, L. S. **Variação de atributos químicos de dois latossolos amarelos sob diferentes sistemas de manejo nos municípios de redenção e Paragominas-PA.** 2011. 176 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias/Agroecossistemas da Amazônia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2011. Disponível em: http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/2051. Acesso em: 10 abr. 2024.

FROTA, A. B; SCHIFFER, S. R. **Manual do conforto térmico.** 8º ed. São Paulo, 2003.

IBGE: **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em: https://www.ibge.gov.br/. Acesso em: 10 mar. 2023.

GARCIA, P. S.; GARCIA, C. S. Análise de fragmentos florestais por métrica de paisagem na microrregião de redenção no Sudeste do Pará–Brasil. **Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto**, v. 3, n. 2, 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Pesquisa da Pecuária Municipal.** Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939#resultado. Acesso em: 13 abr. 2024.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite**. Projeto PRODES. Disponível em: http:// www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes. Acesso em: 10 abr. 2024.

NOBRE, A. D. **O futuro climático da Amazônia: relatório de avaliação científica.** São José dos Campos, SP: Articulación Regional Amazónica: CCST-INPE: INPA, v.1, 42p., 2014.

SILVA JÚNIOR, J. L. R.; PADILHA, T. F.; REZENDE, J. E.; RABELO, E. C. A.; FERREIRA, A. C. G.; RABAHI, M. F. Efeito da sazonalidade climática na ocorrência de sintomas

respiratórios em uma cidade de clima tropical. **Jornal brasileiro de pneumologia**, v. 37, n. 6, p. 759-767, 2011.

SIMÕES, J. E. M.; SOUSA, W. D. Efeitos dos principais vetores no desmatamento: uma avaliaçao para a mesorregiao do Sudeste Paraense, Brasil no período 2000 e 2018. **Espacio abierto: cuaderno venezolano de sociología,** v. 31, n. 1, p. 167-186, 2022.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION - WMO. **Guide to the Global Observing System**, WMO n°. 488, 3ª ed. Genebra: WMO, 2007.

Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

CAPÍTULO 10

IMPACTO DE 37 ANOS DE MUDANÇA NA COBERTURA E USO DA TERRA NA PAISAGEM DO TRIÂNGULO MINEIRO

Joysse de Fátima Flôres de Oliveira
Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG)/ Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Rafael Maick dos Santos
Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG)/Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Jeferson Pereira de Oliveira
Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG)/Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Beatriz Tancredo Leandro
Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG)/Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Brasil

Taynara Monteiro de Oliveira
Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG)/Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Anna Caroline Costa Fanalli
Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG)/Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Vicente Toledo Machado de Morais Junior
Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG)/Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Luciano Cavalcante de Jesus França
Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG)/ Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

DOI: 10.52832/wed.117.666



Resumo: O Triângulo Mineiro se destaca como potência agropecuária, exigindo análise constante da paisagem rural para aprimorar o planejamento territorial e conservar os ecossistemas. Objetivou-se com este trabalho analisar a dinâmica espaço-temporal da região entre 1985 e 2022. O estudo empregou dados do MapBiomas 8.0 e QGIS 3.34.4 para elaborar mapas de uso e cobertura do solo, abrangendo classes como corpos d'água, formações florestais e áreas urbanizadas. Houve aumento significativo nas áreas de soja, café, citrus e cana-de-açúcar, com declínio notável das pastagens em 64%. A expansão agrícola também reduziu as áreas florestais, especialmente a savana, perdendo 60,2% de sua cobertura. Essa perda pode afetar a qualidade ambiental, biodiversidade e fragmentação florestal, com possíveis impactos socioeconômicos. O estudo reforça a necessidade de melhorias na gestão do uso da terra e dos recursos naturais, considerando os benefícios do desenvolvimento local e as preocupações ambientais decorrentes das transformações na paisagem. É fundamental equilibrar o crescimento agrícola com a conservação dos ecossistemas naturais e promover práticas sustentáveis que garantam o uso eficiente dos recursos disponíveis. A compreensão da dinâmica espaço-temporal da região é crucial para orientar políticas e estratégias que promovam o desenvolvimento econômico sem comprometer a sustentabilidade ambiental em longo prazo.

Palavras-chave: MapBiomas. Sistemas de Informações Geográficas. Vegetação.

1 INTRODUÇÃO

O Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba se consolidou como uma das principais áreas no contexto do agronegócio no cerrado brasileiro (Araújo; Araújo; Sobrinho, 2020). A pecuária, em especial, permanece como um pilar fundamental para o desenvolvimento socioeconômico regional, ao lado da produção e exportação de *commodities*, estabelecendo-se como uma das principais fronteiras de expansão agrícola moderna e contribuindo de forma significativa para a produção agropecuária em Minas Gerais e no Brasil como um todo (Santos, 2019).

As intensivas atividades agropecuárias têm exercido pressão sobre os recursos naturais, resultando em modificações na paisagem e redução de áreas naturais, o que evidentemente implica diretamente na conservação destes ecossistemas mais frágeis (EMBRAPA, 2018). A mudança na paisagem afeta a biodiversidade local, além de modificar o uso e a cobertura da terra, que dependendo do manejo pode potencializar a degradação do solo, aumento da erosão e até mesmo emissões que contribuam com o aumento da mudança climática (EMBRAPA, 2018). Portanto, é crucial mapear a dinâmica do uso da paisagem e compreender os métodos de manejo empregados.

Uma maneira eficaz de monitorar e analisar as mudanças na paisagem e por meio do sensoriamento remoto, utilizando análise multitemporal para avaliar a mudança do uso e cobertura do solo. A utilização do Sistema de Informações Geográficas (SIGs) oferecem importantes percepções sobre os processos de degradação e contribuem para uma compreensão abrangente das transformações ambientais ao longo do tempo (Moreto *et al.*, 2021).

Diante disso, objetivou-se com este estudo demonstrar a dinâmica do uso e cobertura da terra na região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba nos anos de 1985 e 2022, a fim de proporcionar uma compreensão mais clara das mudanças ocorridas ao longo desses 37 anos.

2 METODOLOGIA

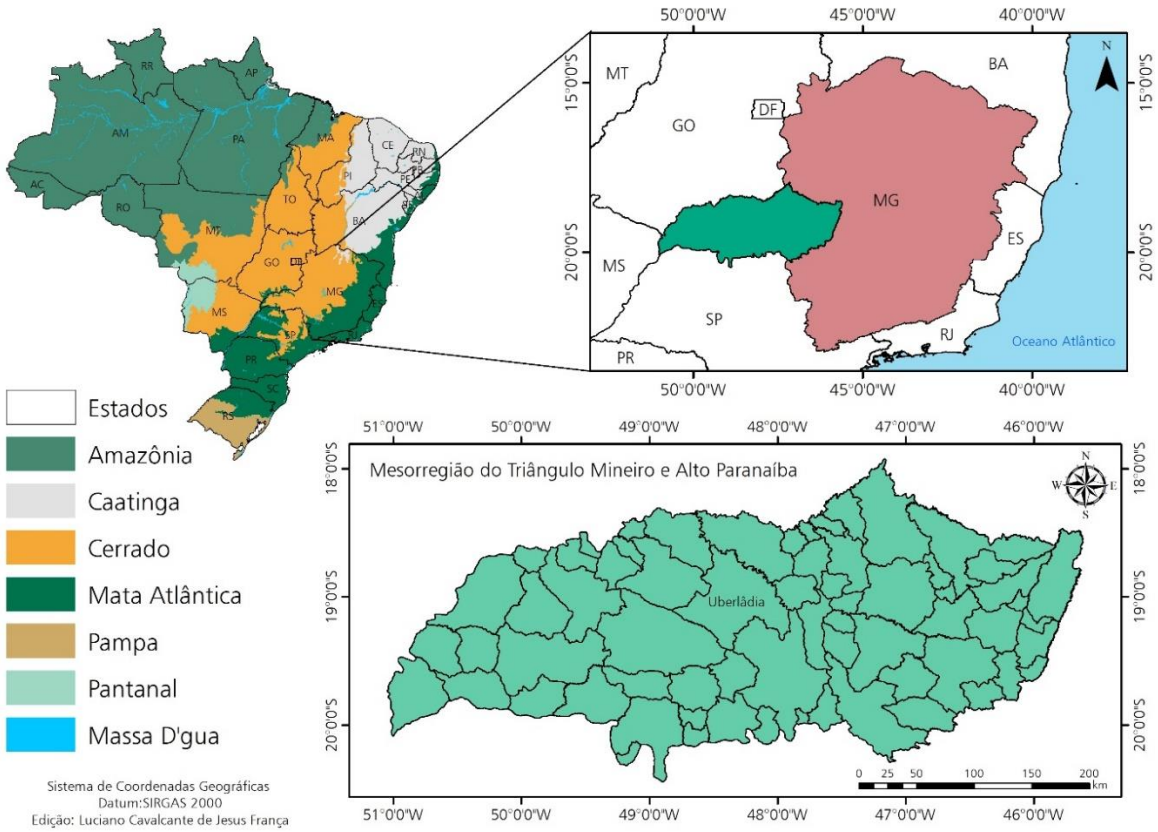
A área de estudo correspondeu a Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, localizada no oeste do estado de Minas Gerais (Figura 1), sendo composta por 66 municípios e uma população que já ultrapassou os 2 milhões de habitantes (IBGE, 2022). Esse considerável contingente populacional implica em uma demanda crescente no uso dos recursos naturais, essenciais para suprir necessidades básicas como alimentação, vestuário e lazer.

Para compreender melhor a dinâmica do uso da terra nessa região ao longo do tempo, realizou-se um mapeamento multitemporal entre os anos de 1985 e 2022. Esse estudo utilizou dados matriciais de cobertura e uso da terra da plataforma MapBiomas coleção 8.0, baseado em mosaicos de imagens Landsat com **resolução** de 30m e foi conduzido por meio do software QGIS 3.34.4 "Prizren", reconhecido por sua acessibilidade e gratuidade, especialmente no contexto do sensoriamento remoto.

Para a criação do mapa multitemporal de uso e cobertura do solo, foram utilizadas as classes de níveis 01, 02, 03 e 04. Sendo de nível 01 as seguintes classes: corpos d'água; nível 02: campo alagado, formação campestre, formação florestal, formação savânica, mosaico de usos, pastagens, silvicultura; nível 03: outras lavouras perenes, área urbanizada e nível 04: café, citrus, outras lavouras temporárias e soja. O mapeamento realizado, deve evidenciar o impacto das atividades antrópicas sobre a paisagem, destacando os padrões de uso e cobertura do solo ao longo dos anos de 1985 e 2022.

Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

Figura 1 – Mapa de localização do Triângulo Mineiro / Alto Paranaíba – MG.



Fonte: Autores, 2024.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

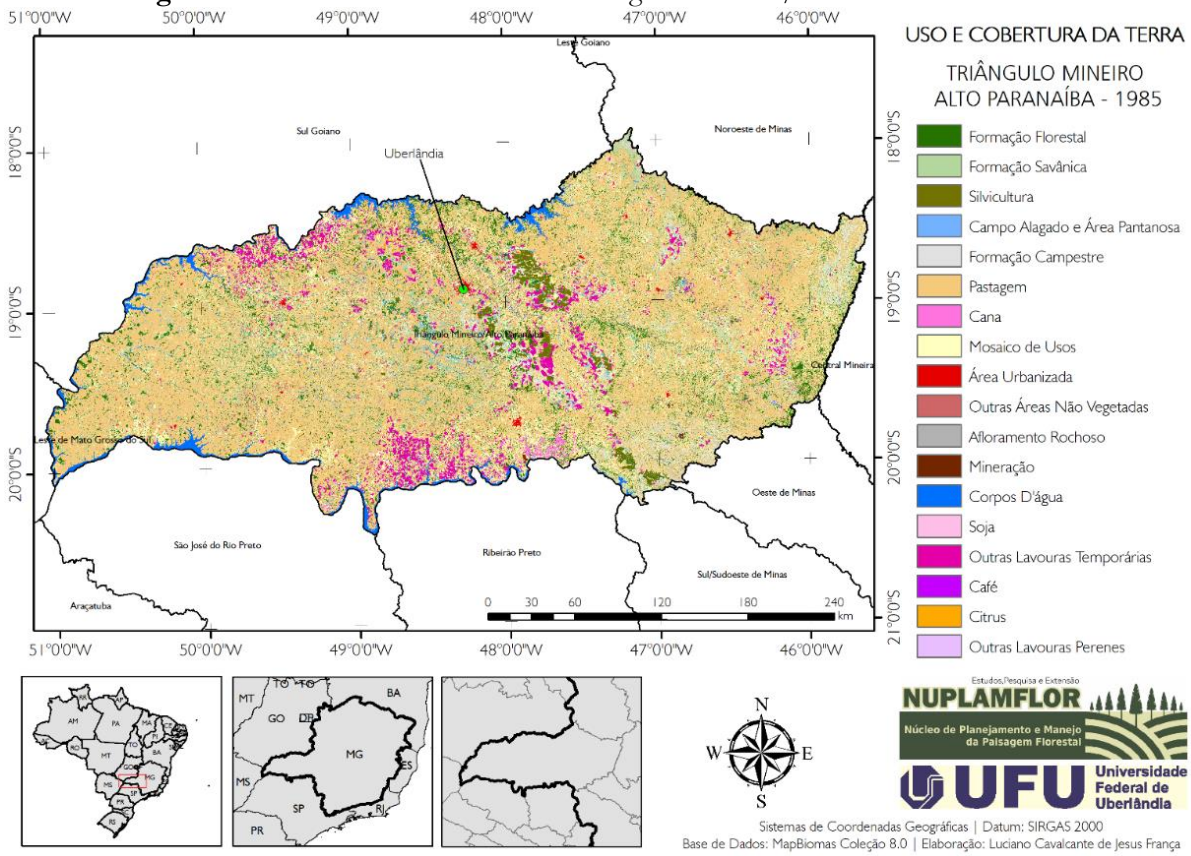
Analisando-se o mapa de uso e cobertura da terra no Triângulo Mineiro em 1985 (Figura 2), constata-se que neste período havia predomínio de áreas de Pastagem, essa dominância é quantificada nos resultados de áreas calculadas na Tabela 1. No Figura 3, correspondente ao ano de 2022, observa-se que a pastagem continua sendo a classe de maior predominância, porém em significativo declínio. Nota-se o avanço das culturas de Soja, Cana e Café, além dos Citrus, e até mesmo a Silvicultura.

A área de Pastagem em 1985 correspondia a 4.600.548 hectares, em 2022 passou a ser de 2.802.992 hectares, obtendo um decréscimo de 64,1%, todavia continua sendo a de maior dominância no Triângulo Mineiro.

Áreas que antes eram ocupadas, por Formações Savânicas, Campestres e Florestais, diminuíram em 60,2%, 20,8% e 4,1%, respectivamente. Enquanto isso áreas ocupadas por culturas agrícolas, como Soja, Cana, Café e outras Lavouras Perenes, tiveram um aumento de 99,8%, 95,3%, 89,7%, e 81,2%, no ano de 2022, de modo respectivo. Na análise da evolução espaço-temporal da mudança na cobertura e uso da terra (Figura 4) essas culturas chamam atenção, devido seu despontamento no ano de 2022, comparado ao ano de 1985.

Esses dados comprovam que o avanço da agricultura causou o desmatamento da vegetação nativa no Triângulo Mineiro, vinculado ao crescimento da área urbana que foi de 68,2%. Esses resultados vão de encontro com os estudos conduzidos por Stan *et al.* (2015), que apontam para expansão agrícola como o maior fator de desmatamento no estado de Minas Gerais, indicando em suas projeções futuras que o aumento na receita agrícola será acompanhado de uma perda significativa de terras do Cerrado, prevendo-se a perda de até 25% do domínio na próxima década se a maximização do lucro prevalecer como prioridade.

Figura 2 - Uso e cobertura da terra do triângulo Mineiro / Alto Paranaíba em 1985.



Fonte: Autores, 2024.

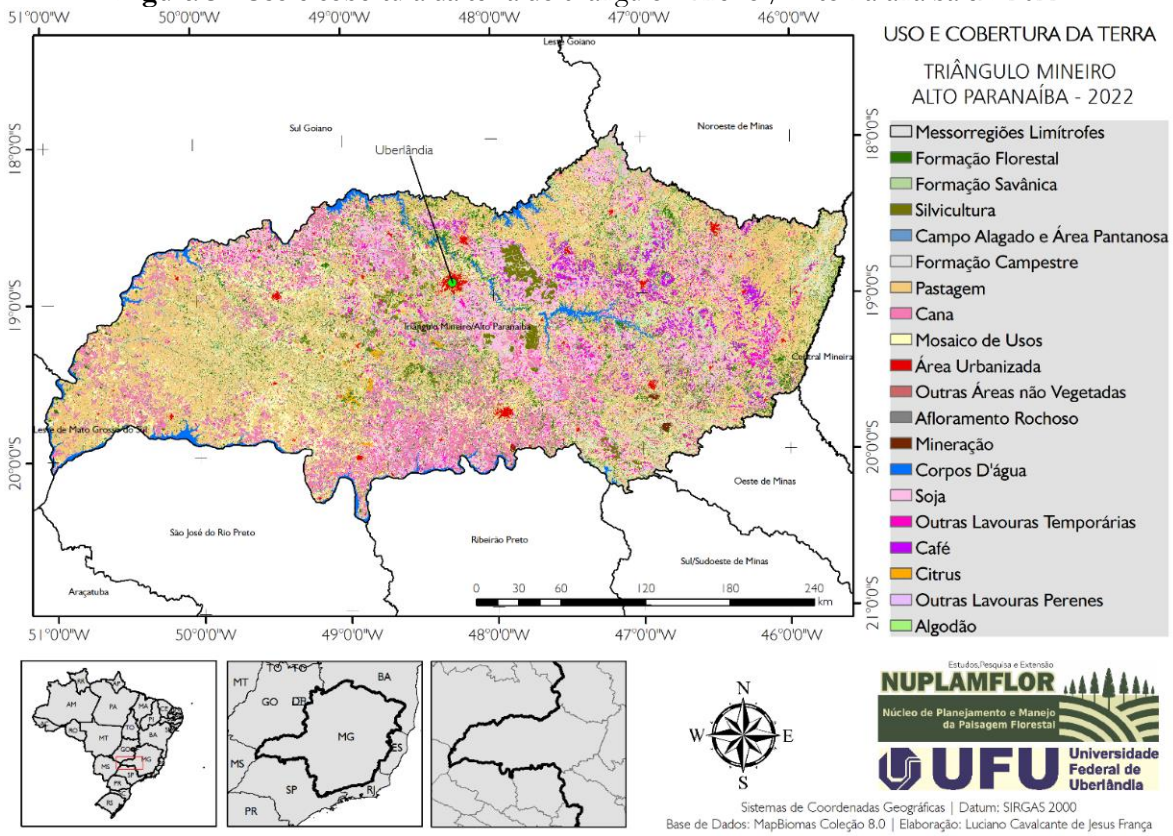
Tabela 1 - Áreas calculadas em hectares do uso e cobertura da terra nos anos de 1985 e 2022 no Triângulo Mineiro e suas respectivas taxas de mudança.

Classe uso	1985	2022	1985-2022
	Área (ha)	Área (ha)	Mudança (%)
Soja	1.500,0	936.563,0	99,8
Ouras Lavouras Perenes	2.064,0	10.968,0	81,2
Mineração	2.326,0	6.021,0	61,4
Afloramento Rochoso	8.640,0	8.610,0	-0,3
Citrus	13.493,0	38.907,0	65,3
Café	17.063,0	165.121,0	89,7
Área Urbanizada	18.302,0	57.505,0	68,2

Cana	34.443,0	731.918,0	95,3
Silvicultura	90.791,0	148.841,0	39,0
Outras Áreas Não Vegetadas	164.172,0	37.081,0	-342,7
Campo Alagado e Área Pantanosa	169.045,0	159.643,0	-5,9
Formação Campestre	217.533,0	180.103,0	-20,8
Corpos D'água	227.746,0	227.078,0	-0,3
Outras Lavouras Temporárias	347.594,0	412.184,0	15,7
Formação Savânica	511.021,0	318.984,0	-60,2
Formação Florestal	809.362,0	777.750,0	-4,1
Mosaico de Usos	1.844.291,0	2.057.781,0	10,4
Pastagem	4.600.548,0	2.802.992,0	-64,1

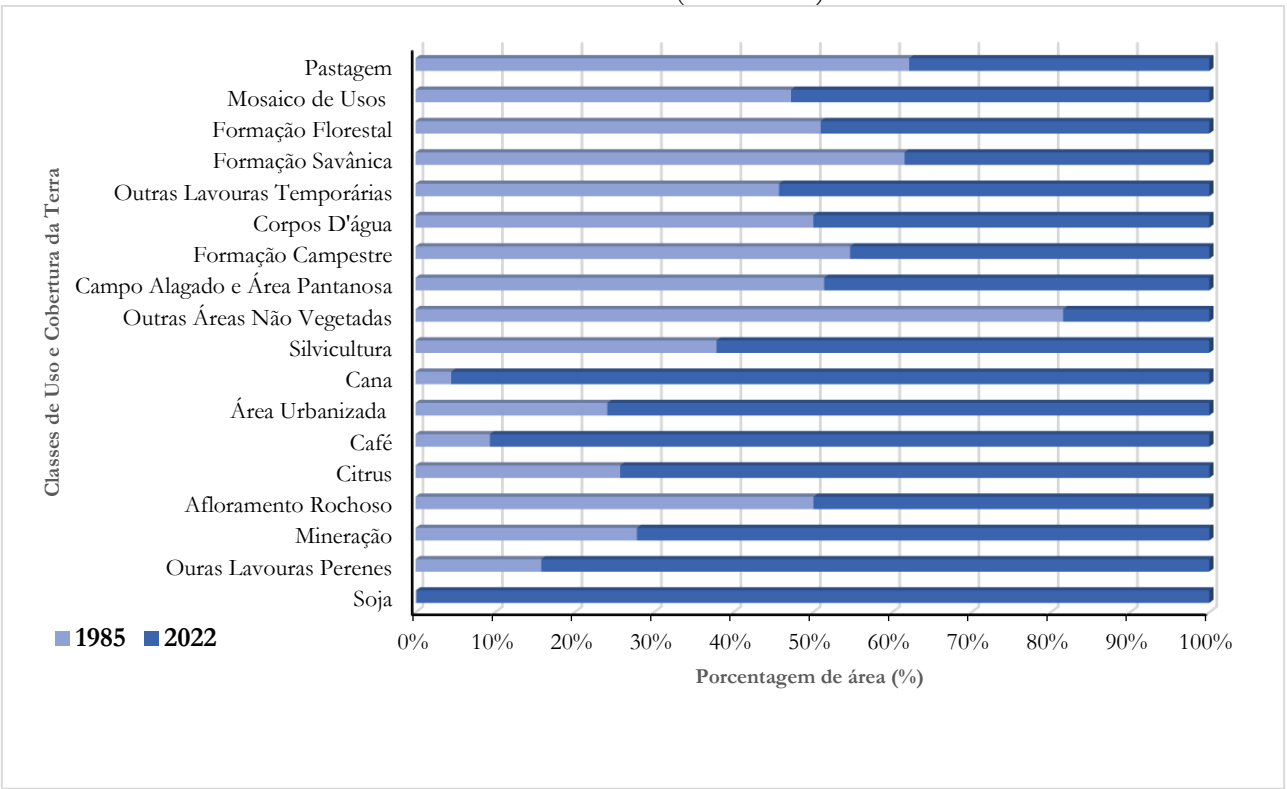
Fonte: Autores, 2024.

Figura 3 - Uso e cobertura da terra do triângulo Mineiro / Alto Paranaíba em 2022.



Fonte: Autores, 2024.

Figura 4 - Evolução espaço-temporal da mudança na cobertura e uso da terra da região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (1985 - 2022).



Fonte: Autores, 2024.

É fundamental destacar que, embora o agronegócio seja uma atividade essencial para a região, é imprescindível que os agricultores estejam atentos à gestão responsável dos recursos naturais. Para isso, é crucial que busquem orientação técnica visando à adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis.

Os resultados deste estudo oferecem contribuições significativas para orientar o planejamento estratégico, especialmente no que diz respeito à administração das terras rurais e dos recursos naturais, os quais enfrentam uma série de desafios e limitações.

É vital que se promova uma revisão constante dos zoneamentos e o desenvolvimento de políticas públicas que coloquem a conservação ambiental em destaque, alinhando-se a uma abordagem econômica rural mais sustentável.

4 CONCLUSÃO

A análise dos dados revelou a dinâmica do uso da terra na região do Triângulo Mineiro /Alto Paranaíba entre 1985 e 2022, destacando uma relação clara entre o crescimento das áreas dedicadas a atividades agrícolas e urbanas e a consequente diminuição da vegetação nativa. Notavelmente, as formações savânicas e campestres registraram reduções de 60,2% e 20,8%, respectivamente, ao longo desses 37 anos. Paralelamente, houve um aumento expressivo de 99,8%,

95,3%, 89,7% e 81,2% nas áreas destinadas às culturas de Soja, Cana-de-açúcar, Café e outras culturas perenes, respectivamente.

Esses resultados reforçam a necessidade urgente de uma gestão mais cuidadosa da ocupação da terra. Apontam para a importância de adotar medidas de conservação e proteção ambiental, bem como de implementar práticas agrícolas sustentáveis. Essa abordagem é crucial diante das diversas consequências negativas associadas à má gestão da terra, como a mudança climática, a degradação do solo e a perda de biodiversidade.

Agradecimentos e financiamento

Agradecemos à equipe de colaboradores que desenvolveram este trabalho de pesquisa junto ao Núcleo de Estudos, Pesquisa e Extensão em Planejamento e Manejo da Paisagem Florestal (NUPLAMFLOR), ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e a UFU (Universidade Federal de Uberlândia), pela concessão de bolsas de alguns autores do estudo.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, D. F. C. de.; ARAUJO SOBRINHO, F. L. A dinâmica do setor sucroenergético no triângulo mineiro/alto Paranaíba. **Revista Cerrados**, [s.l.], v. 18, n. 01, p. 248-277, 26 jun. 2020. Universidade Estadual de Montes Claros (UNIIMONTES). http://dx.doi.org/10.46551/rc24482692202001.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Visão 2030 O Futuro da Agricultura Brasileira**. Brasília: Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas, 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

MORETO, R. F. *et al*. Potencial das geotecnologias para monitoramento do impacto da colonização na floresta nativa na microbacia do rio enganado, Amazônia Ocidental, Brasil. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 12, n. 7, p. e27588, 2021.

SANTOS, H. F. dos. Modernização da agricultura e dinâmica do agronegócio globalizado no triângulo mineiro/alto Paranaíba. **Geografia em Questão**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 9-36, 2019.

STAN, K. *et al*. Simulating deforestation in minas gerais, brazil, under changing government policies and socioeconomic conditions. **PloS One**, v. 10, n. 9, 15 Sep. 2015.

CAPÍTULO 11

DINÂMICA DA COBERTURA E USO DA TERRA NA COMPOSIÇÃO DA PAISAGEM DO MUNICÍPIO DE MONTE CARMELO (MG) AO LONGO DE 37 ANOS

Beatriz Tancredo Leandro
Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG)/Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Brasil

Gabriel Fernandes Laverdi
Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG)/Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Brasil

Joysse de Fátima Flôres de Oliveira
Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG)/Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Brasil

Rafael Maick dos Santos
Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG)/Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Brasil

Taynara Monteiro de Oliveira
Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG) / Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Brasil

Anna Caroline Costa Fanalli
Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG), Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Brasil

Vicente Toledo Machado de Morais Junior
Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG)/Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Brasil

Luciano Cavalcante de Jesus França
Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG)/Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Brasil

DOI: 10.52832/wed.117.667



Resumo: A região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba destaca-se como grande potência agropecuária do estado de Minas Gerais, o que torna necessário a compreensão das mudanças na paisagem rural rumo às melhorias no planejamento territorial. Portanto, neste estudo, objetivou-se analisar a dinâmica da cobertura e do uso da terra do município de Monte Carmelo (MG), ao longo de um período de 37 anos, empregando dados provenientes da plataforma MapBiomas. A partir de uma análise espaço-temporal dos anos 1985 e 2022, analisou-se os elementos da cobertura e uso da terra do município, considerado um importante representante do potencial agropecuário da mesorregião. Evidenciou-se um aumento substancial nas áreas dedicadas ao cultivo de café e soja, denotando uma alteração notável no perfil e vocação agrícola da região. Esta expansão agrícola é acompanhada por uma redução significativa nas formações florestais e savânicas, 6% e 111,48% respectivamente, o que pode implicar em algum grau, em perdas de biodiversidade, fragmentação florestal e possíveis alterações nos fluxos ecológicos locais. Estas transformações na paisagem podem acarretar implicações socioeconômicas significativas, afetando não apenas o ambiente natural, mas também a economia e a organização da paisagem local. Diante disso, ressalta-se a premente necessidade de implementação de políticas integradas que promovam a conservação ambiental, o manejo sustentável dos recursos naturais e o desenvolvimento socioeconômico equitativo na área de estudo.

Palavras-chave: Conservação Ambiental. MapBiomas. Ordenamento Territorial. Triângulo Mineiro.

1 INTRODUÇÃO

A área atual do bioma do cerrado no país é considerada o *Hotspot* da conservação e da biodiversidade, a intensa pressão que enfrenta devido à conversão de terras para as atividades agrícolas, urbanização e outras formas de desenvolvimento (Morandi *et al.*, 2020). O cerrado tem sido amplamente subestimado em termos de conservação, e suas características únicas estão cada vez mais ameaçadas pela degradação ambiental, e a expansão agrícola mecanizada em larga escala contribuiu para essa redução das fitofisionomias naturais do bioma, sendo a agricultura um vetor de grandes alterações na paisagem e com tudo precisam ser analisada as mudanças para que possa promover o melhor planejamento e ordenamento territorial e ambiental (Nunes; Castro, 2021).

Conforme destacado por Quintão *et al.* (2021), isso inclui a conversão de uma categoria de cobertura para outra, como a substituição de florestas por pastagens, e mudanças dentro da mesma categoria, como a intensificação agrícola em áreas anteriormente utilizadas para agricultura de subsistência. Essas transformações são muitas vezes complexas e podem ter impactos significativos na biodiversidade, nos serviços ecossistêmicos e na qualidade de vida das comunidades locais.

Muitos problemas ambientais estão associados às mudanças na cobertura e uso da terra, tais como a perda de biodiversidade e a alteração dos ciclos hidrológicos de uma determinada região ou bacia hidrográfica (Guimarães, 2017). Moreira e Cesconetto (2022) têm enfatizado que a perda de habitat e a fragmentação de paisagens naturais representam sérios desafios para a conservação da natureza e a manutenção da biodiversidade. Diante dessas questões, é fundamental investir em

estudos e pesquisas que avancem na metodologia de mapeamentos de cobertura e uso da terra e analisem paisagens para melhores recomendações de ordenamento territorial e ambiental.

O geoprocessamento emerge como uma ferramenta crucial nesse contexto, permitindo a análise e visualização de dados geográficos remotamente de maneira eficiente e precisa. Longley *et al.* (2015) destacam a importância do geoprocessamento na tomada de decisões em diversas áreas, desde o planejamento urbano até a gestão ambiental e agrícola. Metzger (2017) ressalta a relevância do mapeamento geográfico para identificar e monitorar atividades que possam causar impactos negativos na diversidade ecológica, como o desmatamento e a exploração de recursos naturais. A modelagem espacial permite a realização de um manejo efetivo, minimizando impactos antrópicos, buscando desenvolvimento econômico aliando a atividades sustentáveis e ambientalmente corretas.

Considerando o contexto específico do município de Monte Carmelo, situado na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, em Minas Gerais, o objetivo central de estudar a dinâmica da cobertura e uso da terra ao longo de 37 anos assume uma importância ainda maior. A análise dessas mudanças permitirá compreender não apenas as transformações na paisagem rural e na vegetação natural, mas também os possíveis impactos dessas mudanças no meio ambiente e na qualidade de vida das comunidades locais. Além disso, poderá fornecer subsídios para o planejamento e a implementação de políticas de conservação e desenvolvimento sustentável na região.

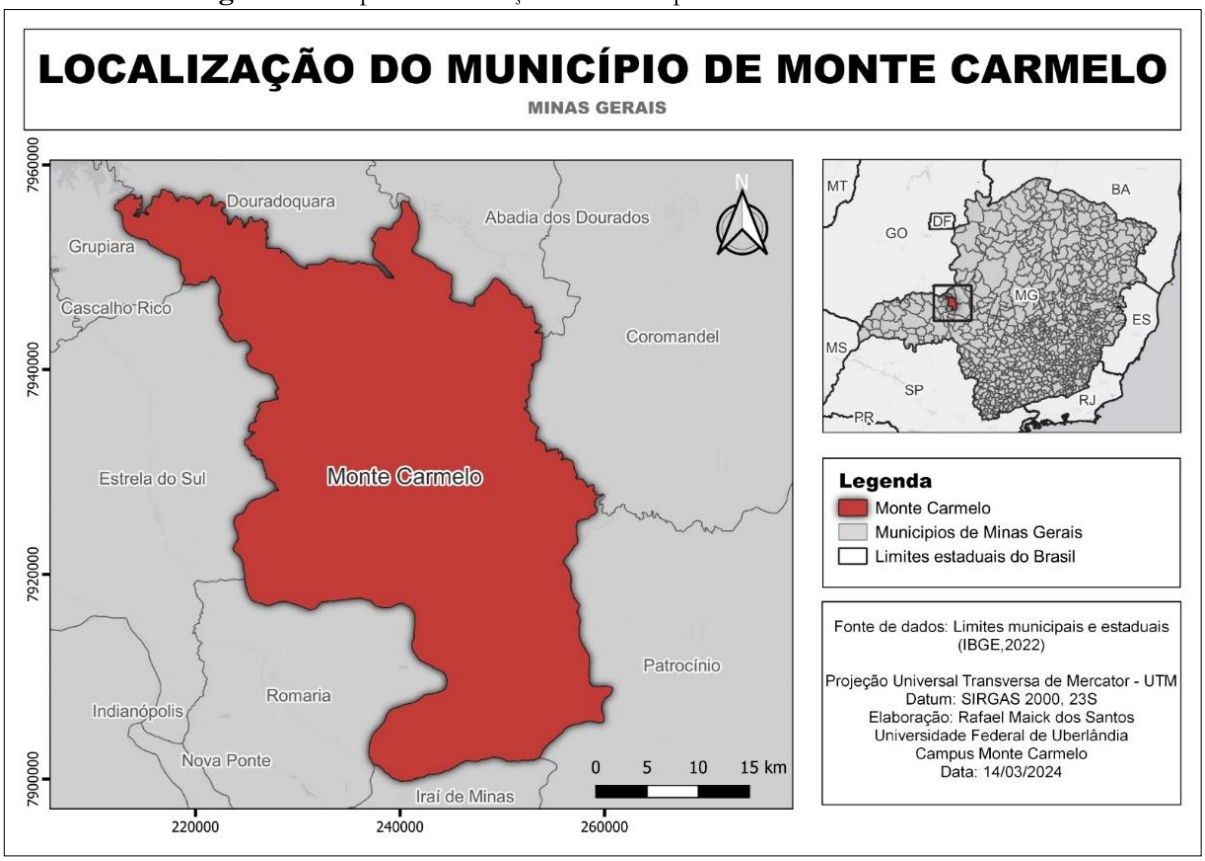
2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo corresponde ao município de Monte Carmelo (Figura 1), fica localizado a 18° 44' 5" Sul e 47° 29' 47" Oeste, no estado de Minas Gerais. O município estende-se por aproximadamente 1.344 km² e conta com 47.592 habitantes conforme o último censo (IBGE, 2022).

Com base nos dados de precipitação e temperatura fornecidos pela Estação Meteorológica de Monte Carmelo (n° 1847000), a área é descrita como tendo um clima sazonal, caracterizado por duas estações distintas: uma com verões quentes e chuvosos, e outra com invernos frios e secos. As médias anuais de temperatura e precipitação são de aproximadamente 20,7 °C e 1569,1 mm, respectivamente.

Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

Figura 1 – Mapa de localização do município de Monte Carmelo – MG.



Fonte: Autores, 2024.

Para compreender melhor a dinâmica do uso da terra nessa região ao longo do tempo, realizou-se um mapeamento multitemporal entre os anos de 1985 e 2022. Esse estudo utilizou dados matriciais do MapBiomas coleção 8.0, cujo propósito é mapear anualmente a cobertura e uso da terra do Brasil e monitorar as mudanças do território. Para a criação do mapa multitemporal de uso e cobertura do solo, foram utilizadas as classes de níveis 01, 02, 03 e 04. Sendo de nível 01 as seguintes classes: corpos d'água; nível 02: campo alagado, formação campestre, formação florestal, formação savânica, mosaico de usos, pastagens, silvicultura; nível 03: outras lavouras perenes, área urbanizada e nível 04: café, citrus, outras lavouras temporárias e soja.

A avaliação das métricas de paisagem foi conduzida pelo software QGIS 3.34.4 "Prizren". O mapeamento realizado procurou evidenciar os possíveis impactos das atividades antrópicas sobre a paisagem, destacando os padrões de uso e cobertura do solo ao longo dos anos de 1985 e 2022. Essa análise proporciona insights valiosos para a compreensão das transformações ambientais e socioeconômicas na região do Triângulo Mineiro.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos mapas de uso e cobertura para o município de Monte Carmelo foram observadas evidentes mudanças na paisagem rural e cobertura vegetal nativa local. Os valores de área

ocupados por cada classe de uso para os anos 1985 e 2022 e suas respectivas taxas de mudança, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Áreas calculadas em km² do uso e cobertura da terra nos anos de 1985 e 2022 em Monte Carmelo e suas respectivas taxas de mudança.

Classe de Cobertura	Área em 1985 (km²)	Área em 2022 (km²)	Mudança (%)
Formação Florestal	98,46	92,89	-6,00%
Formação Savânica	43,38	20,51	-111,48%
Silvicultura	0,01	14,75	99,91%
Campo Alagado	24,34	18,15	-34,11%
Formação Campestre	26,84	24,98	-7,44%
Pastagens	752,53	496,92	-51,44%
Mosaico de Usos	298,77	273,13	-9,39%
Área Urbanizada	6,62	13,94	52,54%
Outras áreas não vegetadas	30,6	3,93	-678,31%
Corpos D'água	14,32	9,18	-55,89%
Soja	-	145,61	100,00%
Outras Lavouras Temporárias	35,16	59,08	40,49%
Café	9,5	149,44	93,64%
Citrus	2,65	11,31	76,53%
Outras Lavouras Perenes	1,01	10,37	90,27%
Área Total	**1344,2**	**1344,2**	**-**

Fonte: Autores, 2024.

No ano de 1985 verifica-se que maior parte da paisagem já era constituída pela predominância de áreas de pastagem, com cerca de 752,53 km² e mosaico de outros usos com 298,77 km². Entretanto, devido as características locais favoráveis a agricultura, no decorrer do tempo essas áreas foram sendo substituídas pelo cultivo de café, que apresentou um aumento de 139,94 km² no ano de 2022 em relação a 1985. A cultura da soja que apresentava nenhuma área quantificada em 1985 passou a contabilizar 145,61 km² em 2022, o equivalente a um aumento de 100% de área na classe e, a classe de outras culturas temporárias com aumento de 59,08 km² em 2022 em relação a 1985.

A classe de formação florestal que abrangia uma área de 98,46 km² em 1985, reduziu para 92,89 km² em 2022, indicando uma diminuição de 5,66 % ao longo do período analisado. Por outro lado, a formação savânica teve uma redução mais expressiva, passando de 43,38 km² em 1985 para 20,51 km² em 2022, equivalente a uma redução de 52,72 % de área, sugerindo uma significativa perda de vegetação, gerando implicações para a biodiversidade e para o equilíbrio ecossistêmico da região de Monte Carmelo.

Notavelmente, as áreas de silvicultura, representadas pela cor marrom no mapa de uso do solo na Figura 2, também apresentou um aumento considerável, saindo de 0,01 km² em 1985 para 14,75

km² em 2022, evidenciando um aumento na área destinada ao cultivo madeireiro fins comerciais, condizente com o desenvolvimento e chegada de novas empresas de base florestal que se instalaram na região. As áreas urbanizadas também mostraram um crescimento, passando de 6,62 km² para 13,94 km² no mesmo período.

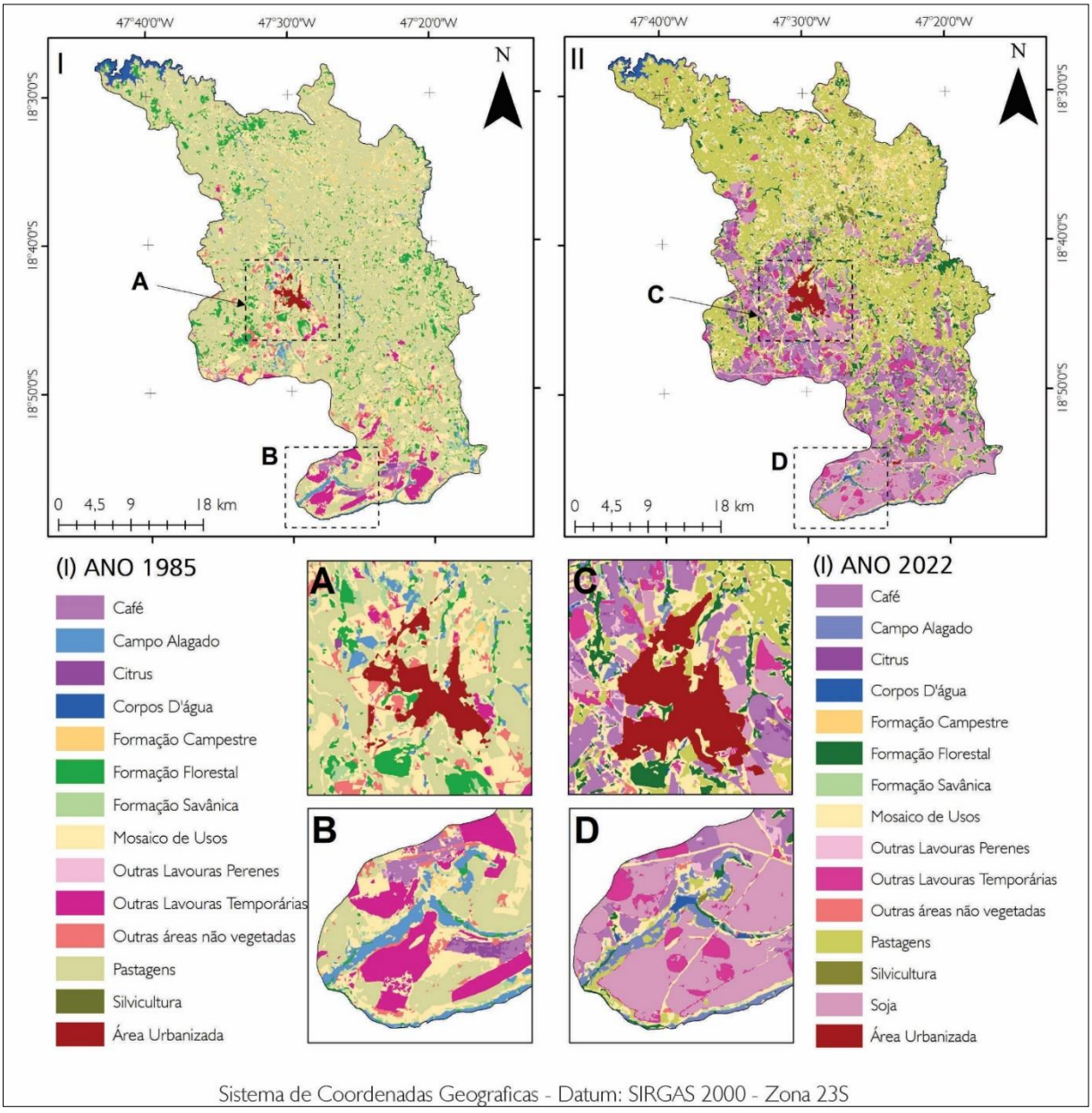
O processo de desenvolvimento da região preconiza a forma de utilização dos recursos naturais e os riscos de causas à degradação do meio, como os processos de erosão, assoreamento de cursos hídricos, perda de qualidade na saúde florestal, dentre outros. Para isso é necessário realizar o mapeamento do uso e cobertura da terra para quantificar e identificar padrão de desenvolvimento da região. E realização da análise multitemporal de forma que ocorra sempre a atualização, possibilitando o controle das informações sobre a proporção das mudanças (Moreto *et al.*, 2021).

Na área de estudo, houve historicamente, em algum grau, sinais de degradação do meio sem um estudo prévio sobre a recuperação do ambiente, ou planejamento de extração da matéria prima utilizada na produção de cerâmicas em geral. Além de utilizar a argila para a produção da telha, a madeira que era extraída para a retirada do mineral e de outras áreas não destinadas à extração do minério, foi empregada na queima em fornalhas para a secagem da telha. Como em muitas áreas não houve reflorestamento, aliado à falta de fiscalização e normas de controle, houve a destinação das áreas para outras formas de uso dentro da agricultura, de forma que gerou impactos no meio ambiente possibilitando a ocorrência de mudança no meio (Fonseca, 2018).

Na Figura 2 (I.II) é apresentado o mapa de cobertura e uso da terra para os anos 1985 e 2022, comparativamente. Na Figura 2 (A e C) observa-se a mesma área, referente à mancha urbana e entorno rural, demonstrando visualmente a evidente mudança na cobertura e uso da terra. De tal forma, na Figura 2 (B e D) também se observa a porção sul do município em sua significativa mudança espaço temporal. É fundamentalmente recomendado que os produtores rurais da região se atentem ao adequado manejo do uso do solo e dos recursos naturais, bem como se subsidiem de orientação técnica para aplicação de práticas de uso menos impactantes ao meio ambiente como um todo e que contribuam para aumento de produtividade agropecuária em consonância com a sustentabilidade.

Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

Figura 2 - Uso e cobertura da terra de Monte Carmelo nos anos de 1985 e 2022.



Fonte: Autores, 2024.

As constatações levantadas neste estudo podem fornecer localmente subsídios para apoiar o planejamento estratégico de diretrizes que contemplem a gestão do território ao longo do tempo, especialmente na gestão de terras rurais e uso dos recursos naturais da região, estes sob pressão e limitados. A constante revisão de zoneamentos e a definição de políticas públicas ligadas ao desenvolvimento rural, zoneamentos ecológicos e fiscalização devem se pautar na premissa de um desenvolvimento e economia rural cada vez mais preocupada com conservação ambiental.

4 CONCLUSÃO

A observação da diminuição da vegetação nativa no município, especialmente em áreas onde o agronegócio é predominante, reflete uma realidade preocupante quanto à pressão exercida sobre os recursos naturais para a expansão agrícola. Esta constatação evidencia a interação complexa entre a economia local e a utilização dos recursos naturais, destacando como a demanda por terras para a produção agrícola pode resultar na conversão de áreas de vegetação nativa em campos cultivados.

Essa análise proporciona uma visão clara das mudanças na paisagem e dos riscos de perda de biodiversidade associada à expansão das múltiplas atividades econômicas locais, mostrando que tais atividades podem ter impacto direto no meio ambiente local. Além disso, destaca a necessidade urgente de reverter essas perdas e adotar medidas eficazes para a conservação e proteção do meio ambiente, sobretudo para a formação fitofisionomica do Cerrado, aqui classificada com savânica, a qual apresentou uma perda de 111,48%, taxa que alerta para preocupações quanto à fragilidade atual dos ecossistemas naturais da região.

Para reverter o quadro de diminuição da vegetação nativa, é essencial implementar estratégias de restauração e conservação, como a criação de áreas protegidas, a adoção de práticas agrícolas sustentáveis e o incentivo à preservação das áreas de vegetação remanescente. Além disso, políticas de planejamento territorial e uso da terra podem desempenhar um papel fundamental na promoção do desenvolvimento econômico compatível com a conservação ambiental.

Em suma, essa conclusão destaca a importância de uma abordagem integrada que leve em consideração tanto as necessidades econômicas quanto a preservação dos recursos naturais, visando alcançar um equilíbrio sustentável entre o desenvolvimento humano e a conservação ambiental. Através de ações coordenadas e colaborativas, é possível buscar soluções que promovam o crescimento econômico enquanto protegem e restauram os ecossistemas naturais essenciais para o bem-estar das comunidades locais e para a saúde do planeta como um todo.

Agradecimentos e financiamento

Agradecemos à equipe de colaboradores que desenvolveram este trabalho de pesquisa junto ao Núcleo de Estudos, Pesquisa e Extensão em Planejamento e Manejo da Paisagem Florestal (NUPLAMFLOR), ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e a UFU (Universidade Federal de Uberlândia), pela concessão de bolsas de alguns autores do estudo.

REFERÊNCIAS

FONSECA, L. de O. **Avaliação de impactos ambientais causados pela indústria ceramista na região de Monte Carmelo- MG**. 2018. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2018.

GUIMARÃES, L. G. **Mudanças no uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Macaé**. 2017. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Conservação – Ppgciac, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

LONGLEY, P. A. *et al*. Geographic information science and systems. 4th ed. Hoboken, NJ: **John Wiley & Sons**, 2015.

METZGER, J. P. Como mapear as áreas de preservação permanente. **National Geographic Brasil**, 31 jan. 2017. Disponível em:404 | National Geographic (nationalgeographicbrasil.com) . Acesso em: 13 abr. 2024.

MORANDI, D. T. *et al.* Delimitation of ecological corridors between conservation units in the brazilian cerrado using a gis and ahp approach. **Ecological Indicators**, [s.l.], v. 115, p. 106440, ago. 2020.

MOREIRA, R. M.; CESCONETTO, J. L. dos S. Análise da fragmentação florestal na bacia hidrográfica do rio Ji-Paraná, Amazônia ocidental. **Geografia**, Rio Claro, v. 47, n. 1, p. 1-23, 2022.

MORETO, R. F. *et al.* Potencial das geotecnologias para monitoramento do impacto da colonização na floresta nativa na microbacia do rio Enganado, Amazônia ocidental, Brasil. Recima21 - **Revista Científica Multidisciplinar**, v. 12, n. 7, p. e27588, 2021.

NUNES, E. D.; CASTRO, S. S. Degradação de fitofisionomias do cerrado e impactos erosivos hídricos lineares no sudoeste de Goiás – Brasil. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 33, p. 1-14, 26 ago. 2021.

QUINTÃO, J. M. B. *et al.* Mudanças do uso e cobertura da terra no Brasil, emissões de gee e políticas em curso. **Ciência e cultura**, [S.L.], v. 73, n. 1, p. 18-24, jan. 2021.

CAPÍTULO 12

GEOTECNOLOGIAS COMO INSTRUMENTO DE ANÁLISE TEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO EM ZONAS DE EXTRAÇÃO DE OURO EM CANAÃ DOS CARAJÁS - PA

José Emanuel da Silva Rodrigues
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

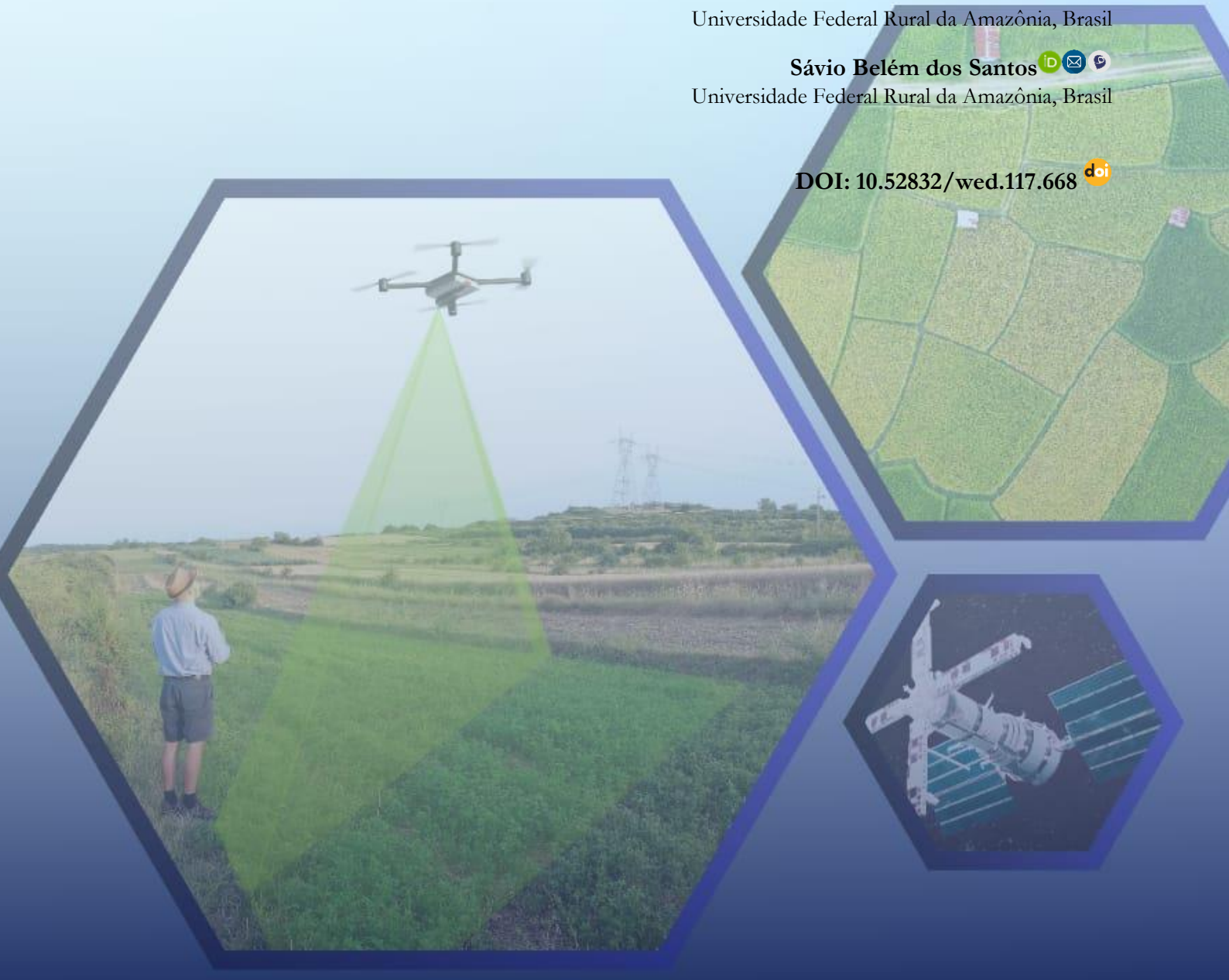
Pietro Lucas Reale
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

Erlon Antonio Santos da Silva
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

Daniele Cristina de Brito Lima Soares
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

Sávio Belém dos Santos
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

DOI: 10.52832/wed.117.668



Resumo: O seguinte trabalho possui o intuito de abordar o uso das geotecnologias como uma ferramenta de análise das transformações ambientais e socioeconômicas ocorridas no município de Canaã dos Carajás, no estado do Pará, ao longo das últimas décadas, além da importância da exploração mineral e dos impactos socioambientais associados a essa atividade. O estudo segue com a metodologia de utilização dos satélites Landsat 5, Landsat 7 e Landsat 8, respectivamente, tendo o uso de imagens advindas da coleção 7.1 dos dados do projeto MapBiomas, abrangendo os anos de 1991 e 2021, sendo o processamento dos dados conduzido no software QGIS na versão 3.28.14. Os resultados revelam uma transição muito significativa nas áreas de extração de ouro, com a perda de áreas de floresta em favor de regiões de pasto, o crescimento de zonas urbanas e o aparecimento de corpos d'água nessas localidades. A partir disso, é visível a urgência de práticas para equilibrar o desenvolvimento econômico com a proteção ambiental no municipio.

Palavras-chave: Exploração mineral. Gestão sustentável. Transformações ambientais.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Quadros (2017), apesar dos efeitos adversos no ambiente causados pela extração mineral, muitas vezes com repercussões de longo prazo, essa atividade continua sendo de extrema importância para o progresso socioeconômico. Por isso, é crucial que a exploração mineral seja realizada de maneira equilibrada, levando em conta os impactos negativos e priorizando a implementação de medidas de mitigação ambiental quando necessário. Entre os recursos minerais, os agregados utilizados na indústria se destacam como os materiais mais consumidos, exercendo um papel significativo em termos de volumes de produção globais. Nesse contexto, o processo de expansão urbana exerce uma pressão cada vez maior sobre a atividade de extração mineral, impulsionando-a ainda mais.

Para Sonter *et al.* (2017), a observação dos efeitos socioambientais demonstra que as atividades humanas no meio ambiente resultam na sua degradação. Portanto, é essencial analisar tanto os aspectos sociais quanto os naturais simultaneamente, visando obter uma compreensão mais completa. Esses aspectos são influenciados pela interação de fatores externos e internos, que podem ser de natureza ecológica, histórica ou social, resultando em transformações tanto sociais quanto ecológicas.

De acordo com Tibiriçá (2018), os processos de identificação e avaliação dos efeitos ambientais têm uma importância fundamental no âmbito da gestão ambiental. Atualmente, são elaboradas metodologias que têm como objetivo identificar os impactos e planejar medidas de mitigação para diversos tipos de empreendimentos que, de alguma maneira, resultem em degradação do ambiente. Nesse contexto, para Rezende (2016), no Brasil há uma elevada demanda por ouro na indústria de joias, eletrônicos, odontologia e até mesmo na medicina. A produção desse metal precioso está principalmente relacionada à extração de depósitos aluviais e em minerais como

o quartzo. Esse processo envolve várias empresas que desempenham um papel proeminente na extração e processamento do ouro, estando distribuídas por todo o território nacional.

Contudo, a pesquisa conduzida por Santos (2018), deixa evidente que a atividade de exploração dos recursos minerais, como no caso do ouro, desempenha um papel na modificação em diversas escalas da qualidade ambiental, afetando elementos como solo, subsolo, recursos hídricos e ar. Isso também resulta em mudanças na paisagem, com efeitos variados que podem ser negativos ou positivos para o meio ambiente, além de complicações de saúde para as comunidades locais e trabalhadores.

Sendo assim, para Barcelos *et al.* (2020), a aplicação do Sensoriamento Remoto emerge como uma ferramenta de extrema utilidade na investigação e avaliação de catástrofes ambientais, pois a coleta e análise não exigem contato direto com o objeto em estudo. O contínuo avanço das pesquisas espaciais tem conduzido ao lançamento de uma ampla gama de satélites, capazes de fornecer imagens em diversas resoluções espaciais, temporais, espectrais e radiométricas. O papel fundamental do Sensoriamento Remoto em pesquisas sobre desastres ambientais reside na sua habilidade de adquirir dados de maneira ágil, tanto antes quanto após o evento catastrófico. Essa capacidade possibilita a avaliação temporal dos danos ocasionados e, por conseguinte, contribui para a formulação de diretrizes de resposta em fases subsequentes.

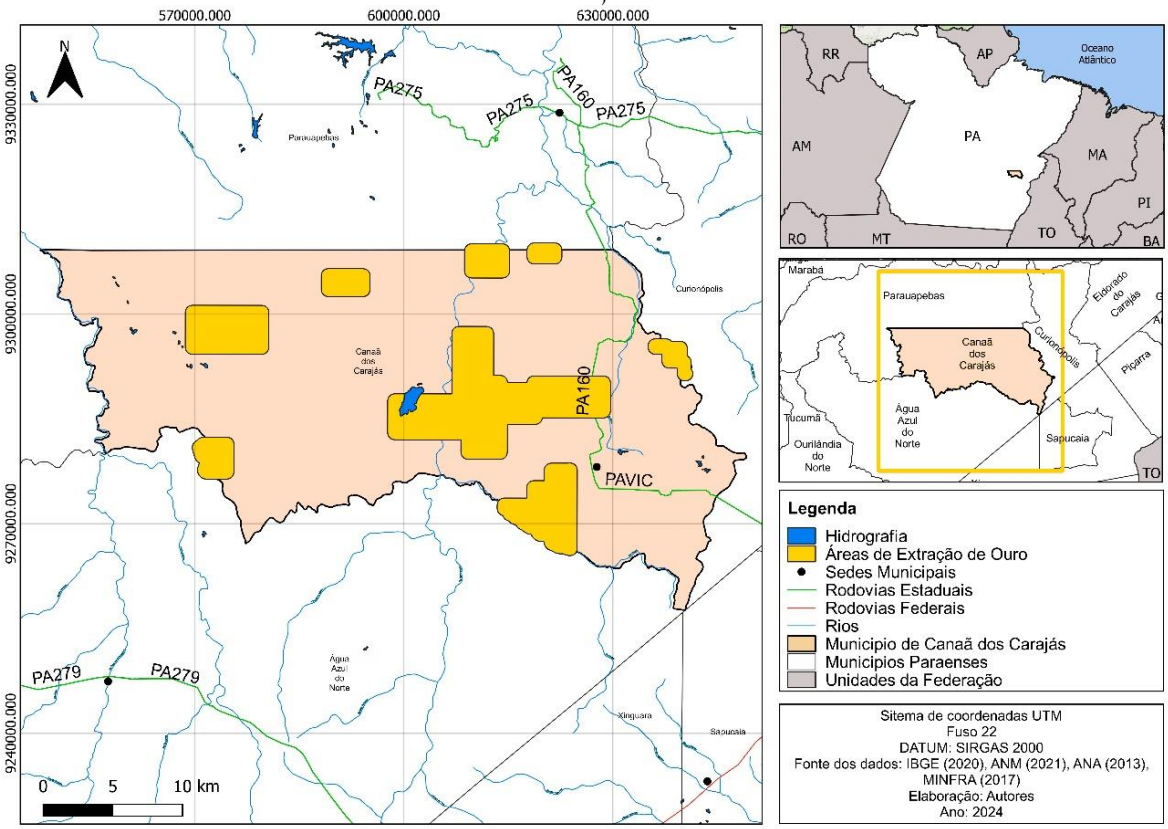
Dessa forma, com a elaboração desse trabalho, propõe-se o uso das geotecnologias como um meio fundamental para investigar as transformações ambientais e socioeconômicas ocorridas em Canaã dos Carajás, no estado do Pará, ao longo das últimas décadas. Ao empregar essa abordagem, almeja-se não apenas compreender as mudanças que ocorreram na região, mas também fornecer percepções relevantes para uma gestão mais eficaz dos recursos naturais e para o planejamento sustentável do desenvolvimento local.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Na Figura 1 é possível observar o município de estudo. Segundo IBGE (2017), a população do município de Canaã dos Carajás é estimada em 77.079 habitantes, com uma densidade demográfica de 24,49 hab/km2 e área territorial de 3.146,821 km2. As coordenadas geográficas são: 06º 29' 49" S e 49º 52' 42" W. Quanto aos limites municipais, ao norte, fazem fronteira os municípios de Parauapebas, Xinguara, Água Azul do Norte e Curionópolis.

Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

Figura 1 - Mapa de localização das áreas de extração de minério de cobre no município de Canaã dos Carajás.



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020), Agência Nacional de Mineração (2021), Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2021), Ministério da Infraestrutura (2017).

Foram utilizados sensores para a elaboração do trabalho, sendo eles o Landsat Thematic Mapper (TM), Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+), e o Operational Land Imager and Thermal Infrared Sensor (OLI-TIRS), embarcados nos satélites Landsat 5, Landsat 7 e Landsat 8, respectivamente. Além disso, se fez o uso das coleções de imagens Landsat, com resolução de pixel de 30 metros, obtidas através dos dados do projeto MapBiomas, utilizando um toolkit desenvolvido no Google Engine — GEE, e produzidos pela NASA e USGS.

Os mapas de transição da Coleção 7.1 do projeto MapBiomas vieram a ser utilizados neste estudo, abrangendo os anos de 1991 e 2021, na escala de mapeamento 1:250.000. Posteriormente, as imagens passaram por processamentos e recortes para o município, enfocando as áreas com processos minerários ativos, utilizando imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8, com 30 m de resolução espacial.

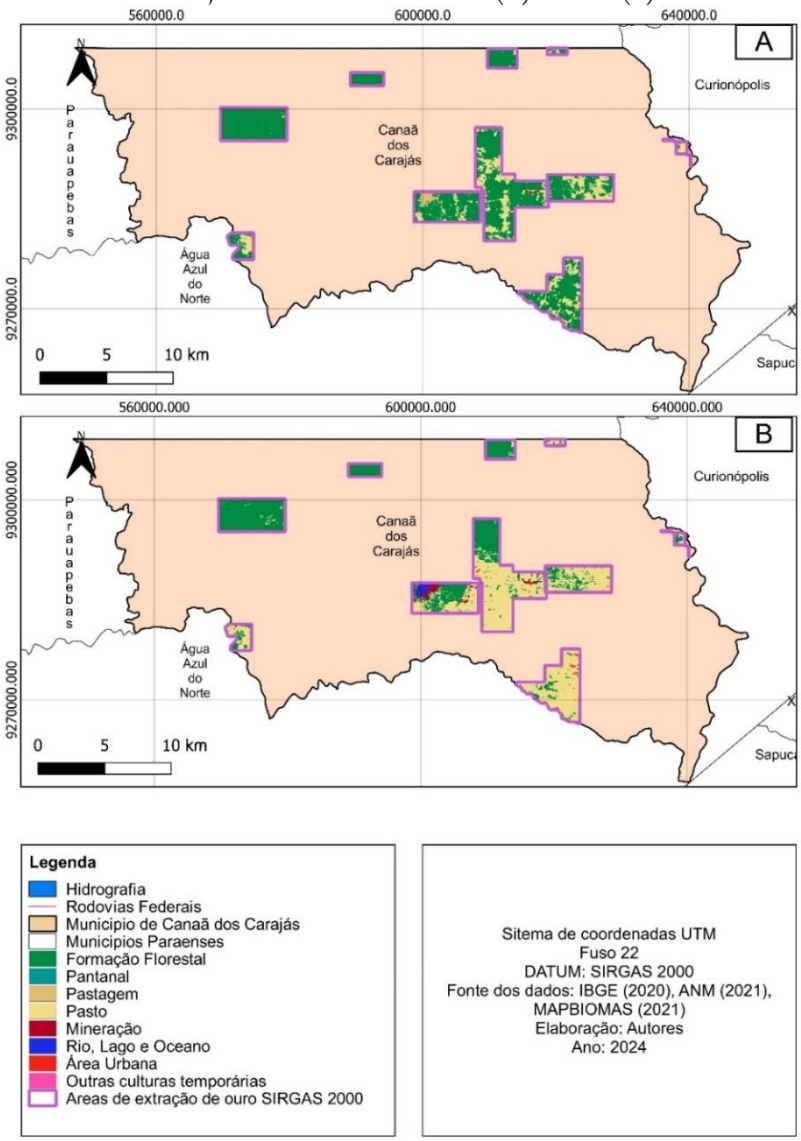
O processamento dos dados foi conduzido no software QGIS versão 3.28.14, para a classificação das classes de uso e cobertura da terra e para a elaboração dos mapas. Ademais, houve a necessidade de reclassificação das imagens, adaptando as classes de cobertura do solo para a escala local do município, uma vez que o mapeamento realizado pelo MapBiomas abrange uma escala nacional.

Conforme os dados do MapBiomas, serão identificadas sete classes de transições: formação florestal, pantanal, pastagem, pasto, outras culturas temporárias, mineração, rio lago e oceano e área urbana.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de transição nas áreas de extração de ouro no município de Canaã dos Carajás nos anos de 1991 e 2021 é visto na Figura 2. Pode-se observar que são nítidas as mudanças de padrão entre as transições nos respectivos anos.

Figura 2 - Mapa de uso e cobertura da terra das áreas de extração de minério de ouro em Canaã dos Carajás-PA nos anos de 1991 (A) e 2021 (B).



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020), Agência Nacional de Mineração (2021), MAPBIOMAS (2021).

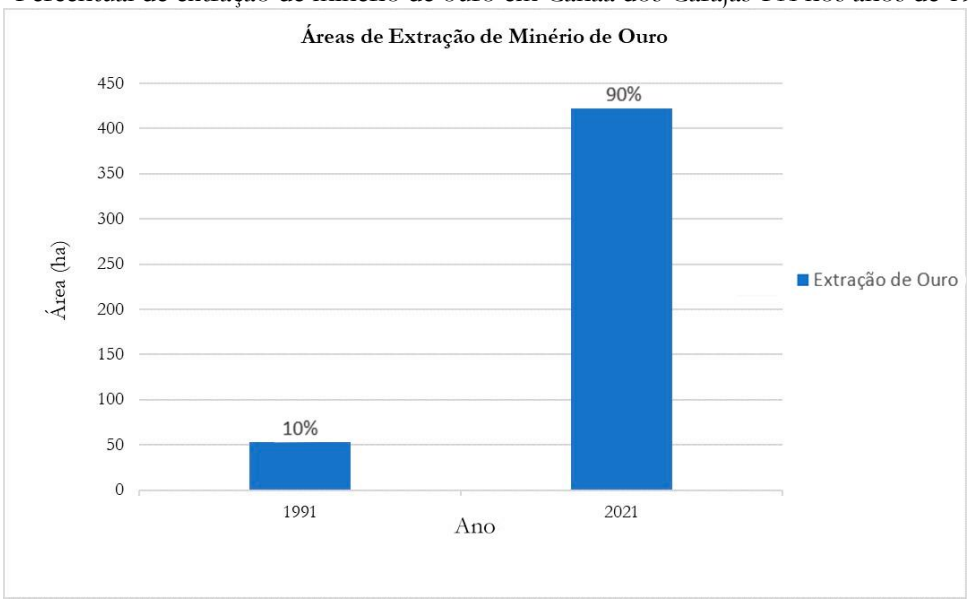
Conforme a Figura 2, é possível observar o avanço dos pastos e a perda de áreas de florestas no município de Canaã dos Carajás, além da formação de massas de água em regiões que anteriormente eram áreas de pastagem.

Ademais, na Figura 2(A), nota-se que no ano de 1991 é predominante a classe de formação florestal nas áreas de mineração do minério de ouro mostrado na Figura 2(B). Já ao passar para a Figura 2(B), é nítida a perda de formação florestal em determinadas áreas mais ao leste e no centro do município, levando a um ganho de áreas de pasto nessas regiões. Na transição da Figura 2(A) para a Figura 2(B), apesar da notória perda de áreas de formação florestal, é possível observar poucos espaços onde as florestas conseguiram se regenerar ao longo desses 30 anos, embora as ações de conversão de floresta em pasto tenham sido muito presentes nesses locais.

Além disso, é possível observar na Figura 2(A) que não há nenhum local significativo de área urbana. Em contrapartida, já na Figura 2(B), é notável a aparição de zonas urbanas e ao redor dessas áreas um aumento exponencial de áreas de mineração e pasto. Diferente de zonas ao oeste do município, as quais sejam no ano de 1991 na Figura 2(A), ou no ano de 2021 na Figura 2(B), não houve a presença de áreas urbanas, além de que nessas mesmas localidades não ocorreram mudanças significativas relacionadas a conversão de floresta em pasto.

Dessa forma, a transição entre a Figura 2(A) e Figura 2(B), sugere que existe uma correlação entre o aumento urbano nessas áreas em relação ao aumento na atividade de mineração e também uma subida rápida das regiões de pasto em detrimento dos locais onde antes se tinha uma maior concentração de florestas, algo destacado nas pesquisas de Sonter *et al.* (2017).

Figura 3 – Percentual de extração de minério de ouro em Canaã dos Carajás-PA nos anos de 1991 e 2021.



Fonte: Agência Nacional de Mineração (2021).

Ao analisar os dados em porcentagem no Figura 3, observamos um aumento expressivo de 90% na extração de minério de ouro ao longo desses 30 anos. Esse aumento substancial sugere um crescimento significativo da atividade de mineração na região, o que segundo Santos (2018), pode estar relacionado a diversos fatores, como avanços tecnológicos, aumento da demanda global por minerais e políticas governamentais relacionadas à mineração.

Ademais, em termos absolutos, os dados brutos revelam uma diferença marcante na área de extração de minério de ouro. Em 1991, a área utilizada para extração era de cerca de 53,64 hectares, enquanto em 2021 essa mesma área aumentou para aproximadamente 475,68 hectares. Esse aumento reflete uma quantidade por volta de 422,04 hectares de exploração na área de extração. Essa questão é comentada por Rezende (2016), o qual evidencia que o aumento das atividades de mineração se configura como uma indicação relacionada com as mudanças nas técnicas de extração, expansão das operações de mineração, além dos possíveis impactos ambientais que a mineração em larga escala gerou para efetuar sua expansão.

Além disso, o Figura 3 deixou evidente o quão é importante considerar os impactos socioeconômicos e ambientais dessa expansão da mineração. Segundo Quadros (2017), por um lado, o aumento da atividade mineradora pode trazer benefícios econômicos para uma região, como geração de empregos e receitas fiscais. No entanto, também pode resultar em desafios ambientais, como desmatamento, degradação do solo, contaminação da água e impactos na biodiversidade local.

4 CONCLUSÃO

Os resultados destacam a necessidade urgente de práticas de gestão sustentáveis em Canaã dos Carajás. Foi possível analisar, com o uso das geotecnologias, as notáveis mudanças nas áreas de extração de minério de ouro no município de Canaã dos carajás no intervalo de 30 anos.

Os dados revelam uma transformação marcante em Canaã dos Carajás, com um aumento de 90% na extração de minério de ouro ao longo de três décadas. A transição das áreas florestais para pasto, a expansão das zonas urbanas e de mineração, além da aparição de corpos d'água em local de pastagem são evidências claras desse processo.

Dessa forma, é crucial que sejam implementadas políticas que equilibrem o desenvolvimento econômico com a proteção ambiental, a fim de garantir a sustentabilidade em longo prazo da região. Além disso, são necessárias mais pesquisas para entender melhor os impactos socioeconômicos e ambientais da mineração.

Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

REFERÊNCIAS

BARCELOS, G. J. N.; LAGE, J. R. D.; CORDEIRO, J. S. Caracterização das barragens de rejeitos de mineração no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, 2020. 17 p.

IBGE, I. B. de Geografia e E. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, 2017. OLIVEIRA, A. H. M. *et al.* Vulnerabilidade e integridade de padrões de uso e cobertura da terra na Área de Endemismo Tapajós entre 2004 a 2012. **Embrapa Amazônia Oriental Artigo em anais de congresso (ALICE)**, 2017.

QUADROS, T. F. P. Efeito da dinâmica fluvial e da ação antrópica sobre a erosão de margens fluviais: o caso da mineração de areia no rio Jacuí. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 1, p. 49-64, 2017.

REZENDE, V. L.; UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, BRASIL. A mineração em Minas Gerais: uma análise de sua expansão e os impactos ambientais e sociais causados por décadas de exploração. **Sociedade & natureza**, v. 28, n. 3, p. 375–384, 2016.

SONTER, Laura J.; HERRERA, Diego; BARRETT, Damian J.; GALFORD, Gillian L.; MORAN, Chris J.; SOARES-FILHO, Britaldo S. Mining drives extensive deforestation in the Brazilian Amazon. Nature Communications, v. 8, n. 1, 2017.

SANTOS, T. E. dos S. N. D. dos. **Análise dos impactes ambientais da exploração de ouro: caso de estudo da mina de Chipindo, Angola.** 2018. 74 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente, Perfil de Sistemas Ambientais) – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2018.

TIBIRIÇÁ, L. G. A cadeia produtiva mineral da areia em Goiás. **Ateliê Geográfico**, v. 12, n. 1, p. 118-131, 2018.

CAPÍTULO 13

DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO NO PARQUE ESTADUAL MATA DA PIMENTEIRA COM BASE EM DADOS MAPBIOMAS BRASIL: PERSPECTIVAS E IMPACTOS SOCIAIS

Naiane Beatriz da Silva Souza
Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Brasil

Júlio Cesar Gomes da Cruz
Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Brasil

Alan Cezar Bezerra
Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Brasil

Alessandro Higor Gomes da Rocha
Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Brasil

Priscyla Raquel dos Santos Cavalcante
Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Brasil

DOI: 10.52832/wed.117.669



Resumo: A Caatinga, sendo um bioma exclusivamente brasileiro, apresenta grande importância ecológica e socioeconômica, porém é um dos biomas mais ameaçados do país. A criação de unidades de conservação como o Parque Estadual Mata da Pimenteira é uma das principais estratégias para a proteção deste bioma, garantindo a sustentabilidade dos recursos naturais presentes. Com este trabalho objetivou-se avaliar os efeitos antrópicos e mudanças do solo com a criação do Parque Estadual Mata da Pimenteira. Foram analisados os impactos da unidade na preservação da cobertura vegetal, além das mudanças de uso e cobertura do solo dentro e nos arredores do parque, utilizando dados do projeto MapBiomas, com imagens de uma série histórica (2002 - 2020), a qual inclui os anos anteriores e posteriores à implantação do parque, considerando as seções da área do parque e de sua zona de amortecimento. Conclui-se que houveram mudanças no comportamento de diversas classes de uso e cobertura do solo, com conversão de áreas anteriormente classificadas como florestas e mosaicos de usos para áreas de pastagens, comportamento visualizado tanto dentro do perímetro da zona de amortecimento quanto do Parque Estadual. Havendo um forte vínculo com o estabelecimento de novos assentamentos humanos no decorrer dos anos estudados.

Palavras-chave: Caatinga. Preservação. QGIS. Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

Dentre os biomas brasileiros, a Caatinga foi o que passou por significativas alterações nos últimos anos, resultando em prejuízos à biodiversidade local e aumento da degradação ambiental. Essas mudanças têm intensificado os processos de desertificação, devido às características peculiares de adaptação desse bioma às condições climáticas (Bezerra *et al.*, 2020; Nascimento *et al.*, 2020).

Com características únicas, incluindo adaptações a condições climáticas específicas, a Caatinga é um bioma composto por um mosaico de arbustos espinhosos e florestas sazonalmente secas. No entanto, apesar de sua importância ecológica, a Caatinga é uma das regiões menos protegidas do país (Da Silva *et al.*, 2019). Nesse contexto, torna-se imprescindível a criação de unidades de conservação no bioma para garantir a preservação de sua biodiversidade como também suas funções ecossistêmicas.

As unidades de conservação (UCs) são frequentemente sujeitas a diversas pressões e ameaças que colocam seus objetivos em risco. Entre elas, destacam-se a expansão urbana, a ocupação desordenada e o uso inadequado do solo, a perda e fragmentação da cobertura vegetal e a ocorrência de incêndios, tanto de origem antrópica quanto natural (Medeiros; Fiedler, 2004).

Considerando esses desafios enfrentados pelas unidades de conservação, é fundamental adotar tecnologias avançadas para monitorar as atividades humanas e seus impactos ambientais (Nunes, 2022). Ainda conforme o mesmo autor, nesse contexto, o geoprocessamento e o sensoriamento remoto emergem como ferramentas valiosas para auxiliar no monitoramento das unidades de conservação. Por meio dessas tecnologias, é possível obter informações precisas e

atualizadas sobre a cobertura do solo, a dinâmica da vegetação, a ocorrência de incêndios e outras atividades humanas que possam comprometer a integridade ambiental de tais áreas protegidas.

Através da análise do uso e cobertura do solo utilizando geotecnologias, é possível detectar e distinguir as diferentes formas de utilização do espaço, assim como as mudanças ocorridas, fornecendo informações cruciais para o planejamento, gestão e monitoramento de áreas protegidas. Dentre as diversas ferramentas e recursos disponíveis gratuitamente para a realização de estudos sobre o estado de conservação dos biomas no país, estão os dados disponibilizados pelo MapBiomas. Criado em 2015, trata-se de uma iniciativa do SEEG/OC (Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima) para o monitoramento colaborativo e aberto e que visa preencher a lacuna existente na disponibilidade de informações sobre a cobertura e uso do solo no Brasil. Esse projeto envolve várias instituições, incluindo universidades, ONGs e empresas de tecnologia, e tem como objetivo produzir mapeamento anual da cobertura e uso do solo no país nas últimas três décadas (Rosa; Shimbo; Azevedo, 2019).

Sua tática de mapeamento envolve a utilização das técnicas mais avançadas de processamento, tecnologia e big data existentes (usando a série temporal Landsat) disponibilizadas pelo *Google Earth Engine* (GEE). De maneira mais detalhada, o projeto utiliza técnicas empíricas e estatísticas, como o random forest e aprendizado de máquina, para analisar o histórico recente de pixels e produzir mapas de uso e cobertura do solo (Rosa; Shimbo; Azevedo, 2019).

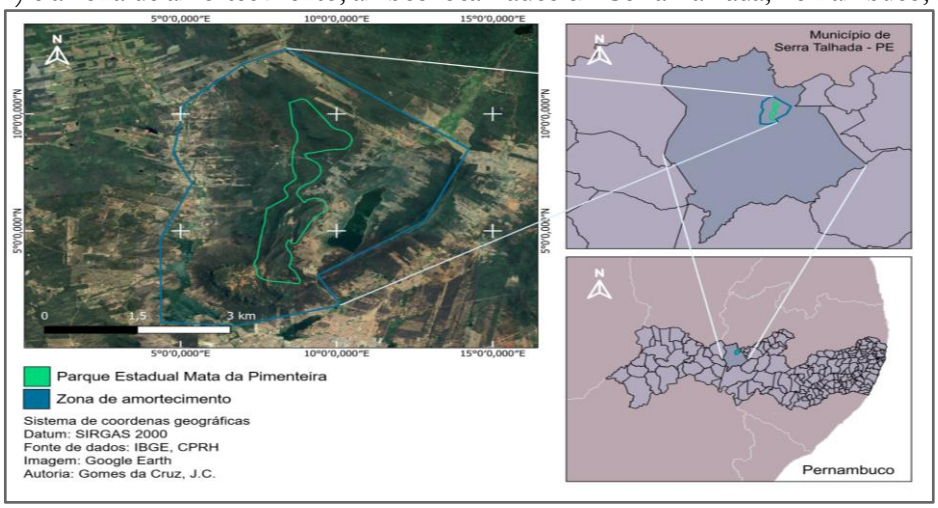
Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da criação de uma Unidade De Conservação - UC no bioma Caatinga, o Parque Estadual Mata da Pimenteira - PEMP, localizado em Pernambuco. Para isso, foram analisados os impactos da unidade na preservação da cobertura vegetal, bem como foram realizadas análises do uso e cobertura do solo dentro e nos arredores do parque, utilizando os dados disponibilizados pelo projeto MapBiomas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende o Parque Estadual Mapa da Pimenteira (PEMP), localizado na Fazenda Saco, na zona rural de Serra Talhada, Pernambuco (Figura 1). O parque foi a primeira unidade de conservação da Caatinga no estado e possui uma área total de 887,24 ha, com relevo suave-ondulado e vegetação típica da Caatinga hiperxerófila. A região apresenta clima semiárido, quente e seco do tipo BSw'h', com precipitação pluviométrica anual de 657 mm e temperatura média anual de 25,8 ºC (Alvares *et al.*, 2013; Lins *et al.*, 2017; Costa *et al.*, 2021). O PEMP está localizado entre o paralelo 7°56'10" S e o meridiano 38°17'55" W, com altitude média local de 613 m.

Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

Figura 1. Mapa com a localização da área de estudo, destacando o Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP) e a zona de amortecimento, ambos localizados em Serra Talhada, Pernambuco, Brasil.

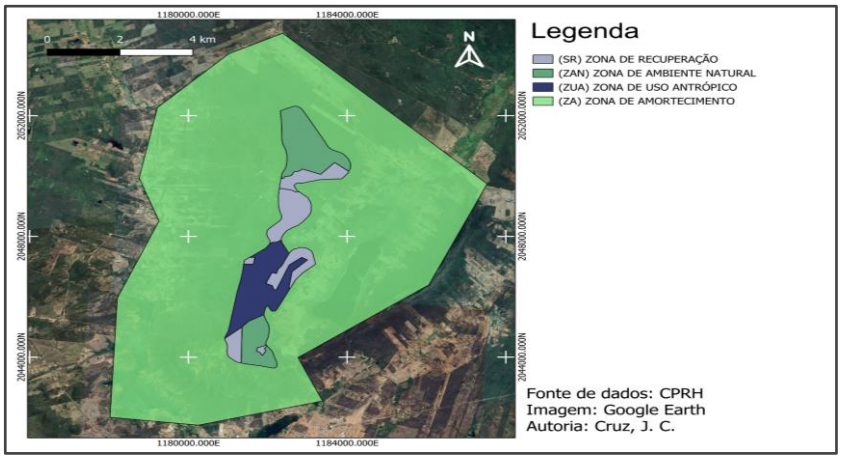


Fonte: Cruz, 2023.

Ressaltando que as análises consideraram duas áreas territoriais: PEMP - apenas a área de preservação integral da Unidade (polígono vermelho da Figura 1) e a Zona de Amortecimento - área entre o limite da zona de amortecimento até a área do PEMP (do polígono azul até o polígono vermelho da Figura 1). O intuito dessa diferença consistiu em compreender isoladamente essas duas áreas que apresentam dinâmicas diferentes da forma de uso e cobertura do solo. A zona de amortecimento serve como uma transição entre a área preservada e a área de ocupação humana, e no contexto do PEMP, a zona de amortecimento é demarcada por elementos físicos claramente identificáveis e conhecidos pela comunidade local, tais como estradas, cursos de água (como o riacho Boi Morto), divisores de água (como os picos da Serra) e também pelo limite da área urbana, conforme estabelecido no Plano Diretor municipal (Pernambuco, 2013).

Além da Zona de amortecimento também foram estabelecidas outras zonas e setores em seu zoneamento conforme seu plano de manejo. A Lei Estadual Nº 13.787 de 08 de junho de 2009, que instituiu o Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC), define o conceito de zoneamento como a 'delimitação de áreas ou zonas dentro de uma UC, com finalidades de gestão e regulamentos específicos, com o propósito de facilitar a realização harmônica e eficaz de todos os objetivos da unidade. Conforme a mesma lei e o plano de manejo do PEMP, o território de trabalho é dividido em Zonas e Setores. A figura 2 contém a delimitação das principais zonas presentes dentro do PEMP.

Figura 2 - Zoneamento do Parque Estadual Mata da Pimenteira e sua respectiva zona de amortecimento, conforme o plano de manejo estabelecido no ano de 2013.



Fonte: Cruz, 2023.

Para obtenção dos dados, se fez uso da Coleção 7 do MapBiomas, lançada em agosto de 2022. Essa coleção é baseada em imagens de satélite Landsat 5, 7 e 8 e mapeia a dinâmica de cobertura e uso do solo no Brasil entre 1985 e 2021, disponibilizando mapas e dados anuais que abrangem 27 classes de cobertura, com resolução espacial de 30 metros. Visando facilitar a obtenção dos dados espaciais, a iniciativa MapBiomas disponibiliza uma série de Toolkits na forma de scripts pré-definidos dentro da plataforma *Google Earth Engine* (GEE), agindo com repositórios de exportação rápida. A partir da adaptação desses Toolkits, foram obtidos dados referentes a uma série temporal compreendendo os anos de 2002 a 2020 para dois recortes territoriais: a Área do PEMP e a Área da Zona de Amortecimento. Esses dados foram posteriormente processados e refinados no programa QGIS 3.30.

A partir dos rasters de cobertura e uso do solo recortados e reclassificados, foram tomadas imagens anuais referentes aos anos de 2002, 2008, 2014 e 2020, considerando os dois recortes de área de estudo (PEMP e a Área da Zona de Amortecimento) sendo gerados um total de 8 imagens a partir desses recortes, com as imagens tomadas foram gerados 2 mapas temáticos, sendo um com o compilado dos 4 anos anteriormente citados considerando apenas o perímetro do parque estadual e outro considerando também a zona de amortecimento. Para identificar as classes que sofreram mudanças no uso e cobertura do solo ao longo da série histórica, foi realizada análise no software QGIS, utilizando o plugin Semi-Automatic Classification (SCP), desenvolvido e mantido por (Congedo, 2020), seguindo a metodologia indicada por (Delconte, 2020).

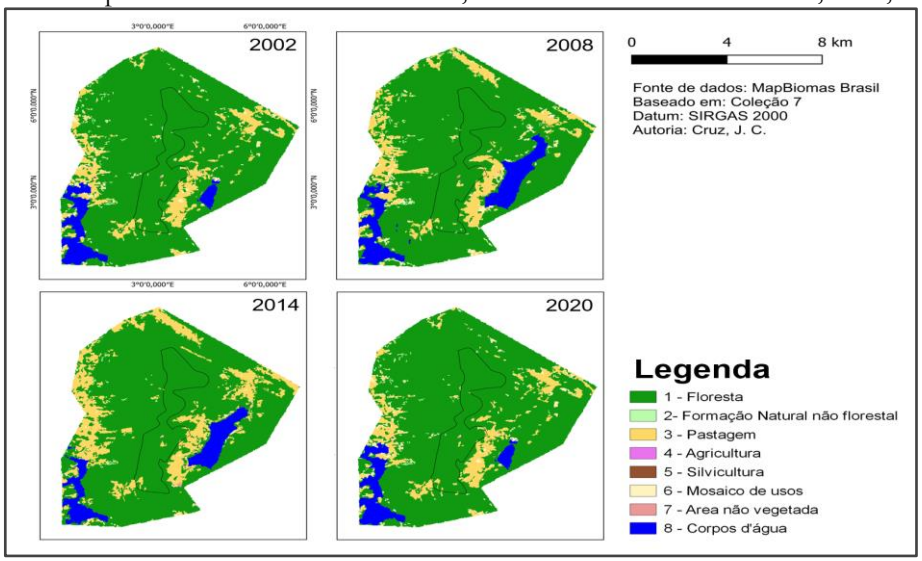
Optando-se por analisar a relação entre a data inicial de 2002 e a data final de 2020 para determinar quais classes, identificadas na data inicial, foram convertidas em formações florestais na data final, como também quais áreas foram convertidas em pastagem ou agricultura. A Coleção 7 do MapBiomas consiste em uma série de mapas e dados que abrangem um período de 37 anos, de

1985 a 2021, e apresenta informações sobre 27 classes distintas de cobertura e uso do solo no território brasileiro (MapBiomas, 2021).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No contexto desse estudo, a paisagem da região analisada apresenta um mosaico de diferentes classes de uso e cobertura do solo. Na Figura 3, são apresentadas as principais classes majoritárias conforme a metodologia estabelecida pelo (MapBiomas, 2023), proporcionando uma visão das dinâmicas ecológicas e humanas que caracterizam a área de estudo.

Figura 3 - Mapas de uso e cobertura do solo para a área compreendendo o Parque Estadual Mata da Pimenteira e sua respectiva zona de amortecimento, considerando os anos de 2002, 2008, 2014 e 2020.



Fonte: Cruz, 2023.

É possível observar que, entre as classes de uso e cobertura do solo avaliadas, a classe 1 (Floresta apresenta) a maior expressão territorial. Ela é seguida pelas classes 3 (Pastagem), 8 (Corpos d'água) e 6 (Mosaico de usos). A presença de formações correspondentes à classe 4 (Agricultura) é notada apenas em pontos específicos da área em estudo. Destaca-se que a significativa extensão das áreas identificadas como corpos d'água pode ser atribuída à presença proeminente do açude de Saco, visível na porção leste da zona de amortecimento, bem como ao córrego Luanda, na porção sudeste. Segundo (Bilar; Pimentel; Araújo, 2016) dentro do perímetro da zona de amortecimento do PEMP há três assentamentos: Lajinha e Ivan Souto de Oliveira Júnior, ambos implantados pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), e Carnaúba do Ajudante, criado pelo Instituto Terras e Reforma Agrária do Estado de Pernambuco (Iterpe).

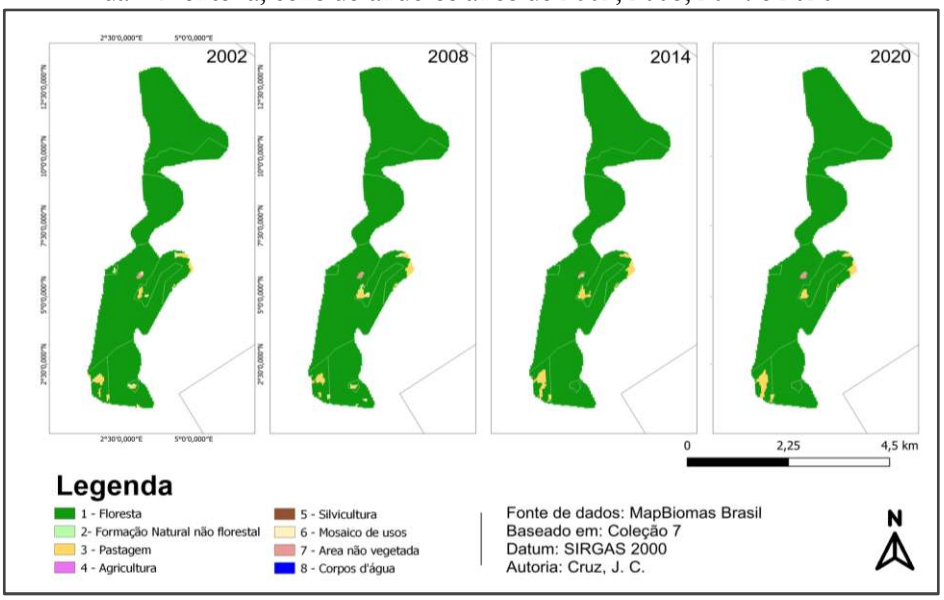
Conforme evidenciado, as áreas circundantes a esses corpos d'água são principalmente alocadas para a formação de pastagens, em virtude da considerável relevância da atividade pecuária

na região, sendo que uma das porções mais expressivas dessa classe se encontra entre o açude do Saco e a área do Parque Estadual. O surgimento de áreas destinadas a pastagens muito próximas aos corpos d'água citados é preocupante, sobretudo próximo ao açude do saco, uma vez que conforme a Lei Orgânica do Município de Serra Talhada dispõe sobre a instituição de espaços especialmente protegidos no entorno desses corpos, a ver:

> Art. 175. Os Parques Municipais, as margens do Rio Pajeú, as barragens de Serrinha, cachoeira II, Saco e Jazigo e seus entornos e os açudes da Cachoeira e Borborema são Áreas Especiais de Proteção Ambiental, e suas margens, nos segmentos pertencentes a este Município, constituem espaços especialmente protegidos não podendo sob qualquer hipótese construir ou explorar até no mínimo trinta metros de suas margens, respeitando-se as edificações já existentes (Serra Talhada, 2008).

De acordo com dados do (MapBiomas, 2023), a classe 3 (Pastagem), embora majoritariamente composta por pastagens cultivadas, também abrange áreas naturais que, predominantemente, são categorizadas como formações campestres, podendo ou não ser submetidas a práticas de pastejo. As áreas definidas para a classe 6 (Mosaico de usos) possuem diferentes composições a depender do bioma em que estão inseridas, sendo que no contexto da Caatinga essas áreas se referem aquelas destinadas ao uso agropecuário, porém não sendo possível distinguir entre pastagem e agricultura. Considerando apenas o recorte do perímetro do PEMP, a figura 4 a seguir apresenta as principais classes manifestadas.

Figura 4 - Mapas de uso e cobertura do solo para a área compreendendo apenas o Parque Estadual Mata da Pimenteira, considerando os anos de 2002, 2008, 2014 e 2020.



Fonte: Cruz, 2023.

De acordo com a figura 4, apesar de a classe mais expressiva em área ser a referente a floresta, também pode-se notar a presença de algumas porções de terra definidas nas classes: pastagem, agricultura e mosaico de usos. Como se podem notar tais porções já estavam presentes

nos anos anteriores à implantação do Parque Estadual, persistindo mesmo após a sua formalização como UC, ocorrida no ano de 2012. Conforme o zoneamento do parque estadual estabelecido em seu plano de manejo, as porções citadas anteriormente foram incluídas dentro dos Setores de Restauração (SR) visando a sua restauração. Comparando as figuras 3 e 4 é possível inferir que a ocorrência e persistência de áreas antropizadas dentro da área da UC se deve em grande parte às atividades desenvolvidas no entorno do parque, sobretudo aqueles referentes a sua porção leste.

4 CONCLUSÃO

A partir da análise do comportamento das diferentes classes de uso e cobertura do solo, tanto dentro da área do PEMP quanto da sua Zona de Amortecimento considerando tanto os anos anteriores e posteriores à sua implementação, foi possível concluir que nas últimas duas décadas houve um aumento significativo nas áreas destinadas ao uso antrópico, com maior ênfase para aquelas destinadas a pastagens.

Porém sendo importantes os anos que demonstram uma influência mais significativa nesse aumento se referem a períodos anteriores à criação do PEMP. Isso destaca a importância das estratégias de restauração ambiental, mesmo que reconheçamos que essa recuperação possa ocorrer em um ritmo mais lento do que a degradação inicial.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. DE M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013. Disponível em: http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares_etal_2014.pdf. Acesso em: 10 nov. 2023.

BEZERRA, A. C. *et al.* Monitoramento espaço-temporal da detecção de mudanças em vegetação de caatinga por sensoriamento remoto no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 13, n. 1, p. 286-301, 2020. Disponível em:https://revistasdemo.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/242713/34808. Acesso em: 13 nov. 2023.

BILAR, A. B. C.; PIMENTEL, R. M. de M.; ARAÚJO, M. do S. B. de. Sustentabilidade de assentamentos no entorno de unidades de conservação: o caso do Parque Estadual Mata da Pimenteira em Serra Talhada/PE. **Sustainability in Debate**, Brasília, DF, v. 7, n. esp. p. 195-211, 2016. Disponível em: https://periodicos.unb.br/index.php/sust/article/view/16177/15103. Acesso em: 13 nov. 2023.

CONGEDO, L. **From GIS to Remote Sensing**. [*S. l.*: *s. n.*], 2020. Disponível em: https://fromgistors.blogspot.com/. Acesso em: 13 maio. 2023.

COSTA, S. A. T. da *et al.* Dinâmica espaço-temporal das anomalias de precipitação em uma região semiárida, Nordeste do Brasil. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, Porto

Alegre, v. 18, n. 1, p. 1–15, 2021. Disponível em: https://www.abrh.org.br/OJS/index.php/REGA/article/view/554. Acesso em: 13 nov. 2023.

DELCONTE, J. H. F. **Evolução temporal do uso da Terra**. [*s. l.*], 2020. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=lmMuQWklfLs&feature=youtu.be. Acesso em: 13 maio. 2023.

LINS, F. A. C. *et al.* Quantile technique to precipitation, rainfall anomaly index and biophysical parameters by remote sensing in Serra Talhada, Pernambuco. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, Recife, v. 7, n. 6, p. 334–344, 2017. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/jhrs/article/view/230862/pdf. Acesso em: 13 nov. 2023.

MAPBIOMAS. MapBiomas General "Handbook": **Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD) - Collection 7**. Disponível em: https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/ATBD_Collection_7_v2.pdf. Acesso em: 9 maio. 2023.

MEDEIROS, M. B. de; FIEDLER, N. C. Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 157-168, 2004. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/1815. Acesso em: 13 nov. 2023.

NASCIMENTO, K. R. P. *et al.* Impacto da precipitação e do uso e ocupação do solo na cobertura vegetal na Caatinga. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, [*s. l.*], v. 5, n. 2, p. 221–231, jun. 2020. Disponível em: https://www.journals.ufrpe.br/index.php/JEAP/article/view/3058/0. Acesso em: 23 nov. 2023.

NUNES, G. A. **Monitoramento ambiental por meio da ciência cidadã em cavernas de Unidades de Conservação do Estado de São Paulo**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2021. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-17052021-165155/fr.php. Acesso em: 13 nov. 2023.

PERNAMBUCO. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Agência Estadual de Meio Ambiente. **Parque Estadual Mata da Pimenteira**: plano de manejo. Recife: Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade, 2013.

ROSA, M.; SHIMBO, J. Z.; AZEVEDO, T. MapBiomas: mapeando as transformações do território brasileiro nas últimas três décadas. *In*: BARBOSA, L. M. (coord.). **Restauração ecológica**: desafio do processo frente à crise ambiental. São Paulo: Instituto de Botânica, 2019. p. 95-100.

SILVA, A. dos S. *et al.* Desmatamento multitemporal no bioma Caatinga no município de Delmiro Gouveia, Alagoas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [*s. l.*], v. 14, n. 5, p. 654-657, 2019. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7266839. Acesso em: 13 nov. 2023.

SERRA TALHADA. **Lei Orgânica do Município de Serra Talhada**. Serra Talhada: Câmara Municipal de Serra Talhada, 2008.

CAPÍTULO 14

ESTUDO TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE TAILÂNDIA-PA, UTILIZANDO IMAGENS DA SÉRIE LANDSAT TM/ETM+/OLI

Vitoria Pietra Pinto de Almeida
Instituto de Ciências Agrárias/Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

Hendrya Julianny Pereira Coelho
Instituto de Ciências Agrárias/Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

Géssica Laurena Lopes Matos
Instituto de Ciências Agrárias/Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

Maria da Glória Ferreira dos Santos
Instituto de Ciências Agrárias/Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

Bianca da Fonseca Gomes
Instituto de Ciências Agrárias/Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

Daniele Cristina de Brito Lima Soares
Instituto Ciberespacial/Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

DOI: 10.52832/wed.117.670



Resumo: Nas últimas décadas, o estado do Pará sofreu diversas modificações em sua paisagem, grande parte concentra-se no Nordeste Paraense. As técnicas de geoprocessamento possibilitam monitorar as dinâmicas de uso do solo em uma determinada região. O estudo objetivou avaliar a distribuição das classes de uso e ocupação do solo no município de Taliândia-PA entre os anos de 1986 e 2023. Foram obtidas imagens do satélite Landsat 5/TM, 7/ETM+ e 8/OLI, cujas composições coloridas foram utilizadas para realizar uma classificação supervisionada no Software QGIS®. Observou-se que houve uma perda de 47,33% da área ocupada por floresta (388.681,5 ha para 204.697,4 ha), acompanhado do aumento de áreas de vegetação secundária e, principalmente, áreas com solo exposto, ocasionado pelo desmatamento na região. Foi possível notar a intensa exploração de recursos madeireiros entre os anos de 1986 e 2011, seguido da diminuição dessas atividades nos anos seguintes, associadas à intensificação de atividades agrícolas como alternativa de renda associada à recuperação de áreas degradadas. O trabalho mostrou como a utilização de técnicas de sensoriamento remoto são essenciais para o entendimento da dinâmica de uso da terra, e para a elaboração de políticas de gestão e monitoramento do território.

Palavras-chave: Agricultura. Classificação supervisionada. Ocupação do solo.

1 INTRODUÇÃO

O Estado do Pará abrange um vasto território da Região Amazônica, que com o passar das décadas, vem sofrendo modificações em sua paisagem desde a intensa ocupação populacional advinda da reforma agrária. Atualmente, o avanço das tecnologias computacionais possibilitou a visualização e o mapeamento do uso de áreas utilizadas para a produção agrícola e pecuária, além de demonstrar como esse intenso processo impactou o bioma local dessas regiões (Soares-Filho *et al.*, 2005).

O município de Tailândia pertence à Mesorregião Nordeste Paraense e à Microrregião homogênea de Tomé-Açu. Cujo relevo do município está inserido no Planalto Rebaixado da Amazônia, Baixo Amazonas (Governo do Estado do Pará, 2007). Atualmente está em 53º lugar em extensão territorial do Estado Pará, uma área importante que demonstra a modificação do uso do solo e reordenamento de novas áreas consolidadas nas últimas décadas, a maioria constituída de propriedades rurais segundo o IBGE (2021).

Os sistemas de sensoriamento remoto são instrumentos necessários à coleta de dados para se conseguir mensurar ou medir uma região alvo utilizando sensores remotos. Tecnologia que está intimamente relacionada com a utilização de satélites artificiais e suas características de gerar informações por estarem a grandes altitudes (tipicamente entre 600 e 1.000 km). Possuindo a capacidade de abranger em seu campo de visão uma grande porção de superfície terrestre (Lauer *et al.*, 1997).

No campo do sensoriamento remoto, uma das principais séries de satélites é a Landsat, devido ser de um período de vida mais longo de fornecimento contínuo de dados, pela notável facilidade de acesso e pela excelente qualidade de dados gerados (NASA, 2000). Técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto aliadas com Sistema de Informação Geográfica (SIG)

vêm sendo aplicadas em mapeamento do uso e cobertura do solo. E com este mapeamento, facilita-se a detecção e a mensuração de áreas que vem sendo exploradas, auxiliando na análise de projetos que visem o planejamento e administração de ocupação do solo de forma ordenada e racional, monitorando áreas de vegetação natural (Laurido-Leão, 2023).

A cidade de Tailândia passou por diversos dos processos e etapas de desenvolvimento que ocorreram nas últimas décadas dentro da Amazônia, tais mudanças no uso da terra transformaram sua paisagem natural de florestas ombrófilas densas em mosaicos agrícolas (Do Vale *et al.*, 2020). Tornando o município um produto alvo para analisar as alterações na paisagem local causadas pelo uso do solo com o passar dos anos.

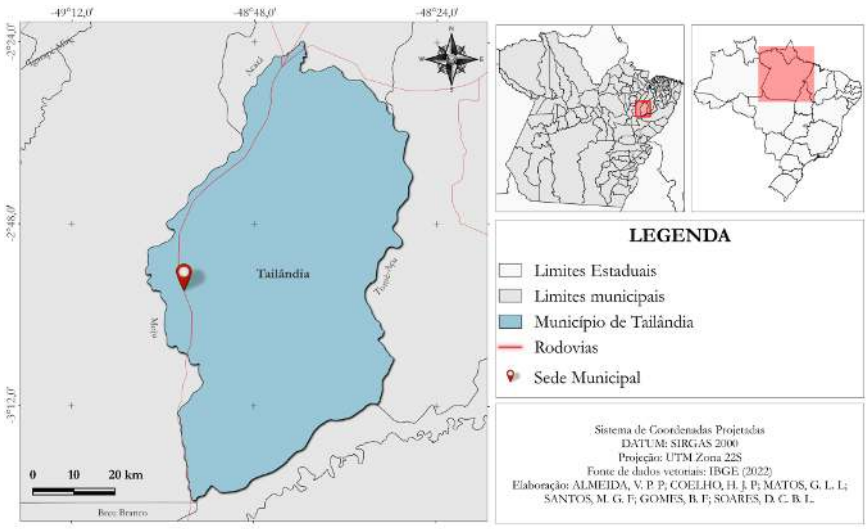
Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a dinâmica de uso e ocupação do solo no município de Tailândia-PA entre os anos de 1986 e 2023, através da classificação supervisionada de imagens dos satélites da série Landsat.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

A área de estudo refere-se ao município de Tailândia-PA (Figura 1), pertencente à Mesorregião Nordeste Paraense e à Microrregião de Tomé-Açu. Sua sede municipal localiza-se na latitude de 2° 56' 48,6" ao sul e longitude de 48° 57' 11,2" a oeste do meridiano de *Greenwitch*. Segundo o IBGE (2022), a cidade possui uma área total de 4.430,477 km² e uma população estimada em 106.339 habitantes.

Figura 1 – Mapa de localização do município de Tailândia-PA.



Fonte: Almeida *et al.* (2024).

Segundo Prado (2006), a criação do município se deu através da colonização motivada pelo governo, com a construção das rodovias estaduais como incentivo à migração para a região Amazônica. Porém, a população não teve apoio financeiro para desenvolver a agricultura no território, então, a principal atividade que gerou sustento para as pessoas ali alocadas foi a extração ilegal da madeira, tornando a região um dos principais focos de desmatamento na Amazônia, tendo 38 serrarias presentes na cidade (Imazon, 2013). Em 2022, na base agrícola de sua economia estavam a dendeicultura e a produção de grãos, com destaque para o milho e a soja (IBGE, 2023).

2.2 Coleta e processamento de dados

Foram utilizadas quatro cenas da série de satélites Landsat (órbita 223, ponto 62), referentes aos anos de 1986, 1999, 2011 e 2023, abrangendo um período de 37 anos. As cenas coletadas para o ano de 1986 e 1999 foram referentes ao satélite Landsat 5/TM, e para os anos de 2011 e 2023, foram utilizadas cenas do Landsat 7/ETM+ e 8/OLI, respectivamente. Utilizou-se uma camada vetorial do município para o recorte da área de interesse com auxílio do Software Quantum GIS (QGIS®), onde foi realizado tanto o processamento das imagens quanto a classificação da mesma.

Para a realização da classificação supervisionada das imagens, foram utilizados mosaicos com as composições de bandas RGB falsa cor Infravermelha e Cor natural, indicadas na Tabela 1. Os mosaicos auxiliaram na identificação das classes para o agrupamento dos pixels. Através do plugin "*dzetsaka*", foram criadas 5 (cinco) classes: floresta, vegetação secundária, solo exposto nuvens e corpos d'água. Posteriormente, a área - em hectares (ha) - referente a cada classe foi extraída através da ferramenta "*r.report*".

Tabela 1 – Cenas da série Landsat e composições coloridas utilizadas para a classificação supervisionada.

Satélite	Data	Sensor	Resolução	Composição falsa-cor Infravermelho	Composição Cor natural
Landsat 5	17/07/1986 05/07/1999	TM (Thematic Mapper)	30 m	B4-B3-B2	B3-B2-B1
Landsat 7	05/12/2011	ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus)	30 m	B4-B3-B2	B3-B2-B1
Landsat 8	23/07/2023	OLI (Operational Land Imager)	30 m	B5-B4-B3	B4-B3-B2

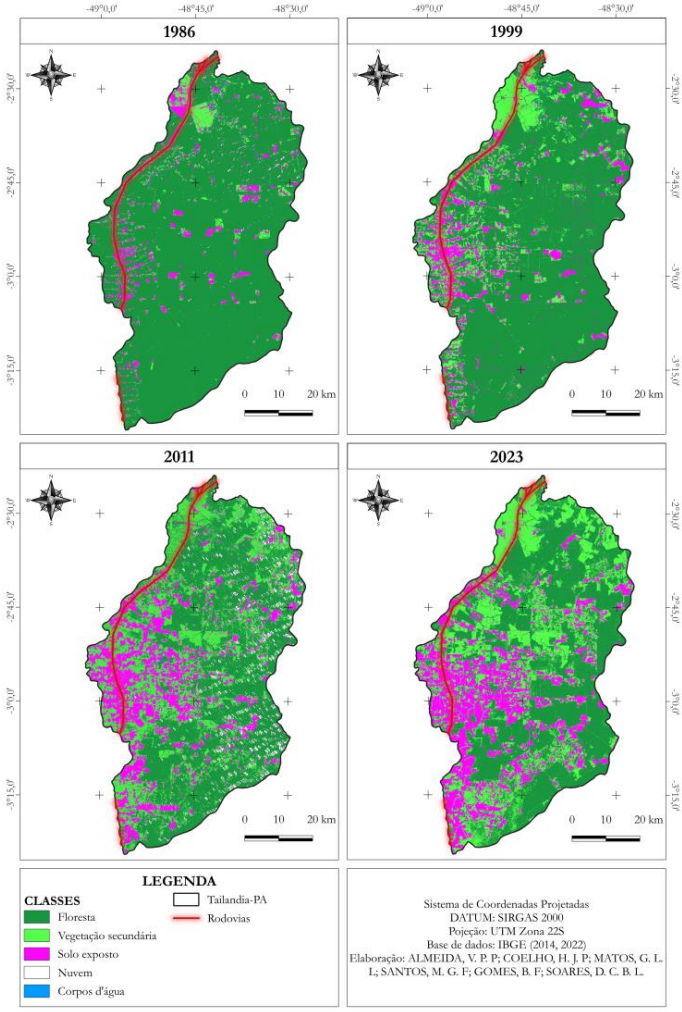
Fonte: Almeida *et al.* (2024).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da classificação supervisionada das imagens (Figura 2), foi possível observar as mudanças nas dinâmicas das classes de uso do solo em relação à área geral do município de Tailândia, registrando maior ocorrência de mudança para a classe solo exposta seguida de floresta

secundária, processo este que ocorreu ao longo de 37 anos. Os dados quantitativos referentes a área ocupada por cada classe se encontram dispostos na tabela 2.

Figura 2 – Classificação supervisionada do uso e ocupação do solo em Tailândia-PA.



Fonte: Almeida *et al.* (2024).

Analisando os dados obtidos, percebe-se que em 1986, a área ocupada por floresta nativa era de 388.681,5 ha, o que correspondia a 87,66% do território. Nos anos de 1999, 2011 e 2023, o quantitativo da classe foi de 332.387,8 ha, 207.230,9 ha e 204.697,4 ha, respectivamente, chegando a representar, no último ano avaliado, cerca de 46,17% da área, sendo uma perda de 47,33% da região que era ocupada por floresta. Nota-se que a vegetação nativa foi substituída por áreas de vegetação secundária e, principalmente, solo exposto, representando o desmatamento que, segundo Fonseca *et al.* (2014) ocorreu de forma desenfreada até o ano de 2005, de tal forma que o percentual de área de floresta em 2023 (46,17%) teve uma redução pouco significativa em relação ao ano de 2011 (46,74%).

Tabela 2 – Área, em hectares (ha), ocupada por cada classe.

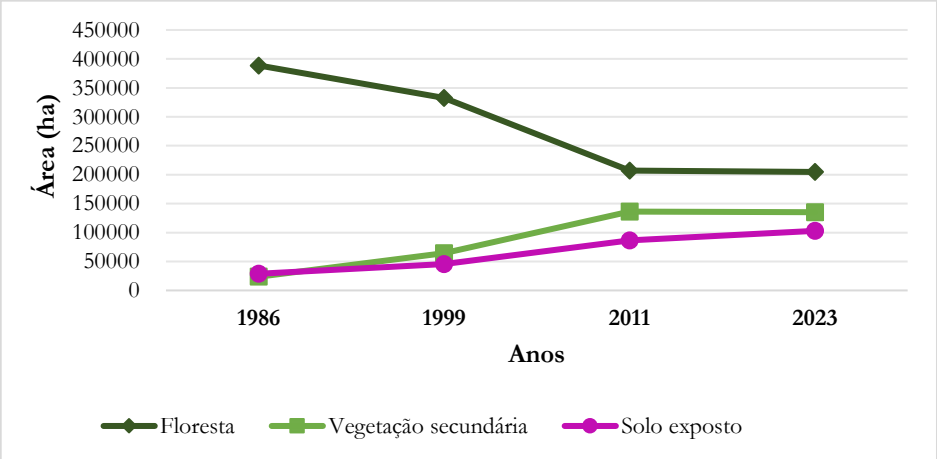
Classe	1986		1999		2011		2023	
	Área (ha)	**%**	**Área (ha)**	**%**	**Área (ha)**	**%**	**Área (ha)**	**%**
Floresta	388.681,5	87,66%	332.387,8	74,96%	207.230,9	46,74%	204.697,4	46,17%
Vegetação secundária	23.685,5	5,34%	64.448,3	14,54%	136.204,8	30,72%	135.089,2	30,47%
Solo exposto	28.780,7	6,49%	45.258,3	10,21%	86.243,8	19,45%	102.894,8	23,21%

Fonte: Almeida *et al.* (2024).

Devido a facilidade de acesso, o desflorestamento observado ocorre principalmente em torno da rodovia principal, que foi construída para incentivar o desenvolvimento e povoamento local. Foi possível observar que em torno da rodovia há maior predominância da classe de solo exposto, que nos anos de 1986, 1999, 2011 e 2023 corresponderam a 23.685,5 ha, 64.448,3 ha, 86.243,8 ha e 102.894,8 ha, respectivamente.

A figura 3 apresenta as relações entre a quantidade de área de cada classe de uso do solo ao longo dos anos, foi constatado que o crescimento da classe de solo exposto se manteve constante ao longo dos anos em relação às outras classes.

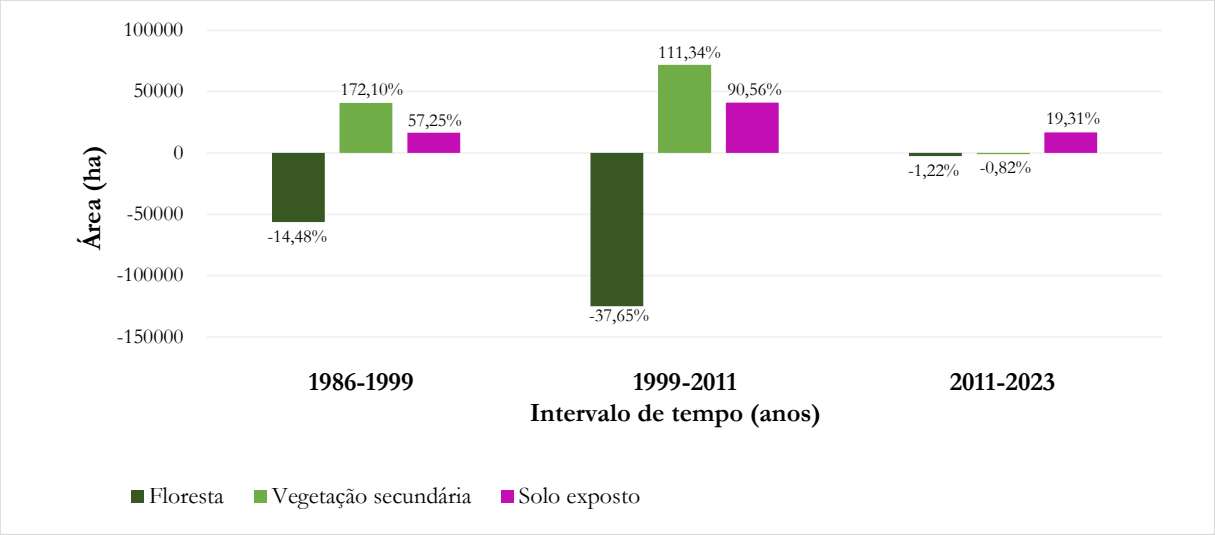
Figura 3 – Relação entre o quantitativo de área, em hectares (ha), de cada classe ao longo dos anos estudados.



Fonte: Almeida *et al.* (2024).

A figura 4 demonstra a quantificação das perdas e ganhos de área de cada classe no município acompanhados de sua representação em percentual, considerando o intervalo entre os anos estudados. Sendo assim, foi possível visualizar a diminuição das áreas de floresta associada com o aumento das áreas de vegetação secundária e solo exposto.

Figura 4 – Ganhos e perdas de área, representados em hectares (ha) e percentual (%), para cada classe nos intervalos dos anos estudados.



Fonte: Almeida *et al.* (2024).

No comparativo dos intervalos de tempo, observa-se que entre os anos de 1986 e 1999 houve uma diminuição de 56.293,7 ha de floresta, representando uma perda de 14,48%, associado ao aumento de 40.762,8 ha da vegetação secundária e 16.477,6 ha da classe de solo exposto. Entre os anos de 1999 e 2011, a área desmatada foi de 125.156,9 ha, representando a maior redução observada (37,65%) em decorrência do pico de focos de desmatamento ocorridos até 2005, já observados por Fonseca *et al.* (2014).

No ano de 2011, o governo federal realizou uma operação contra o desmatamento ilegal no município, o que levou à diminuição da atividade, e também a busca por outras alternativas como o reflorestamento das áreas degradadas com a dendeicultura (Imazon, 2013), que em muitas áreas é realizada em sistemas agroflorestais. Dito isso, entre os anos de 2011 e 2023, o aumento de 19,31% das áreas de solo exposto (16.651,1 ha) é baixo quando comparadas com os intervalos anteriores.

Em relação às classes de floresta e de vegetação secundária, houve uma diminuição das áreas de 2.533,4 ha (1,22%) e 1.115,6 ha (0,82%), respectivamente, sendo consideradas baixas em relação aos intervalos de 1986-1999 e 1999-2011. Evidencia-se o grande potencial de adaptação econômica da região, através da diminuição da exploração de recursos madeireiros e a sua especialização no cultivo de Palma de óleo.

4 CONCLUSÃO

O trabalho buscou analisar a dinâmica de ocupação do solo no município de Tailândia, considerando três classes de uso: floresta, vegetação secundária e solo exposto. A partir da análise

dos resultados, foi possível notar a tendência de exploração de recursos madeireiros no município entre os anos de 1986 e 2011, e que no período seguinte, houve uma redução nas atividades de desflorestamento, associadas à intensificação de atividades agrícolas como a produção de dendê como uma alternativa de renda associada à recuperação de áreas degradadas. Evidencia-se que há um grande potencial de adaptação econômica na região e um caminho promissor para o desenvolvimento regional de forma sustentável.

Dito isso, o trabalho mostrou como avaliações temporais detalhadas com a utilização de sensoriamento remoto são essenciais para o entendimento e o monitoramento da dinâmica de uso e ocupação da terra, bem como para a elaboração de políticas de uso da terra que promovam a conservação dos recursos naturais de forma que permita o desenvolvimento econômico, visando a redução de danos em longo prazo.

REFERÊNCIAS

DO VALE, I.; MIRANDA, I. S.; MITJA, D.; SANTOS, A. M.; SANTOS, G. G. A.; LEÃO, F. M.; OLIVEIRA, M. G.; COSTA, L. G. S. Conservation potential of shade-tolerant forest species in agricultural mosaics in the eastern Brazilian Amazon. **Acta Amazonica**, v. 50, n. 2, p. 124-132, 2020.

FONSECA, A.; JUSTINO, M.; SIQUEIRA, J.; RIBEIRO, J.; SOUZA JR, C. Desmatamento e degradação florestal em Tailândia - Pará (2000 - 2013). **Centro de geotecnologia do Imazon (CGI).** 2014.

GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ. Secretaria Executiva de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças. **Gerência de Base de Dados Estatísticos do Estado.** Estatística Municipal: Tailândia. 2007.

IMAZON. **Tailândia, no Pará, segue com ilegalidade no setor madeireiro.** Imazon, 2013. Disponível em: <https://imazon.org.br/imprensa/tailandia-no-para-segue-com-ilegalidade-no-setor-madeireiro/>. Acesso em: 27 abr. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Amazônia Legal**. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal.** 2023. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457. Acesso em: 30 abr. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Tailândia-PA.** Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/tailandia/panorama. Acesso em: 13 abr. 2024.

LAUER, D. T.; MORAIN, S. A.; SOLOMONSON, V. V. The Landsat program: its origins, evolution, and impacts. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 63, n. 7, p. 831-838, July 1997.

LAURIDO, C. T.; LEÃO, G. L. **Processamento digital de imagens do landsat 8, para análise de crescimento de mancha urbana da cidade de Castanhal–PA, nos anos de 2013 e 2021**. Anais do XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 2023.

NASA. National Aeronautics and Space Administration. **Landsat program**. [online]. maio, 2000.

PRADO, F. R. **O Mito Da Cidade Provisória: Natureza, Migração e Conflito Social Em Tailândia (1977-2000)**. 2006. 152 f. Dissertação (Mestrado em História Social da Amazônia) – Universidade Federal do Pará – UFPA, Brasil, 2006.

SOARES-FILHO, B. S.; NEPSTAD, D.; CURRAN, L.; CERQUEIRA, G. C.; GARCIA, R. A.; RAMOS, C. A.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P.; VOLL, E.; MCGRATH, D. Cenários de desmatamento para Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 54, p.138 -152, 2005.

Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

CAPÍTULO 15

MAPEAMENTO DE ÁREAS DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA EM ROMELÂNDIA – SC: UTILIZANDO ARCGIS PARA PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS E EFICIENTES DE MANEJO

Diego Outeiro de Jesus
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Pedro Arthur Ravanello Castilhos
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Sandro Luciano Barreto Fensterseifer
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

DOI: 10.52832/wed.117.671



Resumo: O avanço tecnológico na área espacial transformou radicalmente nossa capacidade de entender a Terra, permitindo a geração de mapas detalhados de uso e ocupação do solo. Este estudo se concentra na aplicação de técnicas inovadoras de análise de faixas espectrais em um polígono próximo a Romelândia, Santa Catarina. Com uma extensão de 16.793,4 hectares, o polígono foi minuciosamente examinado para categorizar diferentes tipos de cobertura do solo, como áreas florestais, agrícolas, hídricas, entre outras. Por meio do uso de sensoriamento remoto e tecnologias geoespaciais, este estudo destaca a importância desses mapas na formulação de políticas públicas voltadas para a conservação e gestão ambiental, além de sua relevância no monitoramento de mudanças ao longo do tempo. Buscamos contribuir significativamente para a compreensão da dinâmica ambiental e do desenvolvimento territorial na região, ressaltando o papel crucial das tecnologias de sensoriamento remoto no planejamento sustentável e na gestão eficiente dos recursos terrestres. Este estudo representa uma etapa importante no avanço dessas ferramentas para uma melhor gestão do ambiente terrestre.

Palavras-chave: Desenvolvimento. Geoprocessamento. Socluster.

1 INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico no campo da tecnologia espacial revolucionou nossa capacidade de observar e compreender a Terra. Uma das aplicações mais impactantes dessa evolução é a geração de mapas de uso e ocupação do solo por meio de estudos que envolvem software e tecnologias de sistema de informação geográfica. Esses mapas são fundamentais para categorizar e classificar diferentes tipos de cobertura do solo, como áreas florestais, agrícolas, recursos hídricos, entre outras. Apesar da crescente degradação ambiental, o uso de geotecnologias tem apoiado avanços no monitoramento de áreas degradadas, recursos naturais e populações, possibilitando por meio de diagnósticos a geração de mapas e dados geoespaciais (EMBRAPA, 2019). Esse processo geralmente utiliza informações provenientes do sensoriamento remoto, levantamentos e tecnologias geoespaciais.

Os estudos baseados em técnicas de análise de refletância têm sido amplamente empregados, pois a capacidade de capturar informações em diversas faixas espectrais permite uma categorização precisa das áreas e outros elementos que compõem a paisagem terrestre. Vale ressaltar que essa ferramenta desempenha um papel crucial na elaboração de políticas públicas, auxiliando na formação de estratégias voltadas para a conservação e o manejo de recursos ambientais, bem como na prevenção de impactos ambientais adversos. Além disso, esses mapas são essenciais para monitorar as mudanças ocorridas, sejam elas provocadas por fatores humanos ou naturais, ao longo do tempo.

O monitoramento do uso e cobertura do solo é de grande importância no estudo de determinadas regiões, pois auxilia no conhecimento da realidade ambiental e contribui na busca por soluções de problemas que possam ser identificados (Torres, 2011).

Neste projeto, exploraremos as técnicas inovadoras empregadas na interpretação das faixas espectrais por meio da análise de um polígono em uma área na região sul do Brasil. O polígono, localizado próximo à cidade de Romelândia, no estado de Santa Catarina, abrange uma área de aproximadamente 16.793,4 hectares. Ao longo deste estudo, investigaremos a distribuição e a classificação das diferentes categorias de uso do solo nessa área específica, contribuindo assim para um melhor entendimento da dinâmica ambiental e do desenvolvimento territorial na região.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Seleção do Município e Delimitação da Área de Estudo

Foi realizada a seleção do município de Romelândia, localizado no estado de Santa Catarina, como a área de estudo primária. Essa seleção baseou-se na disponibilidade de imagens de satélite do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), datadas de 02/04/2022. A fim de restringir o escopo da análise e garantir uma abordagem precisa, procedeu-se à demarcação de uma área específica dentro dos limites municipais de Romelândia, utilizando arquivos no formato KML.

2.2 Inserção dos Limites do Município no ArcGIS 10.8

Os limites administrativos do município foram importados para o ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG) usando a ferramenta apropriada de conversão de arquivos KML para o formato compatível com o software ArcGIS 10.8. Posteriormente, os limites foram estratificados e inseridos no projeto cartográfico. Optou-se por representar os limites sem cor, a fim de facilitar a visualização e evitar interferências desnecessárias durante as etapas subsequentes de processamento.

2.3 Importação e Processamento das Bandas de Satélite

As imagens de satélites adquiridas nas bandas vermelha, verde e azul foram importadas para o software ArcGIS 10.8, onde foram submetidas a um processo de pré-processamento. Isso envolveu a utilização de ferramentas especializadas de processamento de raster para realizar tarefas como correção radiométrica, remoção de ruído e correção geométrica, garantindo assim a qualidade e precisão dos dados.

As bandas foram compostas e organizadas de acordo com as especificações técnicas do projeto, com a ordem das bandas ajustadas para otimizar a interpretação visual dos resultados. Além disso, foi realizada uma operação de recorte utilizando técnicas de geoprocessamento para delimitar uma área de interesse específica dentro da imagem, visando concentrar a análise nos elementos relevantes do estudo.

2.4 Extração da Área do Projeto

Utilizando as funcionalidades de análise espacial disponíveis no ArcGIS 10.8, procedeu-se à extração da área de interesse previamente delimitada dentro da imagem de satélite. Esse processo envolveu a aplicação de técnicas de georreferenciamento e processamento de vetores para identificar e isolar os elementos geográficos pertinentes ao escopo da pesquisa, garantindo assim a precisão e relevância dos resultados obtidos.

2.5 Elaboração dos Planos de Uso e Ocupação do Solo

Com o intuito de caracterizar e classificar as diferentes formas de ocupação do solo na área de estudo, foram adotadas abordagens avançadas de análise de imagem e interpretação visual. Para tanto, foram utilizadas composições de bandas multiespectrais, permitindo uma discriminação mais eficaz das características do terreno e das atividades humanas presentes na região. A partir disso, foi conduzida uma classificação supervisionada dos dados, empregando algoritmos e técnicas de aprendizado de máquina para identificar e categorizar automaticamente os diferentes padrões de uso do solo, tais como áreas agrícolas, corpos d'água e áreas urbanizadas.

2.6 Retificação dos Pontos de Controle Georreferenciados

Para garantir a precisão geoespacial dos dados e a correta correspondência entre as informações cartográficas e a realidade física, foram realizadas operações de retificação e ajuste dos pontos de controle georreferenciados. Isso envolveu o cálculo e aplicação de fórmulas matemáticas específicas, como a fórmula de transformação de coordenadas geográficas, para corrigir possíveis erros nos dados de localização. Os pontos extremos de latitude e longitude foram calculados e utilizados como referência para a aplicação dessas correções, garantindo a exatidão dos resultados finais.

Essa metodologia permitiu o mapeamento preciso das áreas agrícolas dentro do município de Romelândia, RS, e a análise detalhada das características do solo e do uso da terra, contribuindo para a tomada de decisões em práticas agrícolas e de manejo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do uso e ocupação do solo na região oeste de Santa Catarina, com foco específico na área de Romelândia-SC, revelou uma distribuição complexa e significativa das diferentes classes de cobertura terrestre. Por meio da interpretação do mapa de uso do solo, identificamos quatro categorias principais: Florestas/Eucaliptos, Vegetação Rasteira/Água, Produção Agrícola/Pecuária e Áreas de Civilização/Palhada.

As Florestas/Eucaliptos emergiram como uma das classes dominantes, cobrindo aproximadamente 30% da área total do polígono estudado, totalizando 5.078,022 hectares. Esta extensão significativa destaca a importância das áreas florestais e de plantações de eucaliptos na região, não apenas em termos de conservação da biodiversidade, mas também em relação à sua contribuição para a economia local, através da indústria madeireira e de papel.

Por outro lado, a Vegetação Rasteira/Água e as áreas de água correspondem a 23,89% da área total, ocupando 4.011,9488 hectares. Essas áreas desempenham um papel crucial na manutenção dos ecossistemas aquáticos e na proteção dos recursos hídricos, fornecendo habitat para uma variedade de espécies e contribuindo para a qualidade da água na região.

As áreas destinadas à Produção Agrícola/Pecuária representam 29,74% do território, totalizando 4.994,8416 hectares. Estas áreas são essenciais para a economia regional, fornecendo alimentos e recursos para a população local e além. No entanto, é importante equilibrar o desenvolvimento agrícola com a conservação dos recursos naturais, a fim de evitar a degradação do solo e a poluição dos recursos hídricos.

Por fim, as áreas de Civilização/Palhada abrangem aproximadamente 16,13% da área total do polígono, com 2.708,5312 hectares. Estas áreas incluem assentamentos humanos, infraestrutura urbana e terras agrícolas em descanso. O crescimento populacional e o desenvolvimento urbano podem exercer pressão sobre essas áreas, resultando em mudanças significativas no uso do solo e na paisagem rural.

Observamos uma tendência de aumento nas áreas de lavouras temporárias e pastagens plantadas, indicando uma possível expansão do setor agropecuário na região. Essas mudanças têm o potencial de impactar não apenas o meio ambiente, mas também a economia e a sociedade local. Portanto, é fundamental implementar estratégias de manejo sustentável do uso da terra, visando garantir a conservação dos recursos naturais e o desenvolvimento socioeconômico equitativo da região. "A forma de uso e ocupação do solo pela atividade agrícola é um exemplo de geração de passivos ambientais" (Maia *et al.,* 2015).

Em conclusão, os resultados deste estudo proporcionam uma compreensão abrangente das características e tendências do uso do solo na região de Romelândia-SC. Essas descobertas são essenciais para orientar políticas e práticas de desenvolvimento rural sustentável, promovendo uma gestão eficaz dos recursos naturais e ambientais e contribuindo para a melhoria da qualidade de vida das comunidades locais.

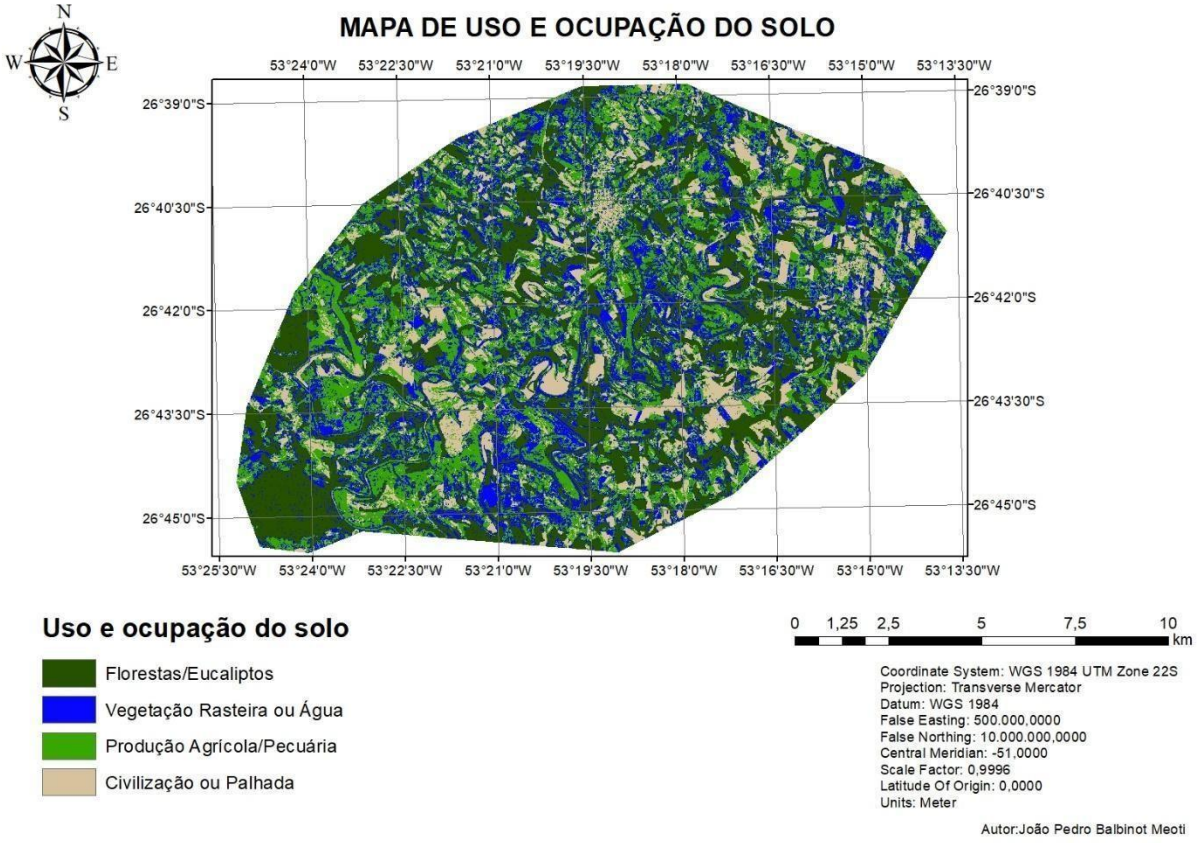
Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

Tabela 1 - Uso e ocupação do solo.

Uso e ocupação da área	Área (hectare)
Florestas/Eucaliptos	5.078,022
Vegetação nativa	4.011,9488
Produção Agrícola	4.994,8416
Civilização	2.708,5312

Fonte: Diego Outeiro (2024).

Figura 1 – Mapa de uso e ocupação do solo.



Fonte: Elaboração João Pedro Balbinot Meoti (2023).

4 CONCLUSÃO

A produção de mapas de uso e ocupação do solo com diferentes níveis de detalhe surgiu como uma ferramenta indispensável para a gestão ambiental eficaz na região estudada. Ao oferecer uma representação visual clara das atividades de uso da terra, esses mapas forneceram informações profundas sobre a distribuição e destinação dos recursos terrestres. Isso não só facilitou uma compreensão abrangente do ambiente, mas também permitiu uma análise detalhada, e precisa das práticas de ocupação do solo.

Ao longo deste estudo, foi possível observar que uma parcela substancial do território é dedicada ao setor agrícola, abrangendo uma variedade de atividades, desde pastagens até cultivos de grãos e a silvicultura. Com isso ressalta a importância do planejamento sustentável para garantir a conservação dos recursos naturais e a eficiência das práticas agrícolas. A partir dessas informações, podem-se desenvolver estratégias específicas para promover um equilíbrio entre as necessidades humanas e a preservação do meio ambiente.

Além disso, este estudo enfatizou o valor do conhecimento técnico adquirido na utilização da ferramenta ArcGIS 10.8. A capacidade de trabalhar com essa plataforma não apenas proporciona uma compreensão mais profunda do ambiente, mas também oferece vantagens competitivas no mercado de trabalho. Em um cenário onde a demanda por profissionais com habilidades específicas está em constante crescimento, a proficiência em ArcGIS 10.8 pode abrir portas para oportunidades profissionais diversas e promissoras.

A pesquisa realizada não apenas contribuiu para ampliar o conhecimento sobre o uso do solo na região, mas também representou uma oportunidade valiosa para o desenvolvimento de habilidades práticas e técnicas relevantes para a carreira profissional dos envolvidos. Ao aplicar os conceitos teóricos em um contexto prático, os participantes puderam aprimorar suas competências e adquirir experiência prática, preparando-se melhor para os desafios do mercado de trabalho atual e futuro.

A produção de mapas de uso e ocupação do solo não apenas facilitou uma gestão mais eficaz do ambiente terrestre, mas também demonstrou o potencial transformador do conhecimento técnico aliado à prática. Este estudo ressalta a importância de abordagens integradas e multidisciplinares na análise e gestão de recursos naturais, visando garantir um equilíbrio sustentável entre as necessidades humanas e a preservação do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

MAIA, S. A. *et al.* **Os impactos da agricultura urbana na qualidade da água na nascente do Igarapé do Mindu -comunidade Nova Esperança (Manaus -AM).** Disponível em: https://web.archive.org/web/20200306124244id_/http://www.bibliotekevirtual.org/revistas/BAG/v02n04/v02n04a01.pdf. Acesso em: 13 maio. 2024.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Espaço geotecnologias.** Disponível em: https://www.embrapa.br/tema-geotecnologias/perguntas-e-respostas Acesso em: 13 de maio. 2024.

TORRES, D. R. **Análise multitemporal do uso da terra e cobertura florestal com dados dos satélites landsat e alos.** Disponível em: http://coral.ufsm.br/ppgef/images/Diss2011/Daniela-Ricalde-Torres.pdf Acesso: 13 maio. 2019.

CAPÍTULO 16

DETERMINAÇÃO DE FERTILIDADE NO MUNICÍPIO DE ERVAL SECO UTILIZANDO A METODOLOGIA DE TAXA VARÍAVEL

Isadora Bauchspiess Figueiró
Universidade Federal de Santa Maria – *Campus* Frederico Westphalen, Brasil

Sandro Fensterseifer
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

DOI: 10.52832/wed.117.672



Resumo: A agricultura de precisão tem se modificado conforme os anos e isso tem oferecido maior segurança ao produtor, para tomar decisões. Este estudo tem por objetivo a análise da fertilidade do solo em uma área no município de Erval Seco - RS. Utilizando técnicas de georreferenciamento e interpolação de dados, foram coletadas amostras de solo para gerar dados de Nitrogênio, Fósforo e Potássio. Após gerar mapas de fertilidade para observar a possibilidade de usar aplicações de fertilizantes com taxa variável, os resultados, permitiram uma visão detalhada das variações dos nutrientes ao longo da área de estudo. A análise dos mapas destacou a importância da agricultura de precisão na otimização do manejo agrícola, demonstrando como a aplicação com taxa variável de fertilizantes pode aumentar a eficiência produtiva e reduzir custos. Este estudo contribui para o avanço do conhecimento na área da agricultura de precisão e destaca sua relevância na promoção de práticas agrícolas sustentáveis e eficientes.

Palavras-chave: Adubação. Agricultura. Geomática.

1 INTRODUÇÃO

A agricultura vem sofrendo muitas modificações ao longo dos anos, essas mudanças estão relacionadas ao uso da tecnologia, que vem se desenvolvendo cada vez mais no ramo do agronegócio. A tecnologia que veio para facilitar o manejo e a praticidade na execução de tarefas, também está atrelada a minimizar os gastos com a produção e aumentar a produtividade das lavouras. Junto a ela se estabeleceu a agricultura de precisão, que é um conjunto de técnicas que permite o gerenciamento localizado das plantações.

Os Sistemas de Informação na Agricultura de Precisão permitem aos agricultores uma tomada de decisão com maior garantia, otimizando o uso de recursos e custos, além de melhorar a eficiência das práticas agrícolas (Stafford, 2016). Sem a Agricultura de Precisão e a metodologia de taxa variável, o produtor faria aplicações de adubação uniforme em toda a sua área, sem levar em consideração as particularidades de fertilidade. Fazendo o uso da mesma seria possível fazer aplicações de diferentes concentrações de adubação na área. Sendo assim, é possível diminuir os custos de produção e aumentar a produtividade da propriedade.

Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), macro nutrientes necessários em uma área de produção de alimentos, pois são elementos primários essenciais na nutrição das plantas. Se houver a deficiência dos mesmos no cultivo, a produtividade pode ser severamente afetada na lavoura (Havlin *et al.*, 2016). Devido sua importância, esses nutrientes devem ser devolvidos ao solo, a fim de criar um ambiente ideal de crescimento das plantas. O processo de adubação é muito importante e deve ser realizado de forma adequada e sem exageros, para não haver perdas por lixiviação e contaminação de águas e rios.

O presente trabalho tem por objetivo a análise da fertilidade do solo em uma área no município de Erval Seco - RS.

2 METODOLOGIA

2.1 Delimitação da área do projeto

O trabalho foi realizado no município de Erval Seco, em uma área de 4.411 hectares, com predominância de Mata Nativa. Realizou-se a delimitação da área utilizando da plataforma Google Earth, posteriormente foi exportada para o aplicativo ArcGis.

2.2 Inserção de dados de solo

Obteve-se os dados de solo disponibilizados pelo site de Infraestrutura de dados espaciais da Embrapa (GEOINFO, 2023). Esses dados foram importados para o ArcGis, onde arquivo foi recortado dentro do aplicativo, para demarcar os limites da área do projeto. Gerando-se o mapa de Solos onde ficou demarcado os tipos de solo do local, que seriam basicamente Latossolos Vermelhos Distroférricos + Nitossolos Vermelhos Eutróficos + Nitossolos Háplicos Eutróficos.

2.3 Pontos amostrais

Pontos amostrais, são pontos de coleta de dados gerados dentro do limite da área utilizada para o projeto, nestes pontos são elaborados a base de dados das informações.

Durante a presente etapa, objetivou-se a geração de amostras dentro da área de estudo, foram coletadas amostras de solo, para gerar dados de fertilidade, Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K). Estes dados foram adicionados manualmente e georreferenciados em um banco de dados referentes a uma área de aproximadamente 4.000 hectares, gerando 20 pontos amostrais. Ao final dessa etapa induzimos o software a adicionar novos pontos através da interpolação nos espaços que ficaram vazios e eliminar pontos fora da área do projeto, totalizando ao final 112 pontos.

2.4 Interpolação dos pontos amostrais

Rotina no qual executa-se através de um interpolador o processo de preenchimento de dados nos locais onde estes não estão disponíveis, levando-se em consideração a resolução espacial da imagem, gerou se após o processo 5.564 pontos amostrais.

2.5 Elaboração do produto raster imagem (mapa de fertilidade)

Etapa no qual se elaborou os mapas de fertilidade em função da metodologia de taxa variável para Nitrogênio, Fósforo e Potássio, durante esta etapa foi inserido os elementos que

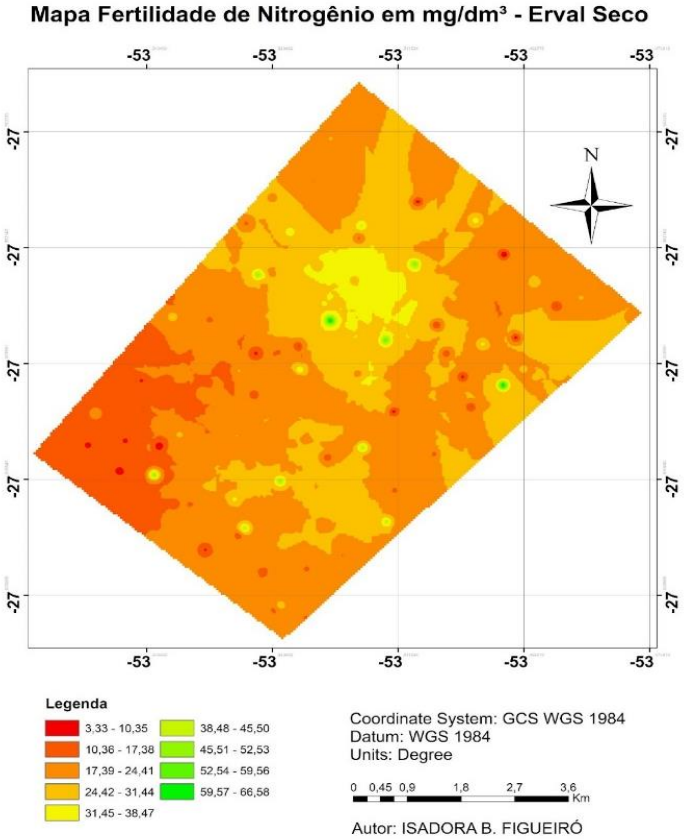
devem fazer parte de uma representação em formas de mapas, sendo estes: Título, legenda, grade de coordenadas, escala e orientação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas gerados por meio do ArcGis demonstram variações nas concentrações de Nitrogênio, Fósforo e Potássio ao longo da área de estudo.

A Figura 1, apresenta o mapa de fertilidade de Nitrogênio (N) em mg/dm³, e mostra uma variabilidade significativa na concentração desse nutriente no solo. Locais com níveis adequados de nitrogênio são observados em algumas áreas (parte verde mais escura no mapa), enquanto em outras há deficiência desse elemento (cor vermelha no mapa).

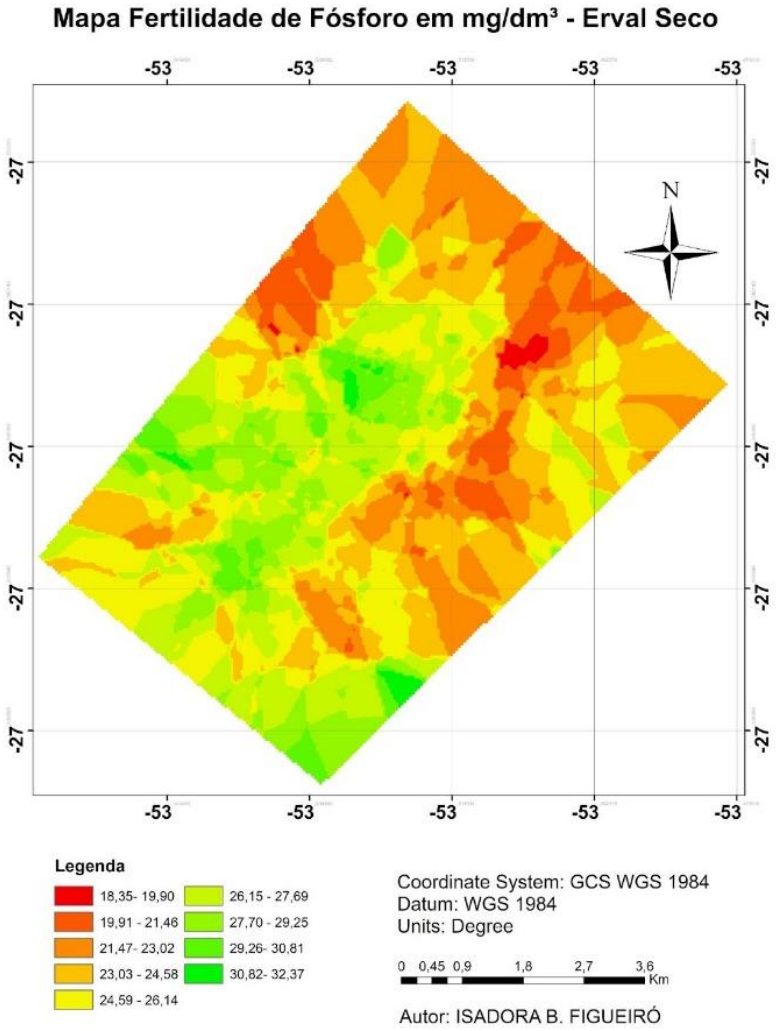
Figura 1 – Mapa de fertilidade de Nitrogênio.



Fonte: Elaboração própria. FIGUEIRÓ, I. B. (2023)

Na Figura 2 é apresentado o mapa de fertilidade de Fósforo (P) em mg/dm³, que mostra níveis do nutriente, onde a cor vermelha representa falta, e a cor verde representes quantidades ótimas.

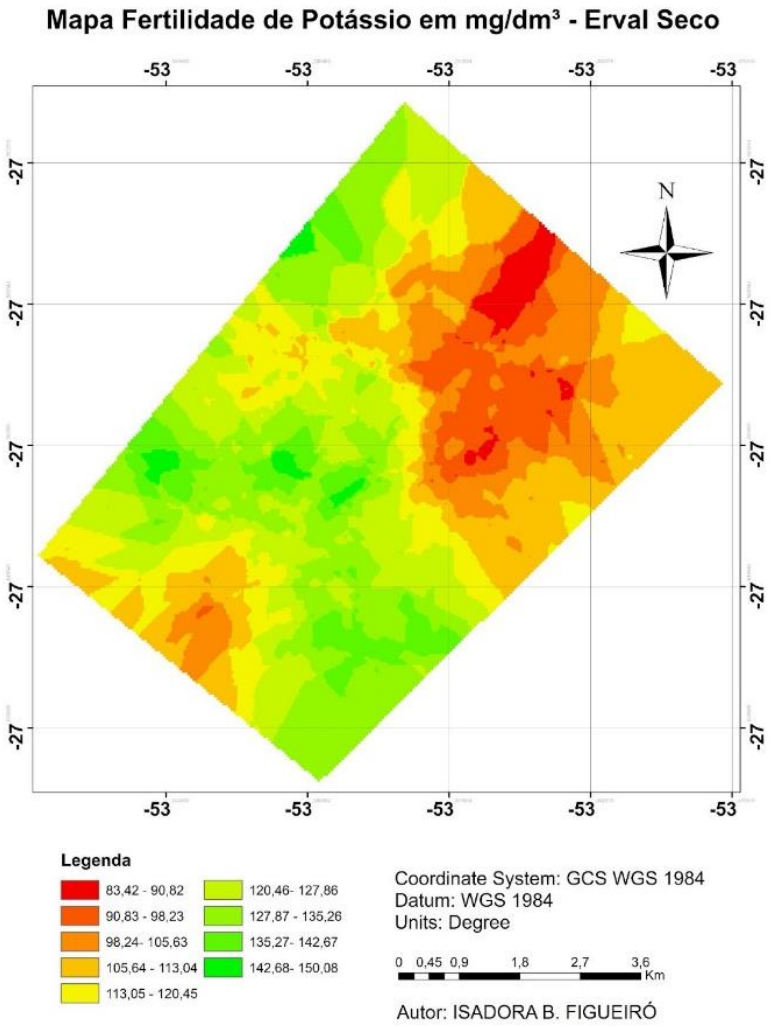
Figura 2 – Mapa de fertilidade de Fósforo.



Fonte: Elaboração própria. FIGUEIRÓ, I. B. (2023)

O mapa de fertilidade de Potássio (K), também em mg/dm³, os níveis de K estão indicados pelas cores na legenda, onde o vermelho significa falta desse nutriente e o verde significa que o mesmo possui condições adequadas (Figura 3).

Figura 3 – Mapa de fertilidade de Potássio.



Fonte: Elaboração própria. FIGUEIRÓ, I. B. (2023)

Essa heterogeneidade das áreas apresentadas nos mapas acima ressalta a importância da abordagem de taxa variável na aplicação de fertilizantes. Solari (2016 apud Ribeiro, 2021, p.11) diz que para a recomendação de fertilizantes ser eficiente, é necessário à adoção de ferramentas da agricultura de precisão, que tem a capacidade de medir a disponibilidade do solo em todo o espaço amostral, aplicando doses com taxa variável de acordo com a necessidade da cultura.

A análise de dados por meio da agricultura de precisão permite que o agricultor regule de forma adequada a aplicação de fertilizantes, de acordo com a necessidade do solo (Lamparelli, 2022).

As Figuras 2 e 3, os mapas de fertilidade de Fósforo e Potássio revelam padrões semelhantes de variação ao longo da área de estudo. Nota-se que existem áreas com níveis adequados desses nutrientes (ilustrado em verde no mapa), mas também há locais com deficiência (que aparecem em vermelho no mapa). Essa variabilidade é crucial para o manejo preciso dos fertilizantes, uma vez

que a aplicação uniforme nessas condições poderia levar a uma utilização ineficiente dos recursos e, consequentemente, a impactos econômicos e ambientais adversos.

A aplicação em taxa variável resulta em melhorias significativas na eficiência do uso de fertilizantes, reduzindo custos e minimizando impactos ambientais (Pereira, B. F.; Duran, J. E., 2019)

Uma aplicação em taxa variável dentro dessa área, permitiria o produtor realizar aplicação de fertilizantes em pontos específicos do talhão, e saber a necessidade exata de produto que será utilizado, evitando assim a falta ou exagero de produto. Além de diminuir a taxa de variação de produção da cultura, pois esse tipo de aplicação elevaria uniformemente todos os níveis desses nutrientes, então a cultura apresentaria boas condições de crescimento em todo curso da lavoura. O ramo da tecnologia aliada à agricultura cresce cada vez mais, fazendo com que o produtor desenvolva sua propriedade, elevando os níveis de produção, com mais facilidade na tomada de decisão.

4 CONCLUSÃO

Realizando a análise detalhada da fertilidade do solo com o auxílio da tecnologia atrelada com a agricultura de precisão fazendo a análise da fertilidade do solo, observa-se que há heterogeneidade na área apresentada, indicando níveis de NPK em regiões com déficit e outras com níveis adequados. Neste sentido, o estudo contribui significativamente para o avanço do conhecimento nessa área. Ele destaca a importância da agricultura de precisão na promoção de práticas agrícolas mais sustentáveis e eficientes, que são essenciais para enfrentar os desafios atuais e futuros da produção de alimentos.

REFERÊNCIAS

GEOINFO. EMBRAPA. **Brasil solos**. Disponível em: https://geoinfo.cnps.embrapa.br/layers/geonode%3Abrasil_solos_5m_20201104. Acesso em: 4 out. 2023.

HAVLIN, John L.; TISDALE, Samuel L.; NELSON, Werner L.; BEATON, James D. **Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management**. 8. ed. India: Prentice Hall, 2016. 528 p.

LAMPARELLI, R. A. C. Embrapa. **Agricultura de precisão**. 2022. Embrapa. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/producao/avanco-tecnologico/agricultura-de-precisao. Acesso em: 06 dez. 2023.

PEREIRA, B. F.; DURAN, J. E. (2019). Aplicação de insumos a taxa variável. Anais do fórum de iniciação científica do Unifunec. Disponível em : https://seer.unifunec.edu.br/index.php/forum/article/view/4326. Acesso em: 01 abr. 2014.

RIBEIRO, H. S. **Avaliação da fertilidade do solo e incremento da produtividade com o uso da agricultura de precisão.** 2021. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/1623. Acesso em: 29 mar. 2024.

STAFFORD, John V. **Precision Agriculture: Technology and Economic Perspectives**. CRC Press, 2016.

CAPÍTULO 17

FERTILIDADE E ADUBAÇÃO DE NITROGÊNIO NA CULTURA DA SOJA, UTILIZANDO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICO

Suellen Elizabeth Saldanha Zanatta
UFSM-FW, Brasil

Sandro Luciano Barreto Fensterseifer
UFSM-FW, Brasil

DOI: 10.52832/wed.117.673



Resumo: A agricultura sofreu diversas mudanças ao longo dos anos, tendo em vista o trabalho manual e penoso na lavoura. Sob esse viés, utilizou-se a ferramenta *ArcGIS* para determinar a fertilidade de nitrogênio no solo em uma área do município de Frederico Westphalen – RS, e consequentemente a necessidade de adubação para a cultura da soja na região. Utilizou-se o sistema de informação geográfico *ArcGIS,* dados geoespaciais e parâmetros de coleta de solos a campo. Como resultado obteve-se solos com declives consideráveis, entretanto considerados solos relativamente bons para a atividade agrícola, identificou-se a necessidade de aplicação de nitrogênio em grande quantidade e em vários pontos da área. Conclui-se sobre a importância da agricultura de precisão, bem como, os seus benefícios aos produtores rurais, resultando em reduções significativas no uso de fertilizantes e consequentemente menores custos de produção e maiores lucros.

Palavras-chave: Agricultura de precisão. *ArcGis*. Solos.

1 INTRODUÇÃO

A agricultura sofreu diversas mudanças ao longo dos anos, tendo em vista o trabalho manual e penoso na lavoura. Sendo assim, desenvolveu-se uma série de tecnologias para tornar a produção alimentar mais mecanizada e rentável, a fim de garantir melhores rendimentos, combinando o bem-estar do produtor e o máximo potencial produtivo da terra em relação aos recursos disponíveis. Nesse sentido, surge o conceito de agricultura de precisão com a metodologia de análise de taxa variável, que se refere à tecnologia aplicada ao conhecimento de agronomia de campo, relacionando *softwares* e máquinas para fornecer dados mais realistas para os produtores e engenheiros agrônomos tomarem melhores decisões por meio de uma gestão eficiente e sustentável, sem desperdício de recursos e investimentos.

Sob esse viés, utilizou-se a ferramenta *ArcGIS* para determinar a fertilidade de nitrogênio no solo em uma área do município de Frederico Westphalen – RS, e consequentemente a necessidade de adubação para a cultura da soja na região, considerando, que o nitrogênio é essencial para o desenvolvimento da planta e participa do crescimento vegetativo ao enchimento de grãos. O aplicativo permite gerar mapas que facilitam o direcionamento de metas por meio da criação, gerenciamento e análise de dados espaciais a partir de informações obtidas em campo, designadas a estudos.

O estudo buscou gerar, analisar e interpretar dados na ferramenta *ArcGIS,* dando ênfase as seguintes características: declividade e classe de solo presente no município de Frederico Westphalen – RS, correlacionando o índice de fertilidade em quilogramas por hectare (kg/ha) de nitrogênio (N) com a necessidade de adubação em kg/ha do nutriente, considerando a cultura da soja.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a elaboração desta pesquisa, foi utilizado o *Software ArcGIS,* dados geoespaciais e o limite da área para a realização das atividades propostas, durante os meses de novembro e dezembro de 2023 na área demarcada no município de Frederico Westphalen – RS. Obteve-se os dados de classificação de solos através do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS) (Santos *et al*., 2018) para o mapa de solos do município, e os dados de levantamento altimétrico foram adquiridos da Agência Espacial Norte Americana (NASA) para gerar o mapa de declividade.

Posteriormente, procedeu-se a elaboração dos conteúdos que irão formar o mapa de fertilidade e adubação do município, com a utilização do programa foram inseridos os pontos de coleta de solos na área do projeto, através de um processo de interpolação foram alocados pontos nos locais onde o programa não preencheu automaticamente, totalizando 5.646 pontos, sendo assim, elaborou-se o mapa de nitrogênio em (kg/ha).

Para o mapa de adubação determinou-se que a quantidade de fertilização aplicada seria igual a carência do nutriente no solo, em função das necessidades da soja e da fração do elemento já existente na gleba. Após a realização das camadas de informações, procedeu-se com a adição dos *layers* que formarão os mapas, subsequentemente foram inseridos os elementos que devem compor um mapa: grade de coordenadas, título, legenda, orientação, autor e informações geodésicas. A seguir serão apresentados os procedimentos técnicos da pesquisa:

1. Delimitação da área do projeto: Consiste no delineamento do polígono do projeto, posto isso, criou-se a máscara de recorte ao redor da área em estudo, em seguida recortou-se a região através da extração, estando assim, demarcada a área do projeto, para observar o tamanho da gleba e coordenada da mesma, utilizou-se a opção de identificação.
    - 1.1 Mapa de declividade: Utilizou-se o Modelo Global de Elevação Digital NASADEM, posteriormente selecionou-se a região de interesse com as ferramentas da área de análise espacial, em seguida avançou-se para as opções superfície e declive respectivamente, gerando-se a declividade.
    - 1.2 Mapa de solos: Gerado a partir do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS), onde recortou-se a área de interesse através da ferramenta denominada Clip.

2. Delimitação da área a ser gerado os índices de fertilidade: A fim de demarcar a área de criação dos mapas, selecionou-se as seguintes opções: configuração do ambiente, extensão do processamento e análise *raster*, neste será especificado a região em que os dados serão processados.

2.1 Pontos de amostragem: Os pontos são gerados de maneira aleatória, os quais o próprio programa estabelece, sendo opcional adicionar ou não novos pontos, à vista disso, sucedeu os seguintes passos: ferramentas de gerenciamento de dados, classe de recurso e criação de pontos aleatórios.

2.2 Base de dados dos nutrientes coletados a campo: Nesta etapa abriu-se o banco de dados dos pontos de amostragem, editou-se o banco de dados adicionando colunas referentes ao nutriente analisado: Nitrogênio. Conduziu-se para a aba denominada adicionar campo e incluiu-se o nutriente, posteriormente habilitou-se a edição, e preencheu-se o banco de dados com os valores do nutriente nos pontos de coleta. Para finalizar essa etapa, foi gerado no banco de dados a coluna unidade kg/ha com a seguinte equação originada (Nutriente $mg/dm^3 * 2$) na calculadora de campos do aplicativo.

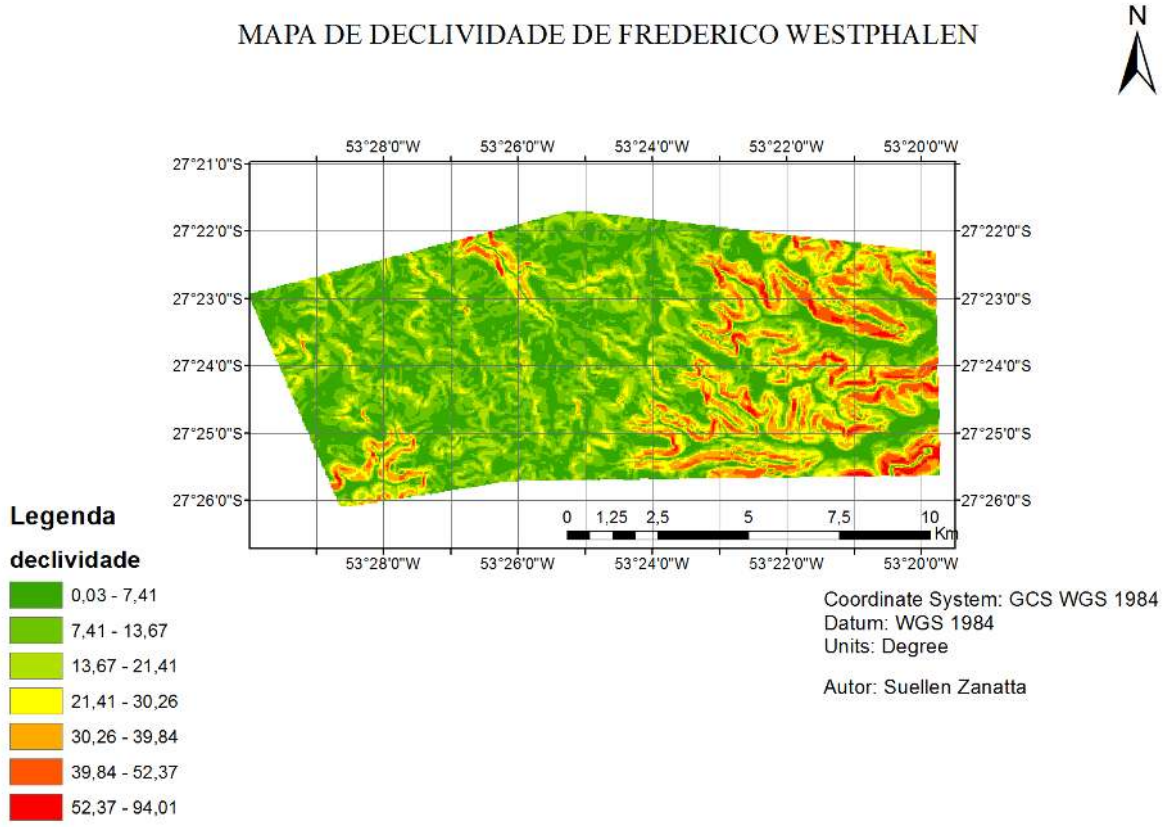
2.3 Base de dados da quantidade de nutriente que falta na adubação: Realizou-se a subtração da quantidade ideal de N, pelos valores obtidos na análise, gerando assim, o índice de adubação necessário para deixar o solo adequado para o pleno desenvolvimento da cultura. Para calcular os valores em kg/ha, multiplicou-se o resultado demandado na adubação para atingir a medida ideal do nutriente em pauta por 2, constituindo assim, a coluna de adubação em kg/ha de cada ponto.

2.4 Modelo de interpolação dos mapas: Para realizar a interpolação dos pontos de coleta utilizou-se as seguintes abas: análise espacial, interpolação e o interpolador IDW (Pontos de coleta), bem como o nutriente interpolado.

Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Figura 1 – Mapa de Declividade – Frederico Westphalen – RS.

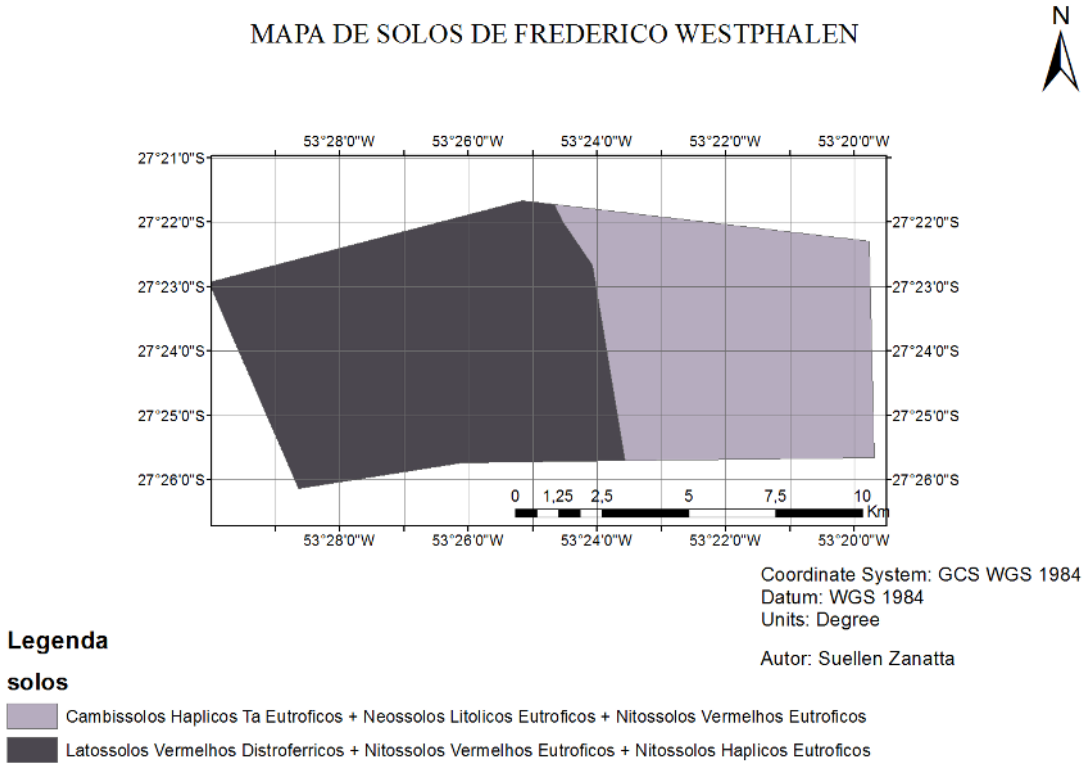


Fonte: Autores, 2023.

Como resultado da análise do Mapa de Declividade – Frederico Westphalen – RS, observa-se que a inclinação da área analisada, varia de 0,03% à 94,01%, diante disso, a cor verde escura representa os locais que possuem até 7,41% de declividade, sendo estes os locais de menor declive. Os locais de maior declive ocorrem a partir de 30,26%, representados por tonalidades avermelhadas. No mapa cada tonalidade de cor representa a declividade do relevo, conforme descrito na legenda.

A declividade é definida como o ângulo de inclinação (zenital) da superfície do terreno em relação à horizontal, tendo valores com variação de 0º a 90º, embora geralmente expressos em porcentagem. Com isso, entende-se que a declividade esta intrinsicamente relacionada com a agricultura, pois quanto mais declivoso é o local, maior será a possibilidade de ocorrer erosão (Valeriano, 2008).

Figura 2 - Mapa de Solos – Frederico Westphalen – RS.



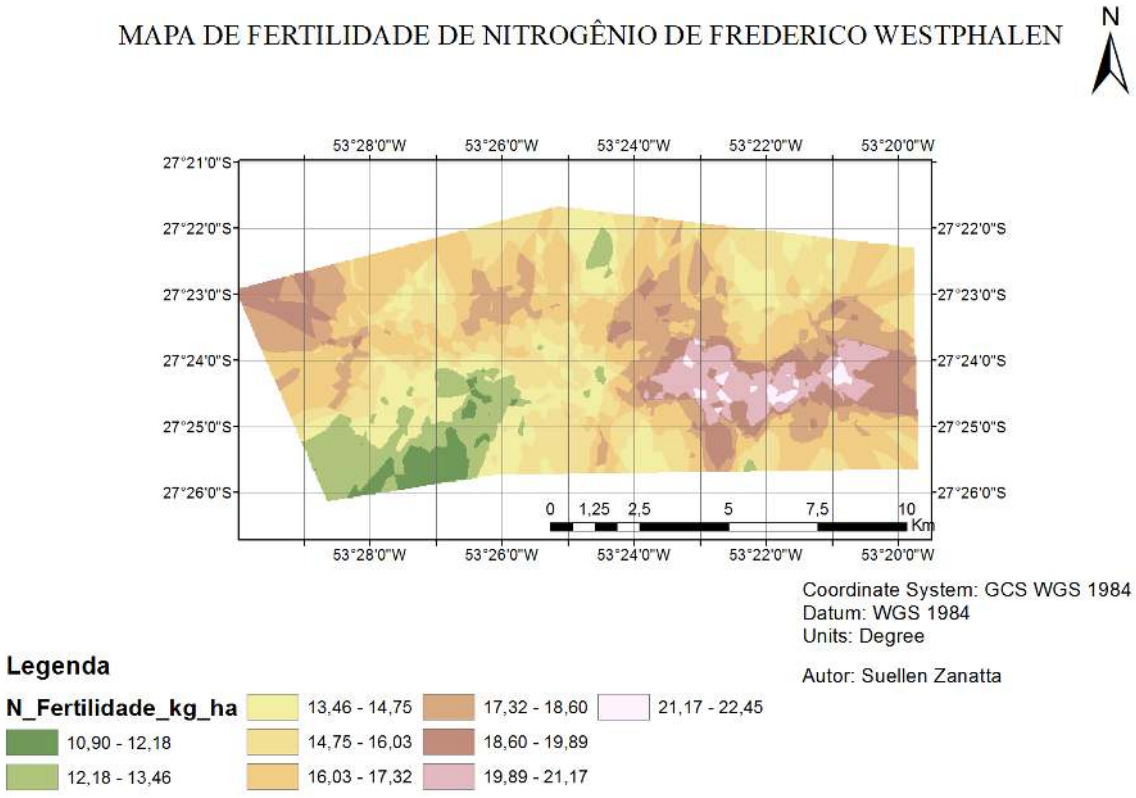
Fonte: Autores, 2023.

Em conformidade com o estudo do Mapa de Solos – Frederico Westphalen – RS, entende-se que os solos predominantes presentes na área pertencem as classes Cambissolos Háplicos e Latossolos Vermelhos Distroférricos, sendo considerados solos relativamente bons para a atividade agrícola, porém devido ao seu relevo de declives acentuados e de fácil degradação, deve-se ter um cuidado maior com a estruturação dos mesmos. Segundo Almeida (1979 apud Pereira, 2010, p. 1284):

> Os Cambissolos são caracterizados, de modo geral, como rasos, distróficos, álicos (mas não alíticos) e amarelados. São solos pouco estudados, cujas condições desfavoráveis, tanto físicas (elevados teores de silte e influência da horizontalidade das rochas) quanto mineralógicas (dominantemente caulinítica, com presença de ilita), influenciam no adensamento natural, nas características morfológicas (muito duros quando secos), na restrição à infiltração de água e lixiviação ao longo do perfil, com consequente desaceleração da frente de intemperismo. Os Latossolos são de baixa fertilidade natural, argilosos ou muito argilosos, cuja granulometria mais fina do material de origem e mineralogia da fração argila, dominantemente caulinítica, favorecem a formação de consistência dura quando secos e de adensamento natural, em algumas situações.

Observa-se assim, que essas classes de solo se estendem à outras regiões do país, sendo também de grande degradação nesses locais, necessitando de um manejo mais eficiente na área.

Figura 3 - Mapa de Fertilidade de Nitrogênio – Frederico Westphalen – RS.

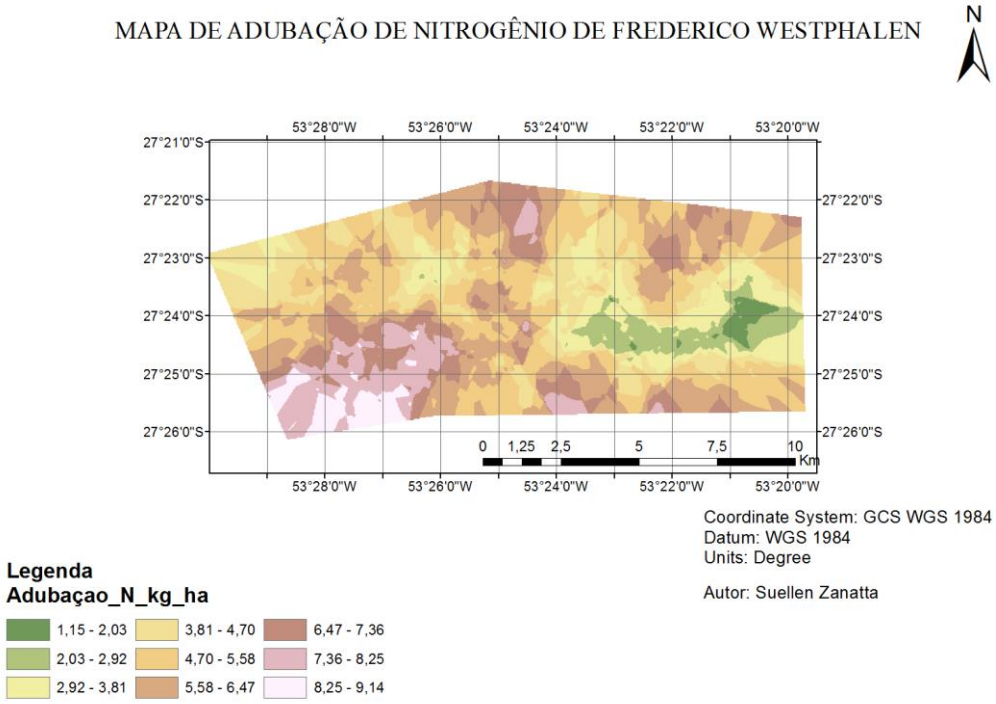


Fonte: Autores, 2023.

Mediante ao diagnóstico do Mapa de Fertilidade de Nitrogênio – Frederico Westphalen – RS (kg/ha), ficou perceptível os índices de N presentes na referida área, podendo ser caracterizada como heterogênea em relação a distribuição deste macronutriente. Os níveis mais baixos de N são observados na cor verde escuro, conforme descrito na legenda e os maiores níveis de N se encontram na cor branca, sendo 22,45 kg/ha o maior índice.

Bachega (2015) afirma que o nitrogênio é um dos nutrientes mais demandado na cultura da soja em sua fase de reprodução, uma vez que, a maior parte deste é distribuída para os grãos e posteriormente para folhas, caules e raízes. Sendo assim, nota-se que o nitrogênio é necessário na agricultura, principalmente para grãos, desempenhando um papel essencial na fertilidade das plantas, bem como, no desenvolvimento das partes vegetais.

Figura 4 - Mapa de Adubação de Nitrogênio – Frederico Westphalen – RS.



Fonte: Autores, 2023.

Conforme o Mapa de Adubação de Nitrogênio - Frederico Westphalen – RS (kg/ha), identifica-se que a necessidade de aplicação desse nutriente é necessária em grande quantidade e em vários pontos da área, porém a zona da imagem que predomina a cor verde escuro é onde há maior carência de N, e a área de cor branca necessita de uma menor quantidade de N a ser aplicada.

Cregan; Berkum (1984 apud Bredemeier; Mundstock, 2000, p. 367) afirmam que a absorção do nitrogênio oscila, mas "aumenta progressivamente durante o período de crescimento vegetativo, atinge o máximo durante os estádios reprodutivos e cai na fase de enchimento dos grãos". Torna-se notório a importância da adubação de nitrogênio na cultura da soja, bem como, a relevância do estabelecimento de raízes, tendo em vista, sua função de sucção do nutriente no solo.

4 CONCLUSÃO

Levando em consideração, os mapas criados e os resultados obtidos nos mesmos, fica perceptível a importância da agricultura de precisão na cultura da soja, bem como seus benefícios para os produtores rurais, resultando em reduções significativas no uso de fertilizantes, menores custos de produção e maiores lucros.

Em síntese, o programa possibilita que o agricultor ou engenheiro agrônomo consiga planejar a safra de soja, no quesito estoque de fertilizantes e despesas agrícolas, tendo em vista, que os grãos de soja apresentam um teor médio de 6,5% de nitrogênio, logo, para produzir 1.000 kg de

grãos de soja são necessários 65kg de N, dessa forma, demasias e perdas na produção podem ser erradicadas (Crispino *et al.,* 2001).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. R. Cronocromossequência de solos originários de rochas pelíticas do Grupo Bambuí. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1979 *apud* PEREIRA, T. T. C. *et al.* Gênese de latossolos e cambissolos desenvolvidos de rochas pelíticas do grupo bambuí – Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 4, p. 1283–1295, agosto de 2010. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000400026. Acesso em: 10 dez. 2023.

BACHEGA, R. C. C. **Efeito da adubação nitrogenada nas características agronômicas em soja sob baixa latitude**. 2015. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. Gurupi. p. 01 – 37. 2015. Disponível em: https://docplayer.com.br/51940372-Efeito-da-adubacao-nitrogenada-nas-caracteristicas-agronomicas-em-soja-sob-baixa-latitude.html#google_vignette. Acesso em: 10 dez. 2023.

CREGAN, P.B., BERKUM, P. Genetics of nitrogen metabolism and physiological/biochemical selection for increased grain crop productivity. Theoretical and Applied Genetics, Heidelberg, v. 67, p. 97-111, 1984 *apud* BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C.M. **Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas**. Ciência Rural, v. 30, p. 365-372, 2000. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0103-84782000000200029. Acesso em: 15 dez. 2023.

CRISPINO, C. C. *et al.* **Adubação nitrogenada na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/460181/1/comTec075.pdf. Acesso em: 15 dez. 2023.

NASA JPL. **NASADEM** Mesclado DEM Global 1 segundo de arco V001. 2021. OpenTopography. Disponível em: https://doi.org/10.5069/G93T9FD9. Acesso em: 10 nov. 2023.

NASA. **National Aeronautics and Space Administration**. Disponível em: http://www.nasa.gov/. Acesso em: 10 nov. 2023.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos** 5. ed. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2018.

VALERIANO, M. M. **TOPODATA:** Guia para utilização de dados geomorfológicos locais. São Jose dos Campos: INPE, 2008.

CAPÍTULO 18

ANÁLISE ESPACIAIS DE ATRIBUTO QUÍMICA E GERAÇÃO DE MAPAS DE FERTILIDADE E ADUBAÇÃO DO MACRONUTRIENTE FÓSFORO NUMA ÁREA NA CIDADE MARAU-RS

Arthur Conrado Simon Barbosa
Universidade Federal de Santa Maria - *Campus* Frederico Westphalen, Brasil

Daniel Tonon
Universidade Federal de Santa Maria - *Campus* Frederico Westphalen;

Sandro Luciano Barreto Fensterseifer
Universidade Federal de Santa Maria - *Campus* Frederico Westphalen, Brasil

Omega Saul
Universidade Federal de Santa Maria - *Campus* Frederico Westphalen, Brasil

DOI: 10.52832/wed.117.674



Resumo: A agricultura é uma atividade importante devido a sua contribuição na alimentação da população. Nesta perspectiva torna-se imprescindível a busca por novas alternativas que visem melhorar o setor, maximizar a produtividade e reduzir os gastos. Uma das alternativas que temos é a utilização de mapas de fertilidade e adubação na agricultura de precisão. O presente trabalho é elaborado numa área de 4.521 hectares na cidade de Marau, no estado do Rio Grande do Sul. O objetivo é avaliar e realizar mapas sistemáticos de fertilidade e adubação do macronutriente fósforo para uma aplicação correta. Para a realização do estudo utiliza-se o *software* Google Earth para a demarcação da área, o *software* ArcGis 10.8 para a elaboração dos planos de informações, a construção de mapas, a estatística e o somatório. Observa-se que a área não está homogênea, apresenta diversas classificações do solo, e apresenta uma irregularidade dos níveis de inclinação. Devido aos mapas obtidos observa-se que a fertilidade do solo em fósforo e a adubação apresenta uma desuniformidade. O trabalho apresenta uma contribuição significativa para a compreensão da importância do uso de mapas de fertilidade e adubação, fornecendo uma base sólida para futuras pesquisas e intervenções práticas.

Palavras-chave: Adubação localizada. Agricultura de precisão. Amostragem georreferenciada. Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

O município Marau se localiza na região norte do estado do Rio Grande do Sul dentro da região conhecida como planalto médio. Ele é um dos municípios brasileiros mais promissores do Rio Grande do Sul e possui uma área de mais de 650 quilômetros quadrados. Sua população é estimada em 45.124 habitantes e um PIB per capita de R$67.219,06 (IBGE, 2022). A base econômica do município é constituída pelos frigoríficos, com destaque nacional no setor de alimentos. "Na perspectiva agropecuária, há mais de 1.700 estabelecimentos registrados, dedicados principalmente à avicultura, produção de leite e cultivo de milho e soja" (Alba *et al.,* 2020, p. 1). Olhando a importância do setor agropecuária que rege as atividades da pecuária e agrícolas que é o nosso foco se faz necessário a busca para o seu melhoramento e o seu crescimento.

A Agricultura por si mesma é considerada como uma atividade básica, imprescindível para a satisfação de inúmeras necessidades humanas, ou seja, essa atividade é responsável pela alimentação da população mundial e na produção de matérias primas. Ao longo dos séculos as práticas agrícolas estão em constantes mudanças, com a adoção da potência da máquina, a agricultura mecanizou-se, além disso introduzindo complementos suportados por sensores eletrônicos, que possibilitaram a criação de automatismos, nos últimos (Coelho; Silva, 2009). Nesta perspectiva torna-se imprescindível a busca por novas alternativas que visem melhorar o setor e maximizar as produtividades por unidade de produção. Uma das alternativas que temos é o uso da agricultura de precisão.

Segundo Coelho e Silva (2009, p. 16) "a agricultura de precisão aparece, geralmente, associada a dois objetivos genéricos: o aumento do rendimento dos agricultores; e a redução do impacte ambiental resultante da atividade agrícola". O aumento do rendimento pode ser alcançado

por duas vias distintas, mas complementares que são a redução dos custos de produção e o aumento da produtividade. Para alcançar isso, a adoção de tecnologias agrícolas avançadas, rotação de culturas, manejo integrado de doenças e pragas, manejo adequado do solo e melhoramento genético são opções muito relevantes. O cumprimento do segundo daqueles objetivos está relacionado com o rigor do controle da aplicação dos fatores de produção que deverá ser feita, tanto quanto possível, na justa medida das necessidades das plantas.

O conhecimento e a capacidade de definir com precisão os requisitos dos cultivos e do solo é fundamental para garantir uma produção agrícola ótima e sustentável. "Ela tem início na coleta de dados, análises e interpretação dessas informações, bem como geração das recomendações, aplicação no campo e avaliação dos resultados" (Bassoi, 2019, p.20). Graças às tecnologias avançadas principalmente os sistemas de posicionamento como o GPS, que segundo Coelho e Silva (2009, p. 16) "de uma forma genérica, pode considerar-se que os sistemas de posicionamento servem para determinar a localização de um objeto no ar ou na superfície terrestre". Neste sentido a agricultura de precisão pode ser considerada como "uma sequência de conhecimentos, na qual máquinas, dispositivos, equipamentos e softwares são instrumentos para a coleta de dados, os quais precisam ser organizados e interpretados, suscitando informações para apoiar a gestão" (Bassoi, 2019, p. 21).

Utilizando mapas sistemáticos, os agricultores podem obter detalhes dos solos e identificar áreas específicas que exigem níveis particulares de nutrientes, o que lhes dá informações úteis para aplicação de fertilizante utilizando a prática de aplicação localizada aplicando doses diferentes de acordo com as necessidades de cada mancha presente na área. "Os mapas temáticos mostram a relação entre as variabilidades espaciais dos atributos químicos do solo" (Menezes *et al.*, 2022, p. 5). Uma das grandes importâncias da agricultura de precisão, ela visa entender as manchas nas lavouras, explorando e tirando benefícios econômicos e sustentáveis delas.

O SIG (Sistemas de Informação Geográfica), "na sua definição mais simples, Sistema de Informação é uma aplicação informática que permite associar informação de natureza espacial e informação alfanumérica" (Coelho; Silva, 2009, p. 16). Desempenha um papel crucial na agricultura de precisão, proporcionando uma maneira eficaz de coleta, gerenciamento, análise e visualização de dados espaciais relacionados às operações agrícolas capacidade de relacionar camadas de dados através de atributos georreferenciados comuns, permite combinar, analisar e, finalmente, cartografar os resultados.

O objetivo deste trabalho é avaliar e realizar mapas sistemáticos de fertilidade e adubação do macronutriente fósforo numa área na cidade de Marau RS.

Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada no município de Marau, localizada na região norte do estado do Rio Grande do Sul. Para a realização do estudo utilizou-se uma área de 4.521 hectares. A extração da área é feita utilizando o *software* Google Earth. A Elaboração do plano de informação de declividade de alta resolução, a geração de pontos amostrais, a interpolação dos dados, a correção do sistema de projeção a criação dos mapas de solo, declividade, fertilidade e adubação, a estatística e somatório da adubação fósforo foram executados no *software* ArcGis 10.8.

Para a importação da máscara, utiliza-se a ferramenta *ArcToolBox* no *software* ArcGis onde é convertido o arquivo KMZ em arquivo KML. Utilizou-se a ferramenta *ArcToolBox* na opção análise de dados espaciais, para fazer o recorte da camada da área de estudo. Para a elaboração do plano de informação de declividade utilizou-se a ferramenta *ArcToolbox,* na opção análise de dados espaciais utilizando a opção superfície para gerar a camada contendo informações de declividade, em seguida na opção *symbology* para escolher o tamanho de célula para a aumentar resolução. Neste estudo usou-se uma resolução de 0,5m.

Para a definição de pontos amostrais dentro da área de estudo, onde serão coletadas amostras de solo para se obter dados de fertilidade após análises químicas, utilizou-se a ferramenta pontos aleatórios *creat random points* onde são gerados pontos aleatórios que equivalem aos pontos coletados a campo. Utilizou-se a opção *open attribut table* para preencher a coluna do nutriente com os valores de cada ponto neste estudo não foram elaboradas coletas de solos para análises químicas, foram interpretados e usados dados médios de um total de 15 laudos de análises químicas de solos de amostras coletadas nos anos de 2019 e 2022 no local e na cidade, na camada de 0 a 10 cm de profundidade em áreas com sistema plantio direto consolidado, de acordo com a Sociedade Brasileira De Ciência Do Solo (SBSC), (2016). Nos quais consta-se o valor mais baixo de fertilidade é de 11.92 mg/dm^3 e o mais alto é de 93,15 mg/dm^3.

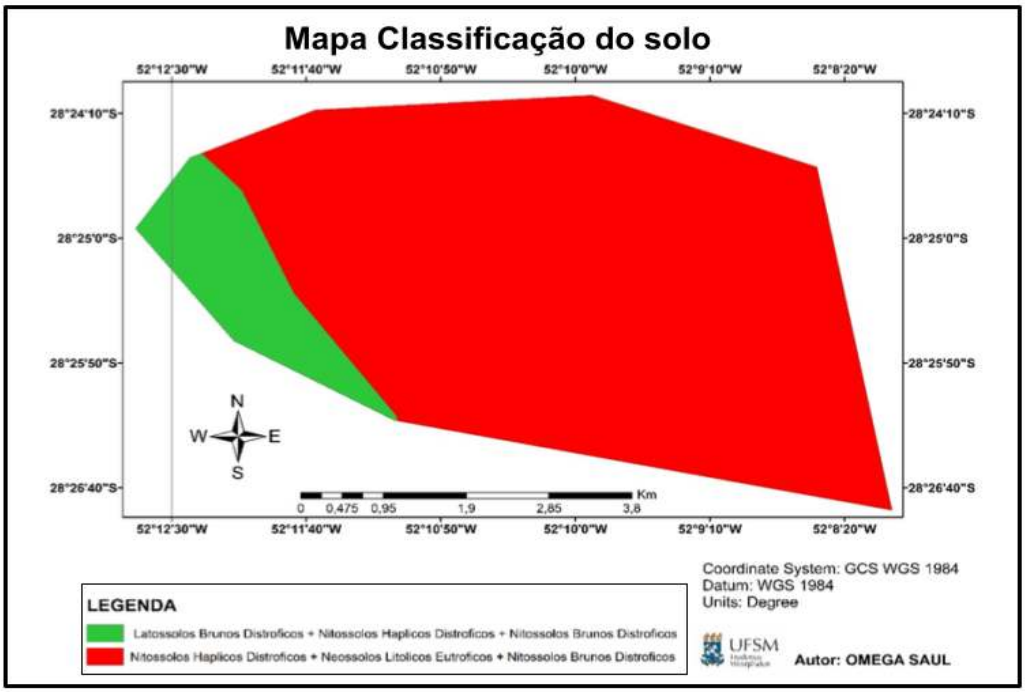
Utilizou-se a interpolação dos dados para generalizar os dados obtidos devido aos locais que não foram coletados pontos de amostras. Para a transformação e o cálculo de adução utilizou-se a ferramenta *fiel calculator*. Após obter esses dados realizou-se mapas de fertilidade e adubação. Para o mapa de solo utilizou-se a ferramenta adicionar dados em seguida a opção geoprocessamento para inserir o arquivo Brasil solos 2020 com resolução de 5 metros disponibilizado pelo GeoNode da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária EMBRAPA.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na figura 1 a nossa área de estudo apresenta uma classificação de solo no qual predomina os nitossolos e seguida os latossolos e uma parcela de neossolos. Conhecer o tipo de

solo presente na área é de suma importância para definir o manejo a ser empregado na área. "Isso permite a entender as relações entre os indivíduos, identificar o melhor uso do solo em um determinado lugar para um determinado uso e estimar a produtividade de um talhão" (Bertoldo De Oliveira, [S.D.]). Isso facilita o planejamento do manejo na área, sendo assim é possível identificar os locais apropriados para cultivo. Consequentemente diminui os custos na produção.

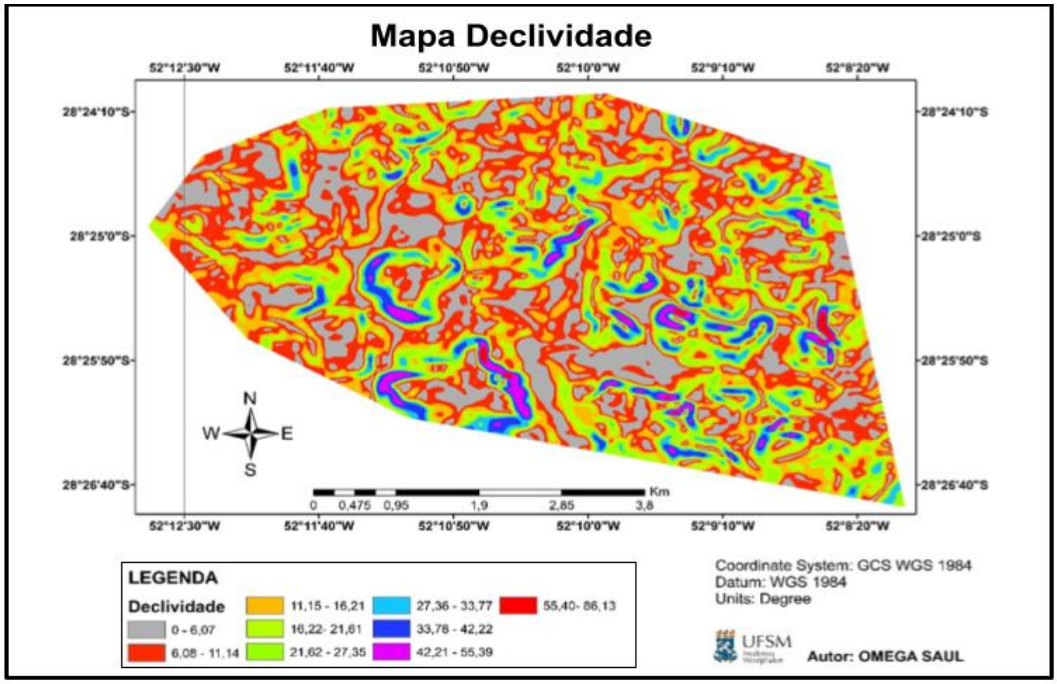
Figura 1 – Mapa Classificação de solo.



Fonte: Autores, 2023.

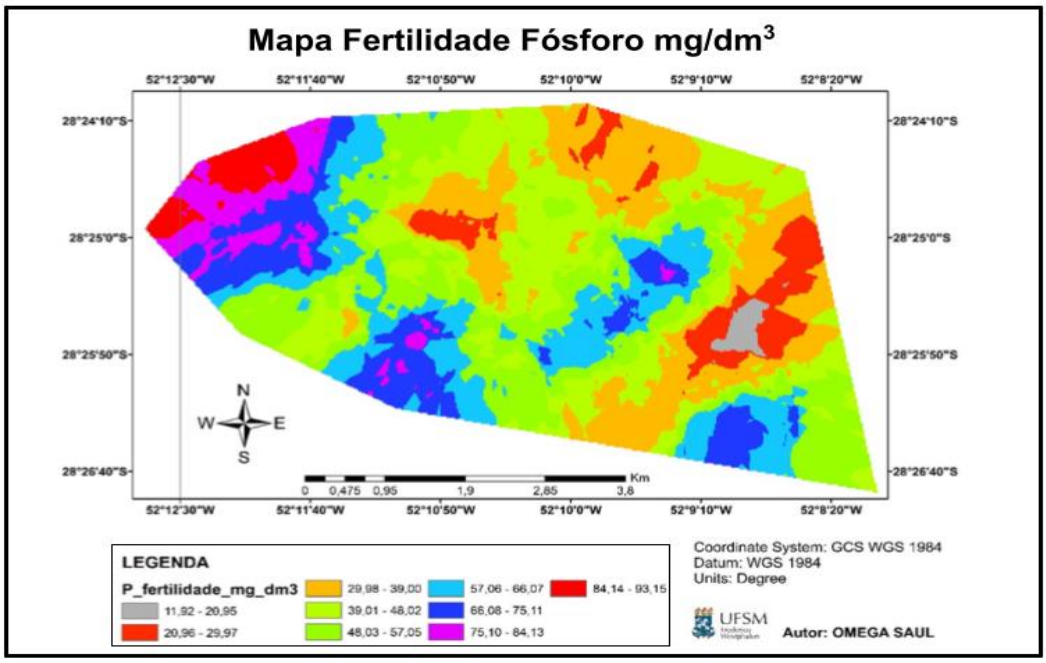
A figura 2 mostra-se que os valores da distribuição espacial dos níveis de inclinação variando de 0 - 86%. O mapa de declividade é utilizado como ferramenta de vital importância principalmente na análise do conjunto de formas da superfície terrestre, ou seja, o relevo, sendo uma forma de representação temática da distribuição espacial dos diferentes níveis de inclinação existentes em um terreno amparando a análise da paisagem (Leda *et al.*, 2014). Observa-se que o relevo em geral apresenta expressivamente irregularidade, fator que pode interferir na fertilidade, no aproveitamento das áreas para diversos cultivos devido que a área não está homogênea e no aproveitamento dos recursos naturais disponíveis, principalmente os micro e macro nutrientes disponíveis no solo. Ressaltando que o mapeamento de declividade é de grande importância para a mecanização da área, principalmente na atuação de máquinas agrícolas no manejo.

Figura 2 – Mapa declividade.



Fonte: Autores, 2023.

Figura 3 – Mapa fertilidade fósforo mg/dm³.

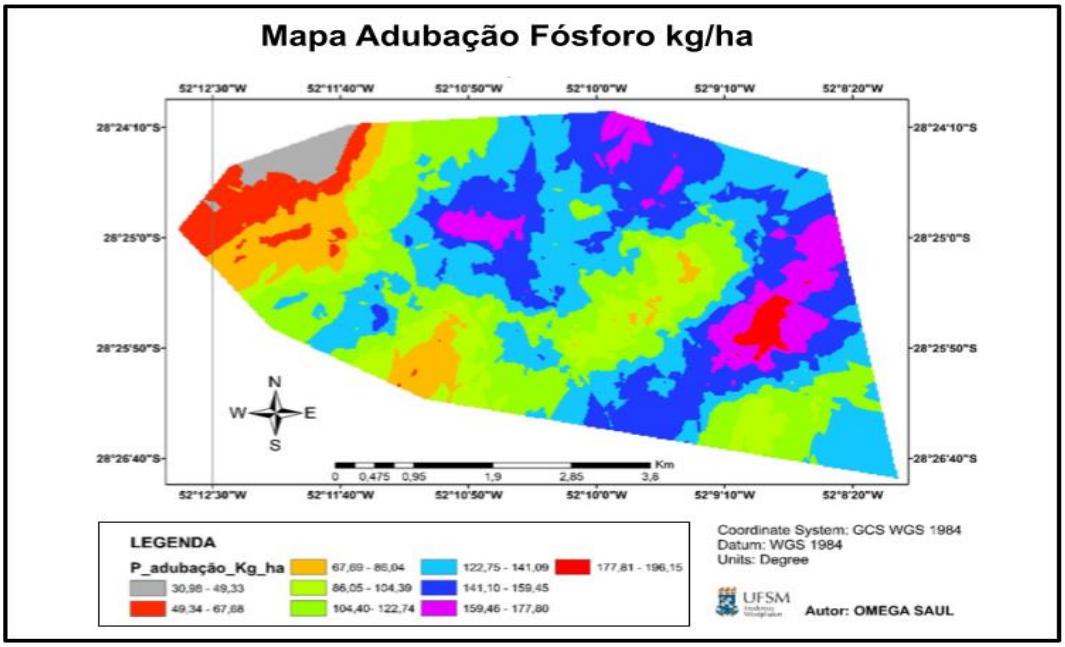


Fonte: Autores, 2023.

O Fósforo é considerado como um dos nutrientes mais limitantes ao rendimento das culturas, apesar de sua relativa abundância na crosta terrestre, ele é um nutriente benéfico para o sistema de raízes e desenvolvimento de botão e sementes. Com afirma (Grant *et a*l., 200, p.1) o fósforo "é crucial no metabolismo das plantas, desempenhando papel importante na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese. É também componente estrutural dos ácidos

nucleicos de genes e cromossomos, assim como de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídeos". Observe-se na figura 3 temos uma desuniformidade na área variando de 11.92 a 93,15 mg/dm^3 sendo assim a maior quantidade está representado numa faixa de 39,00 a 66,07 mg/dm^3.

Figura 4 – Mapa adubação fósforo kg/ha.



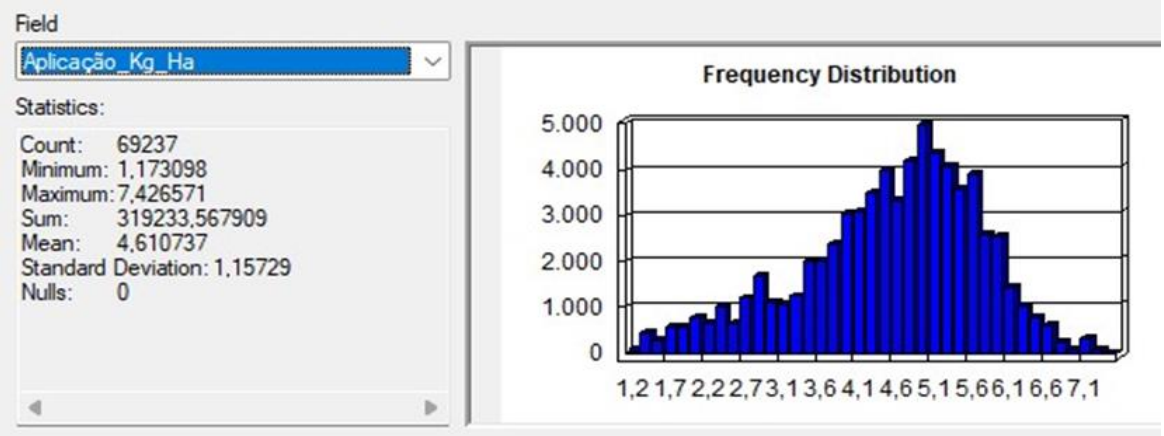
Fonte: Autores, 2023.

Segundo Pereira (2009, p. 1) "o fósforo é considerado um nutriente de baixa mobilidade no solo, comportamento atribuído à sua fixação pelos minerais da argila, e esse elemento tem presença relevante nos solos tropicais que apresentam elevados teores de óxidos de ferro e de alumínio – com os quais o P tem grande afinidade". "Os solos tropicais apresentam baixa fertilidade natural em razão do elevado grau de intemperismo. Eles também têm alta capacidade de retenção de fósforo" (Duarte, 2019, p. 1) Sendo assim é necessária a aplicação de quantidades que, em geral, superam em muito as extrações dessas culturas. Observa-se na figura 4, a adubação fosfatada varia entre 30,98 e 196,15 kg/há, quase a metade da área está necessitando uma faixa de 67,69 a 159,45 kg/há.

O custo alto dos fertilizantes e o aumento do consumo são fatores justificáveis para buscar novas estratégias e adoção de novas tecnologias que visam redução. Observa-se na figura 5 com a agricultura de precisão, a quantidade de P^2O_5 para adubar da área toda é de 319.233,567909 kg de P^2O_5 totalizando 319,23 t. Analisando a cultura de soja que é uma das culturas mais produzidas na região. Para a produção de 3 t de soja quando o teor é classificado como muito baixo, a recomendação final é de 125 kg/ha de P^2O_5 (Costa, 2019). Utilizando esses dados para a nossa área

total, seria necessária 565.125 kg de P^2O_5, totalizando 565,125 t. Com a agricultura de precisão observa-se uma diminuição de 245,895 t de P^2O_5.

Figura 5 – Estatística e Somatório (SUM) adubação fósforo.



Fonte: Autores (2023 elaborado no ArcGis 10.8).

Conforme Tschiedel e Ferreira (2022, p. 161), "o principal conceito é aplicar os insumos no local correto, no momento adequado, as quantidades de insumos necessários à produção agrícola, para áreas cada vez menores e mais homogêneas, tanto quanto a tecnologia e os custos envolvidos o permitam". Neste estudo observa-se como mapeamento detalhado dos fatores de fertilidade e adubação isso gera uma estratégia de aplicação localizada do fósforo, permite o uso mais eficiente do insumo e evita desperdícios e resulta em menores gastos.

4 CONCLUSÃO

O trabalho apresenta uma contribuição significativa para a compreensão da importância do uso de mapas de fertilidade e adubação, fornecendo uma base sólida para futuras pesquisas. A utilização de mapas de fertilidade e adubação na agricultura é de suma importância, pois fornecem para os agricultores e pessoas envolvidas uma visão abrangente dos talhões e ajudam a informar decisões relacionadas à aplicação dos insumos e a conservação dos recursos naturais, contribuindo para o desenvolvimento econômico, aumentando a produtividade, diminuindo os gastos, preservando o meio ambiente aplicando a quantidade certa de insumos e promovendo a melhoria da qualidade de vida das comunidades. Vale ressaltar também que o cenário da agricultura está cada vez mais exigindo novos estudos e novas implementações, para que haja uma maior contribuição com a sustentabilidade na produção, é importante que haja capacitação para que os técnicos, produtores e prestadores de serviços adotem as novas tecnologias disponíveis.

REFERÊNCIAS

ALBA, José Maria Fiçipina. *et al*. **Levantamento de solos e zoneamento edafoclimático de culturas do município de Marau** – Brasília, DF: Embrapa, 2020.

BASSOI, Luís Henrique *et al.* Agricultura de precisão e agricultura digital. In: TECCOGS – **Revista Digital de Tecnologias** Cognitivas, n. 20, p. 17-36, jul./dez. 2019.

BERTOLDO DE OLIVEIRA, J. **Classificação de solos e seu emprego agrícola e não agrícola.** [s.l: s.n.]. Disponível em: http://jararaca.ufsm.br/websites/dalmolin/download/textospl/classif.pdf Acesso em: 27 abr. 2024.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Portaria nº 852 - Art. 1º Criar a Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão – CBAP. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 21 set. 2012. Seção 1, n. 184.

COELHO, José Pimentel Castro; SILVA, José Rafael Marques da. **Inovação e tecnologia na formação agrícola**. 2009. Disponível em:http://agrinov.ajap.pt/images/manuais/Manual_Agricultura_de_Precisao.pdf . Acesso em: 27 abr. 2024

COSTA, R. F. Cálculo de adubação para soja. **Blog da AuroRubens**, 18 dez. 2019. Disponível em: https://blog.aegro.com.br/calculo-de-adubacao-para-soja/. Acesso em: 28 abr. 2024

DUARTE, G. R. B. Como fazer o manejo adequado da adubação fosfatada. **Blog da AuroRubens**, 22 out. 2019. Disponível em: https://blog.aegro.com.br/adubacao-fosfatada/. Acesso em: 28 abr. 2024

GRANT, C. A. *et al.* **A importância do fósforo no desenvolvimento inicial.** 2001. Disponível em: http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/43c5e32f5587415c83257aa30063e620/$file/page1-5-95.pdf. Acesso em: 27 abr. 2024.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Ronda alta, 2023. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/ronda-alta/panorama. Acesso em: 21 mar. 2024.

LEDA, V.C. *et al.* Uso do Solo na Sub-Bacia do Ribeirão da Prata, Lençóis Paulista - **SP. Nativa**, v. 3, pág. 170–174, 28 conjuntos. 2014. Disponível em: http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0644.pdf. Acesso em: 27 abr. 2024.

MENEZES, R. *et al.* Variabilidade dos atributos químicos do solo e mapas de recomendação de adubação para cultura da soja. **Anais da Fazenda Cidade**, v. 1, n. 1º de janeiro de 2022.

PEREIRA, H. **Fósforo e ativar desativar manejos diferenciados.** Visão agrícola, n. 9, 2009 Disponível em: https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA9-Fertilidade04.pdf. Acesso em: 27 abr. 2024.

SBSC. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Núcleo Região Sul. **Manual de Calagem e Adubação Para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**; Porto Alegre, 2016. 376 p.

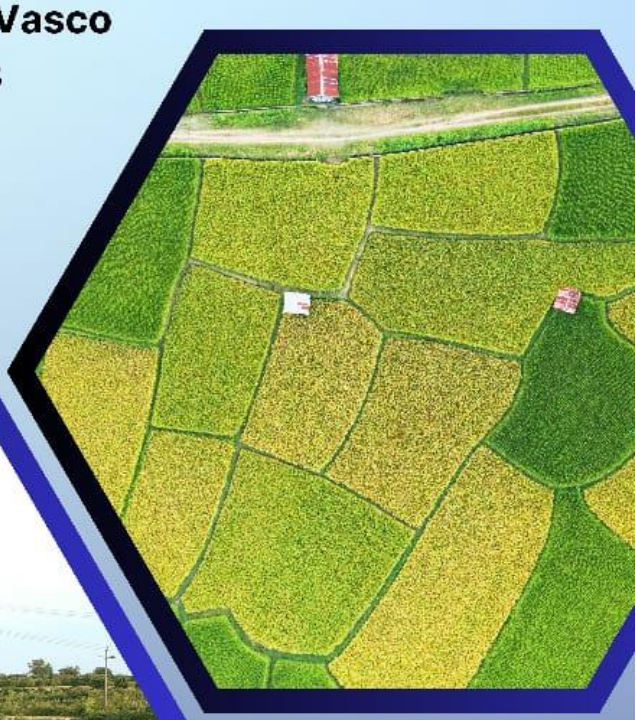
TSCHIEDEL, M.; FERREIRA, M. F. Introdução à agricultura de precisão: conceitos e vantagens. **Ciência Rural**, v. 1, p. 159–163, 2002.

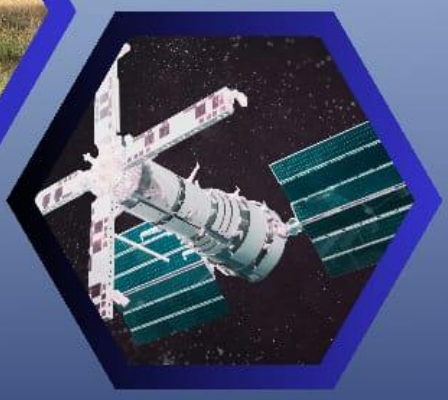
Wissen Editora, 2024 |ISBN 978-65-85923-22-4 | DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.117

SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO APLICADO À AGRONOMIA

Leonardo Ruan de Souza Correa
José Antonio da Silva Dantas
Denise dos Santos Vila Verde
Adriele Nascimento Santana
Alana Nascimento Vasco
Organizadores







Wissen Editora
Homepage: www.editorawissen.com.br
E-mails: contato@wisseneditora.com.br
wisseneditora@gmail.com
Siga nossas redes sociais:
@wisseneditora
Teresina - PI, 2024

Wissen
2024