

III SIGNE

III Simpósio de geotecnologias do Nordeste

& V GISday



GEOTECNOLOGIAS NA SALA DE AULA

POSSIBILIDADES E AVANÇOS

Editores:

Fabrizio de Luiz Rosito Listo;
Danielle Gomes da Silva Listo;
Mylene de Freitas Dantas;
Moegton José da Penha.



UNIVERSIDADE
FEDERAL
DE PERNAMBUCO

III SIGNE

III Simpósio de geotecnologias do Nordeste & V GISday



CONCURSO DE FOTOGRAFIA: METAMORFOSE DO ESPAÇO HABITADO

FOTOGRAFIA VENCEDORA



Fonte: Marques,2022.

Legenda: Habitação crescendo em meio a vegetação do morro. Centro da cidade de Abreu e Lima



UNIVERSIDADE
FEDERAL
DE PERNAMBUCO

III SIGNE

III Simpósio de geotecnologias do Nordeste



GEOTECNOLOGIAS NA SALA DE AULA

POSSIBILIDADES E AVANÇOS

Editores:

Fabrizio de Luiz Rosito Listo;
Danielle Gomes da Silva Listo;
Mylene de Freitas Dantas;
Moegton José da Penha.

ISBN: 978-65-00-70559-1



Realização:



UNIVERSIDADE
FEDERAL
DE PERNAMBUCO



GEOTEC
Laboratório de Geomorfologia e Geotecnologias da UFPE



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

Simpósio de Geotecnologias do Nordeste e V GISday
(3.: 2022 : Recife, PE)

Geotecnologias na sala de aula [livro eletrônico]
: possibilidades e avanços / editores Fabrizio de
Luiz Rosito Listo, Danielle Gomes da Silva Listo,
Mylene de Freitas Dantas, Moegton José da Penha. --
Recife, PE : Ed. dos Autores, 2023.

PDF

Vários autores.

Bibliografia.

ISBN 978-65-00-70559-1

1. Cartografia 2. Geociências - Estudo e ensino
3. Geografia - Estudo e ensino 4. Geotecnologia
5. Prática pedagógica I. Listo, Fabrizio de Luiz
Rosito. II. Listo, Danielle Gomes da Silva.
III. Dantas, Mylene de Freitas. IV. Penha, Moegton
José da. V. Título.

23-158145

CDD-910.7

Índices para catálogo sistemático:

1. Geografia : Estudo e ensino : Prática de ensino
910.7

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

Geotecnologias na sala de aula – Possibilidades e avanços

E-Book - Vol. I

Copyright© MapGeo - Mapeamentos e Soluções Geográficas, Editora.

Texto© 2023 diversos autores.

Todos os direitos reservados.

É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte.

Os textos são de responsabilidade dos autores, não coincidindo, necessariamente, com o ponto de vista dos Editores.

ISBN: 978-65-00-70559-1

Editora MapGeo - Mapeamentos e Soluções Geográficas, Empresa Jr.

Departamento de Ciências Geográficas, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco, Rua Acadêmico Hélio Ramos – s/n – 6º andar – sala 610, Cidade Universitária – Recife, PE – Brasil, CEP: 50.670-901.

Realização

MapGeo - Mapeamentos e Soluções Geográficas, Empresa Jr., Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco.

Laboratório de Geomorfologia e Geotecnologias (GEOTEC), Universidade Federal de Pernambuco.

Grupo de Pesquisa em Geotecnologias Aplicadas a Geomorfologia de Encostas e Planícies (ENPLAGEO), Universidade Federal de Pernambuco.

Grupo de Pesquisa em Estudos em Mapeamento Geomorfológico e do Quaternário Continental (GEODEQC), Universidade Federal de Pernambuco.

Apoio

Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco.

Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGeo), Universidade Federal de Pernambuco.

Editores

Fabrizio de Luiz Rosito Listo, Danielle Gomes da Silva Listo, Mylene de Freitas Dantas e Moegton José da Penha.

Projeto Gráfico

Débora Vaz de Souza Oliveira, Henrique Mendonça dos Santos e Victória Regina da Silva Cruz.

Editoração eletrônica

Bhiatriz Fernanda Alves Flores, Danielle Gomes da Silva Listo, Débora Vaz de Souza Oliveira, Fábria Leticia Joaquim, Fabrizio de Luiz Rosito Listo, Henrique Mendonça dos Santos, Ingrid Sthefanny Gomes de Farias, Jakeline da Silva Félix, João Lucas Marques Presbítero, João Victor Mendes de Lima, Juliana Almeida da Costa, Laura Vitória Bezerra Gomes, Luíza Andrade Farias de Oliveira, Matheus de Arruda Silva, Matheus Freitas de Melo, Miguel Weisser Figueiredo Silva, Mirelly de Moraes Andrade, Moegton José da Penha, Mylene de Freitas Dantas, Paula Miréia Ramos de Oliveira, Ricardo Vandrê Trótski Oliveira Silva, Robson Ferreira Diniz, Rodrigo Quirino de Albuquerque, Sabrina Pereira Barbosa, Thiago Cardone Davino de Barros, Thiago de Elias da Silva, Veríssimo Ribeiro Pinheiro Neto, Victória Regina da Silva Cruz e Wendell Lopes da Silva.

Capa

Ressignificando a sala de aula – um caminho através das geotecnologias. Imagem: Canva (2023).

III SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS DO NORDESTE & V GISDAY
GEOTECNOLOGIAS NA SALA DE AULA – POSSIBILIDADES E AVANÇO

COMISSÃO ORGANIZADORA

Dr. Fabrizio de Luiz Rosito Listo

Tutor da MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

Dra. Danielle Gomes da Silva Listo

Vice - Tutora da MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

Mylene de Freitas Dantas

Diretora Presidente da MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

Matheus de Arruda Silva

Diretor Vice-Presidente da MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

Paula Miréia Ramos de Oliveira

Diretora de Projetos da MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

João Victor Mendes de Lima

Vice - Diretor de Projetos da MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

Sabrina Pereira Barbosa

Trainee de Projetos MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

Fábia Lécia Joaquim

Trainee de Projetos MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

Ricardo Vandrê Trótski Oliveira Silva

Trainee de Projetos MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

Débora Vaz de Souza Oliveira

Diretora de Marketing MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

Laura Vitória Bezerra Gomes

Vice - Diretora de Marketing MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

Victória Regina da Silva Cruz

Gerente de Marketing MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

Ingrid Sthefanny Gomes de Farias

Trainee de Marketing MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

Henrique Mendonça dos Santos

Trainee de Marketing MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

Bhiatriz Fernanda Alves Flores

Diretora Administrativo MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

Matheus Freitas de Melo

Vice - Diretor Administrativa MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

Rodrigo Quirino de Albuquerque

Trainee Administrativa MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

Veríssimo Ribeiro Pinheiro Neto

Trainee Administrativo MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

Wendell Lopes da Silva

Diretor Financeiro MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

Thiago Cardone Davino de Barros

Vice - Diretor Financeiro MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

Miguel Weisser Figueiredo Silva

Trainee Financeiro MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

João Lucas Marques Presbítero

Diretor de G. de Pessoas MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

Jakeline da Silva Félix

Vice - Diretora de G. de Pessoas MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

Juliana Almeida da Costa

Diretora de Qualidade MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

Luíza Andrade Farias de Oliveira

Trainee de Qualidade MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

Thiago de Elias da Silva

Diretor de Rel. Públicas MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

Robson Ferreira Diniz

Trainee de Rel. Públicas MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

Mirelly de Moraes Andrade

Trainee de Rel. Públicas MapGeo Jr.
Dep. de Ciências Geográficas UFPE

III SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS DO NORDESTE & V GISDAY
GEOTECNOLOGIAS NA SALA DE AULA – POSSIBILIDADES E
AVANÇO

COMISSÃO CIENTÍFICA

(Pareceristas)

André Luiz da Silva Filho

Doutor em Geografia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Anny Catarina Nobre de Souza

Mestranda em Planejamento e Dinâmicas Territoriais no Semiárido pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)

Amanda Silva Almeida

Mestranda em Geografia pela Universidade Federal de Alenas (UNIFAL)

Jeziel Silveira Silva

Doutorando em Geografia pela Universidade Federal de Goiás (UFG)

Joshuá Davinci Nunes Rocha

Mestre em Geografia pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)

Rafaela Melissa Andrade Ferreira

Mestranda em Geografia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Sérgio Domiciano Gomes de Souza

Mestrando em Planejamento e Dinâmicas Territoriais no Semiárido pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)

Sinara Gomes de Sousa

Doutoranda em Geografia pela Universidade federal de Pernambuco (UFPE)

Thiago Breno de Medeiros Carmo

Mestrando em Geografia pela Universidade federal de Pernambuco (UFPE)

Thiago da Silva Melo

Mestrando em Geografia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL)

Vinícius Ferreira Luna

Doutorando em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Vinnícius Vale Dionízio França

Mestrando em Ciências Ambientais pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN)

**FABRIZIO LISTO**

Mestre e Doutor em Geografia Física pela Universidade de São Paulo (USP). Bacharel e Licenciado em Geografia pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Pós-Doutorado em andamento no Instituto de Geografia da Universidad de Buenos Aires (UBA), com bolsa do CNPq, sob a supervisão da Profa. Emérita Dra. Claudia Eleonor Natenzon. Professor da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) no Departamento de Ciências Geográficas. Membro Permanente do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO) e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação (PPGCGTG/Departamento de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura) da UFPE. Coordenador do Grupo de Pesquisa ENPLAGEO (Grupo de Pesquisa em Geotecnologias Aplicadas a Geomorfologia de Encostas e Planícies) e do Laboratório de Geomorfologia e Geotecnologias (GEOTEC) do Departamento de Ciências Geográficas da UFPE. Foi membro do Conselho da União da Geomorfologia Brasileira (Gestão 2017-2020). Vice-líder do Grupo de Pesquisa em Mapeamento Geomorfológico e do Quaternário Continental - GEODEQC (UFPE). Tutor da Empresa Jr. MapGeo: Mapeamentos e Soluções Geográficas no Departamento de Ciências Geográficas da UFPE. Possui experiência na área de Geociências, com ênfase em Geomorfologia e Geotecnologias aplicadas à Geografia, atuando principalmente nos seguintes temas: processos de dinâmica superficial em ambientes tropicais úmidos e semiáridos; cartografia de risco; mapeamentos participativos; geoprocessamento, modelos matemáticos de previsão e metodologias para redução do riscos de desastres. Recebeu em 2013 o prêmio Young Geomorphologists durante a 8th International Conference on Geomorphology realizada em Paris pela International Association of Geomorphologists (IAG).

**DANIELLE LISTO**

Possui Graduação em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco (2005), Mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco (2007), Doutorado em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco (2013) e Pós-Doutorado em andamento no Instituto de Geografia da Universidad de Buenos Aires (UBA), sob a supervisão da Profa. Emérita Dra. Claudia Eleonor Natenzon. Docente da Universidade Federal de Pernambuco e líder do Grupo de Estudos em Mapeamento Geomorfológico e do Quaternário Continental (GEODEQC), vice-líder do Grupo de Pesquisa em Geotecnologias Aplicadas a Geomorfologia de Encostas e Planícies (ENPLAGEO), Coordenadora do Laboratório de Geomorfologia e Geotecnologias (GEOTEC), e Vice-tutora da Empresa Júnior MapGeo Jr. Soluções Geográficas, ambos lotados na Universidade Federal de Pernambuco, onde atua como pesquisadora. Tem experiência na área de Geografia Física, com ênfase em Geomorfologia, atuando principalmente nos seguintes temas: Geomorfologia do Quaternário, Paleoclimatologia, Cartografia Geomorfológica, Geomorfologia de Ambientes Semiáridos, Relação Solo X Paisagem e Vulnerabilidade socioambiental à seca meteorológica.



MYLENE DANTAS

Graduada em Geografia Licenciatura pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Foi extensionista do projeto "Comunicação de Áreas de Risco", vinculado à Pró-reitoria de Extensão e Cultura - PROEXC/UFPE (2022). Professora de Geografia voluntária no Pré-Vestibular Ibura (2020/2021) e GRADAÇÃO - CE/UFPE (2021). Diretora-presidente da MapGeo Jr. Mapeamentos e Soluções Geográficas (Gestão 2022), no presente, atua como conselheira administrativa da gestão 2023. Atualmente desempenha atividades como estagiária da secretária de educação da Prefeitura do Recife (2022-2023). Atua na linha de pesquisa voltada para a geomorfologia climática e possui interesse em Educação Geográfica e geotecnologias.



MOEGTON PENHA

Possui graduação em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco (2022) e pós-graduação em Ciências Humanas e Sociais Aplicadas e o Mundo do Trabalho pela Universidade Federal do Piauí (2023). Atualmente é conselheiro da Empresa Jr. MapGeo: Mapeamentos e Soluções Geográficas. Foi professor voluntário de Geografia no Pré-vestibular Gradação no Centro de Educação - UFPE (2019/2020), Diretor Administrativo na Empresa Jr. MapGeo: Mapeamentos e Soluções Geográficas (2019/2021), estagiário na área educacional da Secretaria de Educação do Município do Recife SEDUC/RECIFE (2019/2022), extensionista no projeto "Cartografias migrantes: jornadas, territórios e identidades de migrantes e refugiados em Pernambuco" (2020/2021), bolsista no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência PIBID-Capes (2020/2022). Tem interesse nas áreas de Educação Geográfica, Geotecnologias, Estudos Ambientais e Conservação da Natureza.

Ao considerar os desafios que permeiam a atividade docente em relação ao uso e à aplicação das geotecnologias na sala de aula, destacam-se os estudos e pesquisas que possibilitem a construção de estratégias teórico-metodológicas e práticas para o fomento da educação geográfica por meio da cartografia digital. O desenvolvimento de materiais adequados ao ensino, bem como a introdução da cartografia escolar nos cursos de formação inicial ou continuada de professores são necessários e exigem um grande esforço dos pesquisadores nessa área.

O livro “Geotecnologias na sala de aula: possibilidades e avanços” é um compêndio dos trabalhos apresentados durante o III Simpósio de Geotecnologias do Nordeste e V GISday, realizado no ano de 2022, na Universidade Federal de Pernambuco. O evento é resultado dos esforços e da dedicação de um coletivo comprometido com a construção do conhecimento geográfico, formado por professores, pesquisadores e estudantes, uma parceria formada pela empresa júnior MapGeo – Mapeamentos e Soluções Geográficas, Departamento de Ciências Geográficas, Laboratório de Geomorfologia e Geotecnologias (GEOTEC), Grupo de Pesquisa em Geotecnologias Aplicadas a Geomorfologia de Encostas e Planícies (ENPLAGEO) e o Grupo de Pesquisa em Estudos em Mapeamento Geomorfológico e do Quaternário Continental (GEODEQC).

Os trabalhos abordam propostas metodológicas e práticas pedagógicas para o ensino das geociências, tais como: gamificação e cartografia social; técnicas de mapeamento e representação da produção do espaço urbano e rural, e a distribuição espacial de fenômenos sociais; bem como os recursos das geotecnologias aplicados à caracterização, análise e avaliação da dinâmica dos sistemas naturais. O evento foi realizado por meio de três eixos temáticos que orientaram a perspectiva de análise da relação entre os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e o Ensino de Geografia, a Geografia Humana e a Geografia Física. Nesse fluxo de ideias e práticas, o GISday se consolida enquanto um espaço aberto para o bom diálogo interdisciplinar – que é intrínseco à ciência geográfica na atualidade –, ao passo que oportuniza

a ampla divulgação das produções científicas pertinentes às possibilidades e aos avanços das geotecnologias na sala de aula, considerando-se, ainda, as transformações da sociedade contemporânea.

Portanto, convidamos os leitores a explorar, analisar e refletir, e a buscar inspiração nos trabalhos que compõe esta obra, no intuito de fortalecer a troca de experiências e, conseqüentemente, a aprimorar as práticas de docência e de pesquisa no que compete ao uso dos instrumentos que as geotecnologias disponibilizam, seja como um recurso didático bastante enriquecedor para ser utilizado em sala de aula, seja enquanto importante estratégia de planejamento para o desenvolvimento local e regional.

Uma ótima leitura!

Prof.^a Dr.^a Ariadne Farias
Programa de Pós-Graduação em Governança e Sustentabilidade
Instituto Superior de Administração e Economia do Mercosul (ISAE/FGV)



AUTORES

GEOTECNOLOGIAS NA SALA DE AULA

POSSIBILIDADES E AVANÇOS

SOBRE OS AUTORES

Abib Alexandre de Araújo, Instituto Federal do Acre (IFAC).

Alexandre Ricardo Hid, Universidade Federal do Acre (UFAC).

Alisson Costa Silva dos Santos, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC).

Amanda Silva Almeida, Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL).

Ana Kézia Farias de Souza, Instituto Federal do Pará (IFPA).

Anderson David Martins de Araújo, Universidade Federal do Maranhão (UFMA).

Anderson Luiz Ribeiro de Paiva, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Bruno José Oliveira Rodrigues dos Santos, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Camila Oliveira de Britto Salgueiro, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Carla Joana Santos Barreto, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Carlos Matheus Nogueira de Santana Souza Santos, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC).

Cassia Mara do Nascimento Barros, Universidade Federal do Acre (UFAC).

Débora Rodrigues Soares, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Emanuella Gomes Maia, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC).

Felipe Ribeiro Gonzaga Marangoni, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Geovânia Ricardo dos Santos, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Gerson Bessa de Andrade, Universidade Federal do Acre (UFAC).

Gil Marcelo Resuss Strenzel, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC).

Gilberto Correia dos Santos, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Haylla Rebeka de A. L. Leonardo, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Henrique Caetano Vian, Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

Higor Alves Santos Barbosa, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Igor Maciel Tiburcio, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Ítala Duam Souza Narusawa, Instituto Federal do Pará (IFPA).

Jessé Santos de Souza Júnior, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

João Gabriel de Moraes Pinheiro, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC).

João Lucas Marques Presbítero, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

João Manuel De Souza Marinho Calado, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

João Vinicius Montenegro Barbosa, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Jocimar Coutinho Rodrigues Junior, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Jonas Onis Pessoa, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Josicleida Domiciano Galvinctio, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Júlia Isabel Pontes, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Julia Paulino, Universidade de Brasília

Karla da Silva Rocha, Universidade Federal do Acre (UFAC).

Keully Maria da Costa Belarmino, Universidade Federal do Acre (UFAC).

Leidjane Maria Maciel de Oliveira, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Lucas Costa de Souza Cavalcanti, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Maria Clara Alexandre de Araújo, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Mariana Romanzini Freire, Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL).

Marissanta Rodrigues da Silva, Universidade Federal do Acre (UFAC).

Matheus de Oliveira Ferreira, Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

Mauro de Paula Moreira, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC).

Michel Felix da Silva, Universidade Federal do Acre (UFAC).

Mirelle Oliveira Silva, Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

Nara Tórres Silveira, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Rafaela do Nascimento de Souza, Universidade do Estado do Pará (UEPA).

Rebecca Borja Gonçalves Gomes de Menezes, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Rodrigo de Paulo Souza e Silva, Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL).

Rodrigo Quirino de Albuquerque, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Samuel de Amaral Macedo, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Silvio Simione da Silva, Universidade Federal do Acre (UFAC).

Sinara Gomes de Sousa, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Sylvana Melo dos Santos, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Tatiana Pará Monteiro de Freitas, Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Tayran Oliveira dos Santos, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Thiago Breno de Medeiros Carmo, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Thiago Felix de Lima, Universidade Federal do Cariri (UFCA).

Victória Regina da Silva Cruz, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Vinícius Ferreira Luna, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Vivian Giovana Costa da Silva, Instituto Federal de Farroupilha (IFFar).

Wollace Luiz Vieira, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

SUMÁRIO

GEOTECNOLOGIAS NA SALA DE AULA

POSSIBILIDADES E AVANÇOS

EIXO 1: Ensino de Geografia e SIG

- Capítulo 1:** *Gamificando as paisagens: a construção de raciocínios geográficos espacializados no jogo Minecraft* 19
- Capítulo 2:** *Proposições e práticas pedagógicas: relatos do programa residência pedagógica em uma escola no município de Areado-MG, no ano de 2021* 25
- Capítulo 3:** *Propostas metodológicas para o ensino das geociências aplicadas ao ensino médio tendo como exemplo espacial a Serra da Capivara*..... 34
- Capítulo 4:** *Relato de experiência do projeto Vulcões e Viagens: a oficina canva e podcast metodologias colaborativas* 41
- Capítulo 5:** *Ressignificando as metodologias: a utilização do padlet para o ensino de geografia* 46
- Capítulo 6:** *Um olhar sobre o mapeamento social comunitário com educadores do campo na Amazônia Paraense*..... 52

EIXO 2: Geografia Humana e SIG

- Capítulo 7:** *A apreensão da noção de produção do espaço agrário sob a ótica da educação do campo* 62
- Capítulo 8:** *A distribuição espacial dos grupos de pesquisa no Brasil* 70
- Capítulo 9:** *A plataforma mapbiomas e a democratização das aplicações do geoprocessamento na gestão e planejamento territorial: um estudo de caso sobre Arinos-MG* 80
- Capítulo 10:** *Fluxos e centralidades: aspectos da rede urbana de Uberlândia (MG) a partir da REGIC - 2018*..... 90
- Capítulo 11:** *Mapeamento do perfil epidemiológico de doenças por veiculação hídrica para a população adolescente na região extremo-sul da Bahia*..... 99

Capítulo 12: *Transformação digital e agricultura 4.0 – breve debate sobre a plataformização dos processos agroindustriais* 106

EIXO 3: Geografia Física e SIG

Capítulo 13: *A relação uso-degradação da terra na Amazônia Legal Maranhense no século XXI – litoral da região intermediária Santa Inês – Bacabal* 117

Capítulo 14: *Alterações antropogeomorfológicas na cidade de Crato, Ceará* 128

Capítulo 15: *Análise da correlação da amostra do solo para indicação de calagem em açai de terra firme* 138

Capítulo 16: *Análise de ilhas de calor utilizando dados orbitais: estudo de caso do município de Caruaru-PE* 146

Capítulo 17: *Análise do balanço hídrico e efeitos das mudanças climáticas na bacia hidrográfica do Rio Terra Nova, Pernambuco* 156

Capítulo 18: *Análise temporal das alterações na cobertura e uso da terra do Igarapé São Francisco, Rio Branco – Acre- Brasil (2001 – 2021)* 164

Capítulo 19: *Avaliação da cobertura vegetal da Chapada do Araripe por meio da aplicação do normalized difference vegetation index (ivdn)* 173

Capítulo 20: *Avaliação por geoprocessamento da sub-bacia urbana do Córrego Tremembé, São Paulo, Brasil* 181

Capítulo 21: *Caracterização e tendência da precipitação na bacia hidrográfica do Rio Goiana a partir do produto chirps* 191

Capítulo 22: *Comportamento espectral de área hídrica e vegetação no sertão de Pernambuco utilizando NDVI e NDWI* 202

Capítulo 23: *Geotecnologias aplicadas para análise da variabilidade da cobertura vegetal em Petrolina - PE* 212

Capítulo 24: *Impactos socioambientais a partir dos usos e ocupação do Território Quilombola do Cacau, município de Colares/PA* 222

Capítulo 25: *Índices espectrais de água na variabilidade espaço-temporal do reservatório de Sobradinho* 232

Capítulo 26: *Mapeamento das áreas de risco a deslizamento de terra e inundação na sede municipal de Eunápolis/BA* 242

Capítulo 27: *Mapeamento espaço-temporal do uso e ocupação da terra na zona costeira da sede do município de Ilhéus - BA* 251

Capítulo 28: <i>Monitoramento do reservatório Algodões-PE através do índice de água por diferença normalizada (NDWI).....</i>	262
Capítulo 29: <i>O aquecimento global e impactos sobre Amazônia: prováveis cenários e riscos para a sociedade</i>	272
Capítulo 30: <i>Padrão de exfiltração de nascentes nas encostas orientais do Planalto da Borborema.....</i>	280
Capítulo 31: <i>Potencial hídrico de nascentes em áreas urbanas, no município de Garanhuns e Palmeirina, Pernambuco</i>	290
Capítulo 32: <i>Protocolo de avaliação rápida em nascentes, em Santana do Mundaú-Alagoas</i>	300
Capítulo 33: <i>Relação entre o índice de vegetação e a temperatura de superfície na cidade de Caruaru no ano de 2020</i>	307
Capítulo 34: <i>Uso de imagens de satélite landsat na caracterização do uso e cobertura da terra do projeto de assentamento Caquetá, Porto Acre – Acre – Brasil.....</i>	314

III SIGNE

III Simpósio de geotecnologias do Nordeste
GEOTECNOLOGIAS NA SALA DE AULA
POSSIBILIDADES E AVANÇOS

& V GISday

EDUCAÇÃO & SIG

10 EIXO



GEOTECNOLOGIAS NA SALA DE AULA

POSSIBILIDADES E AVANÇOS

GAMIFICANDO AS PAISAGENS: A CONSTRUÇÃO DE RACIOCÍNIOS GEOGRÁFICOS ESPECIALIZADOS NO JOGO MINECRAFT

Thiago Breno de Medeiros Carmo^(a), Tayran Oliveira dos Santos^(b), Victória Regina da Silva Cruz^(c), João Lucas Marques Presbítero^(d), Maria Clara Alexandre de Araújo^(e)

^(a) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, thiago.breno@ufpe.br

^(b) Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, tayran.oliveira@ufpe.br

^(c) Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, victoria.cruz@ufpe.br

^(d) Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, joao.presbitero@ufpe.br

^(e) Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, clara.alexandre@ufpe.br

Resumo: Este trabalho se objetiva em exemplificar como a gamificação consegue auxiliar o ensino de Geografia na educação básica, especificamente, por meio da utilização do jogo Minecraft em promoção ao ensino de paisagens em estudantes do 6º ano do ensino fundamental II. Metodologicamente, o mesmo se estrutura sobre a reunião de referenciais bibliográficos e uma análise de campo sobre 30 estudantes de uma escola da rede privada de ensino no bairro central do município de Paulista, Pernambuco. Os dados da pesquisa foram coletados através das observações dos autores sobre a prática realizada em contextualização ao arcabouço teórico pontuado. As informações alcançadas foram tratadas pela técnica quali-quantitativa, evidenciando que, para os estudantes conhecedores do *game* utilizado, a correspondência de elaboração das paisagens previamente especificadas no livro didático, foram correspondidas, diferentemente dos estudantes não conhecedores do jogo.

Palavras-chave: Ensino de Geografia; Gamificação; Google Maps; Minecraft; Paisagens.

Abstract: This work aims to exemplify how gamification can help the teaching of Geography in basic education, specifically, through the use of the Minecraft game to promote the teaching of landscapes in students of the 6th year of elementary school II. Methodologically, the same is structured on the gathering of bibliographic references and a field analysis of 30 students from a private school in the central neighborhood of the municipality of Paulista, Pernambuco. Research data were collected through the authors' observations on the practice carried out in context to the punctuated theoretical framework. The information obtained was treated by the quali-quantitative technique, showing that, for students who knew the game used, the correspondence of elaboration of the landscapes previously specified in the textbook, were matched, unlike students who did not know the game.

Keywords: Teaching Geography; Gamification; Google Maps; Minecraft; Landscapes.

INTRODUÇÃO

Trabalhar ensino de paisagens na educação básica é uma tarefa que, para a docência em Geografia, nos últimos dez anos, vem assumindo níveis de complexidades inéditos (SILVA, 2022). Essa perspectiva evolutiva, em síntese, vincula a prática geográfica em duas frentes,

adrede, condicionando os professores/geógrafos a se atualizarem quanto estas metamorfoses, em segundo lugar, mas não necessariamente nessa ordem, conduzindo-os a ambientar-se as ferramentas tecnológicas próprias a facilitação desses processos revisionais.

À vista disso, vale salientar que, na educação básica, apesar do aprendizado de paisagens acontecer nas séries iniciais do ensino fundamental II (6° e 7° anos), a maneira como são transmitidas, por vezes, se delimitam ao não aprofundamento quanto aos elementos que a compõem. No que tange essa “maneira sucinta”, é sabido que, muito se deve as limitações impostas pelos usos de materiais desconexos as evoluções tecnológicas da atualidade (LEITE, *et al.*, 2014). À face do exposto, democratizar o acesso as tecnologias é uma frente combativa a esse panorama.

Refutado a isso, para De Oliveira; Falcão Sobrinho; Albuquerque (2021), buscar expandir as compreensões ofertadas pelos livros didáticos, muitas vezes, o único material disponível a construção dos raciocínios escolares, é essencial, vistos que, tanto para a Geografia, quanto as demais disciplinas escolares, balizar facilitações despertadas as apropriações dos conceitos trabalhados emergem no presente como estratégia eficaz as didáticas “emolduradas” e “imóveis” as transições sociais.

Alinhado ao mesmo viés, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018), exemplifica que, a ação compreensiva das paisagens estão sujeitas a percepção dos elementos que a compõem e, inevitavelmente, as ações que a modificam. É um raciocínio entendível, a humanidade evolui em suas técnicas, as tecnologias empregadas nesses novos métodos implicam em transformações no Espaço Geográfico – porção espacial modificada pela ação antrópica –, e interpretar as múltiplas expressões desse encadeamento, é, uma das, senão a mais importante, tarefa conceitual a ciência geográfica (DE OLIVEIRA, *et al.*, 2019).

A altura desse diálogo, aqui, torna-se salutar expor as positivities da gamificação para as metodologias de ensino de Geografia, por estas ampliarem as sistematizações das aprendizagens, conduzindo os estudantes a contextos em que assumem o protagonismo de suas formações (LIMA, 2021). No mais, os jogos colaboram a uma “curiosidade epistemológica” (FREIRE, 2007), ocasiões que, quando trabalhadas por tecnologias, promovem a construção de habilidades, como: confiança, empatia, entre outras.

Sobre a escolha do jogo Minecraft para realização da proposta gamificada Cruz (2014) disserta que:

[...] o jogo Minecraft o “gamer” está o tempo todo explorando a criatividade para interagir com os ambientes voláteis e descobrir diferentes formas de se adaptar e improvisar. Todavia os games poderão e devem ser alternativa para prender a atenção dos estudantes de forma dinâmica e prazerosa (p. 21).

MATERIAIS E MÉTODOS

Este é um estudo descritivo que se utiliza dos métodos de pesquisa bibliográfica e levantamento de campo. Sobre os referenciais teóricos, foram selecionados autores alinhados aos vieses aqui analisados, como: docência geográfica, gamificação, ensino de paisagens e tecnologias. Já em relação ao momento de campo, o mesmo se deu no dia 18 de outubro de 2022, no intervalo de duas aulas de 50 minutos cada, ambas no período vespertino em uma escola da rede privada de ensino situada no bairro central da cidade de Paulista, Pernambuco.

Entre os envolvidos, sinaliza-se o professor de Geografia da instituição de ensino, três dos pesquisadores desse estudo e 30 estudantes do 6º ano do ensino fundamental II, sujeitos envolvidos na proposta da pesquisa. Em caracterização da proposta, um dia antes da aula gamificada, foi pedido aos estudantes que baixassem o jogo Minecraft em seus *smartphones*. Já no dia da prática, alternando entre: o livro didático, o jogo e o *Google Maps*, os estudantes deveriam selecionar uma entre as paisagens exemplificadas no livro, tanto por imagens como por descrições e reproduzi-las no *game*.

As paisagens disponíveis poderiam ser escolhidas entre as regiões: norte, sul, leste e oeste do globo terrestre. Após escolher as regiões, os estudantes deveriam utilizar o *Google Maps* em seus *smartphones*, para aproximar uma determinada localidade de sua escolha, ao ponto que características das paisagens pudessem ser observadas e reproduzidas no jogo Minecraft. Aspectos das paisagens poderiam ser analisados por meio das descrições contidas no livro didático da turma, que se notabiliza, possuía quatro capítulos sobre paisagens e seus tipos.

Os dados da pesquisa foram coletados por meio da observação dos pesquisadores, sublinhando desde quantitativos de estudantes que conseguiram atingir a proposta da aula gamificada, como qualitativamente, em verificar quais dos produtos obtidos (paisagens criadas no jogo), correspondiam em seus elementos aos aspectos existentes nas paisagens, tanto representadas no livro didático, como no *Google Maps*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após uma breve conceituação sobre paisagens e suas especificidades, logo de início, evidencia-se que os estudantes demonstraram empolgação diante da proposta que lhes era apresentado, tanto por a mesma se desenrolar por meio da utilização de uma ferramenta comumente utilizada pelos mesmos, o *smartphone*, como por apoiar-se no jogo Minecraft, um *game* onde paisagens podem ser criadas, recriadas e destruídas, em ambos os casos por intervenção da ação humana, nesse caso, seguindo os interesses dos estudantes que comandavam estas transformações.

O tempo estipulado para o desenvolvimento da atividade gamificada foi de duas aulas de 50 minutos cada, ficando divididos entre: conceituação inicial pelos pesquisadores, sondagens estudantis em consulta do livro didático e *Google Maps* e construção das paisagens no *game*. À medida que os estudantes iam desenvolvendo o objetivo, inquirições também lhes eram feitas por parte dos pesquisadores, mais precisamente, em buscar entender se os mesmos estão sentindo alguma dificuldade, e caso estivessem, qual o grau desse obstáculo.

Assim, constatou-se que, entre os 30 estudantes, com idades variadas entre 11 e 13 anos, 12 eram meninos (40% da turma), e 18 eram meninas (60% da turma), optou-se por expor o quantitativo da turma em gênero, uma vez percebido que, todos os meninos sabiam jogar Minecraft, enquanto, apenas 6 meninas sabiam utilizar o *game*. Nesse ponto, evidenciasse que a escolha do jogo foi realizada pelos próprios estudantes, em momento pretérito ao dia da prática, pelo professor de Geografia da turma.

Em justificativa, tanto professor quanto estudantes, acima de tudo, os que não sabiam jogar, informaram que lhes foi ofertado um período de uma semana (7 dias) para aprender a manusear o jogo, antes da prática. Apesar disso, esse cenário foi rapidamente convertido a

pontuais retardos, tendo em vista a jogabilidade do Minecraft ser “muito fácil” (palavras de uma das meninas que não sabia jogar).

Outro significativo ponto de superação no decorrer da proposta foi a utilização do *Google Maps*, que embora conhecido pela maioria dos estudantes da turma – 24 estudantes já conheciam (80% da classe), e 6 estudantes não conheciam ou não lembravam se já utilizaram o *software* (20% da classe) – nunca havia sido manuseado em atividades didáticas como a apresentada. Dessa forma, por meio de demonstrações feitas pelos pesquisadores, uma geral em computador com imagens projetadas por aparelho Datashow, e sempre que necessário frente as solicitações dos estudantes por auxílios – referente a utilização do *Google Maps*, foram requeridos 21 pedidos de auxílios –.

Sobre a utilização do livro didático na proposta, nenhum dos estudantes relatou ou demonstrou aos pesquisadores algum tipo de dificuldade, corroborando as perspectivas de Leite *et al.* (2014), e De Oliveira; Falcão Sobrinho; Albuquerque (2021, em evidenciar a proximidade desses indivíduos ao material impresso, de maneira pouco crítica, não muito desafiadora a promoção habilidades, em especial, ao elaborar e aplicar estratégias de superação as problemáticas cotidianas.

Somando as três ferramentas ofertadas em auxílio dos estudantes (livro, jogo e *Google Maps*), foi possível verificar que, tanto os que sabiam utilizar o *game* e o *Google Maps* (79% dos alunos), quanto os que possuíam pouca afinidade com o Minecraft (40% dos alunos), e o *Software* de mapeamento (20% dos alunos), lograram êxito em cumprimento da proposta. O entendimento positivo dos pesquisadores sobre o desenvolvimento dos estudantes, se fundamenta, primeiro, por estar visível entre as paisagens desenvolvidas nos *Minecrafts* (Figura 1), elementos parametrizados por De Oliveira, *et al.* (2019), sobretudo, declarando a ação antrópica como elemento indissociável as transformações paisagísticas, contribuindo as suas diversidades pelo mundo.

Destarte, como foi solicitado aos estudantes que selecionassem localidades aleatórias no planeta Terra por intermédio do *Google Maps*, comprovasse que nos recortes (A e D) da Figura 1, os estudantes construíram paisagens urbanizadas, isto, por serem selecionadas as localidades (Sokolów Podlaski, Voivodia da Mazóvia na Polônia e Tlajomulco de Zúñiga em Guadalajara no México), respectivamente, regiões Leste e Oeste do globo terrestre, tomando por referência o Meridiano de Greenwich (Reino Unido).

Figura 1: Registro das construções paisagísticas no jogo Minecraft



Fonte: Autores (Fotos de 2022).

Em continuidade, os recortes (B e C) da Figura 1, ilustram a tentativa estudantil de representar paisagens com pouca ou nenhuma urbanização, por serem selecionadas localidades que o *Google Maps* não disponibiliza recurso de aproximação para verificação das características das paisagens – limitação comum em áreas isoladas de países ou extensões marítimas –. Sendo essas localidades: Loreto, no Peru (área de florestas equatoriais densas), e Andramasina na Ilha de Madagascar (área de pastagens e pequenas propriedades rurais). Ambas regiões do hemisfério Sul do globo terrestre, tomando por referência a Linha do Equador.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscar aproximar metodologias capazes de instigar, ao mesmo modo que contribuir a promoção do senso crítico dos estudantes sobre a aprendizagem de raciocínios geográficos condizentes ao entendimento do que é uma paisagem, e como essas podem ser modificadas pela ação antrópica a depender do uso tecnológico e localização no planeta Terra, é fundamental às novas realidades de docências geográficas.

Utilizar jogos familiares aos estudantes, agregando também, ferramentas tecnológicas, aqui personificadas pelo uso do *Google Maps*, como observado, potencializam as contribuições do livro didático, por vezes, limitado a exposição estática dos conceitos geográficos. Assim, aulas tradicionais de Geografia podem ser convertidas em experiências com melhores rendimentos de aprendizagens e desenvolvimentos críticos, engajamentos estudantis e melhoramento da qualidade de usabilidade de aparelhos e tecnologias segundo as racionalidades educacionais.

Por fim, conclui-se que a experiência didática, apesar de suas limitações, especialmente, correlatas a necessidade de conexão com a rede de *internet* para dar início as jogabilidades no Minecraft, circunstância que quase impossibilitou o desenvolvimento da proposta, tendo em vista que a velocidade de conexão do colégio era lenta, tornando demorada as respostas de pesquisas no *Google Maps* e avanços no *game*. Apesar disso, os resultados alcançados além de corroborar o desenvolvimento dessa pesquisa, abrem margem a tantas outras cabíveis frente as transformações no espaço geográfico e suas possibilidades de interpretações didáticas com o apoio das tecnologias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC):** educação é a base. Brasília, DF: MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf>. Acesso em: 23 set. 2022.

CRUZ, R. S. **As vantagens pedagógicas do jogo Minecraft.** Trabalho de conclusão de curso. Graduação em Licenciatura em computação. Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA, Brasil. 2014. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/187/1/VANTAGENS%20DO%20JOGO%20MINECRAFT%20NA%20APRENDIZAGEM.o.pdf>. Acesso em: 03 out. 2022.

DE OLIVEIRA, Emerson Dias; SOUZA, T. E.; ALMEIDA, M. F.; TAVARES, H. R. R. O papel e importância da Ciência Geográfica enquanto ferramenta de emancipação social: o contexto escolar. **Cadernos da Pedagogia** (UFSCAR. ONLINE), v. 13, p. 171-183, 2019.

DE OLIVEIRA, J. M. S.; FALCAO SOBRINHO, J.; ALBUQUERQUE, F. N. B. Percepção da paisagem no ensino da geografia: desenhando a paisagem “nossa de cada dia”. **Geopauta**. v. 6, p. 1-18, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.22481/rg.v6.e2022.e10092>. Acesso em: 21 out. 2022.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários a prática educativa.** 31 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2007.

LEITE, L. et al. **Tecnologia educacional:** Descubra suas possibilidades na sala de aula. Petrópolis: Vozes, 2014.

LIMA, J. A. P. O jogo, A gamificação e o lúdico no ensino de geografia durante a pandemia da Covid-19. **Uáquiri** (ufac), v. 3, p. 10, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/Uaquiri/article/view/5136/2946>. Acesso em: 01 out. 2022.

SILVA, F. D. P. R. E. Ensino de geografia, conceito de paisagem e o livro didático. **Acta Geográfica**, v. 14, p. 28-46, 2022. Disponível em: <https://revista.ufrb.br/actageo/article/view/7264>. Acesso em: 02 out. 2022.



GEOTECNOLOGIAS NA SALA DE AULA

POSSIBILIDADES E AVANÇOS

PROPOSIÇÕES E PRÁTICAS PEDAGÓGICAS: RELATOS DO PROGRAMA RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA EM UMA ESCOLA NO MUNICÍPIO DE AREADO- MG, NO ANO DE 2021

Rodrigo de Paulo Souza e Silva^(a)

^(a) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Alfenas, Minas Gerais, rodrigo.silva@sou.unifal-mg.edu.br

Resumo: O presente trabalho é um relato de experiência que elenca uma atividade prática que utiliza recursos de geoprocessamento para alunos de uma escola no município de Areado-MG, vale ressaltar que as práticas educacionais foram propostas para turmas que estavam em regime remoto por conta da Pandemia de COVID-19 no ano de 2021.

Palavras-chave: Geografia Econômica; Geoprocessamento; Anamorfose.

Abstract: The present work is an experience report that lists a practical activity that uses geoprocessing resources for students from a school in the municipality of Areado-MG, it is worth mentioning that the educational practices were proposed for classes that were in remote regime due to the Pandemic of COVID-19 in the year 2021.

Keywords: Economic Geography; Geoprocessing; Anamorphosis.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi desenvolvido durante o período restritivo da pandemia de COVID-19 que assolava o país no ano de 2021, ao qual foram alteradas as relações de ensino aprendizagem já que o espaço escolar se configurava virtualmente. Neste sentido, o Programa Residência Pedagógica se mostrou uma eficaz ferramenta de auxílio aos professores assistidos, com a criação de um ambiente virtual para o desenvolvimento de conteúdo dos saberes geográficos, além de se prostrar como uma forma inovadora de se chegar aos resultados previstos pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Cada Estado da federação adotou sua metodologia de ensino para aplicar as demandas educacionais e curriculares. No estado de Minas Gerais, a Secretaria Estadual de Educação desenvolveu uma plataforma digital onde eram encontradas apostilas didáticas digitais denominadas de “Planos de Estudos Tutorados” (PET), nestes materiais alocaram-se as atividades estruturadas de acordo com o componente curricular.

Vale ressaltar que o desempenho dos alunos durante esse período não foi dos melhores, a ausência deles nos espaços digitais foram significativos. Pensando nessa conjuntura de

ausência dos alunos, foi organizada uma estratégia que visava relacionar os conteúdos trabalhados pelos PET's que enriquecesse o trabalho até então realizado e que aperfeiçoasse o interesse dos alunos pelas aulas remotas. Vale destacar que essa estratégia, um projeto pedagógico, reflete a proposta da instituição de ensino junto à diretriz curricular vigente. O objetivo central é o de estimular a interação dos alunos, um projeto integrador que estimule os alunos a investigarem questões pertinentes ao seu cotidiano e aos componentes sociais que os cercam.

Nessa perspectiva, é dado aos estudantes o papel de questionadores de suas próprias realidades, a partir de situações e problemas da vida cotidiana, às quais se devem propor soluções sempre com base em atividades de pesquisa em ação (DORIGO, VITIELLO, 2020). Junto disso, Gadotti (2000) defende que a prática e a reflexão sobre a prática levaram a incorporar outra categoria não menos importante: a da organização.

Dá-nos a ideia de que para se acreditar na Educação de viés popular e público é necessária a organização para a transformação, e compreender que como todos os outros setores da sociedade, o setor da Educação possui suas contradições. Cabe ao profissional, ter discernimento político, e saber que algumas rédeas propostas pelo Estado não devem ser aceitas, porque não incentiva a transformação, mas sim a limitação do pensar. É o contexto de estratégia política, que envolve a identificação de um conjunto de atividades sociais e políticas que seriam essenciais no embate das desigualdades geradas pelas próprias (MAINARDES, 2006). Nesse sentido, o Projeto Integrador citado neste relato, busca trabalhar a questão do Estado fornecer um material limitado de conhecimento, e a partir desse limitante, pela prática educacional e emancipatória, trabalhar uma temática que vise incentivar o aluno a enxergar o cenário que ele vive com um olhar geográfico que o beneficie.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente relato descreve o Projeto Integrador desenvolvido junto ao programa Residência Pedagógica, do curso de Geografia Licenciatura da Universidade Federal de Alfenas-MG (UNIFAL-MG), na Escola Estadual João Lourenço, localizada no município de Areado-MG, no ano de 2021.

Como as atividades foram organizadas remotamente, o *Google Classroom* e o *Google Meets* foram essenciais para as reuniões *online*, além também de facilitar o processo de comunicação com os alunos das salas de aulas escolhidas para aplicação do Projeto Integrador.

O projeto foi aplicado em turmas do Ensino Fundamental II e também do Ensino Médio, uma atividade que envolva a técnica da Anamorfose, para ser realizada em sala de aula. A atividade utiliza mapas já construídos, que retratam a mancha urbana do município de Areado-MG e sua caracterização comercial. A partir dos mapas que foram construídos de forma autoral, utilizando o *QGis* (Software Livre), é direcionado aos alunos a construção de uma releitura do Mapa de Zoneamento Comercial, através de Anamorfose.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A atividade tem como objetivo central auxiliar os alunos a construírem o conceito de geoprocessamento, a partir da compreensão dos rebatimentos econômicos e comerciais existentes na mancha urbana do município de Areado-MG, para assim exemplificar como o espaço geográfico e a economia se reorganizam, junto à dialética existente. Levantando questionamentos sobre como representar, pela Anamorfose, o arranjo comercial existente no espaço em que ocupam e compõe o cotidiano. Seguindo os padrões indicados pela BNCC (2018), conforme a Tabela 01 logo abaixo.

Tabela 01: Caracterização da BNCC (2018) para aplicação da atividade

ÍNDICE	CATEGORIA
UNIDADES TEMÁTICAS	Formas de representação e pensamento espacial
OBJETOS DO CONHECIMENTO	Cartografia: anamorfose, croquis e mapas temáticos da América e África
HABILIDADES	(EF08GE18) Elaborar mapas ou outras formas de representação cartográfica para analisar as redes e as dinâmicas urbanas e rurais, ordenamento territorial, contextos culturais, modo de vida e usos e ocupação de solos da África e América.
UNIDADES TEMÁTICAS	Mundo do trabalho
OBJETOS DO CONHECIMENTO	Os diferentes contextos e os meios técnicos e tecnológicos na produção
HABILIDADES	(EF08GE14) Analisar os processos de desconcentração, descentralização e recentralização das atividades econômicas a partir do capital estadunidense e chinês em diferentes regiões no mundo, com destaque para o Brasil.

Fonte: Organização do autor, 2022.

Assim, é definida uma sequência didática dividida em momentos: i) Momento 01: Iniciar a discussão apresentando como a Geografia Econômica constrói o entendimento do rearranjo espacial comercial, a respeito dos círculos exteriores e inferiores da economia; ii) Momento 02: Apresentar o geoprocessamento como uma forma de organizar e representar este arranjo espacial-comercial do município e apresentar a Anamorfose como técnica cartográfica, compreendendo os mapas resultantes dos estudos que podem ser realizados pelo Geoprocessamento; iii) Momento 03: Aplicar a técnica de anamorfose utilizando o *Google Earth* ou mesmo uma folha de caderno.

Vale lembrar que a Geografia Econômica analisa o funcionamento do sistema econômico no espaço geográfico. Explicando a distribuição dos eventos de produção e de como são dispostos e consumidos. Através deste entendimento, de que existe dinâmica entre

economia e o espaço geográfico, podem-se analisar mecanismos econômicos que inferem diretamente no cotidiano das pessoas.

Segundo Milton Santos (2004) existe dois circuitos da economia, superior e inferior. O superior é caracterizado pelo fato de ser constituído por bancos, comércio, indústria de exportação, indústria urbana moderna, serviços modernos, atacadistas e transportadores. Além de contarem com um capital intensivo, usam crédito bancário institucional, sua relação com a clientela é indireta e impessoal e é bem importante a ajuda governamental para esse grupo. Já o circuito inferior é bem diferente, é formado por formas de fabricação “não-capital intensivo”, pelos serviços não-modernos fornecidos ao varejo e pelo comércio não moderno e de pequena dimensão. Suas características são trabalho intensivo, seu capital é intensivo, as relações com os clientes são diretas e quase nunca contam com ajuda do governo.

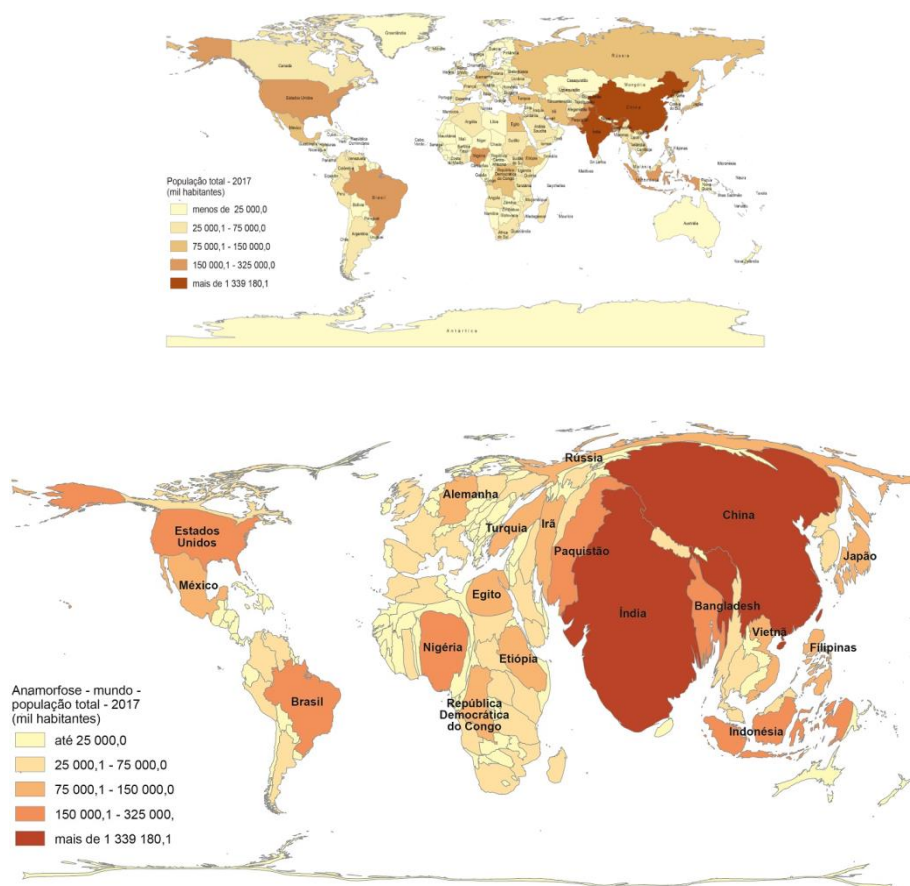
A partir dessa definição, o aluno se sente provocado a pensar quais circuitos econômicos existem na sua cidade, e quais as características dos mesmos estão presentes no seu dia-a-dia. Uma cidade pequena comercializa para quem? O comércio local exporta ou escoia localmente suas mercadorias? Pela geografia econômica podem ser realizados vários tipos de análises: socioeconômica, cultural-econômica, de turismo, e também para execução de zoneamentos comerciais em diferentes escalas de observação. Para isso, temos pelo geoprocessamento uma ferramenta importante para auxiliar na execução destes tipos de análise.

É pelo geoprocessamento que podem ser aplicados dados econômicos e organizá-los espacialmente, ao ponto de representar através da cartografia, mapeamentos temáticos que nos dispõem como algumas categorias de análise se territorializam no espaço geográfico. Para exemplificar, geometrias podem ser geradas por um SIG, e nessas geometrias, são inseridas informações quantitativas ou qualitativas que as façam representar o espaço geográfico como é. Algo mostrado no processo de aplicação deste projeto integrador, no caso, classificando algumas áreas do município de Areado-MG com pouca atividade comercial, média atividade comercial, e elevada atividade comercial.

A partir do momento que o aluno se sente provocado em compreender a organização do espaço geográfico ao qual ocupa e efetiva suas relações cotidianas, sua percepção espacial sobre os fatos cotidianos é transformado, por exemplo, compreendendo como alguns comércios se organizam a partir dos padrões de consumo e suas diferentes configurações. E para isso, além da utilização do Geoprocessamento para auxiliar na organização comercial da cidade, tem-se pelas representações cartográficas, uma forma de aguçar a percepção entre o conceito geográfico trabalhado em aula e a forma como o objeto de estudo, que em questão é o Zoneamento Comercial do município de Areado-MG, se dá na percepção do aluno.

Para explicar inicialmente o que é a Anamorfose (exemplo vide Figura 01), que auxiliará na compreensão sobre a importância de como as zonas comerciais estão organizadas no mapeamento, e de como podem estar dispostas no espaço geográfico, foram apresentados os seguintes mapas.

Figura 01: Mapa convencional x Mapa de Anamorfose. Escala global de população.



Fonte: IBGE Educa, 2021.

Com a apresentação realizada na Figura 01, pode-se atrelar o sentido de intensidade de fluxos quantitativos ou qualitativos à questão da deformidade das geometrias expostas, por exemplo, quanto maior a população, maior a deformidade da geometria do mapa mundial exposto. Assim, quando em uma área de Areado-MG que conste muitos comércios, qual a forma que deve ser representada para aquela localidade? Ela deverá ter uma deformidade intensa? São provocações pertinentes que levam os alunos a pensarem em soluções para o mapeamento a ser construído.

Após o processo de explicação sobre o método cartográfico exposto, fornecemos a seguinte representação cartográfica aos alunos (Figura 02), que expõe em cima de uma imagem de satélite a mancha urbana do município de Areado-MG. Assim, se trabalha o conceito de feições, de qual utilizar em determinado tipo de serviço. Neste caso, foi usada a feição polígono, para calcular o perímetro da mancha urbana do município de Areado-MG.

Figura 02: Mancha Urbana de Areado-MG

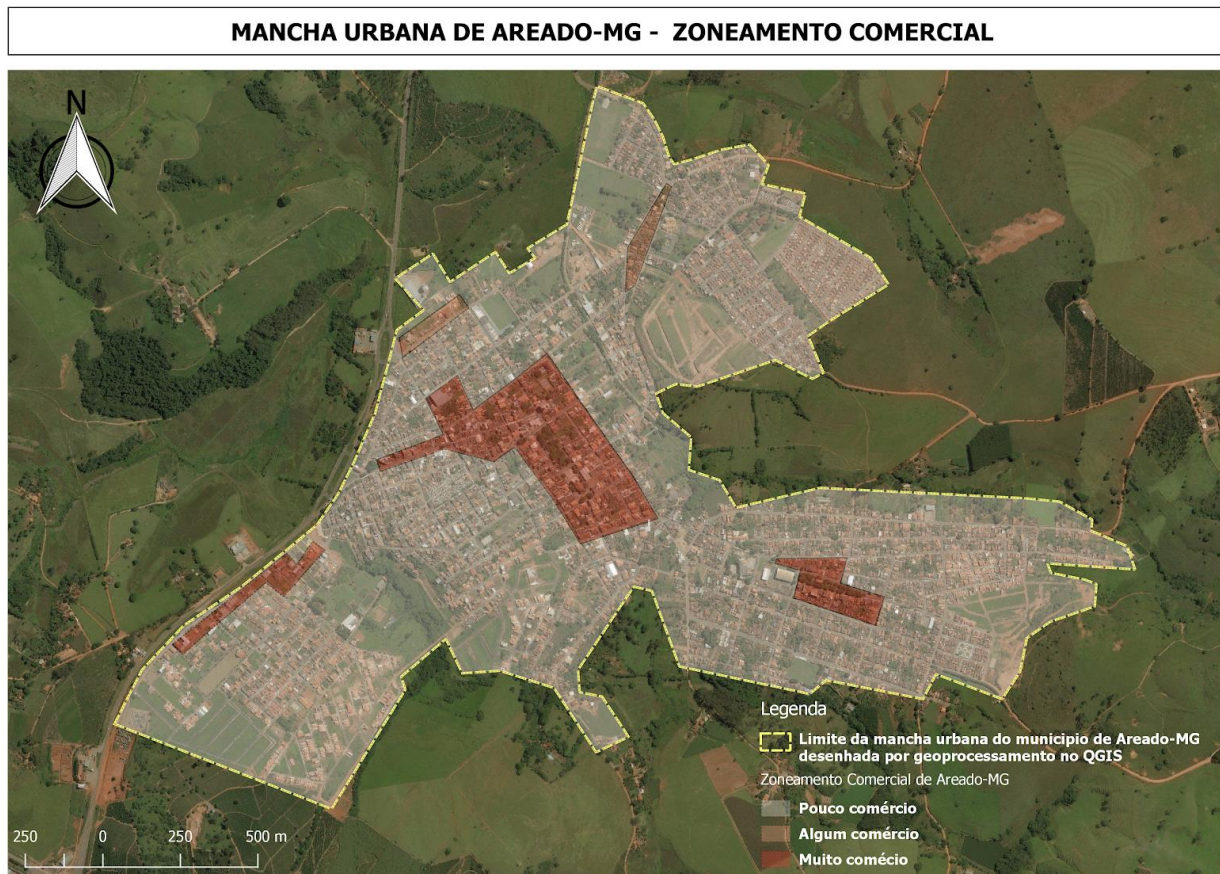


Fonte: Autoria própria, 2021.

Explicar que pelo Geoprocessamento, pode-se aplicar essa técnica em cima da percepção de local, contudo, é possível a inserção de dados alfanuméricos no interior destes polígonos gerados na vetorização de interesse, que possibilita ao software executar cálculos de acordo com que o profissional que trabalhe com esse tipo de análise precise. No caso do zoneamento comercial, poderia ser realizada uma entrevista com a população sobre a localização dos comércios da cidade, ou também um trabalho de campo em que seja realizada a contabilização do número de comércios por quadra ou bairro, são n aplicações e formas de se obter este resultado.

Em cima desse mapa, criamos zonas comerciais, de acordo com o número de comércios que conhecemos ter por determinada região, em categorias de pouca relação comercial, média relação comercial, e elevada atividade comercial. O zoneamento precisa ter uma escala coroplética quente, em que quanto mais comércios tiverem, mais quente deverá ser a cor. O resultado esperado está contido na Figura 03.

Figura 03: Mapa da mancha urbana de Areado-MG, zoneamento comercial.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Depois de colorir a imagem de satélite de acordo com o que foi proposto, em cima deste zoneamento comercial, os alunos deverão realizar um Mapa de Anamorfose de acordo com a classificação realizada. Depois de realizada toda a explicação, o resultado obtido está na Figura 03. Neste tópico o aluno pode confeccionar a mão (em uma folha em branco), ou utilizar o recurso do Paint no computador.

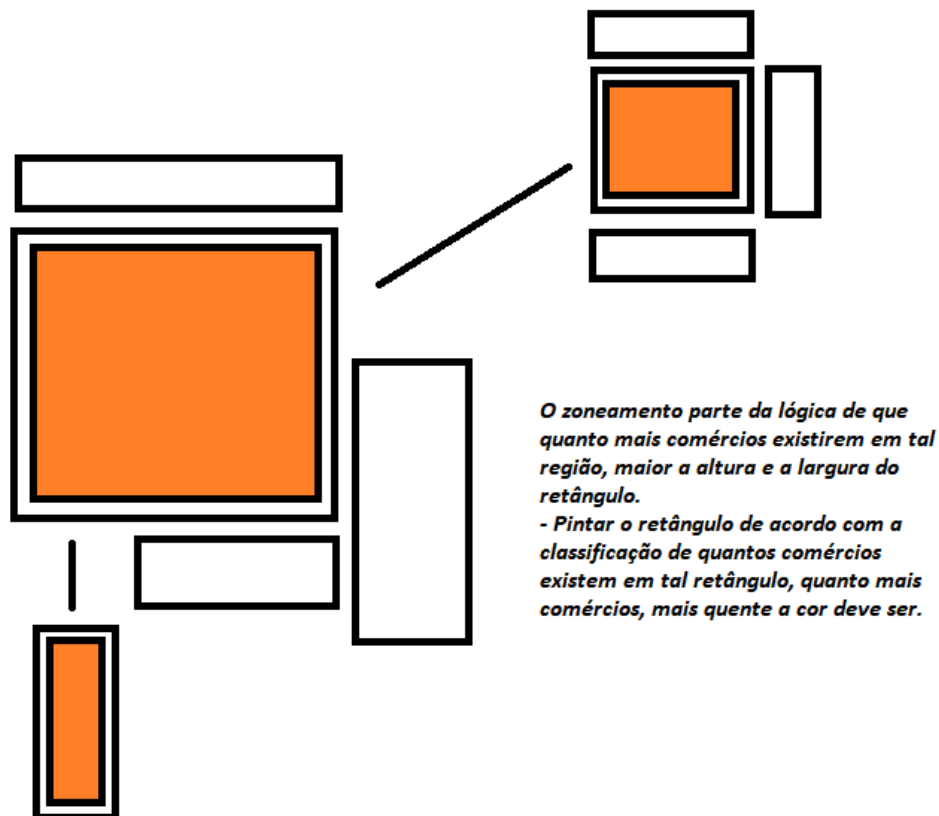
Vale salientar que à medida com o que o conteúdo foi trabalhado, muitas perguntas surgiram sobre o processo de aquisição dos dados, além também de como intersecioná-la com os polígonos mapeados, isso, independente da idade. A curiosidade foi despertada nos alunos, e a ali, promovida uma interação que antes não estava existindo. Foi pela prática cartográfica, uma vivência que pode comportar o cotidiano do aluno de forma direta. Onde os comércios se localizam? Quais regiões no município são comerciais? O mercado de trabalho para mapeamento de áreas é emergente? Como faz para utilizar o QGIS para outros mapeamentos? São perguntas como essas, que surgiram no caminhar das aplicações da atividade, que edificam uma noção de que a mesma promove o objetivo de integrar.

As tecnologias digitais utilizadas durante o período pandêmico mostraram de forma assertiva a necessidade de adaptação por parte dos professores em se inserirem de vez, na realidade desta geração que cresce junto com as tecnologias. E pela Geografia, podem-se aplicar tecnologias em sala de aula que permitam compreender as relações dialéticas de temas diversos e o espaço geográfico.

De forma geral. Os alunos apresentaram um resultado bacana de percepção e análise dos resultados obtidos na Figura 03, originando a Figura 04 em sua grande maioria.

Figura 04: Mapa de Anamorfose apresentada pelos alunos

Mapa de Anamorfose - Zoneamento Comercial de Areado-MG



Fonte: Autoria própria, 2021.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com as ferramentas de geoprocessamento utilizadas pelos alunos em sala de aula, pode-se notar que de forma efetiva, noções espaciais se consolidam. Não limitados à lateralidade das coisas, no caso, ao saber de direita, esquerda, em cima ou em baixo, mas onde se localizam as redes e fluxos de interação econômica no município. Uma noção que perpassa os sentidos de localização, e que permite trazer elementos que fazem parte do cotidiano do aluno. É fundamental para a realização de uma atividade como essa, que o Professor se reconheça como um profissional criativo, disposto a atuar em frentes amplas de desigualdade para promover a transformação do aluno como sujeito participante de sua comunidade. Nesse sentido, é necessária uma postura afirmativa, baseada na resiliência de suas ações, nem todas as turmas vão abraçar a ideia ou ter um bom desempenho com tais ferramentas.

Entretanto, a partir da aplicação de um Projeto Integrador que envolva uma prática cartográfica, na qual os alunos se sintam curiosos a desvendar as questões que formam o espaço geográfico, a experiência que antes era sistêmica, se transforma em uma vivência emancipadora. Possibilitando à comunidade escolar, aos alunos principalmente, uma nova

forma de se reconhecerem enquanto sujeitos que formam o espaço geográfico, o ocupando, e formando novas relações de acordo com suas ações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica; Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão; Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional de Educação; Câmara de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. Brasília: MEC; SEB; DICEI, 2013.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. 2ª Edição. p. 345, 2001

DORIGO, Gianpaolo; VITIELLO, Marcio. **Caminhar e Construir: ciências humanas e sociais aplicadas**. 1ª edição • São Paulo, 2020.

ESTADO DE MINAS GERAIS. Plano de Estudo Tutorado - 3º ano do Ensino Médio Regular. **Secretaria de Educação de Minas Gerais**. Volume 5. 2020.

GADOTTI, M. Perspectivas atuais da educação. **São Paulo em perspectiva**. n. 14, São Paulo, 2000.

MAINARDES, J. Abordagem do ciclo de políticas: uma contribuição para a análise de políticas educacionais. **Educação Social**. Campinas, n. 94, p. 47-69, 2006.

SANTOS, M. O espaço dividido. **Os dois circuitos da economia urbana nos países subdesenvolvidos**. São Paulo: Edusp, 2004.



GEOTECNOLOGIAS NA SALA DE AULA

POSSIBILIDADES E AVANÇOS

PROPOSTAS METODOLÓGICAS PARA O ENSINO DAS GEOCIÊNCIAS APLICADAS AO ENSINO MÉDIO TENDO COMO EXEMPLO ESPACIAL A SERRA DA CAPIVARA

*Rodrigo Quirino de Albuquerque^(a), Higor Alves Santos Barbosa^(b), João Manuel De Souza
Marinho Calado^(c), João Vinicius Montenegro Barbosa^(d), Wollace Luiz Vieira^(e)*

^(a) Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, rodrigo.qalbuquerque@ufpe.br

^(b) Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, higor.alves@ufpe.br

^(c) Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, joao.manuel@ufpe.br

^(d) Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, joao.viniciusb@ufpe.br

^(e) Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, wollace.vieira@ufpe.br

Resumo: O presente texto, traz uma análise acerca de como utilizar uma atividade extra sala de aula no ensino e aprendizagem, com a possibilidade da utilização de ferramentas como o SIG - Sistema de Informação Geográfica, como um auxiliador da aplicação dessa metodologia em sala de aula, além de contribuir para a formação de docentes. O formato idealizado de um roteiro vem a calhar e fica entendido que o processo de preparação dessas aulas é essencial para o seu sucesso, uma vez que a falta de planejamento poderá levar a alunos dispersos e com a atenção focada em situações e objetos que em nada se relacionam com o conteúdo a ser estudado e discutido (AMORIM; FRATTOLILLO, 2009). E o uso de metodologias e interativas, com o objetivo de contribuir tanto na compreensão quanto na aplicação deste trabalho, dessa forma mostrar a área em que foi realizada as pesquisas.

Palavras-chave: Metodologia, Aplicação, Roteiro, Ensino.

Abstract: This text brings an analysis of how to use an extra-classroom activity in teaching and learning, with the possibility of using tools such as the GIS - Geographic Information System, as an aid to the application of this methodology in the classroom, in addition to contributing to the training of teachers. The idealized format of a script comes in handy and we understand that the process of preparing these classes is essential for their success, since the lack of planning can lead to dispersed students and their attention focused on situations and objects that in no way relate to the content to be studied and discussed (AMORIM; FRATTOLILLO, 2009). And the use of methodologies and interactive, with the objective of contributing both in the understanding and in the application of this work, in this way to show the area in which the research was carried out.

Keywords: Methodology, Application, Script, Teaching.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho consiste na construção de uma metodologia que consiste em experiência extraclasse e que de forma didática para alunos da educação básica, destacadamente do ensino médio, através de uma aula de campo para a região onde o Parque Nacional da Serra da Capivara está situado, utilizando ao fim da aula de campo, nas aulas seguintes in loco, o recurso tecnológico especificamente, o programa Qgis, que permitirá a construção feita pelos estudantes de um roteiro de campo digital, destacando o caminho percorrido e algumas características geográficas da localidade.

O Parque Nacional da Serra da Capivara está localizado no estado do Piauí, representando uma das principais unidades de conservação nacional, tendo um valor geográfico riquíssimo para ser explorado, denotando o valor da na vivência didática proposta em campo como destaca Cavalcanti (2011) em “Metodológica do Trabalho de Campo Como Prática Pedagógica em Geografia” que destaca a importância do trabalho de campo por ser um grande gerador de conhecimento geográfico, pois representa o lugar de onde se extraem informações para a elaboração de conhecimentos teóricos, bem como é também o local onde as teorias são testadas. Em campos os alunos terão a observação como prática, conceitos geográficos, abrangendo conteúdo da geologia, geomorfologia, localização geográfica e culturais amplos, essa última, destacada pela elevada quantidade de sítios arqueológicos milenares presentes na região.

A vivência didática proposta, consiste na aula de campo para o Parque Nacional da Serra da Capivara, onde os estudantes terão a oportunidade observar os aspectos geográficos e arqueológicos destacados com auxílio do professor proponente da atividade e dos guias licenciados do parque, a observação de aspectos geológicos, geomorfológicos e históricos/culturais amplos, permitirão aos estudantes a construção de um mapa no programa Qgis que oferece suporte à visualização, edição e análise de dados geoespaciais. Dessa forma, o Qgis foi o programa escolhido para construção da vivência didática, onde o roteiro de campo percorrido será construído digitalmente pelos estudantes na escola após sua volta da atividade, trazendo ferramentas geotecnológicas para a sala de aula e utilizando-as em favor da prática didática proposta, tendo em vista que esse roteiro contribuirá para a consolidação do conhecimento adquirido em campo, permitindo aos estudantes utilizar, sempre que necessário, o roteiro para relembrar dos conhecimentos geográficos construídos em campo.

Figura 1 - Sítios Arqueológicos do Parque Nacional Serra da Capivara.

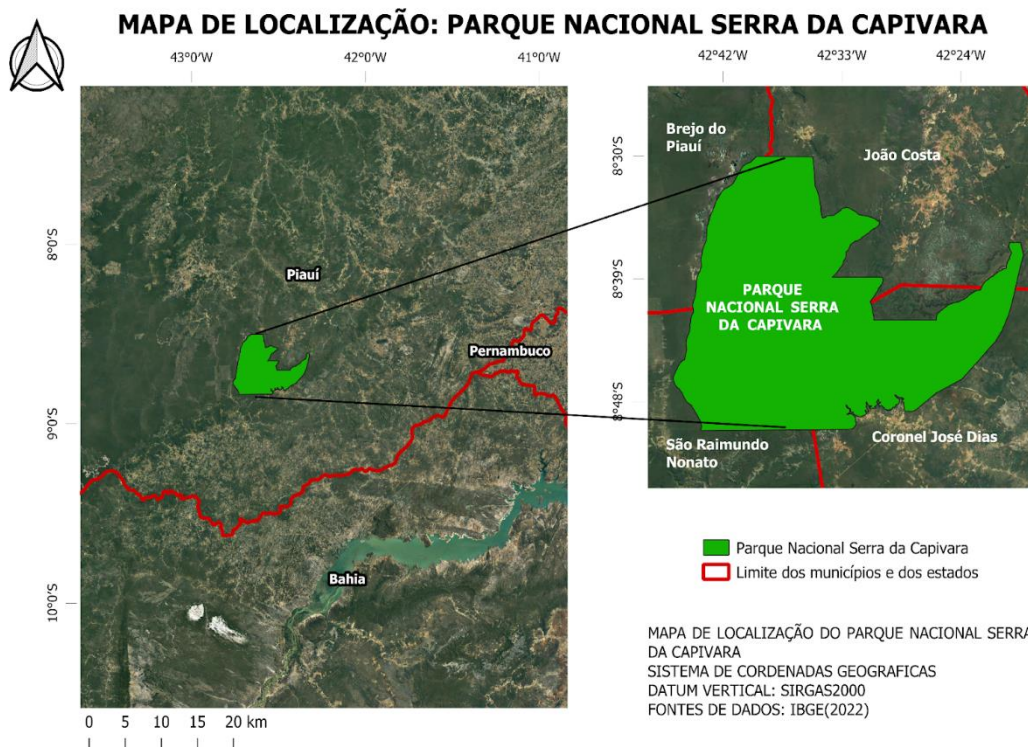


Fonte: De autoria própria, 2022.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais e métodos utilizados para a realização do estudo consiste em uma observação espacial e terrestre do Parque Nacional Serra da Capivara, e a partir das análises usar software de geoprocessamento que permita a criação de mapa também noção cartografia aos alunos da educação básica, com o intuito de gerar conhecimentos aos discentes, e uma prova disso é o mapa construído no Qgis, a seguir:

Figura 2 - Mapa de localização do parque nacional serra da capivara, Piauí



Fonte: De autoria própria, 2022.

Em seguida escolher o software o qual será usado para fazer o mapa (Qgis, Arcgis, gvSIG), é importante lembrar a obrigação de computadores potentes o suficiente para instalação dos programas e recursos para viagem de campo ao local, isso tudo depende de financiamento, pois dependendo das escolhas acontece o encarecimento ou barateamento do projeto.

Isso posto, a escolha do tipo de mapa que será feito deve ser uma decisão tomada mesmo antes da ida ao campo, pois assim quando já estiverem no local os alunos poderão focar no necessário, a figura 1 é um exemplo de mapa de localização.

Nesse exemplo, foram usados dados shapefile, esse tipo de dado é um formato para bases de dados geoespaciais e vetoriais em sistemas de informação geográfica, cuja fonte foi o IBGE (2022). Para trabalhar com esses dados se usam camadas ou layers, colocando-as sobrepostas umas às outras dentro do programa escolhido anteriormente.

Ao finalizar a edição e fabricação é só exportar e o arquivo em um formato (PDF, JPEG, PNG), o qual se encaixa melhor ao uso do mapa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todo o projeto aqui apresentado é resultado da vivência de aula de campo, ao Parque Nacional Serra da Capivara, a qual demonstrou enorme potencial a respeito do ensino de conteúdos de geografia para alunos do ensino médio, o que possibilitaria a realização de uma aula de campo para a localidade, tendo em vista que a aula de campo se trata de um importante instrumento metodológico para o ensino da geografia, devido a imersão que o mesmo proporciona para os participantes, sendo imprescindível para a compreensão do espaço como algo dinâmico, que transcende as teorias e aulas expositivas, pondo o sujeito a observar o próprio espaço o qual vive e modifica conforme suas necessidades.

Figura 3 - Rochas sedimentares em destaque, tipo de rocha predominante da área.



Fonte: De autoria própria, 2022.

Sob essa ótica, é proposto, fazer uso da aula de campo como instrumento metodológico, além de inserir as geotecnologias, por meio dos SIGs no contexto do ensino médio, através do programa de geoprocessamento QGIS, o qual apresenta um enorme potencial pedagógico para o ensino da cartografia, a qual é indispensável para o ensino da geografia, estimulando a criatividade e desenvolvimento de habilidades relacionadas a mapeamentos pelos alunos. É visível a aproximação e necessidade dos estudantes ao acesso a tecnologias provindas da 4^o revolução industrial, as quais apresentam um mar de possibilidades e aprendizados nas quais os discentes podem ter acesso. Toda aula de campo implica em uma absorção de conhecimento

mais rebuscada, pois fundamenta-se na prática propriamente dita e não somente na parte teórica conceitual.

O ato de realizar a pesquisa de campo sempre esteve presente nas ciências geográficas desde a antiguidade, por exemplo pela cartografia, pois, já que o espaço é o instrumento de estudo da geografia, é primordial a profunda observação e coleta de dados sobre um determinado espaço para se desenvolver e expor os conhecimentos geográficos. Porém é bastante comum, principalmente na educação básica, a dispensa do uso deste instrumento, que além de sua importância como foi citado, tem imenso potencial para o despertar de interesse dos educandos a respeito dos conteúdos expostos em sala de aula. Oliveira e Assis citam Silva, que salienta:

A aula de [em] campo deve vir a complementar os conteúdos tratados em sala de aula, motiva ela o aprendizado, aprofundando o interesse pela pesquisa e favorecendo maior relacionamento entre alunos, entre alunos e professores, entre a escola e a realidade em estudo. Além disso, propicia avaliar a participação do aluno na leitura da realidade desenvolvendo o senso crítico, atitudes de responsabilidades e consciência do mundo em que vivem. (SILVA apud OLIVEIRA, 2006, p.12).

A aula de campo surge justamente como um instrumento metodológico que se contrapõe ao ensino monótono e cansativo presente no ensino básico, os quais apresentam uma tendência do estudo da geografia pautado em um currículo com assuntos fragmentados e conceitos prontos limitados à memorização. Este instrumento se trata de uma alternativa que possibilita uma reflexão intra sala de aula, ao proporcionar a observação da realidade concreta, além de ter o poder de ultrapassar as diferenças entre a geografia física e humana na observação do ambiente analisado, sendo essencial também para a compreensão da cartografia. (CORDEIRO & OLIVEIRA, 2011).

O olhar geográfico que a aula de campo dispõe é diferente do olhar turístico. Se trata de uma investigação que permite um olhar histórico-geográfico e interdisciplinar de uma determinada paisagem, além de possibilitar uma coleta de dados dos locais visitados, os quais podem ser explorados dentro de sala de aula, potencializando o ensino da geografia (AZAMBUJA, 2002).

Ademais, o arcabouço intelectual em desenvolvimento do educando começa a experimentar desde o período acadêmico o gosto de poder contar com informações nas quais, às vezes, não é possível para um acadêmico e isso faz com que os alunos da disciplina aumentem seus respectivos repertórios, gerando profissionais mais capacitados e vividos. Outrossim, a complementação dos elementos práticos e teóricos estão interligados quando algumas dinâmicas processuais de geoprocessamento são trabalhadas no próprio laboratório. Aguiar ressalta a importância ao afirmar, “os SIGs são cada vez mais indispensáveis ao ensino de Geografia e de outras disciplinas, gerando vantagens no abrangente e transdisciplinar processo educativo” (DE AGUIAR, 2013, p. 54). O simples fato de vivenciar na pele uma viagem rica de conhecimento e exploração tecnológica corrobora para que as análises do próprio geoprocessamento se tornem mais abundantes e isso, por conseguinte, torna o trabalho mais completo, sobretudo porque a aula empírica veio em primeiro lugar.

Além disso, a maioria dos educandos ainda não tem uma estrutura adequada para trabalhar no campo sempre que é preciso, aumentando ainda mais o sentido de haver políticas

que ajudem os alunos a exercerem um estudo mais aprofundado. Ademais, o campo que participamos também ensina as vivências sociais como um todo. Só pelo fato de ter uma dinâmica baseada na criação de grupos, organização de hospedagem e até mesmo o processo de gerir a alimentação, foram elementos que ajudarão os alunos a se tornarem pessoas e profissionais mais empáticos e colaborativos. Sendo assim, os resultados serão os melhores possíveis dentro de uma perspectiva até surpreendente para eles. Com toda certeza, o legado desse projeto, juntamente com as vivências traçadas no campo e no laboratório, irá desbloquear um sentido e visão de mundo totalmente inovador e complementar em todas as pessoas que participam desse processo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho apresentado, é resultado de uma análise acerca de como utilizar o Sistema de Informação Geográfica e observações como produto de metodologia para alunos do ensino médio, que consistiu na visita ao Parque Nacional da Serra da Capivara no município de São Raimundo Nonato, no estado do Piauí; o qual apresenta grande importância principalmente pelos seus parques arqueológicos e pinturas rupestres, além de sua interessante formação geomorfológica, que o fazem um atraente objeto de observação e pesquisa. Partindo dessa prerrogativa, foi requisitado para a elaboração de uma metodologia ativa nos conhecimentos tanto de território quanto de geolocalização com fins educacionais, e esse roteiro traz isso como início de uma prerrogativa de que, além das pesquisas bibliográficas e atividades realizadas em laboratório, que permitiram a constituição da base teórica, metodológica, cartográfica e fotográfica presentes no texto. Foi possível destacar a grande importância da aula de campo, como objeto metodológico para o ensino da geografia, seja no ensino superior, quanto no básico, como uma proposta que busca evitar o risco da escola “construir para os alunos uma muralha de isolamento que os separem das realidades concretas” (OLIVEIRA e ASSIS, 2009, p. 201), os impedindo de construir conhecimentos empíricos, e viverem sob a sombra de idealizações do mundo real. Também foi explicitada a importância da elaboração dessa atividade de maneira cautelosa, buscando o método adequado e a realização preliminar do trabalho de campo, com o objetivo de possibilitar uma aprendizagem de forma fácil e eficaz acerca da temática que como dito anteriormente, consiste justamente na observação e estudo prévio do espaço no qual deseja-se a observação, também em uma forma de como iria transmitir os conhecimentos adquirido ao longo das vistorias e isso contribui para o amadurecimento do pensar docente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, Ponciana Freire de. Geotecnologias como metodologias aplicadas ao ensino de geografia: uma tentativa de integração. **GEOSABERES: Revista de Estudos Geoeeducacionais**, v. 4, n. 8, p. 53-66, 2013.

AMORIM, L.; FRATTOLILLO, A. B. R. 2009. **Trabalho de campo e prática de educação ambiental e geográfica.** Disponível em: http://egal2009.easyplanners.info/area03/3196_Nunes_Amorim_Leonardo.pdf. Acesso em: 20 dez. 2012.

AZAMBUJA, Leonardo Dirceu. Trabalho de campo e ensino de Geografia. **Geosul, Florianópolis**, v. 27, n. 54, p. 181-195, 2002.

CAVALCANTI, A.P.B. **Abordagem metodológica do trabalho de campo como prática pedagógica em Geografia.** In: Geografia Ensino & Pesquisa, v. 5, n. 2, p. 165- 176, 2011.

CORDEIRO, Joel Maciel Pereira; OLIVEIRA, Aldo Gonçalves. A aula de campo em Geografia e suas contribuições para o processo de ensino-aprendizagem na escola. **Revista Geografia (Londrina)**, v. 20, n. 2, p. 099-114, 2011.

Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: MEC, 2017.

OLIVEIRA, C. D. M.; ASSIS, R. J. S. **Travessias da aula de campo na geografia escolar: a necessidade convertida para além da fábula.** In: Educação e Pesquisa, v. 35, n. 1, p. 195 – 209, 2009.

PASQUALLI, Roberta; DE APARECIDO VIEIRA, Josimar; CASTAMAN, Ana Sara. **Produtos educacionais na formação do mestre em Educação Profissional e Tecnológica.** Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC), v. 4, n. 07, 2018.



GEOTECNOLOGIAS NA SALA DE AULA

POSSIBILIDADES E AVANÇOS

RELATO DE EXPERIÊNCIA DO PROJETO VULCÕES E VIAGENS: A OFICINA CANVA E PODCAST METODOLOGIAS COLABORATIVAS

Victória Regina da Silva Cruz^(a), João Manuel de Souza Marinho Calado^(b), Jessé Santos de Souza Júnior^(c), Carla Joana Santos Barreto^(d)

^(a) Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, victoria.cruz@ufpe.br

^(b) Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, joao.manuel@ufpe.br

^(c) Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, jesse.santosj@ufpe.br

^(d) Departamento de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco, carla.barreto@ufpe.br

Resumo: Pensar em inovações para as metodologias de ensino vem sendo amplamente necessário no âmbito educacional. Nesse sentido, as mesmas têm um papel primordial para transformar a dinâmica em sala de aula. O presente trabalho é um relato de experiência referente à Oficina "Canva e Podcast, metodologias colaborativas" aplicada no curso de formação "Propostas Didáticas no Ensino das Geociências Caminhos Através da Vulcanologia" que faz parte do Projeto de Extensão "Vulcões e Viagens", da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), destinado aos licenciados e professores da educação básica. Assim, este trabalho visou complementar a formação dos futuros professores e os já licenciados na profissão, com informações e práticas referentes à metodologias colaborativas para o ensino, em que se tem como ferramenta a utilização das plataformas digitais Canva e Anchor.

Palavras-chave: Ensino de geografia; Formação de professores; Metodologias Colaborativas; Tecnologia.

Abstract: Thinking about innovations for teaching methodologies has been widely needed in the educational field. In this sense, they play a key role in transforming the dynamics in the classroom. The present work is an experience report referring to the Workshop "Canva and Podcast, collaborative methodologies" applied in the training course "Didactic Proposals in Teaching Geosciences Paths Through Volcanology" that is part of the Extension Project "Vulcões e Viagens", of the Federal University of Pernambuco (UFPE), aimed at graduates and teachers of basic education. Thus, this work aimed to complement the training of future teachers and those already graduated in the profession, with information and practices regarding collaborative teaching methodologies, in which the use of Canva and Anchor digital platforms is used as a tool.

Keywords: Teaching geography; Teacher training; Collaborative Methodologies; Technology.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como intuito destacar a realização da oficina de formação "Canva e Podcast, metodologias colaborativas" oficina realizada dentro do curso de formação de professores "Propostas Didáticas no Ensino das Geociências Caminhos Através da Vulcanologia" que faz parte do Projeto de Extensão da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Vulcões e Viagens.

Este trabalho se baseou nas experiências positivas e exitosas das práticas em formato de oficina construída dentro da programação do curso.

A oficina se caracteriza como uma estratégia do fazer pedagógico onde o espaço de construção e reconstrução do conhecimento são as principais ênfases, é lugar de pensar, descobrir, reinventar, criar e recriar, favorecido pela forma horizontal na qual a relação humana se dá. Pode-se lançar mão de músicas, textos, observações diretas, vídeos, pesquisas de campo, experiências práticas, enfim vivenciar ideias, sentimentos, experiências, num movimento de reconstrução individual e coletiva (p. 96).

Com o objetivo de empoderar e dar ferramentas para os professores na utilização de metodologias colaborativas em sala de aula, o momento de execução da oficina representou o local ideal para desenvolver atividades didáticas através do uso das plataformas do CANVA para produção de designers interativos/lúdicos e Ancor para produção e aplicação de podcast.

A construção e reconstrução de conhecimentos apresentada na oficina será motivo de análise no trabalho, onde apresentaremos através da análise qualitativa descritiva, as implicações notadas na execução da oficina.

Através do uso dessas técnicas é possível incentivar os professores a utilização de metodologias colaborativas em sala de aula além de desenvolver atividades didáticas através do uso das plataformas do Canva para produção de designers interativos/lúdicos e Ancor para produção e aplicação de podcasts.

MATERIAIS E MÉTODOS

Essa pesquisa caracteriza-se como qualitativa e descritiva no qual se trata de uma revisão bibliográfica por meio de leituras de trabalhos e artigos científicos a partir de palavras-chaves como: Oficina, metodologia colaborativas, canva e podcast que embasa a proposta da oficina. Enquanto descritiva a mesma enquadra como um relato de experiência, que objetiva relatar as experiências vivenciadas pelos integrantes do projeto de extensão “Vulcões & viagens”, acerca da oficina " Canva e Podcast, metodologias colaborativas", com a finalidade de evidenciar a aplicabilidade de novas metodologias em sala de aula.

Segundo Gil (2008), o relato de experiência pertence ao domínio social da memorização e documentação das experiências humanas, situando-as no tempo. Permitindo-se a explanação das vivências em conjuntura com a literatura, o que viabiliza o compartilhamento das vivências práticas com outros estudantes e profissionais da área.

Para tal, esta pesquisa será disposta em etapas, assim como dita sua execução: Nesse primeiro momento nos reunimos para criação do material visual da oficina como o slide em que continham informações acerca da plataforma do canva (designers) e ancor (podcast), levando em consideração a prévia quantidade de professores que participaram desta oficina, que apresentou a variação de 4 a 5 professores. Nela se colocou em pauta a importância de utilizar metodologias colaborativas em sala de aula, sobretudo aliada às tecnologias acessíveis.

Para Schulz apud Viera e Volquind (2002, p. 11) a oficina se caracteriza como sendo um sistema de ensino-aprendizagem que abre novas possibilidades quanto à troca de relações, funções, papéis entre educadores e educandos”. Portanto, aderir às oficinas de ensino pode ser considerado um meio de articular e integrar saberes.

Nesse ínterim, surge a ideia de construção de um uma oficina que baseia em um processo construtivista de aprendizagem, respeitando o desenvolvimento intelectual sadio - sem pressão, visto que as situações individuais e coletivas estão naturalmente causando as preocupações e as novas demandas e visando uma metodologia de trabalho colaborativa (PIAGET, 1973) entre o público-alvo que são convidados a participar de nossa oficina.

Para Behrens & Alcântara (2000), a aprendizagem colaborativa é um processo de aculturação de estudantes para que esses se tornem partes das comunidades do conhecimento, diferentes das comunidades que existiam anteriormente, ou seja, comunidades de interesses e participação comuns, que possuem características comuns. Contudo, as atividades comprovam os resultados positivos para ambos os lados, tanto para o receptor da explicação (alunos), que recebe o contato com novos conhecimentos, quanto para o mediador (professores). A partir do momento que os alunos estão inseridos no contexto, isso oportuniza a verbalização e a elaboração de seu próprio conhecimento, ao ponto de ser compreendido por outras pessoas.

Diante o exposto, continuamos a construção de nossos materiais de apoio e visuais sobre ambas as plataformas que se ambienta no contexto educacional, para viabilizar esse conhecimento para os professores, a fim de elucidar a utilização do Canva e Anchor em um manual de uso.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao realizarmos essa oficina, proporcionamos condições favoráveis para o desenvolvimento da implantação de novas metodologias de maneira colaborativa com a finalidade de ampliar as possibilidades de aplicabilidade em sala de aula. Com isso, iniciamos a oficina em um momento teórico explicando e perguntando ao nosso público-alvo se eles conhecem ambas as plataforma, o que ambas são, e assim fizemos um manual de criação para as duas. Mostrando o passo a passo para construção de uma capa de Podcast através do Canva. Tínhamos vários computadores à nossa disposição, então à medida em que os professores acompanhavam o slide dinâmico sobre o canva, os mesmos, estavam criando suas artes.

Por conseguinte, chegamos no momento da elaboração do Podcast através da plataforma do ancor. Porém, também mostramos outra alternativa para gravação do áudio, através do recurso de gravação do whatsapp, para que se tornasse ainda mais acessível tanto aos próprios professores, em um momento de elaboração de atividades, quanto para os alunos, evidenciando a eficácia da atividade proposta por eles. Em relação ao nosso público, tivemos o quantitativo de 5 professores.

Ao finalizarmos nossa oficina, distribuímos um link de um formulário Google para o recolhimento de feedbacks a respeito de nossa oficina com a quantidade de 4 perguntas para obter o quanto a mesma foi significativa para eles. Por conseguinte, levando em consideração que apenas 2 dos 5 professores que estavam presentes na oficina responderam o formulário, obteve-se os seguintes resultados:

Figura 1. Mosaico com os resultados obtidos através do formulário



Fonte: Autores, 2022.

Com isso, percebe-se que em relação a plataforma do Canva, 50% dos professores nunca haviam utilizado e 50% já faziam o manuseio; visto também que 100% declarou nunca ter feito um podcast, atrelado a isso, os mesmos consideram esta ferramenta de relevante utilidade para práticas educativas em sala de aula. Por fim, de forma unânime, estes educadores ficaram bastante satisfeitos com a realização desta oficina.

Assim, o feedback da representação desses educadores, demonstram o quão importante foi a realização desta prática pedagógica para desenvolvimento de novas percepções e aprimoramento das já utilizadas, a fim de difundir o conhecimento através de diferentes formas metodológicas colaborativas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, torna-se evidente o quanto a aplicação de novas metodologias são necessárias para o desenvolvimento contínuo do processo de ensino-aprendizagem. Com isso, percebe-se que a utilização dessas tecnologias, como a plataforma do Canva e o Anchor, são uma das ferramentas mais dinâmicas e relevantes para a execução destes processos.

É certo que, o cenário da educação em que nos situamos, ainda carece de uma consolidação investimentos em recursos de dispositivos eletrônicos, além disso

compreendemos também, que infelizmente nem todos os estudantes dispõem de aparelhos eletrônicos móveis para manuseio dessas ferramentas tecnológicas. Logo, tornando assim um processo de aplicabilidade lenta dessas metodologias, até mesmo tardias.

Contudo, é necessário que desperte em nós professores, o estímulo em buscar aprimorar-se para estarmos atualizados no que concerne ao desdobramento nas inovadoras práticas pedagógicas em sala de aula.

Dessa forma, torna-se evidente o quanto a aplicação de novas metodologias são necessárias para o desenvolvimento contínuo do processo de ensino-aprendizagem, percebe-se que a utilização dessas tecnologias, como a plataforma do Canva e o Anchor, são uma das ferramentas mais dinâmicas e relevantes para a execução destes processos transformadores da prática didática.

Não poderíamos finalizar o presente trabalho sem deixarmos nossos agradecimentos a extensão universitária, especificamente a Pró-Reitoria de Extensão e Cultura da Universidade Federal de Pernambuco (Proexc), a todos os extensionistas integrantes do Projeto Vulcões e Viagens que foram responsáveis pela organização e construção do curso onde a oficina foi realizada, deixando nosso agradecimento também para a professora Carla Joana Santos Barreto, coordenadora do projeto e co autora do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANASTASIOU, L. G. C; ALVES, L. P. Estratégias de ensinagem. **Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula**, v. 3, p. 67-100, 2004.

BEHRENS, M. ALCÂNTARA, P.R., VIENS, J. **Implementação de Uma Tecnologia Inovadora no Ensino Superior: Prometo PACTO (1999-2000)**. Colabora – Revista Digital da CVA-RICESU. V.1, n. 2, nove. 2001, 37 p.

BEHRENS, M. ALCÂNTARA, P.R., VIENS, J. **A Prática Pedagógica dos Professores Universitários: Perspectivas e Desafios**. (Tese de Doutorado em Educação P PUC – SP, 1996).

GIL, A. C. (2008). **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas.

PIAGET, Jean. **Estudos Sociológicos**. Rio de Janeiro: Forense, 1973.



GEOTECNOLOGIAS NA SALA DE AULA

POSSIBILIDADES E AVANÇOS

RESSIGNIFICANDO AS METODOLOGIAS: A UTILIZAÇÃO DO PADLET PARA O ENSINO DE GEOGRAFIA

*Victória Regina da Silva Cruz^(a), Tayran Oliveira dos Santos^(b), Thiago Breno de Medeiros
Carmo^(c), Bruno José Oliveira Rodrigues dos Santos^(d), João Lucas Marques Presbítero^(e)*

^(a) Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, victoria.cruz@ufpe.br

^(b) Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, tayran.oliveira@ufpe.br

^(c) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, thiago.breno@ufpe.br

^(d) Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, rodrigues.santos@ufpe.br

^(e) Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, joao.presbitero@ufpe.br

Resumo: A inserção das tecnologias de informação e comunicação (TIC) vem sendo amplamente utilizadas não só no cotidiano, mas também no âmbito educacional. Nesse sentido, as mesmas têm um papel primordial para a interação do docente com o discente em sala de aula. Assim, para viabilizar o processo de ensino-aprendizagem, a utilização de novas metodologias vem ganhando força nesses últimos anos, e o Padlet aparece como uma possibilidade para essa finalidade, possibilitando a criação de murais interativos no ensino de geografia. A vista disso, este trabalho visa por meio da análise bibliográfica qualitativa, trazer a utilização do padlet como ferramenta no ensino de geografia com o intuito de auxiliar na transformação do ambiente escolar em um lugar de maior interação. Com isso, a pesquisa demonstra a potencialidade do uso didático do padlet, para a demonstração das temáticas geográficas.

Palavras-chave: TIC; Metodologias ativas; Padlet; Ensino de geografia.

Abstract: The insertion of information and communication technologies (ICT) has been widely used not only in everyday life but also in the educational field. In this sense, they play a key role in the interaction between teachers and students in the classroom. Thus, to make the teaching-learning process viable, the use of new methodologies has been gaining strength in recent years, and Padlet appears as a possibility for this purpose, enabling the creation of interactive murals in the teaching of geography. In view of this, this work aims, through qualitative bibliographic analysis, to bring the use of the padlet as a tool in the teaching of geography in order to assist in the transformation of the school environment into a place of greater interaction. With that, the research demonstrates the potential of the didactic use of the padlet, for the demonstration of the geographic themes.

Keywords: ICT; Active methodologies; Padlet; Geography teaching.

INTRODUÇÃO

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) estão inseridas em diferentes contextos de nossa sociedade contemporânea, viabilizando grandes avanços e possibilidades sobretudo para a sala de aula. Nesse ínterim, podemos dizer que as metodologias ativas, vem

repaginando o contexto escolar, as quais têm exercido um papel extremamente importante no processo de ensino-aprendizagem.

O uso das metodologias ativas nesse cenário atual, podem colaborar no processo educativo, favorecendo no desenvolvimento intelectual dos alunos, contribuindo na conquista de habilidades em diferentes formas de pensar, aprender e criar, no sentido de facilitar e melhorar a comunicação entre o professor e o aluno, contrastando com a abordagem pedagógica do ensino tradicional, centrada no professor e na transmissão de informação aos alunos (VALENTE et al, 2017; SILVA; DUARTE, 2018).

Dentre as possibilidades metodológicas, a utilização de programas digitais educacionais, como por exemplo o padlet, torna-se uma poderosa ferramenta para diversificar as atividades e as aulas. Buscando-se facilitar a proatividade dos alunos no ambiente escolar e fora dele, para além de incentivar seu posicionamento e pensamento crítico a respeito das temáticas abordadas nas aulas de geografia, assim como uma aprendizagem colaborativa.

O Padlet, que se trata de uma ferramenta que permite aos usuários criarem seus próprios murais para registrar, guardar e compartilhar informações ou conteúdo, proporcionando diversas maneiras de utilização, seja como um quadro de aulas desenvolvidas, uma página de leituras de textos criados ou arquivados, um mural de conjunto de vídeos e imagens para visualizar, e também como um espaço específico para criações e planejamentos de aulas dos professores (GONÇALVES; MORAIS, 2019).

Com o uso do Padlet, pode-se criar resumos visuais, resenhas colaborativas de livros, mural de anotações, resumir conteúdo, realizar exercícios e compartilhar arquivos que podem ser usados para atividades em sala de aula. Nesse sentido, a ferramenta torna-se eficaz na construção de um novo modelo de organização de conteúdo hipertextual, principalmente devido às suas características, que permitem a criação de conteúdo linkado e fácil reconstrução das informações dispostas nos murais (Monteiro 2020, p.8).

Dessa forma, a pesquisa objetiva explorar a funcionalidade da plataforma padlet para o meio didático do ensino de geografia, e a partir dela estruturar e incentivar a participação dos alunos nas aulas, assim como trabalhar a criticidade e o diálogo entre o docente e o discente.

MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa, trata-se de uma revisão bibliográfica qualitativa por meio de leituras de trabalhos e artigos científicos que abordam a temática proposta. Nesse sentido, foi realizado um levantamento sobre a importância da utilização de metodologias ativas na educação e no ensino da geografia, assim como a busca de plataformas digitais para implementação do processo de ensino-aprendizagem.

O recurso didático proposto, o padlet, refere-se a um produto pedagógico que apresenta a aplicabilidade efetiva como facilitador do processo educacional que funciona como uma possibilidade para o professor(a), e para o auxílio do aluno, assim buscando alcançar um melhor entendimento do conteúdo que está sendo estudado de maneira colaborativa e dinâmica, visto que apresenta o assunto de maneira mais atrativa e sobretudo digital.

Para o processo de criação de um padlet se faz necessário a utilização de um computador ou um smartphone que tenha acesso à internet, e a partir disso realizar o cadastramento através do site <https://pt-br.padlet.com>. Porém, o site também conta com a possibilidade de consulta caso o padlet já tenha sido criado através do link do mesmo sem contar com a necessidade de cadastro. Contudo sua aplicabilidade é multifuncional sendo totalmente planejada pelo professor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dessa forma, o uso das metodologias ativas, como colaboração ao processo educacional se fazem cada vez mais necessárias, já que o próprio aluno é o protagonista, deixando o papel do professor como o centro a ser reproduzido. Pois através da aplicabilidade das metodologias ativas é possível trabalhar o aprendizado de uma maneira mais participativa, já que a colaboração dos alunos como sujeitos ativos traz facilidade a tal possibilidade educativa em sala de aula. Despertando no aluno a curiosidade acerca do assunto abordado, quando ensinado de forma mais lúdica.

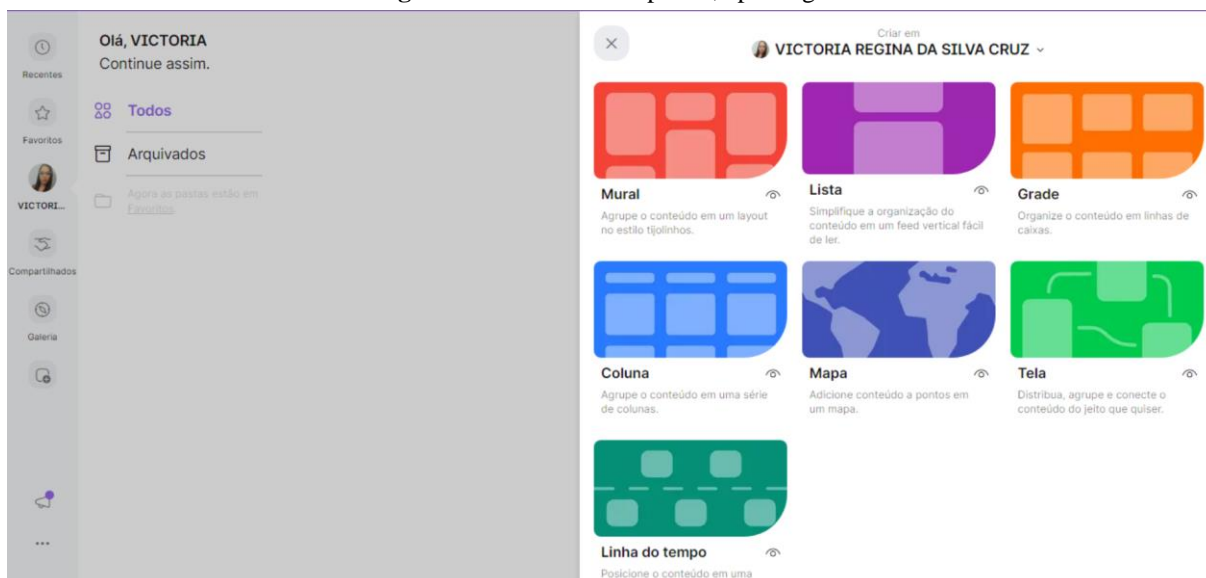
Segundo Silberman (1996), a aprendizagem ativa é uma estratégia de ensino muito eficaz, independentemente do assunto, quando comparada com os métodos de ensino tradicionais. Assim, com métodos ativos, os discentes assimilam e compreende um maior volume de conteúdo, e fixa a informação por mais tempo e tirando um melhor proveito das aulas com mais satisfação e prazer.

Nesse ínterim, Ribeiro (2005) salienta que a experiência indica que a aprendizagem é mais significativa com as metodologias ativas de aprendizagem. Além disso, os alunos que vivenciam esse método adquirem mais confiança em suas decisões e na aplicação do conhecimento em situações práticas, melhoram o relacionamento com os colegas aprendendo a expressarem-se melhor oralmente e por escrito, pois adquirem gosto para resolver problemas e vivenciam situações que requerem tomar decisões por conta própria, além de, reforçar a autonomia no pensar e no atuar.

Com isso, em um ambiente virtual colaborativo, vem-se o padlet como uma ferramenta digital acessível que através do provedor de internet com navegador interligado ao computador, smartphone, etc. Nesse sentido, “ferramentas como o padlet, que apresentam características colaborativas, permitem a interação dos sujeitos difundindo ideias, cultura, democratizando as informações e aprendendo em um contexto diferente do presencial” (SILVA; LIMA, 2018).

A acessibilidade da plataforma, é franca, tendo em vista que apresenta algumas limitações para o quantitativo de murais disponíveis, a mesma é traduzida para a língua portuguesa; Em sua página inicial, assim como podemos ver na Figura 1, apresenta diversas opções de layouts de criação além do tradicional mural.

Figura 1: Tela inicial do padlet, após login.

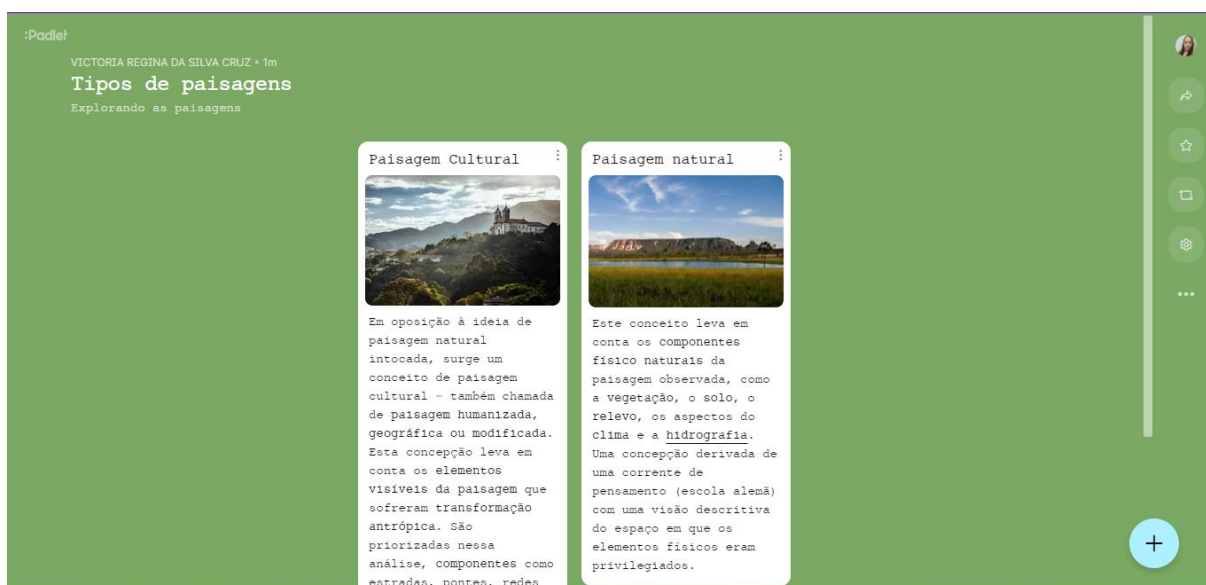


Fonte: Autores, 2022.

Segundo FUCHS (2014), as principais vantagens dessa ferramenta são sua interface amigável, que o torna intuitivo para ser utilizado, não requerendo grande conhecimento prévio nos meios digitais, característica também constatada por DENI; ZAINAL (2018) ao analisar o resultado de suas pesquisas apontam facilidade para utilizar e interagir na plataforma.

Dessa forma, a pessoa criadora do mural é responsável por administrá-lo (professor) necessita que a mesma contenha uma conta no padlet, para que as pessoas convidadas (alunos) possam interagir por meio de um link gerado para o mural, em que não se faz necessário login na plataforma, o que facilita a integração dos estudantes na mesma. Como disposto na Figura 2, abaixo apresenta um exemplo de mural criado para a exemplificação do uso do padlet para abordagens de temáticas da geografia.

Figura 2: Exemplo de mural para temática geográfica.



Fonte: Autores, 2022.

Durante a construção do mural, o mesmo pode ser formulado e estruturado de diversos formatos, desde uma linha do tempo até organização em blocos parecidos como a de blogs, e trabalha com o plano de fundo que pode variar de cores sólidas até representações fotográficas. Além do texto, pode inserir no mural fotos, vídeos que estão na internet ou até mesmo do professor, ou dos estudantes. Sendo, toda a interação concentrada no próprio mural, o que facilita a utilização pelos alunos no mesmo ambiente virtual.

Além disso, conforme SILVA; LIMA (2018) “contribuí significativamente para o desenvolvimento de autonomia e organização dos alunos diante do processo de formação no ciberespaço”, habilidades muito requisitadas no desenvolvimento educacional do século XXI, pois ajudam os estudantes a estarem aptos para uma série de trabalhos requisitados com os usos das tecnologias.

Adentrando nesse viés, o mural apresentando a temática seguindo as intenções pedagógicas do seu uso, resulta em um ambiente em que os estudantes expressem seus pensamentos sobre o tema proposto, assim como uma folha em branco a ser preenchida. E a partir desse instrumento (padlet), eles passam a idealizar os contextos das temáticas, e nessa perspectiva interagem e realizam também uma sala de aula invertida, em que eles possam realizar suas próprias postagens de qualquer dispositivo que tenha acesso a internet.

Com base no que foi apresentado, pode-se perceber que a utilização do padlet como ferramenta didática, se mostra capaz de desenvolver a criticidade, a criatividade dos discentes, abordando diversas áreas do campo da geografia já que a mesma se faz acessível quando se tem uma estrutura para sua aplicabilidade e até então transformar esse recurso em uma ferramenta multifuncional que abrange parâmetros educativos, que concede uma interação dual, entre os educandos e os educadores ao permitir sua participação durante a construção do mural e até mesmo discursivo em que for explorado nos padlets.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, pode-se perceber que o padlet ao ser aplicado como proposta metodológica, torna a sala de aula um ambiente interativo desde do docente ao discente, que através das temáticas abordadas, geram discussões e debates interessantes em torno de conteúdos trabalhados no campo da geografia, se enquadrando aos fundamentos de uma aprendizagem significativa para além do tradicional quadro e piloto.

Sendo assim, conclui-se que essa plataforma digital, ao ser utilizado como uma ferramenta didática, nos mostra como as metodologias ativas na educação pode despertar conhecimentos geográficos a partir dos diálogos dispostos e a criatividade utilizada para criar os murais de forma coletiva, a fim a aproximar a realidade trabalhada com as temáticas geográficas, pois através da mesma os alunos podem usar músicas, vídeos, textos ou imagens, conforme diversidade concedida para a execução das atividades propostas na disciplina de geografia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DENI, Ann Rosnida; ZAINAL, Zainor Izat. **Padlet as an Educational Tool: Pedagogical Considerations and Lessons Learnt**, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ann_Deni/publication/329736124_Padlet_as_an_Educational_Tool_Pedagogical_Considerations_and_Lessons_Learnt/links/5cca4ee292851c8d2213fd9/Padlet-as-an-Educational-Tool-Pedagogical-Considerations-and-Lessons-Learnt.pdf, acesso em Outubro de 2022.

FUCHS, Beth. **The Writing is on the Wall: Using Padlet for Whole-class Engagement**, 2014. Disponível em: https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1241&context=libraries_facpub, acesso em Outubro de 2022.

GONÇALVES, Luciane Mônica Mansano; MORAIS, Juliana Marcondes de. **O uso do PADLET no ensino: uma análise bibliométrica**. Revista Interdisciplinar de Tecnologias e educação, Lorena, v. 5. n. 1, 2019.

MONTEIRO, Jean Carlos da Silva. **PADLET: um novo modelo de organização de conteúdo hipertextual**. Revista encantar, Bom Jesus da Lapa, v.2, p. 1-11, 2020.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma Implementação na educação em engenharia**. 2005. 236 p. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos / SP, 2005.

SILBERMAN, Mel. **Active learning: 101 strategies do teach any subject**. Massachusetts: Ed.Allyn and Bacon, 1996.

SILVA, Patrícia Grasel da; LIMA, Dione Sousa de. **Padlet como ambiente virtual de aprendizagem na formação de profissionais da educação**, 2018. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/86051/49407>, acesso em outubro de 2022.

VALENTE, J. A.; ALMEIDA, M.E.B.; ALEXANDRA, F.S.G. **Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino**. Revista Diálogo Educacional, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Paraná, Brasil, vol. 17, n. 52, pp. 455-478, 2017.



GEOTECNOLOGIAS NA SALA DE AULA

POSSIBILIDADES E AVANÇOS

UM OLHAR SOBRE O MAPEAMENTO SOCIAL COMUNITÁRIO COM EDUCADORES DO CAMPO NA AMAZÔNIA PARAENSE

Rafaela do Nascimento de Souza^(a)

^(a) Programa de Pós-Graduação em Geografia/PPGG, Universidade do Estado do Pará, rafaeladonascimentodesouza@gmail.com

Resumo: A cartografia social tem se configurado como uma importante proposta metodológica para potencializar as práticas pedagógicas das escolas do campo da Amazônia, no que se refere a luta pela terra, pelo território e suas territorialidades, assim, o processo de tessitura dos mapas estimula a consciência crítico-social dos sujeitos do campo, das águas e das florestas. Tal potencial tem fomentando a introdução desta metodologia em práticas pedagógicas, devido às contribuições para a educação do campo. Nessa perspectiva, por meio da análise sobre a oficina de mapeamento social comunitário desenvolvida com os educadores das escolas do campo no município de Castanhal/PA, apresentados no decorrer do texto, buscou-se discorrer acerca de uma breve contribuição metodológica para a prática pedagógica em escolas do campo. Este estudo é de natureza qualitativa, ao levar em consideração a subjetividade presente na relação dos educadores e a práticas pedagógicas, bem como fontes documentais e bibliográficas.

Palavras-chave: Cartografia Social; Educação do Campo.

Abstract: Social cartography has been configured as an important methodological proposal to enhance the pedagogical practices of rural schools in the Amazon. In the struggle for land, territory and its territorialities, the process of weaving the maps stimulates the critical-social consciousness of the rural, water and forest subjects. Such potential has encouraged the introduction of this methodology in pedagogical practices, due to the contributions to rural education. In this perspective, through the analysis of the social community mapping workshop developed with the educators of rural schools in the municipality of Castanhal/PA, presented throughout the text, we seek to discuss a brief methodological contribution to the pedagogical practice in rural schools. This is a qualitative study, taking into consideration the subjectivity present in the relationship between educators and pedagogical practices, as well as documentary and bibliographic sources.

Keywords: Social Cartography; Field Education.

INTRODUÇÃO

A cartografia social tem se mostrado uma ferramenta em potencial, pois sua introdução desta nova abordagem metodológica em práticas pedagógicas, especificamente na educação do campo, tem se configurado como uma importante proposta metodológica para potencializar tais práticas nas escolas do campo da Amazônia. A luta constante pela terra, pelo território e suas territorialidades, contribui para o processo de tessitura dos mapas, bem como estimula-se a consciência crítico-social dos sujeitos do campo, das águas e das florestas.

Nesse sentido, este trabalho tem por objetivo, de forma geral, analisar a experiência de mapeamento social comunitário enquanto contribuição metodológica para a prática pedagógica em escolas do campo, dando ênfase para a experiência da oficina de mapeamento social comunitário desenvolvida a priori com os coordenadores pedagógicos das unidades de ensino do território castanhalense.

O território municipal é marcado por heterogeneidades coexistentes no mesmo território, territorialidades de quilombolas, assentados, extrativistas e agricultores. Castanhal teve sua construção sócio-espacial ligada ao anseio dos governantes da Província do Pará, ao criar colônias agrícolas em decorrência da imigração de colonos para trabalharem com a atividade agrícola, almejando o abastecimento de Belém. A princípio, o território foi ocupado por estrangeiros que, gradativamente, foram cedendo lugar aos nordestinos. Os imigrantes foram direcionados “a trabalhar na terra com o intuito de produzir cultivos de primeira necessidade – arroz, feijão, mandioca, dentre outros” (MIRANDA, 2009, p. 72), fato que denota a ocupação do território ligada a necessidade de produtos agrícolas e a construção da estrada de ferro Belém-Bragança.

Castanhal, ganhou esse nome em decorrência da grande presença de árvores de castanheiras na área, então seu nome é em homenagem a essa espécie vegetal. Mas, há uma segunda versão, esta estaria ligada à estrada de ferro Belém-Bragança, “em que uma das suas estações ficou localizada sob a sombra de uma frondosa castanheira e, a partir daí, o local foi batizado como Castanhal, constituindo-se em núcleo urbano” (IDESP, 2011, p. 07). Município localizado na Mesorregião Metropolitana de Belém e na Microrregião Castanhal.

Para tanto, a construção desta pesquisa perpassa pela escolha da área de estudo, a qual surgiu vinculada às vivências nas escolas do campo do município, desde da infância até a vida de educadora, além de conhecimentos prévios sobre o uso de mapas sociais por comunidades tradicionais. Por último, a importância de compartilhar boas experiências, narrativas impulsionadoras da construção da verdadeira escola do campo. Assim, vale ressaltar que a problemática do estudo é pensada como o mapeamento participativo contribui na prática pedagógica de educadores das escolas do campo em Castanhal-PA.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para responder a problemática e tais objetivos optou-se por uma abordagem qualitativa em razão da subjetividade presente na relação dos sujeitos do campo e as práticas pedagógicas, uma vez que “Caracterizam-se por estudos flexíveis, menos estruturados, em que as descobertas de campo levam a desdobramentos que guiam o pesquisador em seus passos” (RAGIN; BECKER, 1992 apud KIRSCHBAUM, 2013, p. 181).

O levantamento dos dados contou com pesquisa documental junto ao Núcleo de Educação do Campo – Secretaria Municipal de Educação (SEMED). E ainda, a pesquisa caracteriza-se como bibliográfica em decorrência da contribuição teórico, de escritos que envolvem cartografia social, mapeamento social comunitário, educação do campo, prática pedagógica. Pesquisa que abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo (MARCONI; LAKATOS, 2011).

Durante a pesquisa, a técnica de coleta de dados utilizada foram as entrevistas semi-estruturadas, que partem de um “roteiro com perguntas principais complementadas por outras

questões inerentes às circunstâncias momentâneas à entrevista” (MANZINI, 1990/1991 p. 154). Ou seja, são perguntas abertas que estimulam respostas espontâneas, não condicionadas a uma padronização, realizadas em conversas cheias de espontaneidade. Durante as entrevistas foi levado um celular para que as falas verbalizadas fossem gravadas e depois armazenadas no computador, para serem posteriormente descritas e analisadas. Pois compreender as falas, ajudaria a reescrevê-las para a sistematização de citações.

Assim, a observação sistemática da oficina com enfoque nas questões levantadas, os sujeitos envolvidos, o percurso metodológico, a programação, registros fotográficos, o material utilizado, com inventário da contribuição metodológica desta pesquisa para o empoderamento das escolas do campo no âmbito pedagógico no município de Castanhal, visto que a observação sistemática é usada para responder a demanda preestabelecida (MARCONI; LAKATOS, 2008, p. 276).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Oficina de Mapeamento Social Comunitário aconteceu no dia 02 de maio de 2019, no horário de 07:00h às 17:00h, nos espaços da Agrovila de Santa Terezinha, tendo como público alvo os coordenadores pedagógicos das escolas do campo do território castanhalense. Pois, segundo a coordenadora do NEC, eles são considerados os sujeitos macros do processo, responsáveis por entender e dinamizar a proposta na escola. Esta, contou com o título: *Contribuições metodológicas para o fortalecimento da escola do campo: afirmação do território, saberes locais e intersecções com o currículo escolar*. Já na intitulação da oficina nota-se um olhar diferenciado da Secretaria de Educação para com as escolas do campo, mostrando-a como um espaço institucionalizado na contramão do ideário urbano-centro.

Olhar diferenciado e sistematizado em uma programação que já começou com a saída da equipe do Núcleo de Educação do Campo da SEMED em Castanhal. Na chegada em Santa Terezinha ocorreu a acolhida na Escola Municipal Leandra Paulino Corrêa com a fala de uma das coordenadoras pedagógicas da escola, a Professora Laís Quaresma. Após as palavras de boas-vindas proferidas pela professora Laís aos coordenadores visitantes, houve um café coletivo preparado pelo apoio da Escola Leandra. Em seguida deu-se início a ginástica laboral.

Após a ginástica, deu-se a abertura da atividade com a palavra do professor Edwin responsável pela coordenação de ensino - CE, isso em um outro espaço, às margens do igarapé Marapanim ou igarapé da ponte¹, como é chamado pelos moradores da agrovila. Ainda fazendo parte deste momento introdutório como consta na programação, houve a apresentação do projeto com a Professora Josiane Nascimento. Seguindo por volta das 10h deu-se início as instruções em específico sobre mapeamento social comunitário ministrado pela pesquisadora Dayane da Faculdade de Biblioteconomia da Universidade Federal do Pará (UFPA), campus de Belém. Dayane trabalha com mapeamento de bibliotecas comunitárias

A pesquisadora Dayane é envolvida no trabalho de mapeamento de bibliotecas comunitárias nas áreas periféricas da região metropolitana de Belém. Assim, a partir de sua

¹ Braço esquerdo do rio Marapanim, compõem a bacia hidrográfica de mesmo nome.

experiência com o mapeamento e suas vivências no movimento social, lançou-se o convite para participar como “formadora/instrutora” acerca da cartografia social/mapeamento, relatando sua experiência e como esta pode ser utilizada como ferramenta metodológica nas escolas do campo de Castanhal, como diz a Coordenadora do NEC em entrevista:

Conheci ela nesse processo de mapeamento das bibliotecas comunitárias [...] então... bora lá fazer com os meninos de Castanhal, porque aí a gente leva tua experiência e fala um pouquinho do mapeamento, como ele pode ser utilizado como ferramenta metodológica para a construção dos ppp's, [...] aí a gente foi adaptando a proposta (Coordenadora do Núcleo de Educação do Campo – NEC, entrevista concedida julho/2019).

Observou-se durante a oficina e na fala da coordenação do NEC a preocupação em convidar um “formador” para a atividade, capaz de impulsionar a construção de práticas pedagógicas nas escolas do campo castanhalense através de suas próprias narrativas, como foi o caso da Dayane, quilombola e presente dentro do processo de luta e construção de práticas pedagógicas para os sujeitos negados historicamente, que vem remando na contracorrente hegemônica.

Logo, a partir desse momento, já é possível confirmar a oficina de mapeamento como prática pedagógica de fortalecimento das escolas do campo castanhalense, além de atender os seus próprios objetivos presentes no projeto, traz a presença de elementos fundantes da educação do campo como já mencionados nos fios teóricos deste escrito, como os movimentos sociais, inovações pedagógicas e escolares, segundo Martins (2013).

Também, acredita-se que a oficina não trará apenas o suporte para a construção dos PPP's, mas em virtude da potencialidade frutificará em outros processos de desenvolvimento de práticas pedagógicas dentro e para além dos muros das escolas. Confirmando este pensamento, na entrevista ficou claro na fala da Coordenadora do NEC o reconhecimento da potencialidade e o interesse em gestar com os sujeitos das escolas, das comunidades atividades de reafirmação do território e das territorialidades através da cartografia social como verifica-se abaixo:

Trazer o mapeamento para que os coordenadores, os professores possam se assumir enquanto sujeitos protagonistas de políticas públicas locais [...] o plano da adesão, não vou fazer porque estão me mandando, eu quero fazer [...] é importante para mim enquanto liderança da comunidade, enquanto presença do Estado, porque nós somos presença do Estado no espaço onde a gente estar, é importante pra gente assumir esse desafio de ensinar a partir das necessidades das nossas comunidades (Coordenadora do Núcleo de Educação do Campo – NEC, entrevista concedida julho/2019).

Durante a formação foi abordado o que são as cartografias sociais, qual objetivo destas dentro das escolas, das comunidades, sendo exposto através de slides. Buscou-se pela formadora enfatizar o objetivo das novas cartografias dentro da escola, que é ressignificar o espaço da escola dentro da comunidade, em meio ao cenário de refluxos, de marginalização do professor, do desmonte educacional. Dessa forma, tendo como objetivo principal tornar esse espaço um equipamento público cada vez mais próximo da realidade do território do qual está inserida.

Com isso, observou durante a oficina e nas entrevistas posterior a formação, uma articulação entre a cartografia social e a tríade *Campo – Política Pública – Educação* como

mencionado nos fios teóricos acima, o escrito de Caldart (2007). Um diálogo no início, mas em curso, onde vislumbra-se a preocupação do NEC em dar protagonismo e autonomia através de subsídios formativos para os sujeitos identitários do campo castanhalense, para assumirem a construção de práticas pedagógicas capazes de desenvolver a consciência crítico-social em prol de questionar os direitos forjados, pode-se confirmar tal pensamento a partir da fala da coordenadora do NEC durante a oficina:

A ideia é que eles tenham primeiro contato com isso, e depois entendendo como pode ser feito, quais são os ganhos que a comunidade vai ter, que a escola vai ter com esse mapeamento [...] partir para a construção para a construção das propostas, propostas que não vão ficar só no papel, uma proposta que vem para o fortalecimento daquilo que local do território mesmo, a partir daí a escola empoderada rompe os muros da educação e começa a trabalhar no plano social [...] começa a trabalhar com políticas públicas direcionadas aos governos que virão e estar aí agora (Coordenadora do NEC, oficina de mapeamento, maio/2019).

Também se pode ressaltar falas proferidas e ilustradas na oficina que fazem uma ponte com o pensamento de Herlihy e Knapp (2003 APUD ACSELRAD; COLI, 2008), quando ele chama atenção dizendo que o mapeamento participativo é aquele que aceita os conhecimentos do território construídos pelas comunidades locais. Afinal, nada melhor do que eles para expor o que há na sua terra, no seu território de sobrevivência, seja as riquezas culturais ou até mesmo os processos conflituosos em torno do acesso à terra, à educação, à saúde.

Nesse caminhar, Acselrad; Viégas (2013) escreve sobre a apropriação da técnica de mapear pelas comunidades que foram excluídos dos processos de tomada de poder. Pois, dentro dos objetivos e percurso metodológico do projeto de mapeamento das comunidades, os sujeitos estão ocupando a função de protagonistas mesmo que inicialmente seja realizado apenas com os coordenadores, estes incumbidos de envolver a escola, a comunidade, formando a rede de parceiros.

Além disso, a formadora falou do cartografar a partir da perspectiva dos *mapas afetivos na construção da identidade*. A partir destas cartografias, está como ferramenta metodológica de adequação das atividades pedagógicas em sala de aula, com as vivências dos sujeitos do território, objetivando desconstruir e re-significar o modo de vida, valores, crenças da vida em comunidade, da luta coletiva. Ainda abordou *o mapeamento de pesquisa-ação para o desenvolvimento de trabalhos*, sendo mapas informativos com dados quantitativos e qualitativos, servindo como embasamento para a construção das políticas públicas de cunho educacional.

Verificou-se a partir da exposição e diálogo estabelecido entre a formadora e os coordenadores, grande interesse dos sujeitos macros do processo, os coordenadores, em levar para a práxis das escolas as contribuições metodológicas por meio da cartografia social, pois, notou-se em entrevista concedida pelos participantes um estímulo para dar prosseguimento ao percurso metodológico do projeto de mapeamento e chegar até as práticas pedagógicas.

Ademais, os coordenadores entrevistados pontuaram a necessidade de outras oficinas para haver mais esclarecido sobre a construção em si das cartografias, “Muito boa, contudo, sinto a necessidade de mais momentos para apresentação de práticas e não apenas teoria” (Coordenadora 01, entrevista concedida, agosto/2019). Do qual seria os materiais a serem

utilizados, da forma que será feita e entre outros questionamentos norteadores em torno da confecção dos mapas sociais. Fato que pode ser visualizado nas falas das entrevistadas abaixo:

Senti falta da estruturação do mapeamento, como é a estrutura [...] ela deu alguns exemplos [...], mas, não ficou muito claro [...] eu queria ter entendido melhor [...] essa resposta não é só minha, mas de todos os coordenadores que estavam lá [...] estão sentindo essa dificuldade (Coordenadora 02, entrevista concedida agosto/2019).

Segundo a coordenadora do NEC, há “um percurso metodológico a partir do aprendizado da técnica mesmo, da metodologia do mapeamento” (Coordenadora do NEC, oficina de mapeamento, maio/2019). Mesmo o objetivo sendo esse, faltou, segundo os entrevistados, mais prática da metodologia, entender o percurso metodológico dos mapas. Dado que, verificou no escrito de Acselrad e Coli (2008) a existência de duas formas principais de elaboração: a mais simples; podem ser tridimensionais feitas à mão e as produções mais elaboradas com uso de técnicas de geomáticas (GPS).

Fato citado mesmo tendo observado o *encaminhamento e proposta metodológica para a operacionalização nas escolas do campo*, sendo posto no papel muito do que já havia se aprendido durante a manhã. Diagnosticou-se a aproximação com a forma mais simples, feito à mão. Tarefa realizada logo após o almoço coletivo. Além da exposição, a oficina contou com uma avaliação instituída pelo NEC, característica sempre presentes nos encontros formativos promovidos pelo núcleo, com fins de aprimoramento.

Acredita-se, que o elo entre o mapeamento social comunitário e a educação do campo, frutificará em dados acerca do território das comunidades para a construção de práticas pedagógicas com base nas vivências, uma vez que, o campo de Castanhal apresenta uma vasta diversidade de territorialidades, sendo estas: quilombolas, assentados, agricultores, extrativistas e outras identidades. Castanhal apresenta um campo com heterogeneidade.

A oficina plantou o questionamento junto aos educadores, “como posso construir uma proposta que vai dialogar com o anseio da comunidade toda, que não é só o acesso ao ensino, mas a educação com uma perspectiva mais ampliada?” (Coordenadora do NEC, oficina de mapeamento, maio/2019). É pensar a proposta pedagógica com base nos pilares/matrizes formadoras: o trabalho, a luta social, a organização coletiva, a cultura e a histórica, e observou-se que a proposta pedagógica apresenta seu pilar a partir das matrizes formadoras reafirmando o pensamento de Caldart, Stédile e Daros (2015).

Logo, verificou-se a preocupação em respeitar a autonomia, a decisão das escolas, em aceitar a proposta ou não, segunda a Coordenadora do NEC, esta foi a primeira oficina, realizada com os coordenadores das 33 escolas, estes com toda a sua autonomia vão dizer se aceitam o mapeamento como metodologia para a construção dos PPP's. Até o momento apenas uma escola deu o retorno para a SEMED, e o NEC foi até a escola e organizou uma roda de conversa com os educadores para explicar o mapeamento, no entanto, aconteceu alguns desencontros na realização do percurso metodológico da proposta após a ida da equipe na unidade de ensino.

Conseqüentemente, realizou-se o mapeamento antes do enxergar/avaliação, fazendo que a proposta se tornasse uma prática isolada, pois realizou-se primeiro o mapeamento sem a avaliação/enxergar dos sujeitos, atropelando a sequência metodológica descrita no projeto anteriormente. Deve-se analisar

o que é a comunidade antes do mapeamento, ou melhor, o que é a visão da escola antes do mapeamento que vai enxergar a comunidade e o que é a escola depois desse processo de enxergar a realidade a partir daí construir as suas concepções [...] é um movimento inverso [...] a escola mandar daqui para cá (Coordenadora do NEC, entrevista concedida julho/2019).

Há coordenadores que citaram a questão do tempo determinado pela secretaria para desenvolver a proposta do mapeamento, que inicialmente seria a construção dos PPP's, uma vez que o conselho está exigindo das escolas a entrega de tal documento

Tem muitas questões envolvendo isso, o tempo principalmente, pois do jeito que deveria ser, porque pra eu fazer um mapeamento assim, do jeito que deveria ser, eu teria que ter muito mais tempo [...] por exemplo...o conselho está me cobrando pra fazer o PPP [...] eu tenho que correr, apesar de eu querer uma qualidade, mas acabo me esparrando nos trâmites legais e no tempo que tenho para fazer (Coordenadora 04, entrevista concedida agosto/2019).

Segundo a mesma coordenadora entrevistada, precisaria de um tempo para dialogar com os pais a respeito da educação do campo, do mapeamento social comunitário a fim de estimular a participação dos sujeitos do campo no desenvolvimento da proposta

Pois, precisaria do tempo para expor sobre a educação do campo, o mapeamento para os pais, para a comunidade e traçar as metas, a partir desse trabalho construir o PPP [...] só que não vai dar tempo [...] pois, muitas vezes o sujeito não participa porque ele não conhece (Coordenadora 04, entrevista concedida agosto/2019).

Por fim, acredita-se na emergência de inserir os sujeitos do campo na construção das cartografias sociais, pois quanto mais as comunidades se apropriam da técnica do mapeamento, maior será sua autonomia e fortalecimento do território e das territorialidades. Construir os mapas é reconhecer os “cartografantes” como sujeito de direito do território.

São essas as faces da cartografia social que oferecem potencialidades à prática pedagógica nas escolas do campo no território castanhalense. Afinal, “a gente já caminhou muito em relação a educação do campo aqui na escola, mas a gente precisa continuar caminhando em prol dos nossos propósitos” (Coordenadora 04, entrevista concedida agosto/2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi dito inicialmente, o principal objetivo deste trabalho foi analisar a experiência de mapeamento social comunitário enquanto contribuição metodológica para a prática pedagógica dos educadores do campo no município de Castanhal/PA. Assim, nesta pesquisa foram utilizados conceitos necessários ao desenvolvimento teórico da pesquisa, iniciando com uma discussão da cartografia social e educação do campo, tendo em vista contribuições para a prática pedagógica das escolas do campo, das águas e das florestas.

Logo, foi apreendido que é imprescindível pensar e construir propostas pedagógicas para as escolas do campo alicerçadas nos pilares fundantes e formadores da educação do campo. E vê-se propostas elaboradas embasadas no germe da educação do campo, como a oficina de

mapeamento social comunitário desenvolvida junto aos educadores e comunidade, é acreditar que mesmo em tempo de refluxos e do desmonte educacional, estamos em curso com as pequenas resistências, mesmo observando que a proposta está em seus primeiros passos.

Afinal, é uma iniciativa do Estado para a construção dos mapas sociais, isso é inovador, pois tem-se o mapeamento como subsídio para potencializar/modificar as práticas no território do campo castanhalense, marcado por heterogeneidades. Pois, mediante os dados obtidos com o produto cartográfico final, permitir aos sujeitos empodere-se na sua prática social, na luta pelos seus direitos.

Acredita-se na emergência de inserir os sujeitos do campo na construção das cartografias sociais, pois quanto mais as comunidades se apropriam da técnica do mapeamento, maior será sua autonomia e fortalecimento do território e das territorialidades. Construir os mapas é reconhecer os “cartografantes” como sujeito de direito do território.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSELRAD, Henri. Apresentação. In: ACSELRAD, Henri (org). **Cartografia social, terra e território**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, 2013.

ACSELRAD, Henri; COLI, Luis Régis. Disputas cartográficas e disputas territoriais. In: ACSELRAD, Henri (org). **Cartografias sociais e território**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, 2008.

ACSELRAD, Henri; VIÉGAS, Rodrigo Nuñez. Cartografias sociais e território – um diálogo latino-americano. In: ACSELRAD, Henri (org). **Cartografia social, terra e território**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes operacionais para a Educação Básica nas Escolas do Campo**. Brasília, DF, 2001.

CALDART, R. S., STÉDILE, M. E. e DAROS, D. (org.) **Caminhos para transformação da escola 2: agricultura camponesa, educação politécnica e escolas do campo**. São Paulo: Expressão Popular, 2015.

CALDART, Roseli Salete. **Educação do Campo: notas para uma análise de percurso**. Trab. Edu. Saúde, Rio de Janeiro, v. 7, nº 1, p. 35 – 64, março de junho, 2009.

INSTITUTO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO-SOCIAL DO PARÁ. **Castanhal: Estatística Municipal**. Castanhal: IDESP, 2011.

KIRSCHBAUM, Charles. **Decisões entre pesquisas quali e quanti sob a perspectiva de mecanismos causais**. Revista Brasileira de Ciências Sociais - Vol. 28, Nº 82, jun/2013.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. d. (2008). **Metodologia científica**. São Paulo: Atlas.
MANZINI, E. J. **A entrevista na pesquisa social**. Didática, São Paulo, v. 26/27, p. 149-158, 1990/1991.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragem e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados.** 7 ed. – 5. reumpr. – São Paulo: Atlas, 2011.

MARTINS, Fernando José. **Elementos Fundamentais da Educação do Campo.** Revista Vol. 8 n° 15 Jan/jun 2013. p. 179-198, UNIOESTE - Campus de Cascavel.

MIRANDA, Rogério Rego. **INTERFACES DO RURAL E DO URBANO EM ÁREA DE COLONIZAÇÃO ANTIGA NA AMAZÔNIA: estudo de colônias agrícolas em Igarapé-Açu e Castanhal (Pa).** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Belém, 2009.

III SIGNE

III Simpósio de geotecnologias do Nordeste
GEOTECNOLOGIAS NA SALA DE AULA
POSSIBILIDADES E AVANÇOS

& V GISday



GEOGRAFIA HUMANA & SIG

2º EIXO



GEOTECNOLOGIAS NA SALA DE AULA

POSSIBILIDADES E AVANÇOS

A APREENSÃO DA NOÇÃO DE PRODUÇÃO DO ESPAÇO AGRÁRIO SOB A ÓTICA DA EDUCAÇÃO DO CAMPO

Marissanta Rodrigues da Silva^(a), Keully Maria da Costa Belarmino^(b)

^(a) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Acre, marissantarodrigues2@gmail.com

^(b) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Acre, keullymariabelarmino@gmail.com

Resumo: O resumo analisa os aspectos relacionados à apreensão da noção de produção do espaço sob a ótica da educação do campo, para tanto, tratou-se por intermédio de tópicos acerca do espaço geográfico como um conjunto de sistemas de objetos e sistemas de ações da educação do campo como sendo fruto de uma mobilização social, e da produção do espaço como o lugar onde as relações capitalistas se reproduzem. Por último tratou-se acerca da apreensão da noção de produção do espaço sob a ótica da educação do campo, apoiado em um referencial teórico endossado por pesquisas relacionadas à temática. O objetivo geral foi identificar, registrar e analisar as interpretações de produção do espaço na visão educativa camponesa. O método de procedimento, por sua vez, é o hipotético-dedutivo.

Palavras-chave: Educação do Campo; Produção do Espaço Agrário; Espaço Geográfico.

Abstract: The summary analyzes the aspects related to understanding the concept of production of space from the perspective of field education, for this purpose, it was through topics about geographic space, such as a set of object systems and action systems, of field education as the fruit of a mobilization social, and the production of space as the place where capitalist relations themselves reproduce. Finally, it was about the apprehension of the notion of production of the space under the perspective of field education, supported by a theoretical framework endorsed by research related to the theme. The general objective was to identify, record and analyze the interpretations of space production in the educational vision peasant. The method of procedure, in turn, is the hypothetical deductive.

Keywords: Field Education; Space Agrarian Production; Geographic Space.

INTRODUÇÃO

Ao se falar em espaço rural, é notório que este remete as ações provenientes de questões que alavancam grandes direcionamentos acerca de todos os componentes envolvidos nas questões agrárias no campo. Dentre eles, podemos mencionara agricultura que vem sendo cultivada desde os primórdios como forma de sobrevivência e comercialização, e sobre a educação do campo que foi fundada através dos movimentos políticos e sociais e que vem ganhando notoriedade pelas lutas, isso no intuito de melhorar o processo de produção, bem como a vida das pessoas que residem no campo, que buscam se organizar conforme suas necessidades e que lutam por melhores condições de vida. Contudo, verificou-se que a educação do campo se faz necessária e que a mesma vem sendo interpretada de diversas maneiras e com vários vieses, principalmente para que haja planejamento e organização da produção. Frente ao

contexto educacional no campo, o presente trabalho visa explicar acerca dessa temática tão importante para a população campesina.

No contexto da temática proposta no resumo, traçou-se o objetivo geral pautado em analisar os aspectos relacionados à apreensão da noção de produção do espaço agrário sob a ótica da educação do campo.

E em função do objetivo principal, propiciou-se a elaboração dos objetivos específicos que analisou por meio de tópicos acerca do espaço geográfico, como sendo um conjunto de sistemas de objetos e sistemas de ações desenvolvidas na educação do campo. Analisou-se também, como as mobilizações sociais de produção no espaço agrário vem se constituindo como lugar onde as relações capitalistas se reproduzem.

Esse resumo apoiou-se em referenciais teóricos, consubstanciado por pesquisas relacionadas a essa temática.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada para abordagem dessa pesquisa foi a qualitativa, pela utilização de materiais já existentes e que contemplam a temática desse resumo e que conforme cada documento, constam referenciados de acordo com seus autores, locais e datas provenientes em cada um. Dentre eles, a utilização de: jornais, periódicos virtuais, documentos estatísticos, artigos científicos e livros. Os procedimentos de pesquisa para a elaboração do presente trabalho, se formularam por meio de pesquisas bibliográficas e documentais.

Conforme pesquisa científica pautada em estudos aprofundados, o método de procedimento utilizado nesse estudo é o hipotético-dedutivo. As considerações finais acontecem, onde são apresentados pontos conclusivos seguidos da estimulação à continuidade dos estudos e das reflexões sobre a produção do espaço e a educação do campo.

É importante destacar o conceito do termo metodologia. Nesse aspecto, Minayo (2007, p. 44) define de maneira ampla e simultânea:

(...) a) como a discussão epistemológica sobre o “caminho do pensamento” que o tema ou o objeto de investigação requer; b) como a apresentação adequada e justificada dos métodos, técnicas e dos instrumentos operativos que devem ser utilizados para as buscas relativas às indagações da investigação; c) e como a “criatividade do pesquisador”, ou seja, a sua marca pessoal e específica na forma de articular teoria, métodos, achados experimentais, observacionais ou de qualquer outro tipo específico de resposta às indagações específicas.

Segundo Gil (2007, p. 17), a pesquisa é definida como um “procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos”. A pesquisa desenvolve-se por um processo constituído de várias fases, desde a formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados”.

A forma de abordagem da pesquisa se classifica como pesquisa qualitativa, nesse contexto, Gerhardt (2009) descreve que esse método busca explicar o porquê das coisas e não envolve medidas quantitativas.

Quanto aos procedimentos, analisa-se que poderá ser uma pesquisa documental e ou bibliográfica, para tanto, Fonseca (2002, p. 32) destaca que:

“A pesquisa documental trilha os mesmos caminhos da pesquisa bibliográfica, não sendo fácil por vezes distingui-las”. A pesquisa bibliográfica utiliza fontes constituídas por material já elaborado, constituído basicamente por livros e artigos científicos localizados em bibliotecas. A pesquisa documental recorre a fontes mais diversificadas e dispersas, sem tratamento analítico, tais como: tabelas estatísticas, jornais, revistas, relatórios, documentos oficiais, cartas, filmes, fotografias, pinturas, tapeçarias, relatórios de empresas, vídeos de programas de televisão, etc.).

Ressalte-se que o presente resumo far-se-á o uso de artigos científicos, revistas, livros, teses monográficas e dissertações, bem como doutrinas relacionadas ao tema, por entender a necessidade e a qualidade que o mesmo deverá ter.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através desse estudo, buscou-se a compreensão sobre a produção do Espaço Geográfico como palco dos acontecimentos de interação entre a natureza e os seres humanos.

No decorrer da história relacionada à Geografia, observou-se que o conceito de espaço geográfico vem acontecendo conforme a visão de diferentes estudiosos que se dedicam a estudar a natureza relação dos seres humanos com a mesma.

Faz-se necessário destacar o espaço geográfico subdividido nas categorias: natureza, sociedade, tempo e espaço. Nestes aspectos Suertegaray (2001, p. 79-104) destaca que a:

[...] Natureza são os elementos ou o conjunto dos elementos formadores do planeta terra, ou seja, ar, água, solos, relevo, fauna e flora. [...] Sociedade [...] como conceito de comunidade [...] entendida como expressão da vida humana através das relações sociais temporalmente estabelecidas. [...] o tempo é entendido como seta e ciclo, ou seja, o espaço geográfico se forma (no sentido de formação, origem) e se organiza (no sentido de funcionalidade), projetando-se como determinação ou como possibilidade. [...] o espaço geográfico é a coexistência das formas herdadas (de uma outra funcionalidade), reconstruídas sob uma nova organização com formas novas em construção, ou seja, é a coexistência do passado e do presente ou de um passado reconstituído no presente.

Neste compasso, a autora ainda verifica que os profissionais da Geografia, comentaram o espaço como variável definida e que ele existiria na forma de representação por mapas e cartas.

As formações socioespaciais, como etapas de um processo histórico, fazem referências ao desenvolvimento desigual das sociedades, o que, por sua vez, desvelam dados basilares para esclarecer por que países, regiões e cidades diferenciam-se uns dos outros. O que, todavia, quer dizer que a base da organização/transformação espacial coexiste no embate entre o que está posto e o que se estabelece como novo, resultando em um espaço desigual e combinado.

Heidrich (1998) refere-se à constituição do território aduzindo que os espaços têm se tornados diferenciados, desde sua história e delimitação como território, isso num processo de conquistas e utilização dos recursos naturais para a própria sobrevivência e também por ser ocupado fisicamente para as moradias. Sendo estes pela defesa do território e tendo o domínio da coletividade sobre o território que habita. Nesse sentido, passa a ter a defesa territorial constituída por uma configuração social e uma organização mantida pelo poder.

Segundo Aliata e Silvestri (1994) o ambiente assume a concepção de unidade de diversas manifestações entre si relacionadas, sistema, nos termos que o estruturalismo o redefiniu, organismo.

A expressão produção do espaço para Lefebvre (1974) “consiste, grosso modo, no lugar onde as relações capitalistas se reproduzem e se localizam com todas as suas manifestações de conflitos e contradições”.

Para Santos (1991, p.38), a ideia central da interpretação da produção espaço situa-se na combinação simultânea entre a forma, a estrutura e a função. Isso porque, “os movimentos da totalidade social modificando as relações entre os componentes da sociedade, alteram processos e incitam funções”.

Nesse contexto, surgem ideias que contemplam novos padrões de acomodações e de desenvolvimentos produzidos pelo o homem, justificando o processo de ocupação e relações sociais. Nesses termos, Silva (2004, p.232) esclarece:

[...] as ideias de um “novo” padrão de desenvolvimento posto em escala mundial fixam bases em escala local, deixando duas possibilidades em aberto: num momento poderá conduzir a novos processos de contestação do que está colocado; e, noutro, se colocar mais como uma forma de justificar ações de capitalização, inclusive da natureza, enquanto capital de realização presente e futura.

Postas as premissas sobre o espaço geográfico, observa-se que é sobre ele que acontecem as movimentações, bem como a interação do homem, em busca de sobrevivência e das ações de produção e reprodução do espaço e das ações provenientes da educação. Nesses termos, encontra-se inserida com grande importância a educação do campo, necessária para qualificação e o conhecimento sistematizado e necessário para a comunidade campesina.

Sobre essa visão, no ensaio a Educação do Campo: notas para uma análise de percurso, Caldart (2009) destaca a educação do campo enfatizada a uma crítica material com objetivos e fins práticos que surgiu em base de divergência de ideias. Nessa condição SECAD (2007, p. 12) menciona que:

A partir desse contexto de mobilização social, a Constituição de 1988 consolidou o compromisso do Estado e da sociedade brasileira em promover a educação para todos, garantindo o direito ao respeito e à adequação da educação às singularidades culturais e regionais. Em complemento, a atual Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/96) estabelece uma base comum a todas as regiões do país, a ser complementada pelos sistemas federal, estaduais e municipais de ensino e determina a adequação da educação e do calendário escolar às peculiaridades da vida rural e de cada região.

Em Caldart (2012, p. 257-265) o conceito de educação do campo ainda é recente, e por fazer parte de um movimento político, é mutável, de modo a acompanhar o fenômeno do contexto histórico. Nesse sentido, o autor ainda ressalta que:

O conceito de Educação do Campo é novo, mas já está em disputa, exatamente porque o movimento da realidade que ele busca expressar é marcado por contradições sociais muito fortes. [...] O conceito de Educação do Campo, como parte da construção de um paradigma teórico e político, não é fixo, fechado, também não pode ser aleatório, arbitrário [...] Educação do Campo é um conceito em movimento como todos os conceitos, mas ainda mais porque busca apreender um fenômeno em fase de constituição histórica.

Acerca da constituição de núcleos escolares, é importante ainda destacar que:

A constituição de núcleos escolares para as populações camponesas nos perímetros urbanos, locais onde em geral estão concentrados os bolsões de pobreza das cidades, associada à organização de um sistema de transporte de estudantes da zona rural para esses núcleos, revela a ideia subjacente a essas políticas de que as crianças e adolescentes do campo possuem os mesmos interesses, motivações e necessidades daqueles que vivem nas áreas urbanas e que devem ser educados para uma futura vida na cidade (SECAD, 2007, p.13).

Na busca de aprimorar os conhecimentos, bem como ter melhores condições de vida, a população das áreas rurais, luta e se organiza em movimentos sociais para fortalecer essas conquistas no campo.

Molina e Munarim (2006) diz que o protagonismo dos movimentos sociais e sindicais na educação do campo, tanto nos níveis de escolarização formal em curso em dezenas de universidades brasileiras, quanto sua participação no processo de discussão e elaboração de algumas políticas públicas, tem provocado/acelerado distintas maneiras de conhecer, colocando em questão a necessidade de rupturas epistemológicas para avançarmos na perspectiva da consolidação do espaço rural como um território de múltiplos saberes e de produção de vida.

Sob essa ótica a Educação do Campo surge numa perspectiva de fortalecimento das identidades dos movimentos sociais de luta pela terra e logo, também, pelo reconhecimento dos modos de vida do campo, na medida em que eles são dotados de significado e importância na constituição de seus currículos.

É fundamental, pensar em processos escolares inclusivos, no que diz respeito aos processos históricos de suas comunidades e de suas representatividades. Isso não significa negar o processo de escolarização ou mesmo negar a importância do saber científico, mais estabelecer conexões e processos formativos que ultrapassem a ideia do campo como sinônimo de atraso, pois esse exige que façamos da escola um local de formação de pessoas qualificadas, críticas e conhecedoras da importância de se viver no campo.

A Educação do Campo acontece numa perspectiva do movimento, de integração dos sujeitos no processo educativo. Portanto, a práxis é algo que se relaciona com os saberes em múltiplas dimensões, e nem sempre é o educador que possui a palavra, pois a construção se dá no diálogo e no processo de socialização e coletividade, bem como, devem acontecer o conhecimento necessário à produção e ao cultivo a terra.

Por fim, verifica-se que a produção e a reprodução do espaço estão ligadas com as relações principalmente econômicas realizadas pelo homem. Assim, sabe-se que o espaço geográfico é produto da ação do homem e suas interações diretamente, modificando e apresentando resultados positivos ou até mesmo negativos para a natureza. Essas interações promovem uma complexidade de transformações contínuas com o passar dos anos nas sociedades.

Ademais, é importante destacar o homem como sendo essencial no processo de produção do espaço, tendo em vista que sua ação é condicionante para alcançar seus objetivos.

Silva *et al.* (2012) destacou que a população camponesa tem sofrido em sua história, uma longa trajetória de violência, de exploração e de exclusão. Desde a colonização, na criação das capitâncias hereditárias, com a escravidão e o extermínio dos povos que aqui já habitavam, até a expansão da agroindústria e o recrutamento de mão de obra especializada para lidar com a

terra, o campo tem sido espaço disputado como lócus de poder político e econômico para alguns e espaço de expropriação para muitos.

Sabe-se que o contexto das atividades voltadas ao campo, são propostas direcionadas às questões econômicas e sociais que valorizam em muitas ocasiões há aqueles que já são donos dos meios de produção, onde o pequeno produtor não participa de forma justa dessa produção.

Oliveira (1986) afirma que o processo contraditório de reprodução ampliada do capital gera relações não capitalistas igual e contraditoriamente necessárias à sua reprodução.

Segundo Gonçalves (2005), o desenvolvimento do capitalismo no campo traz as possibilidades técnicas (química, física e biológica) que distanciam as condições de produção da fazenda e da pequena produção. Sob essa visão, Vendramini considera que:

[...] as experiências educacionais (escolas, programas e currículos especiais, campanhas nacionais, etc.) voltadas para a população rural – desde a década de 1920, quando a educação rural começou a ocupar espaço na problemática educacional – se pautam pela lógica da educação como mola propulsora do desenvolvimento social. (VENDRAMINI, 2007, p. 127).

Observa-se que a ideia de reforma agrária para o desenvolvimento da agricultura familiar é descabida de conteúdo econômico. Seria absurdo continuar a pensar em agricultura como atividade caracterizada pela tecnologia mais primitiva de todos os setores do sistema econômico, condenada a contentar-se com os contingentes de mão de obra residual. Isto é, como aquela atividade, que, por força do seu despreparo, ainda não se houvesse sentido atraída pelos setores progressivos de ponta. (RANGEL, 2000, p.159-160).

Nesse interim, as observações aqui propostas sobre o contexto agrário e do espaço geográfico, complementam-se através dessa interação da natureza e do homem que reside no campo, com suas ações contínuas e necessárias, no intuito de se organizar e produzir, seja economicamente, e ou socialmente com basilares educacionais e políticas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das exposições abordadas na elaboração do presente trabalho, verificou-se que existe a necessidade de um estudo mais aprofundado acerca da produção do espaço e da educação do campo e como esses fatores interagem e são compreendidos.

Apresentou-se no decorrer do presente estudo que o espaço geográfico é formado por um conjunto de objetos e ações, e que está relacionado intimamente com a formação histórica, econômica e social.

Observou-se que a educação do campo foi fruto de diversas discussões e movimentos sociais que lutaram e que continuam lutando para garantir que o direito à educação alcance a todos, sem distinção da população, mesmo sabendo que ainda existem pessoas, residentes nas zonas hipossuficientes de política pública que ainda não obtiveram os direitos à educação.

Identificou-se que a produção do espaço se caracteriza pela realização da produção de objetos “geograficizados” dessa relação homem-meio e também conforme a lógica dos fatores econômicos e sociais, com a prática de atividades destinadas á atenderem as demandas mais urgentes de mercados e de relações sociais de produção agrária capitalista, destinando-se a cumprir as necessidades das produções exigidas.

Por fim, verifica-se que os as agentes dos poderes públicos competentes, precisam incentivar programas educacionais voltados não somente para a educação convencional, mas também para as atividades desenvolvidas diretamente no campo que envolve o setor agrário para o grande e o pequeno produtor, de acordo com suas realidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALIATA, Fernando; SILVESTRI, Graciela. El paisaje en el arte y las ciencias humanas. **Centro Editor de América Latina, Buenos Aires**, 1994.

CALDART, Roseli Salette. Educação do campo: notas para uma análise de percurso. **Trabalho, educação e saúde**, v. 7, p. 35-64, 2009.

CALDART, Roseli Salette et al. Educação do campo. **Dicionário da educação do campo**, v. 2, p. 257-265, 2012.

FONSECA, João José Saraiva da. **Apostila de Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

GERHARDT, Tatiana Engle; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Plageder, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GONÇALVES, José S. **A agricultura sob a égide do capital financeiro**: passo rumo ao aprofundamento do desenvolvimento dos agronegócios. In: *Informações Econômicas*, v.35, n. 4. São Paulo, 2005.

HEIDRICH, Álvaro Luiz. Fundamentos da Formação do Território Moderno. **Boletim Gaúcho de Geografia**, v. 23, n. 1, AGB - Seção Porto Alegre, 1998.

LEFEBVRE, Henri. **A Produção do Espaço**. Paris: Armand Colin, 1974.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento**. Pesquisa qualitativa em saúde. 10 a edición. São Paulo: Hucitec-Abrasco, 2007.

MOLINA, Mônica Castagna; MUNARIM, Antonio. **Educação do Campo e Pesquisa: questões para reflexão**. Bib. Orton IICA/CATIE, 2006.

OLIVEIRA, Ariovaldo Umbelino de. **Modo capitalista de produção e agricultura**. São Paulo: Ática, 1986.

RANGEL, Inácio. **Questão agrária industrialização e crise urbana no Brasil**. Rio Grande do Sul: editora da UFRGS, 2000.

SANTOS, Milton. **Pensando o Espaço do Homem**. São Paulo. Hucitec, 3. edição, 1991.

SECAD, Cadernos. **Educação do Campo**: diferenças mudando paradigmas. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2007.

SILVA *et al.* Educação do campo: a luta dos movimentos sociais camponeses por uma educação escolar específica e diferenciada. *Pedagógica: Revista do programa de Pós-graduação em Educação -PPGE*, v. 14, n. 28, p. 407-436, 2012.

SILVA, Silvio Simione da. **Resistência camponesa e desenvolvimento agrário na Amazônia-acreana** / Silvio Simione da Silva. - Presidente Prudente: [s.n.], 2004.

SUERTEGARAY, Dirce Maria. Espaço geográfico uno e múltiplo. **Scripta Nova**. Revista electrónica de Geografía y ciencias sociales, v. 5, n. 79-104, 2001.

VENDRAMINI, Célia Regina. Educação e trabalho: reflexões em torno dos Movimentos sociais do campo. **Caderno Cedes**, Campinas, v. 27, n. 72, p. 121-135, maio/ago. 2007.



GEOTECNOLOGIAS NA SALA DE AULA

POSSIBILIDADES E AVANÇOS

A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS GRUPOS DE PESQUISA NO BRASIL

Matheus de Oliveira Ferreira^(a), Henrique Caetano Vian^(b)

^(a) Mestrando em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Uberlândia; matheus.ferreirageo25@ufu.br

^(b) Mestrando em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Uberlândia; henriquevian@ufu.br

Resumo: Os grupos de pesquisa são espaços de socialização do conhecimento vinculados às Instituições de Ensino Superior que vem tomando protagonismo como um meio de construção do conhecimento acadêmico-científico nas últimas décadas. Os dados disponíveis no Diretório de Grupos de Pesquisa do Brasil nos possibilitam evidenciar e mapear o desenvolvimento dos grupos no território nacional. Este trabalho objetivou mapear a distribuição espacial dos grupos de pesquisa no Brasil, utilizando do software QGIS Versão 3.26.2. a fim de elucidar a existência ou não de um padrão de concentração regional dos grupos de pesquisa.

Palavras-chave: Mapeamento; Universidade; Ciência; Região Concentrada.

Abstract: Research groups are spaces for the socialization of knowledge linked to Higher Education Institutions that have been taking a leading role as a means of building academic-scientific knowledge in recent decades. The data available in the Directory of Research Groups in Brazil allow us to highlight and map the development of groups in the national territory. This study aimed to map the spatial distribution of research groups in Brazil, using the QGIS software version 3.26.2. to clarify the existence or non-existence of a pattern of regional concentration regarding research groups.

Keywords: Mapping; University; Science; Concentrated Region.

INTRODUÇÃO

A partir dos anos 2000, o Brasil passou por mudanças estruturais significativas no que tange a organização de seu sistema educacional, especialmente no ensino superior (MANCEBO; VALE; MARTINS, 2015). Tais mudanças de cunho político-jurídico fomentaram a ampliação do número de Instituições de Ensino Superior (IES) e uma reorganização na distribuição destas no território brasileiro. Hoje, com o avanço das tecnologias pautadas em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), torna-se possível evidenciar – como por meio de mapeamentos – a configuração territorial destas transformações.

Dentre os modelos de organização da produção acadêmico-científica no interior das universidades, encontram-se os Grupos de Pesquisa (GPs), compreendidos como espaços de socialização do conhecimento científico (CAMPOS, 2012) vinculados às IES. A partir da liderança de um ou mais docentes, os grupos desenvolvem atividades de pesquisa, ensino e extensão universitária. Segundo dados do Diretório de Grupos de Pesquisa do Brasil (DGPB),

o número de grupos no país cresceu de 4.402 em 1993 para 37.640 em 2016 (DGPB, 2022). Neste sentido, o crescimento de grupos de pesquisa no Brasil acompanhou, aparentemente, a ampliação do número de IES nas últimas três décadas.

Contudo, trata-se de um problema histórico o modo desigual pelo qual a produção acadêmico-científica distribuiu-se no Brasil. Segundo Motoyama (2004, p. 350), “[...] é nas instituições públicas de ensino superior que se realiza quase que toda a atividade de pesquisa científica, com significativas concentrações nas regiões Sudeste e Sul do país”. Passadas quase duas décadas da constatação do autor, cabe-nos questionar: como se dá, hoje, a distribuição territorial dos Grupos de Pesquisa do Brasil?

O presente trabalho objetivou mapear a distribuição espacial dos Grupos de Pesquisa cadastrados no Diretório de Grupos de Pesquisa do Brasil de 1993 a 2016, a fim de dialogar com as políticas públicas voltadas ao setor da educação superior brasileira e de identificar um padrão de concentração regional dos Grupos de Pesquisa no Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado a partir do levantamento de dados sobre o número total dos Grupos de Pesquisa no *website* do Diretório de Grupos de Pesquisa do Brasil (DGPB), disponibilizado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Os dados levantados foram tabulados e organizados para a elaboração de uma prancha de mapas, realizada no software QGIS, versão 3.26.2. Adicionalmente, foi realizada uma breve revisão bibliográfica e documental acerca dos temas centrais do trabalho (Universidade, Ciência, Grupos de Pesquisa, Região Concentrada e outros), a fim de embasar o exercício de interpretação dos resultados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A princípio, no período Monárquico (1808–1889), não houve a criação de nenhuma universidade no território brasileiro (DURHAM, 2003). A formação acadêmica de alguns membros da burguesia que aqui residia ficava a cargo da Universidade de Coimbra, para onde estes se deslocavam em busca de estudos voltados, com maior frequência, para áreas médicas ou para o Direito (OLIVEN, 2002).

Com o passar dos anos, algumas reivindicações da sociedade civil, principalmente de comerciantes, vieram em direção a formação de uma Universidade do Brasil. Visando apaziguar tais demandas, D. João VI criou escolas especializadas, como o curso de Cirurgia, Anatomia e Obstetrícia em Salvador, o curso de Cirurgia no Rio de Janeiro, a Escola de Belas Artes, a Academia Militar, o Museu Nacional e a Biblioteca Nacional (OLIVEN, 2002). Tratando-se de uma iniciativa exclusiva da Coroa, a criação das escolas isoladas ganhou maior força após a chegada da família real no Brasil.

O período colonial foi marcado, deste modo, pelo surgimento de várias escolas que objetivavam formar um corpo pessoal para o aparelhamento do Estado (DURHAM, 2003), no qual as atividades eram voltadas ao ensino e para a formação profissional, sem o incentivo à pesquisa e com nenhuma menção à formação de qualquer organização semelhante aos Grupos de Pesquisa. É válido ainda destacar que as escolas isoladas possuíam um perfil bastante

parecido entre si: espelhavam-se nas faculdades de origem francesa, eram independentes uma das outras, estavam sediadas em grandes cidades e compartilhavam de um perfil elitista (OLIVEN, 2002; DURHAM, 2003).

O cenário de atraso na criação de universidades no país acirrou-se a partir da proclamação da República, sobretudo por meio da ação de grupos e líderes republicanos influenciados devido a seus ideais positivistas. Como afirmou Oliven:

[...] a universidade era considerada, pelos líderes políticos da Primeira República (1889-1930), uma instituição ultrapassada e anacrônica para as necessidades do Novo Mundo [...] eram francamente favoráveis à criação de cursos laicos de orientação técnica profissionalizante (OLIVEN, 2002, p. 26)

A partir da instalação da Primeira República (1889–1930) algumas mudanças pontuais foram identificadas, como a descentralização do Estado na criação das escolas isoladas e faculdades. A partir da Nova Constituição (1889), conferiu-se a liberdade de criação de escolas isoladas por estados e municípios, bem como pela iniciativa privada (DURHAM, 2003). Mediante tal permissividade, durante o período de 1889 e 1918 ocorreu a criação de 56 novas escolas superiores no Brasil. Foi a partir deste momento que as primeiras características do ensino superior brasileiro afloraram. Tais características são relevantes, uma vez que vigoram até os dias atuais, na forma de “instituições públicas e leigas, federais ou estaduais ao lado de instituições privadas, confessionais ou não” (DURHAM, 2003, p. 195).

Durante o período da Primeira República, vigorou o modelo então destacado da inexistência de universidades e predomínio de escolas isoladas. Esta característica nem sempre foi bem aceita pela sociedade civil, principalmente por grupos de intelectuais e educadores, que em conjunto defendiam uma modernização do ensino superior brasileiro. Eles ambicionavam a criação de universidades para além de instituições de ensino, tratando-as também como “centros de saber desinteressados” (DURHAM, 2003, p. 196).

Em 1931 foi aprovado o Estatuto das Universidades Brasileiras, que vigorou até 1961, o qual garantia que:

[...] a universidade poderia ser oficial, ou seja, pública (federal, estadual ou municipal) ou livre, isto é, particular; deveria, também, incluir três dos seguintes cursos: Direito, Medicina, Engenharia, Educação, Ciências e Letras (OLIVEN, 2002, p. 27).

Com a viabilização do Estatuto, ocorreu a primeira reforma universitária no Brasil. Tal reforma garantiu um regimento legal igualitário para todas as universidades que viriam a ser construídas no país, mas não findou com o regime das escolas isoladas. Ela proporcionou a transformação das escolas autônomas em Universidades e, também, a criação de novas universidades. Destas, destacam-se três: a Universidade Nacional do Rio de Janeiro – modelo acadêmico instaurado e regimentado a ser seguido em todo o Brasil pelo governo Vargas; a Universidade do Distrito Federal, também localizada no Rio de Janeiro, idealizada por Anísio Teixeira – que sofreu grandes ataques por parte da Igreja Católica, que combatia o perfil liberal da instituição, o que culminou em sua dissolução no ano de 1935; por fim, a Universidade de São Paulo (USP) em 1934 (OLIVEN, 2002; DURHAM, 2003).

No que se refere a Universidade de São Paulo, salienta-se o fato desta ser uma universidade financiada e gerida por uma unidade federativa, isto é, pelo estado de São Paulo.

Criada em 1934, a USP simbolizou um afronte ao governo militar da época, uma vez que o governo de São Paulo era declarado como oposição ao governo federal (OLIVEN, 2002). A universidade trouxe inovações, principalmente no que se refere ao seu corpo docente formado por professores do exterior – Alemanha, França e Itália – e pelo protagonismo que a Faculdade de Filosofia viria a ter (DURHAM, 2003). A criação da Universidade de São Paulo foi, segundo Franco (2008), o início da formação sistemática do ensino superior no Brasil.

O período de 1945–1964 é conhecido como o de expansão universitária brasileira, sendo ele o momento em que a rede de universidades federais se transformou no país. Durham (2003) aponta que naquele contexto as representações políticas municipais e estaduais sofriam com a demanda dos estados por universidades; e esta mesma pressão caía sob o governo federal, onde através de sua incumbência deliberou a criação de novas universidades. Entretanto, ressalta-se que neste período a ambição estatal centrou-se no desenvolvimento coligado com a tecnologia na formação de um Estado desenvolvimentista (OLIVEN, 2002), ou seja, o movimento de expansão das universidades no Brasil não ocorreu por acaso.

Datam dessa mesma conjuntura a criação do CNPq e da CAPES, que surgiram com o objetivo de coadunar com a perspectiva desenvolvimentista, além de concretizar a formação de uma comunidade científica brasileira subsidiada por agências financiadoras. O movimento de expansão das universidades foi observado para além de seus muros quando ocorreu um maior acirramento de organizações em fóruns acadêmicos, como o da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), assim como de professores, pesquisadores e organizadores de revistas acadêmicas por uma demanda de modernização do ensino superior no Brasil. Devido a experiência acadêmica de muitos no exterior, tais professores buscavam implementar no Brasil uma universidade alicerçada na pesquisa (OLIVEN, 2002).

Acompanhando o grande número de modificações estruturais e sociais da comunidade científica brasileira, em 1961, após 14 anos de tramitação no Congresso, foi aprovada a primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (Lei nº 4.024/61). A pressão da comunidade científica e de educadores reforçou a necessidade de um novo mecanismo legal para o ensino no Brasil. O anseio dos membros envolvidos era de que se “alterasse toda a estrutura existente e rompesse com o modelo que resultara dos compromissos do Estado Novo” (DURHAM, 2003, p. 202).

No ensino superior, o que se pretendia era a expansão das universidades públicas e gratuitas, que associassem o ensino à pesquisa, as quais deveriam ser um motor para o desenvolvimento do país, aliando-se às classes populares na luta contra a desigualdade social (DURHAM, 2003, p. 202).

Nesse ínterim, a lei aprovada pelo Congresso em 1961 resguardou o *status quo* do setor privatista e conservador da sociedade, garantindo apenas mecanismos para a expansão das universidades (DURHAM, 2003). Desta maneira, mantiveram-se intocadas as cátedras, bem como o funcionamento das escolas isoladas. Contudo, é válido pontuar que tal normativa assegurou dispositivos de representação coletiva por meio de colegiados (OLIVEN, 2002).

A grande modificação deste período foi a Reforma Universitária de 1968, Projeto de Lei nº 5540/68. Esta reforma modificou a organização estrutural das universidades, extinguindo a cátedra e formalizando os departamentos. No que se refere aos docentes, ela instaurou a dedicação exclusiva e o serviço de tempo integral, o que fomentou um terreno para a expansão

da pós-graduação no Brasil, assim como a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. A ampliação do acesso foi vinculada à criação de mais vagas e aos vestibulares classificatórios, tendo como resultado em 1981 o total de 65 universidades, sete delas com mais de 20.000 estudantes (OLIVEN, 2002; DURHAM, 2003).

Durham (2003) considera as décadas de 1970 e 1980 como o período da estagnação do ensino superior no Brasil. Um segundo momento de expansão ocorreu somente a partir de 1995 (MANCEBO; VALE; MARTINS, 2015). Logo, avista-se a necessidade de considerar o momento político brasileiro neste recorte temporal: a introdução rápida do Brasil no neoliberalismo – seja por via das políticas econômicas, sociais e também educacionais. Esta inserção mediada e pressionada por organismos internacionais como Banco Mundial, pleiteavam não apenas uma reforma de ensino, mas também, uma reforma de Estado:

As orientações da Reforma do Aparelho do Estado – no âmbito do Ministério da Administração Federal e da Reforma (MARE) – e as propostas do Banco Mundial, consistem em: maior diferenciação institucional e privatização; diversificação de fontes de financiamento e vinculação do financiamento oficial a resultados; redefinição do papel do Governo no Ensino Superior (BANCO MUNDIAL, 1994, p. 4); e essas são, em resumo, assumidas pelo Ministério da Educação (MEC) ao apresentar suas propostas nesse nível de ensino (BORGES; AQUINO, 2012, p. 122).

Diante da necessidade projetada do Brasil em se inserir no novo contexto global, segundo Borges e Aquino (2021), ocorreu o início do desmonte do ensino superior público brasileiro. Tal desmonte ocorreu por meio de várias medidas instituídas durante o governo de Fernando Henrique Cardoso na década de 1990, como a reestruturação de instituições públicas de ensino, bem como a articulação de políticas governamentais que viabilizaram a privatização de muitas delas. Como consequência, tais medidas sobre as universidades impactaram diretamente a produção científico-tecnológica construída nas décadas anteriores.

Os Grupos de Pesquisa se inseriram e se expandiram no referido contexto neoliberalizante (MOCELIN, 2009). Na década de 1990, a partir do processo de reestruturação produtiva do trabalho que alterou a lógica formal da organização do trabalho em suas várias esferas, os Grupos de Pesquisa passaram a ser um meio requisitado de organização do trabalho intelectual, suprimindo as imposições feitas pelo Estado neoliberal (VINHA, 2017). Dessa forma, a comunidade científica encontrou na formação dos Grupos de Pesquisa uma estratégia para a busca de recursos visando a articulação e sobrevivência da produção intelectual no referido contexto político-econômico.

Em 1996 foi promulgado o segundo projeto de Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB, Lei nº 9.394/96). Dentre as modificações homologadas pela legislação, destacam-se a autonomia das universidades em abrir e fechar cursos, determinar o número de vagas, planejar atividades, deter de no mínimo um terço do corpo docente com título de mestre ou doutor e um terço dos docentes contratados em tempo de serviço integral (OLIVEN, 2002). Tal normativa alterou a posição das universidades no sistema de ensino superior, exigindo a associação entre ensino e pesquisa – e a produção científica comprovada como condição necessária para o credenciamento e recredenciamento (DURHAM, 2003).

Os rebatimentos dessa mudança político-jurídica nas universidades podem ser avistados na espacialização dos Grupos de Pesquisa a partir dos anos 2000. Nesse período, o total de grupos dos estados da Região Nordeste, do Mato Grosso do Sul e de Goiás aumentou. Entre os

anos de 2002 e 2008, especificamente, é possível visualizar um movimento de interiorização dos GPs em direção aos estados da Região Norte e demais estados do Centro-Oeste, ao passo que o quantitativo dos grupos no Sul e Sudeste continuou em crescimento (DGPB, 2022).

Franco (2008) considera que, até o ano de 2008, houve um elevado investimento financeiro no ensino superior brasileiro marcado por um movimento contraditório de desigualdade socioespacial do acesso a este nível de ensino no país. Buscando enfrentar tal situação, foi criado por meio do Decreto Federal de nº 6.096/2007 o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni).

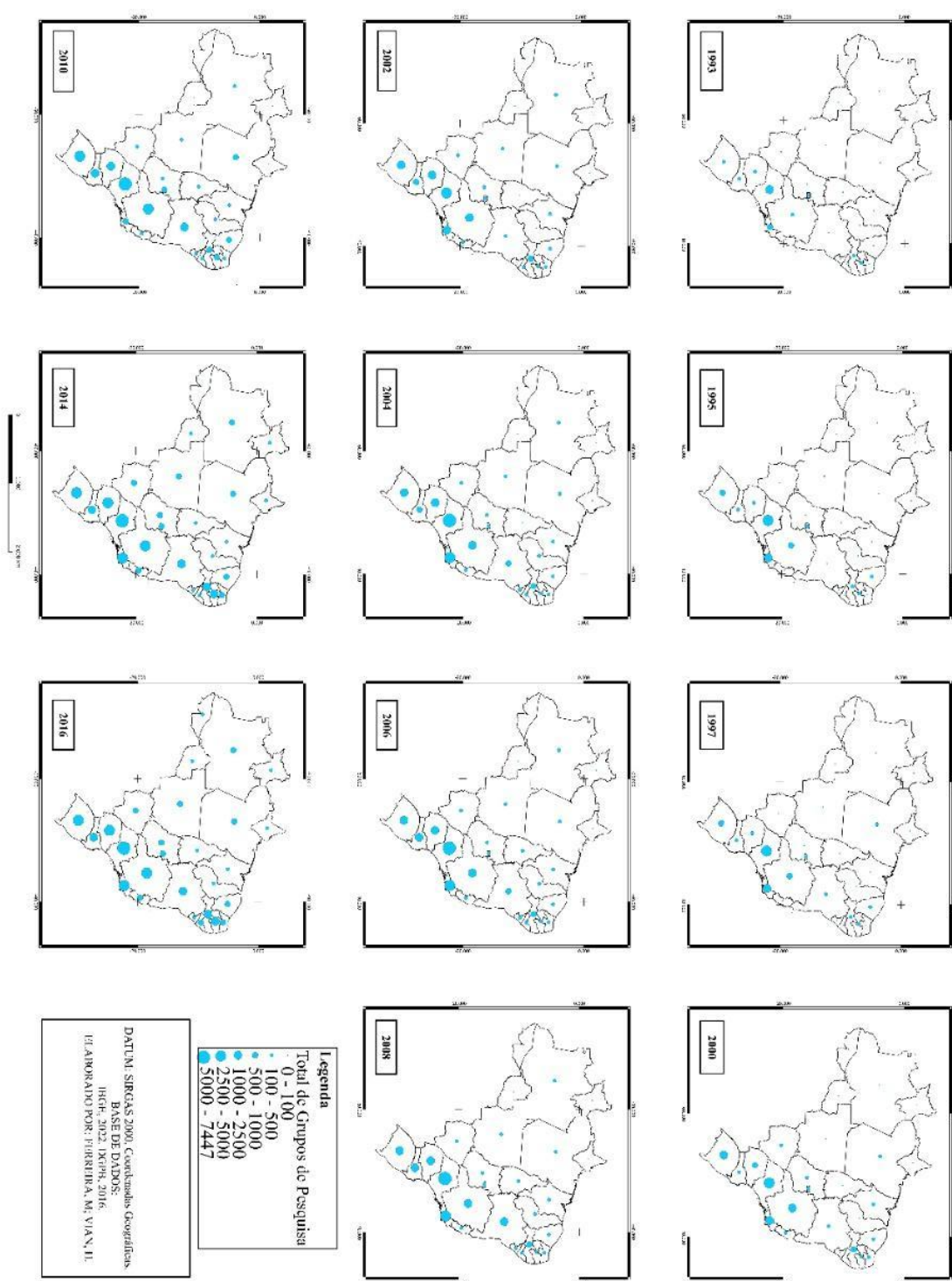
O Reuni teve como objetivo “criar condições para a ampliação do acesso e permanência na Educação Superior, no nível de graduação, pelo melhor aproveitamento da estrutura física e de recursos humanos existentes nas universidades federais” (BRASIL, 2007, art. 1º). Segundo Mancebo, Vale e Martins (2015), havia a intenção de se:

aumentar o número de estudantes de graduação nas universidades federais e de estudantes por professor em cada sala de aula da graduação (relação de dezoito alunos de graduação por professor em cursos presenciais); diversificar as modalidades dos cursos de graduação, por meio da flexibilização dos currículos, do uso do EaD, da criação dos cursos de curta duração, dos ciclos (básico e profissional) e/ou bacharelados interdisciplinares; incentivar a criação de um novo sistema de títulos; elevar a taxa de conclusão dos cursos de graduação para 90% e estimular a mobilidade estudantil entre as instituições de ensino (públicas e/ou privadas) (MANCEBO; VALE; MARTINS, 2015, p. 38).

De fato, um dos efeitos do Reuni foi o aumento do número de vagas ocupadas nas universidades, que de 1995 para 2010 ampliou em 134% (MANCEBO; VALE; MARTINS, 2015). No entanto, o programa foi frequentemente revisado por críticas, uma vez que: a expansão de alunos não se materializou em uma melhoria da estrutura física das universidades; condicionou o aligeiramento e preocupação com a formação técnica para atender o mercado de trabalho; foram reafirmadas políticas ocultas de não-valorização da educação de qualidade para todos; houve a desvalorização do profissional do magistério, que continuou recebendo uma formação barata, aligeirada e técnica (BORGES; AQUINO, 2012).

A partir de 2008, já no período de vigência da política do Reuni, o total de Grupos de Pesquisa cresceu de modo significativo no país. Em 2010, tal aumento se deu, principalmente, em estados da região Nordeste. De 2014 a 2016 ocorreu um aumento em todas as regiões do país. No último ano em questão, o número total de Grupos de Pesquisa no país era de 37.640 – o que significou uma evolução de +33.238 novos grupos desde 1993 (DGPB, 2022).

Figura 1: Mapa da distribuição territorial dos Grupos de Pesquisa no Brasil.



Fonte: Autores, 2022.

Visto de modo isolado, o aumento quantitativo dos referidos espaços de socialização do conhecimento científico demonstra ter acompanhado a interiorização e a ampliação do número de IES nas últimas três décadas. Esta visão, no entanto, deve trazer algumas ponderações. De fato, estados que outrora pouco ou sequer possuíam Grupos de Pesquisa cadastrados

apresentaram o surgimento de alguns nos últimos decênios. Contudo, tal processo não significou uma equiparação regional do número de Grupos de Pesquisa no território brasileiro (Figura 1). O mapa da distribuição territorial desses grupos no Brasil permite-nos observar, simultaneamente, o surgimento de novos GPs e a permanência e intensificação do padrão da concentração destes naquilo que se convencionou chamar de “Região Concentrada”.

A Região Concentrada consiste em um dos “quatro Brasis” definidos pela proposta de regionalização do espaço geográfico brasileiro de Santos e Ribeiro (1979) e Santos e Silveira (2021). Tal divisão regional pauta-se na “difusão diferencial do meio técnico-científico-informacional e nas heranças do passado” (SANTOS; SILVEIRA, 2021, p. 278). Grosso modo, o fundamento de diferenciação regional desta proposição está centrado na existência, no atual período histórico, de zonas de densidade e zonas de rarefação no território, as quais se distinguem principalmente mediante atributos populacionais, técnicos, científicos e de circulação das informações e do dinheiro.

Territorialmente, a Região Concentrada incorpora as regiões Sul e Sudeste brasileiras originalmente propostas pela divisão regional do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 1945. Deste modo, afirmar que a maior parte dos grupos de pesquisa brasileiros está situada nesta região significa, da mesma forma, pontuar a maior concentração destes espaços nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina e Espírito Santo (com destaque para os seis primeiros). São neles onde adensam-se a população, as técnicas, a ciência e os fluxos de informação e dinheiro no país.

Alegar a existência de uma região concentrada implica, dialeticamente, em apontar a existência de uma ou demais regiões “dispersas” ou “menos concentradas”. Segundo a proposta de regionalização supracitada, os outros três Brasis consistem nas regiões Centro-Oeste, Nordeste e Amazônia – analiticamente tratadas como a parte “restante” do território brasileiro (SANTOS; SILVEIRA, 2021, p. 151). São nelas que, apesar da ampliação do número de Instituições de Ensino Superior nas últimas duas décadas (via programas como o Reuni), o número de grupos de pesquisas ainda é expressivamente inferior quando comparado ao de estados componentes da Região Concentrada.

Como bem salientaram Santos e Silveira (2021, p. 270), “o território brasileiro inclui zonas de densidade e zonas de rarefação [...] densidades, vistas como números, não são mais que indicadores. Elas revelam e escondem, ao mesmo tempo, uma situação e uma história”. Destarte, as densidades não devem se limitar aos dados aqui levantados e cartografados. Há que se considerar as *heranças do passado* e, da mesma forma, as atuais condições do *meio técnico-científico-informacional* em cada uma de nossas regiões e estados, as quais são condicionantes da atual situação geográfica da disparidade territorial de Grupos de Pesquisa científica em IES.

Em um esforço de síntese, os Grupos de Pesquisa foram criados, em sua maioria, na região polarizada do eixo Sul-Sudeste, cujo *core* é São Paulo: *locus das* primeiras universidades brasileiras, na década de 1930; *locus* do processo histórico de integração econômica baseado na modernização e desenvolvimentismo, na transição da primeira para a segunda metade do século XX e; *locus* principal da conexão do Brasil ao circuito da economia internacionalizada, sobretudo após a década de 1970.

Adicionalmente, a união entre a ciência e a técnica no pós-Segunda Guerra Mundial (período técnico-científico) culminou em uma série de transformações no espaço mundial e no território brasileiro. Mais tarde e no que tange especificamente o pilar da ciência, como vimos,

a ascensão do contexto neoliberal sobre o aparelho do Estado arquitetou a reestruturação organizacional das universidades no Brasil, as quais constituem os mais expressivos *loci* de produção científica e tecnológica (C&T) no país. Dentre os interesses mais significativos de tais reformulações estava o de adequar a produção C&T às necessidades e demandas comerciais contemporâneas aos níveis de exigência do mercado global, constituindo o nexo universidade-empresa (SABIA, 2009). Foi neste quadro que, como discutido, expandiram-se os Grupos de Pesquisa no país. Ademais, a inserção de novas tecnologias informacionais e comunicacionais na transição dos milênios potencializou as colaborações acadêmico-científicas em rede, o que conferiu um novo momento para as instituições e para os GPs (PASQUALINI; GIMENIZ-PASCHOAL; PRADO, 2021).

Como bem afirmaram Santos e Silveira (2001), a ciência aparece como uma das variáveis que comanda o desenvolvimento do período atual. Articulada às técnicas e às informações, ela se materializa por meio de usos seletivos do território, segundo a lógica de agentes hegemônicos. Por meio da análise da expansão de Grupos de Pesquisa no Brasil, torna-se possível observar a reafirmação da hegemonia de uma determinada região – a Região Concentrada – em detrimento de outras, ainda que, na totalidade do processo, estas outras tenham sido receptáculos de novas manchas e pontos do meio técnico-científico-informacional no território.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os movimentos de expansão e interiorização das universidades e dos Grupos de Pesquisa no território brasileiro não esmaeceram a hegemonia do eixo Sudeste-Sul na produção acadêmico-científica nacional. Na verdade, eles acabaram por reafirmá-la. A breve revisão das políticas nacionais envoltas ao ensino superior nos permite compreender que esta organização educacional é muito recente no Brasil e que, ainda, carece de ações provedoras mais recorrentes, democráticas e transformadoras por parte do Estado. Este último, por sua vez, ainda parece estar alinhado aos interesses e comandos externos – fazendo permanecer o padrão histórico de disparidades regionais em diversos âmbitos.

Através da análise dos dados e da produção cartográfica tornou-se evidente a existência e permanência de um processo de concentração da produção acadêmico-científica no país, reafirmando as geotecnologias como um recurso imprescindível para compreender as desigualdades espaciais. Há que se considerar, entretanto, que nem todos os espaços auto-afirmados como Grupos de Pesquisa, nas múltiplas Instituições de Ensino Superior, estão devidamente cadastrados na plataforma do Diretório de Grupo de Pesquisas do CNPq. Tal fato consiste em um dos primeiros desafios no mapeamento de GPs no território brasileiro. Outro revés se dá pela limitação de dados disponíveis após o ano de 2016, o que dificulta a atividade de se evidenciar a evolução destes no território.

Por fim, cabe-nos salientar que, embora ampliados numa conjuntura de imposições neoliberais, consideráveis Grupos de Pesquisa nacionais não se restringiram e tampouco se restringem ao pragmatismo mercadológico. Muitos deles, aliás, constituem importantes redes de pesquisa científica voltadas à contestação crítica da ordem vigente entranhada na comunidade acadêmica e na sociedade externa. Devemos avaliar, portanto, para além da forma destes grupos, o conteúdo que os dinamiza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, Maria Célia; AQUINO, Orlando Fernandez. Educação Superior no Brasil e as políticas de expansão de vagas do Reuni: avanços e controvérsias. **Educação: Teoria e Prática**, [s. l.], v. 22, ed. 39, p. 117 - 138, Jan./Abr. 2012.

CAMPOS, Janaina Francisca de Souza. **Leituras dos territórios paradigmáticos em Geografia Agrária**: análise dos grupos de pesquisa do estado de São Paulo. Orientador: Dr. Bernardo Mançano Fernandes. 2012. 388 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente - SP, 2012.

CONSELHO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO. **Diretório de Grupos de Pesquisa do Brasil**. Disponível em < <http://lattes.cnpq.br/web/dgp/home>> Acesso em: 11/07/2022

DURHAM, Eunice. Educação superior, pública e privada. *In*: SCHWARTZMAN, Simon; BROCK, Colin (org.). **Os desafios da Educação no Brasil**. Rio de Janeiro - RJ: Nova Fronteira, 2005. cap. I, p. 191 - 233. ISBN 8520917054.

FRANCO, Alexandre de Paula. Ensino Superior no Brasil: cenários, avanços e contradições. **Jornal de Políticas Educacionais**, [s. l.], ed. 4, p. 53 - 63, Jul-Dez/ 2008.

MANCEBO, Deise; VALE, Andréa Araujo do; MARTINS, Tânia Barbosa. Políticas de Expansão da Pós-Graduação no Brasil 1995 - 2010. **Revista Brasileira de Educação**, [s. l.], v. 20, ed. 60, p. 31-50, jan./mar. 2015.

MOCELIN, Daniel Gustavo. Concorrência e alianças entre pesquisadores: reflexões acerca da expansão de grupos de pesquisa dos anos 1990 aos 2000 no Brasil. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, Brasília - DF, v. 6, ed. 11, p. 35-64, Dez/ 2009.

MOTOYAMA, Shozo (org.). **Prelúdio para uma História**: Ciência e Tecnologia no Brasil. 1º. ed. São Paulo - SP: Editora da Universidade de São Paulo, 2004. 520 p. ISBN 85-314-0797-4.

OLIVEN, Arabela Campos. Histórico da Educação Superior no Brasil. *In*: SOARES, Maria Susana Arrosa. **A educação Superior no Brasil**. Porto Alegre - RS: IESALC, 2002. cap. I, p. 24 - 38.

PASQUALINI, Elaine; GIMENIZ-PASCHOAL, Sandra Regina; PRADO, Rosemeiry Castro. Uso das tecnologias da informação em grupos de pesquisa brasileiros: revisão de teses e dissertações. **Boletim Técnico do Senac**, [S.l.], v. 47, n. 1, p. 74-89, 2021.

SABIA, Claudia Pereira de Pádua. **A mercantilização da Universidade via projetos de cooperação universidade-empresa**. São Paulo: Arte e Ciência, 2009.

SANTOS, Milton; RIBEIRO, Ana Clara Torres. **O conceito de Região Concentrada**. Universidade Federal do Rio de Janeiro/IPPUR, 1979.

SANTOS, Milton; SILVEIRA, Maríá Laura. **O Brasil**: território e sociedade no início do século XXI. 22ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2021 [2001].



GEOTECNOLOGIAS NA SALA DE AULA

POSSIBILIDADES E AVANÇOS

A PLATAFORMA MAPBIOMAS E A DEMOCRATIZAÇÃO DAS APLICAÇÕES DO GEOPROCESSAMENTO NA GESTÃO E PLANEJAMENTO TERRITORIAL: UM ESTUDO DE CASO SOBRE ARINOS-MG

Julia Paulino^(a)

^(a) Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, juliapaulino016@gmail.com

Resumo: Dentre a infinidade de objetos de estudo que podem ser investigados pela geografia, as pequenas cidades se apresentam ainda como um desafio, visto sua complexidade e particularidades em função do uso e ocupação da região que as abrange. O objetivo deste artigo é encontrar as potencialidades e limitações para o desenvolvimento socioeconômico para o município de Arinos MG, evidenciando a potencialidade do uso da plataforma MapBiomias e do portal SIDRA-IBGE no sentido de subsidiar análises e diagnósticos acerca do processo histórico de uso e ocupação do solo, auxiliando a gestão e governança territorial; além da coleta de dados socioeconômicos e de produção dos principais elementos e dados referentes aos setores agropecuários e extrativistas do município, a partir de dados do IBGE. Foi observado que apesar da agropecuária e extrativismo serem atividades importantes economicamente, as mesmas não são capazes de garantir qualidade de vida para a maioria da população, limitando a conquista do desenvolvimento territorial.

Palavras-chave: Geoprocessamento; geotecnologias; gestão municipal; pequenas cidades; uso e ocupação do solo.

Abstract: Among the main ones, as objects of study, they can be investigated by geography, small cities are still a challenge, given their complexity and particularities due to use and occupation of the region it covers. The aim of this article is to find the potential and Approximation of socioeconomic development for the municipality of Arinos MG, highlighting the potential use of the MapBiomias and de SIDRA-IBGE platform in-depth and diagnostics of the historical process of evaluation of land use and occupation, helping territorial management; in addition to collecting socioeconomic and production data on the main elements and data for the agricultural sectors and extractive workers in the municipality, based on IBGE data. It was observed that despite agriculture and extractivism important activities, but also are not able to guarantee quality of life for the majority of the population, limiting the achievement of territorial development.

Keywords: Geoprocessing; geotechnologies; municipal management; small cities; land use and occupation.

INTRODUÇÃO

O estudo das pequenas cidades ainda encontra vários desafios conceituais a serem enfrentados pela ciência geográfica (FERNANDES, 2018), devido essencialmente à sua diversidade e complexidade originada pela proximidade com o meio rural e com as limitações de sua região de influência. Por isso, este artigo visa analisar o processo de incorporação do pequeno município Arinos, localizado no noroeste de Minas Gerais, pelas atividades do agronegócio e a resistência dos circuitos curtos da economia local.

As análises pretendidas permeiam várias áreas das quais a ciência geográfica se ocupa, como geografia urbana, agrária, regional, recursos naturais e econômica, contando também com trabalhos técnicos desenvolvidos em softwares de geoprocessamento para verificações de imagens e mapeamentos; para entender quais são os entraves e potencialidades para a implementação de uma política de desenvolvimento territorial a na escala do município.

Buscou-se fazer a caracterização das diferentes formas de uso e ocupação do solo do município selecionado, podendo fazer diagnósticos e reflexões com vistas a potencializar o desenvolvimento territorial, a partir de uma perspectiva democrática que visa assegurar as diversas formas de liberdade (SEN, 2000) para a população referenciada, evidenciando o uso de softwares de geoprocessamento como importante ferramenta para a gestão e planejamento territorial.

Essa pesquisa se dedica ao estudo do município Arinos, localizado no Noroeste do estado de Minas Gerais. Está dividida em seções para melhorar a execução metodológica de coleta e análise dos dados. Na primeira são apresentados os materiais e métodos utilizados para a condução da pesquisa, assim como os procedimentos metodológicos que a viabilizaram. Em seguida, são apresentados os resultados e discussão, onde fica evidente a importância da popularização de plataformas como o MapBiomas, que democratiza o uso de ferramentas com SIG para a gestão pública, especialmente nas pequenas cidades. Ainda conta com as Considerações finais, onde discutiu-se as potencialidades de desenvolvimento e seus fatores limitantes e demais conclusões da pesquisa.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado o levantamento de dados quantitativos da produção de extração vegetal, produção agropecuária de grãos e rebanhos de Arinos nos anos indicados, através do portal do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA-IBGE), elucidando as diferentes formas do uso e ocupação do solo no município e quais os impactos desses processos no ambiente e no modo de vida da população local; precedido por uma análise bibliográfica que visa fundamentar os conceitos e encontrar potencialidades e limitações para o desenvolvimento socioeconômico de Arinos, assim como delinear possibilidades de integração da unidade territorial dos municípios adjacentes.

A segunda etapa foi composta pela obtenção dos dados do município na plataforma MapBiomas para a elaboração do mapa de uso e ocupação do solo. A metodologia de coleta de dados da plataforma utiliza imagens do satélite Landsat e as classifica pixel a pixel, seguida pelo tratamento com uso de algoritmos de machine learning pela plataforma Google Earth Engine. A classificação das imagens faz uso de mosaicos anuais pelo algoritmo de árvore de decisão do tipo Random Forest (Mapbiomas, 2020).

O mosaico de imagem utilizado na pesquisa, foi o da coleção do bioma Cerrado do ano de 2020, visto a inserção do município em sua área de abrangência. Após a obtenção dos dados, os mesmos foram tratados para ficarem adequados à projeção e DATUM, além do recorte com o shapefile do município, obtido no site do IBGE. Os dados observados foram: Floresta, formação natural não florestal, agropecuária, soja e área não vegetada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de Arinos localiza-se na mesorregião Noroeste do estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil. Possui área territorial de 5279,4km², estando a cerca de 660 km de Belo Horizonte e 250km da capital nacional. Os municípios fronteiriços são Uruana de Minas, Buritis e Riacho; sua delimitação política compreende uma área disposta sobre o bioma Cerrado, perpassado pelo Rio Urucuia, que é um dos principais afluentes do Rio São Francisco no estado. O município engloba ainda, parte do Parque Nacional Grande Sertão Veredas.

Figura 1: Mapa de localização do município Arinos (MG), localizado na RIDE-DF e Parque Nacional Grande Sertão Veredas



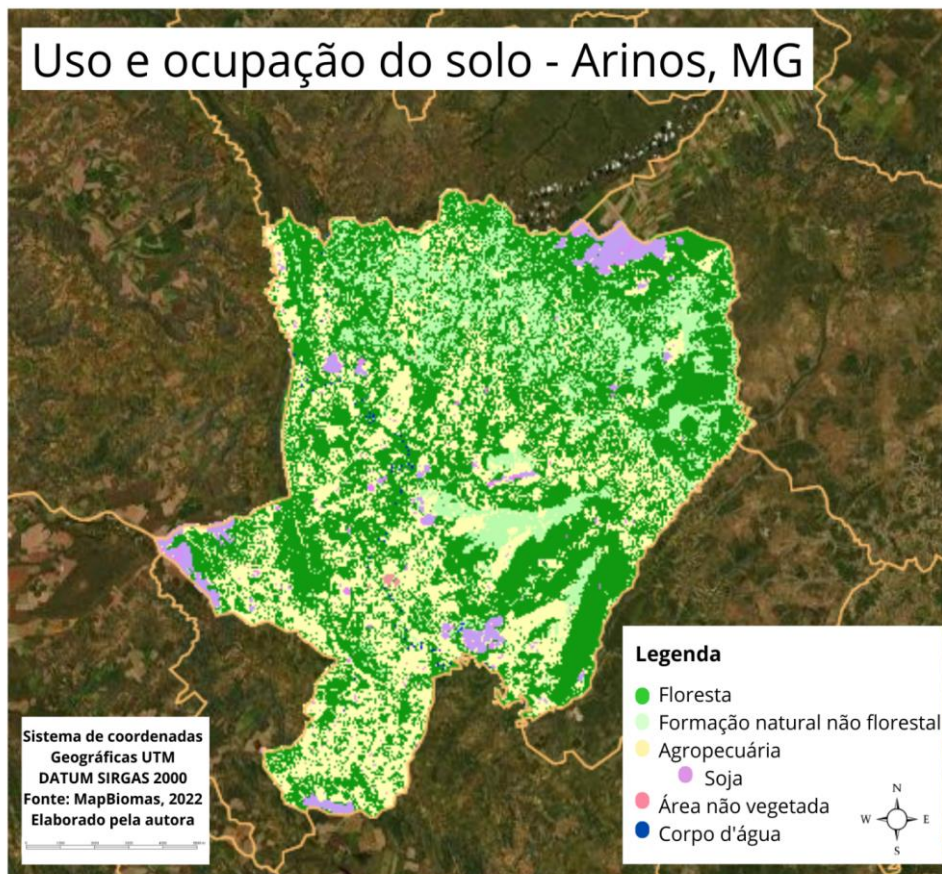
Sob a égide da Constituição Federal de 1988, o município foi definido como a menor unidade hierárquica brasileira. A organização político territorial também reconhece que a sede de cada município é entendida como uma cidade de mesmo nome. A tarefa de se teorizar sobre pequenas cidades acaba sendo difícil devido à complexidade socioespacial brasileira, como também em função da fragilidade teórica e metodológica da geografia; Mesmo assim, Arinos é classificado como uma pequena cidade, tendo em vista a consideração do modo como ela se relaciona com as unidades territoriais que compõem a região, (SANTOS, 1979; CORRÊA, 1994) além de fatores como a divisão do trabalho, a economia de mercado e a capacidade de consumo (ENDLICH, 2006), que por sua vez são influenciados também por questões internacionais.

Arinos ainda está inserida no conceito, caso o critério de classificação se dê por vias quantitativas, pois de acordo com o IBGE, pequenas cidades são aquelas compostas por até 100.000 habitantes. Tal critério é variável de acordo com as análises feitas por diferentes autores (SANTOS, 1989 [até 20.000 habitantes]; CORRÊA, 1999 [até 50.000 habitantes]; BERNARDELLI, 2004 [até 30.000 habitantes]; PEREIRA, 2007 [até 20.000 habitantes]), sendo bastante criticado por ter o potencial de causar generalizações, que podem privar ou mal direcionar recursos para a aplicação de políticas públicas.

No período comparativo, o município de Arinos passou diferentes processos de uso e ocupação, apresentando uniformidade na produção agropecuária, em função do momento institucional do mercado regional e global, visto que o município tem expressiva produção de commodities. Tem papel privilegiado no setor agropecuário e extrativista devido à disposição dos recursos hídricos, edafoclimáticos e vegetação natural, além de contar com população expressiva quando comparada aos dados dos municípios em sua hinterlândia - importante fornecimento de mão de obra.

As atividades de extração vegetal descritas na Tabela 1, são predominantemente de madeira em tora, lenha e carvão vegetal, sendo em sua maioria espécies lenhosas da fitofisionomia cerrado em sentido amplo do bioma (ROTLER, BRIDGEWOLER, RIBEIRO, 2001), potencializando a regularidade na produção destas. Ao analisar a Figura 1 e dados extraídos do portal SIDRA/IBGE, observa-se que há sinais de desmatamento, o que diminui a área total do município com cobertura de vegetação nativa.

Figura 2: Mapa de uso e ocupação do solo do município Arinos (MG).



Fonte: MapBiomias, 2022.

Tabela 1: Produção extrativista do Município de Arinos- MG.

Quantidade produzida na extração vegetal			
Ano	Tipo de produto extrativo		
	Carvão vegetal (t)	Lenha (m³)	Madeira em tora (m³)
2000	96	61.904	428.598
2010	7.140	171.022	578.688
2020	532	129.360	583.208

Fonte: SIDRA/IBGE - Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura, 2000, 2010, 2020.

A Tabela 2 e a Figura 2 mostram que a produção de soja no município é expressiva, visto que em cada ciclo temporal analisado, ela teve seu quantitativo quadruplicado em relação aos ciclos anteriores; até chegar em 2020, ano em que o município registrou um recorde, atingindo o valor mais de 2 milhões de toneladas produzidas. A produção de grãos de milho no município também foi crescente ao longo dos anos comparados, tendo um expressivo salto em 2020, cuja produção aumentou cerca de 13 vezes em relação a de 2010. Em menor escala de produção, os grãos de feijão apresentaram aumento gradual no ano de 2010, e um salto em 2020, em que a produção chegou a 14.623 toneladas.

Tabela 2: Produção Agropecuária de grãos no Município Arinos-MG.

Produção Agropecuárias de grãos			
Ano	Produto das lavouras		
	Feijão (em grão)	Milho (em grão)	Soja (em grão)
2000	214	24.564	132.300
2010	386	191.440	878.405
2020	14.623	2.557.659	2.436.720

Fonte: SIDRA/IBGE -Produção Agrícola Municipal, 2000, 2010, 2020.

A Tabela 3, que apresenta dados quantitativos acerca da produção pecuária, mostra que a produção de bovinos é a mais significativa; quando analisado o quantitativo de indivíduos, esta apresenta um crescimento pouco expressivo entre as primeiras séries temporais, e pequena redução na última. É importante ressaltar que a partir dos anos 1980, a região central brasileira que compreende a área do bioma cerrado, teve um forte incremento técnico e econômico viabilizado por políticas públicas de crédito fiscal e financiamento de pesquisas que objetivavam atender às novas necessidades do setor agrícola, que enxergava no cerrado alto potencial de lucratividade visto o baixo preço das terras e externalidades físicas positivas. Desse modo, a região passou a abrigar o que hoje conforma cerca de 44% do rebanho de bovinos do

Brasil, que somado ao do Pantanal, representam mais da metade da produção pecuária do país (SOUSA, 2017; MAPBIOMAS, [s.d.]; SILVA et al., 2013); tal fato configura o crescimento na produção pecuária do município, ainda que maneira comedida.

Tabela 3: Produção Pecuária efetiva de rebanho por cabeça do Município de Arinos.-MG.

Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho			
Ano	Tipo de rebanho (cabeças)		
	Bovino	Suíno (total)	Galináceos (Total)
2000	10400	5650	40000
2010	129269	4450	24000
2020	112289	6507	87500

Fonte: SIDRA/IBGE -Produção Agrícola Municipal, 2000, 2010, 2020.

O desenvolvimento espacial desigual envolve uma série de fatores culturais, político-econômicos e históricos, que no presente se manifestam de modo a diferenciar a função exercida pelos territórios, que apesar de coletivamente serem subordinados ao imperativo do sistema capitalista (DAMIANI, 2006), buscam numa atividade produtiva a especialização para conseguir manter a competitividade e angariar fontes de capital para a manutenção da vida de sua população.

Por muito tempo, os estudos geográficos se concentram em definir essas diferenças espaciais como hierarquias urbanas, visto a potencial conectividade, fluidez dos territórios urbanos (SANTOS, 2012 [1996]) e o processo de globalização. No entanto, a conquista de uma rede urbana equilibrada é um desafio a ser enfrentado pelos planejadores e gestores de políticas públicas, visto a presença da macrocefalia urbana, processo característico de países em desenvolvimento.

Tal processo ocorre determinado pelo êxodo rural e esvaziamento das pequenas cidades, que por não apresentarem potenciais melhorias na qualidade de vida, transformações macroeconômicas e aprimoramento da legislação ambiental e fundiária, acabam tendo crescentes taxas de emigração, como observado no município Arinos. Assim, a redução do volume demográfico de pequenas cidades ocorre simultaneamente ao crescimento de cidades que já possuem a centralidade como valor fundamental.

Sendo o capital humano considerado um fator importante para o processo de desenvolvimento, pois todos os agentes econômicos – de formas distintas e hierárquicas - tomam decisões sobre a circulação do seu capital, a perda da força de trabalho também impacta na eficiência organizacional, pois a redução quantitativa de atores sociais influencia na adesão à projetos de governança territorial e alianças regionais de classes organizadas e vinculadas ao território, que objetivam a defesa de valores e conquistas materializadas; tais alianças são favoráveis também à promoção de condições para a potencialização do angariamento de ativos financeiros (HARVEY, 2006).

Sabendo que a globalização abarca todos os espaços, mesmo que precariamente, percebe-se uma ruptura dos modelos de governança, que passam do administrativismo ao empreendedorismo (HARVEY, 2006). As pequenas cidades, que a princípio não se mostram como principal objeto de geração de valor, acabam tornando-se suscetíveis à atrasos no meio técnico-científico-informacional, podendo até coexistirem formas capitalistas e pré-capitalistas de produção (SANTOS, 2012 [1996]) em seus territórios. Vantagens comparativas são criadas a partir do investimento direto – público ou privado – nas infra estruturas fiscais e sociais que sustentam as cidades; sendo que dificilmente agentes do capital privado realizam investimentos sem estímulos públicos.

Ao analisar essa mudança no modelo de governança territorial, Harvey (2006, p.175) ainda afirma que “a competitividade internacional também depende das qualidades, quantidades e custos da oferta local de mão-de-obra”; por ser uma importante fonte de desenvolvimento, a qualificação da força de trabalho, atua como fator de atração para investimentos privados. Em Arinos, o Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG), principal centro educacional de ensino superior público, oferece os seguintes cursos de graduação: Bacharelado em Administração; Bacharelado em Agronomia; Bacharelado em Sistemas de Informação; Tecnologia em Gestão Ambiental e Tecnologia em Produção de Grãos. Sendo a única instituição de ensino superior estatal do município, possui uma oferta de cursos que visam habilitar os estudantes às demandas administrativas, cuja produção de bens e serviços setoriais não depende de decisões isoladas. O autor ainda afirma que a relação direta entre o capital internacional e os acordos coletivos locais em muitos casos pode substituir os acordos nacionais, que são mais direcionados às grandes cidades que ocupam posição de autoridade nas hierarquias regionais.

A implementação da agricultura globalizada é outro fator determinante no reordenamento territorial desigual no Brasil. Se instalando a partir da retórica da modernização (VICENTINI,2016), impõe transformações sociais, econômicas e ambientais. O pacote tecnológico oriundo da Revolução Verde, viabilizou a instalação das culturas de soja, café e cana-de-açúcar em lugares estratégicos para as pretensões de acumulação capitalista no Cerrado, incentivando também a expansão de sua fronteira agrícola.

A implementação de políticas públicas no cerrado voltadas para a inserção da agricultura modernizada, favoreceu o monocultivo de grãos, além da bovinocultura de corte. Ainda deve ser mencionado que a implementação da atividade agropecuária gera os mais variados tipos de impactos ambientais. A supressão de vegetação nativa em decorrência da crescente urbanização, extrativismo vegetal e demanda de cada vez mais terras para serem destinadas à produção agrícola - essencialmente monocultura – ou áreas de pastagem, causam o desmatamento e uso desenfreado dos recursos ecossistêmicos, culminando na erosão e poluição do solo, dos corpos hídricos, perda de habitats, entre outros.

Lopes e Moura (2013) a partir de um estudo utilizando imagens do sensor Modis, constataram que o índice de umidade do solo e a temperatura da superfície, variaram com a mudança da taxa de cobertura vegetal, e que áreas de solo exposto e de vegetação degradada tiveram maior evolução no processo de desertificação, problemas também relacionados ao desmatamento.

Em pesquisa realizada por Romualdo et. al (2017), os veredeiros destacam que com o decorrer dos anos, a expansão da atividade agropecuária foi a principal responsável pela

conversão das áreas de veredas em pastagens, bem como a compactação do solo e perda de espécies vegetais nativas. Apontamentos também que no decorrer do tempo a vegetação natural foi substituída pela agricultura de subsistência, reflorestamento e monocultura; colocando em risco toda a biodiversidade, além de causar impactos relacionados à manutenção do êthos tradicional regional.

Ao analisar a Figura 2, observa-se o aumento das áreas de solo exposto no decorrer dos anos. Sendo que seus usos predominantes correspondem às localidades em que a vegetação nativa foi retirada em sua maioria para a implementação de atividades agropecuárias e urbanização. Torna-se evidente que a ação antrópica é a principal responsável pela intensificação de danos ambientais na região, e que a população residente não é a principal beneficiária dos rendimentos provenientes dessa recharacterização do uso do espaço, de acordo com os dados outrora apresentados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do uso de dados qualitativos e quantitativos, discorreram reflexões sobre como as pequenas cidades e sua indissociabilidade do rural são importante objeto de pesquisa e como estas análises são imprescindíveis para a formulação de políticas públicas assim como instrumentos de governança territorial. A metodologia utilizada reforça a importância de dar prosseguimento a tais estudos, em diferentes municípios e em diferentes escalas, para fornecer respostas às principais demandas da atualidade, como a redução da emigração, que pode ser promovida por meio do desenvolvimento socioespacial menos desigual.

A discussão acerca das potencialidades de desenvolvimento ressalta que quando há interesse público associado à organização social pela qualificação da ação coletiva, especialmente das populações mais fragilizadas e impactadas pelo imperativo da modernização, algumas estratégias de gestão podem ser efetivadas. O estudo demonstrou que a interdisciplinaridade é uma característica indispensável para as análises vinculadas à geografia regional são caracterizadas por um campo de conhecimento amplo e com intenso potencial para ser inserido na agenda de formulação de estratégias de gestão pública.

A agropecuária é uma importante atividade econômica para o Brasil, e em expansão pelo Centro Oeste. Assim, a execução metodológica analisando essa produção no município, possibilitou que fossem mensurados e comparados os impactos positivos e negativos dessa prática em Arinos, e como essa poderia ser potencializada a partir da abordagem do desenvolvimento territorial - construído socialmente. Também ficou evidente a importância do uso de dados espaciais além de quantitativos para análises de diagnósticos no âmbito da gestão e planejamento territorial, visto que assim tornam-se visíveis as áreas de maior vulnerabilidade e potencialidades, ambiental e social; Por isso destaca-se a relevância de plataformas como a MapBiomass, que democratiza o acesso à ferramentas geralmente restritas à profissionais que lidam diretamente com geoprocessamento.

Apesar do fato de os objetivos definidos para o presente trabalho terem sido sanados, há a necessidade de que pesquisas mais aprofundadas sejam realizadas, analisando diferentes escalas temporais e territoriais, além de investigações mais completas voltadas ao enriquecimento teórico visando a implementação de outras atividades. Também é importante ressaltar a importância da escolha metodológica, que foi pensada de modo a habilitar qualquer

gestor público ou membro da sociedade civil organizada a conseguir replicar a análise em sua escala de trabalho, fomentando o processo de governança.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDELLI, M. L. F. da H. **Pequenas cidades na região de Catanduva**– SP: papéis urbanos, reprodução social e produção de moradias. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente: [s.n.], 2004.

CORREA, R. L. **Globalização e reestruturação da rede urbana – uma nota sobre as pequenas cidades**. In: Território, Rio de Janeiro, Ano IV, no 06, p. 43-53, jan./jun., 1999.

DAMIANI, A. L. **Cidades médias e pequenas no processo de globalização. Apontamentos bibliográficos**. En publicación: América Latina: cidade, campo e turismo. Amalia Inés Geraiges de Lemos, Mónica Arroyo, María Laura Silveira. CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, São Paulo. Dez 2006.

ENDLICH, Â. M. **Pensando os papéis e significados das pequenas cidades do Noroeste do Paraná**. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente: [s.n.], 2006.

FERNANDES, P. H. C. **O urbano brasileiro a partir das pequenas cidades**. Revista Eletrônica Georaguaiá. Barra do Garças MT. V 8, n.1, p. 13 - 31. Janeiro/Junho 2018.

HARVEY, D. **A produção capitalista do espaço**. 2ª ed. Annablume, 2006 (coleção Geografia e Adjacências). São Paulo, 2006.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: Acesso em: 20 abril. 2022. Disponível em: ibge.gov.br

MAPBIOMAS. No Title. Disponível em: . Acesso em: 19 abril. 2022.

_____. No Title. Disponível em: . Acesso em: 19 abril. 2020

PEREIRA, A. M. **Cidade média e região: o significado de Montes Claros no Norte de Minas Gerais**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia (MG), 2007.

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F.; DIAS, T. A. B.; SILVA, M. R. da. **Estudo preliminar da distribuição das espécies lenhosas da fitofisionomia Cerrado sentido restrito nos estados compreendidos pelo Bioma Cerrado**. Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer, Brasília, v. 5, p.5-43, 2000.

ROMUALDO, P.L.; et al. **Estratégia para otimizar o sistema agroecológico da pecuária leiteira na agricultura familiar**. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, v. 7, n. 1, p. 9-18, 2017.

SANTOS, M. **O Espaço dividido: os dois circuitos da economia urbana dos países subdesenvolvidos**. Rio de Janeiro: Editora Francisco Alves, 1979.

_____. [1996]. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo. Razão e Emoção**. 4. Ed 7ª reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012.

SANTOS, W. dos. **Cidades locais, contexto regional e urbanização no período**

SEN, A. **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo, Companhia das Letras, 2000. Págs. 17a 51.

SILVA, E. B. DA et al. a **Expansão Da Fronteira Agrícola E a Mudança De Uso E Cobertura Da Terra No Centro-Sul De Goiás, Entre 1975 E 2010**. *Ateliê Geográfico*, v. 7, n. 2, p. 116–138, 2013.

SILVA, L. A. D. S. **Regionalização do Turismo**. Disponível em: <<https://www.secult.mg.gov.br/programas-e-acoes/regionalizacao>>. Acesso em: 18 abr. 2022.

SOUSA, S. B. **Dinâmica territorial e padrões espaciais da pecuária Brasileira**. [s.l.] Universidade Federal de Goiás, 2017.



GEOTECNOLOGIAS NA SALA DE AULA

POSSIBILIDADES E AVANÇOS

FLUXOS E CENTRALIDADES: ASPECTOS DA REDE URBANA DE UBERLÂNDIA (MG) A PARTIR DA REGIC - 2018

Amanda Silva Almeida^(a)

^(a) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Alfenas, amndaalmeida.geo@gmail.com

Resumo: O processo da globalização vigente, conduz as cidades a novos arranjos e conseqüentes mudanças estruturais na rede urbana brasileira. Diante deste contexto, o presente texto visa analisar as dinâmicas estabelecidas na rede urbana de Uberlândia, localizada em Minas Gerais. Para tanto, utilizou-se como parâmetro metodológico, os estudos propostos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), desenvolvidos através das Regiões de Influência das Cidades – Regic (2018), tal como para compreender a lógica inserida, também foram empregues diversos recursos em SIGs, objetivando compor análises espaciais e a confecção de mapas. Dessa forma, avaliou-se os principais fluxos e centralidades estabelecidas pelo município, bem como foi possível identificar a influência hierárquica nas escalas inter e intrarregional abrangidas na rede em que Uberlândia se encontra.

Palavras-chave: Regic; Uberlândia; Rede urbana; Hierarquia; Influência.

Abstract: The current globalization process leads cities to new arrangements and consequent structural changes in the Brazilian urban network. Given this context, the present text aims to analyze the dynamics established in the urban network of Uberlândia, located in Minas Gerais. To this end, as a methodological parameter, the studies proposed by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), developed through the Regions of Influence of Cities - Regic (2018), were also used to understand the logic inserted. resources in GIS, aiming to compose spatial analyzes and the making of maps. In this way, the main flows and centralities established by the municipality were evaluated, as well as it was possible to identify the hierarchy influence on the inter and intra-regional scales covered in the network in which Uberlândia is located.

Keywords: Regic; Uberlândia; Urban network; Hierarchy; Influence

INTRODUÇÃO

Advento do período técnico-científico-informacional (SANTOS, 1996), as expressões da rede urbana, bem como o papel desempenhado pelas cidades são articulados em múltiplas escalas espaciais. Incorporadas no âmbito global, nacional, regional e local, as cidades se reordenam e adquirem diferentes funções, vínculos e hierarquias. Tais transformações, para além de alterar as características compostas na cidade enquanto nó, também conduz a formação de diferentes redes, “na qual participa e de sua posição a respeito às demais” (BELLET & SPOSITO 2009, p. 11)

Luz a complexidade dos nexos impostos, o estudo das Regiões de Influência das Cidades - Regic, propõe fundamentos para compreensão das modificações da rede urbana brasileira ocorrida nas últimas décadas. Publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

(IBGE), e realizado desde o ano de 1972¹, a pesquisa contribui para analisar o ordenamento territorial do Brasil. Haja vista que, a aplicação de seus resultados são substanciais para direcionar ações de planejamento, desenvolvimento e tomada de decisões estratégicas.

Para tanto, o presente texto tem como objetivo analisar a lógica das redes, fluxos e hierarquias desempenhadas pela cidade de Uberlândia (MG), sobretudo ao que se refere às considerações vinculadas a Regic - 2018.

MATERIAIS E MÉTODOS

Com a finalidade de desenvolver o presente estudo, primeiramente optou-se por uma revisão bibliográfica e análise documental relativa à temática abordada. Em um segundo momento, foi realizada uma avaliação acerca da rede urbana de Uberlândia (MG), a partir dos aspectos metodológicos propostos pela Regic – 2018.

Dessa maneira, por intermédio da Regic – 2018, foram acessados na base de dados: a publicação disponibilizada em formato de livro; as bases tabulares gerenciadas por meio do Excel, referentes a ligações entre as cidades; a matriz de regiões de influência e o fluxo de ligações agropecuários. Por último, para fins de representação, foi utilizado o software de acesso livre “QGIS Desktop”, na versão 3.16.16, na qual foram empregues diferentes shapefiles selecionados em séries, para elaboração cartográfica correspondente ao recorte espacial do estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, a rede urbana pode ser compreendida, de acordo Corrêa (2001, p.93), como “[...] um tipo particular de rede na qual os vértices ou nós são os diferentes núcleos de povoamento dotados de funções urbanas e os caminhos ou ligações os diversos fluxos entre esses centros.” O autor também acrescenta que, diante das amplas transformações ocasionadas pela urbanização no Brasil, assinaladas sobretudo no período pós-guerra, a integração da rede urbana brasileira acompanha dinâmicas intensas, complexas e desiguais.

Por sua vez, no que tange a pesquisa das Regiões de Influência das Cidades – Regic (2018), é importante salientar os aspectos propostos e suas respectivas aplicabilidades. Dentre os objetivos destacados na publicação, ressalta-se “[...] dar visibilidade às centralidades e à dinâmica dos fluxos que as conectam [...]” e como “[...] um instrumento importante para as decisões locacionais e aplicações práticas, tanto do planejamento estatal quanto da sociedade em geral[...]”. (IBGE, 2020, p. 11)

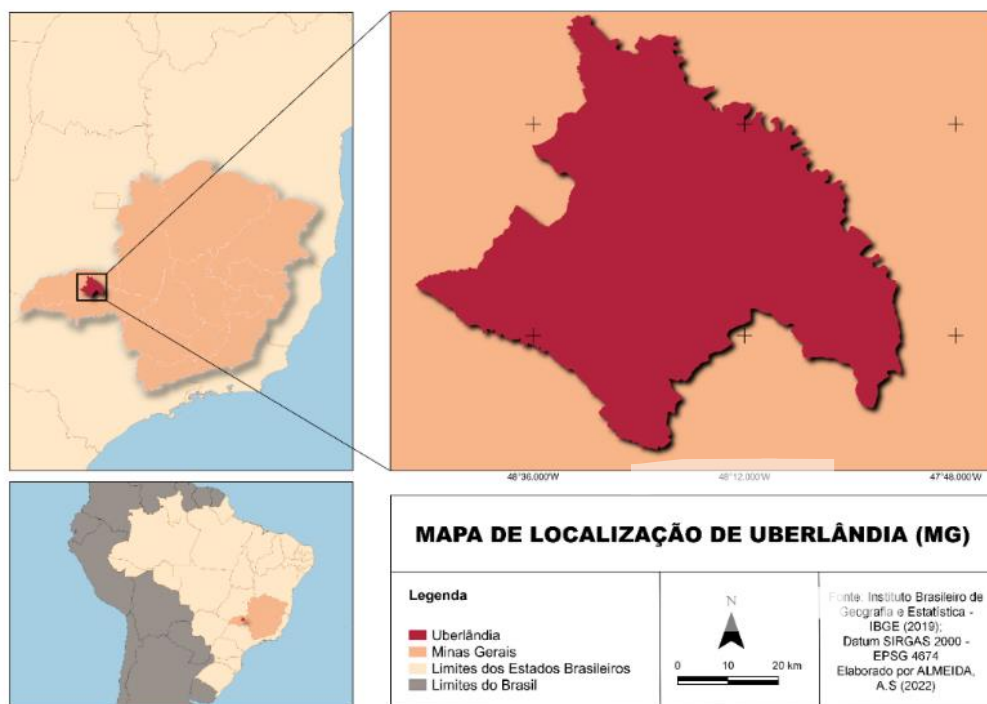
A título de exemplificação, a pesquisa afirma como modo de aplicabilidade do estudo: “[...] a implantação de unidades administrativas de órgãos públicos, a criação de critérios para fomento de investimentos, a decisão de onde instalar uma filial de empresa, ou ainda a identificação de locais mais adequados para o atendimento de serviços de saúde e educação [...]” (IBGE, 2020, p. 11)

¹ A princípio, intitulada em sua primeira edição como: “Divisão do Brasil em regiões funcionais urbanas” a pesquisa elaborada pelo IBGE dá continuidade nas publicações consecutivas (1987[1988]; 1993[2000]; 2007[2008] e 2018[2020]), com a denominação de “Regiões de Influência das Cidades”.

A estrutura da rede urbana brasileira seguiu-se como parâmetro duas dimensões para a Regic – 2018. A primeira considera a hierarquia dos centros urbanos e é dividida em cinco níveis: 1) Metrôpoles - Grande Metrôpole Nacional, Metrôpole Nacional e Metrôpole; 2) Capitais Regionais - Capital Regional A, Capital Regional B e Capital Regional C; 3) Centros Sub-Regionais - Centro Sub-Regional A e Centro Sub-Regional B; 4) Centros de Zona e 5) Centros Locais). A segunda é caracterizada pelas regiões de influência (que são identificadas conforme a ligação de menor para maior na hierarquia urbana). Por fim, o estudo converge o elo final de cada rede baseando-se nos vínculos das cidades entre as metrôpoles presentes no território brasileiro. (IBGE, 2020)

Podendo ser considerada cidade média Sposito (2007), Soares (2010) e/ou grande cidade média Santos (1993), Uberlândia, possui a segunda maior população e economia de Minas Gerais (IBGE, 2020). Localizada na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, a cidade de Uberlândia se sobressai entre os demais municípios na região onde se encontra principalmente em função da polarização econômica de comércio e serviços.

Figura 1: Mapa de localização de Uberlândia (MG)



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

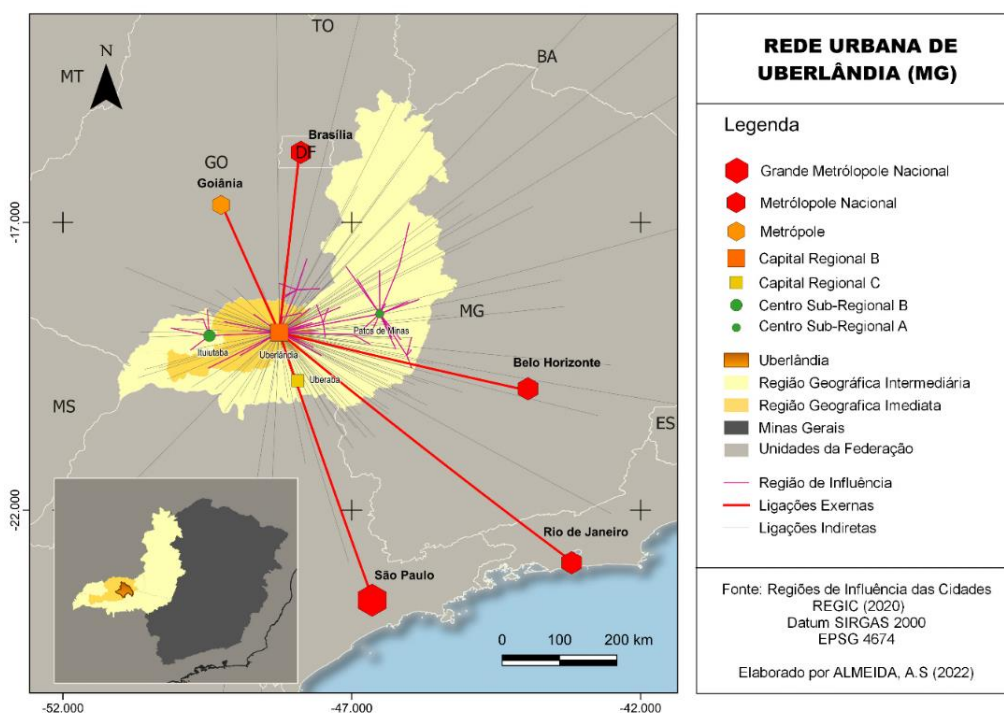
Dito isso, em concordância com os critérios estabelecidos pela Regic – 2018 buscou-se investigar como Uberlândia (figura 1) se manifesta na rede urbana. Segundo Arroyo (2006, p. 81):

“É na encruzilhada da circulação, das redes, dos fluxos que as cidades crescem ou se estancam. É, através de sua capacidade de criar condições de fluidez e porosidade territorial, que elas conseguem ser ponto de confluência de diversos circuitos produtivos. É todo esse movimento, por sua vez, que lhes outorga uma vida de relações intensa. Não necessariamente esses atributos são exclusivos das metrôpoles ou das grandes cidades, ao contrário, podem ser encontrados nas cidades médias, inclusive, tornando-se um elemento de diferenciação entre elas.”

Classificada como Capital Regional B, a rede urbana de Uberlândia possui alta densidade e estabelece forte centralidade na mesorregião que se localiza. Almeida et al (2019, p. 289) ainda aponta que desde os anos 1970, Uberlândia se afirma [...] “como principal centro urbano do Triângulo Mineiro, estendendo sua importância econômica, especialmente no que se refere a funções ligadas ao terciário, à vasto conjunto de cidades no oeste de Minas Gerais e mesmo a estados vizinhos.”

Em conformidade, Alves e Lopes (2012), afirmam que Uberlândia também abrange escalas inter e intrarregional, em função dos vários pólos econômicos centrados sob seu comando. Ademais, também vale ressaltar que Uberlândia também realiza conexões externas com cidades de nível hierárquico superior (figura 2), como Brasília (DF), Belo Horizonte (MG), Goiânia (GO), São Paulo (SP) e Rio de Janeiro (RJ).

Figura 2: Rede Urbana de Uberlândia (MG)



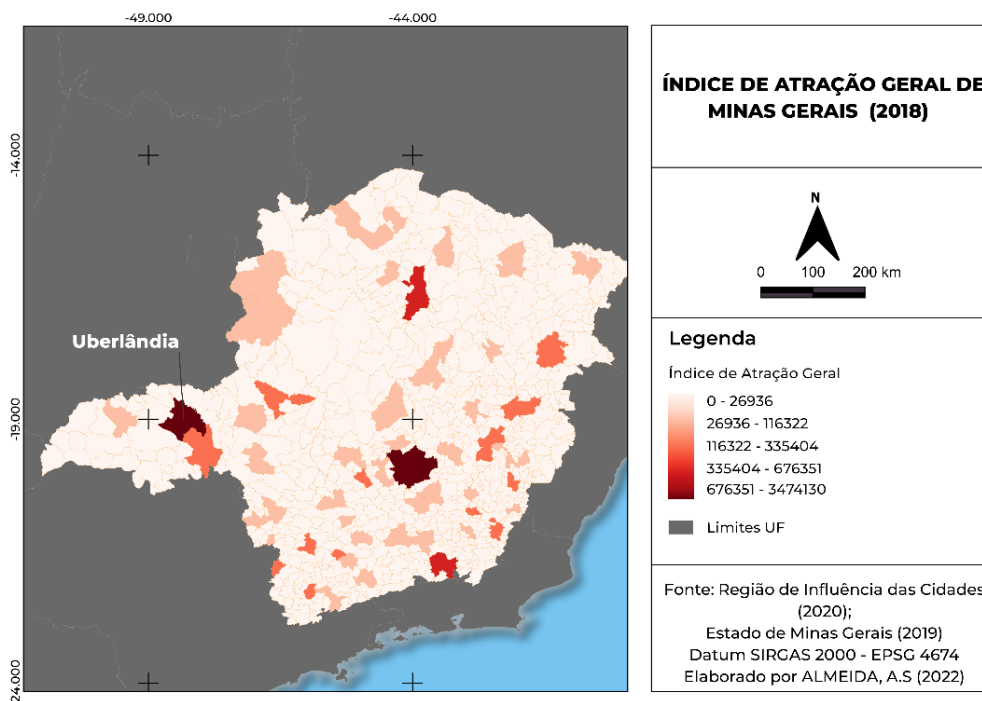
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Segundo Corrêa (2001, p. 17), “a emergência de uma rede hierarquizada e integrada [...] de centros de distribuição varejista e de serviços, isto é, de localidades centrais, se verifica com o capitalismo, com o domínio de um modo de produção onde o capital penetra na esfera da produção.” De encontro a isso, Souza (2009) aponta que, em função das alterações da rede urbana de Uberlândia durante o século XX e conseqüente crescimento populacional, ocasionado pela expansão da fronteira agrícola, a referida cidade se tornou uma referência na área de agronegócios e se consolidou como um dos principais centros atacadistas/distribuição do país.

Desse modo, não por acaso, Uberlândia se destaca na Regic – 2018, como importante centralidade em atividades de comércio, ao lado de capitais estaduais e de demais cidades médias do Centro-Sul do país, como os Arranjos Populacionais de Londrina (PR) e Maringá (PR). Por sua vez, a cidade ocupa a 29ª posição em “Deslocamentos para compra de móveis e eletroeletrônicos”, o que sinaliza a abrangente potencialidade de consumo (IBGE, 2020).

Sob tal lógica, cabe ainda pontuar que, diante do índice de atração geral de Minas Gerais, observa-se a relevância de Uberlândia no estado em que se localiza. Na qual é possível constatar (figura 3), que a cidade ocupa espaço apenas com a capital, Belo Horizonte.

Figura 3. Índice de atração geral de Minas Gerais (2018)



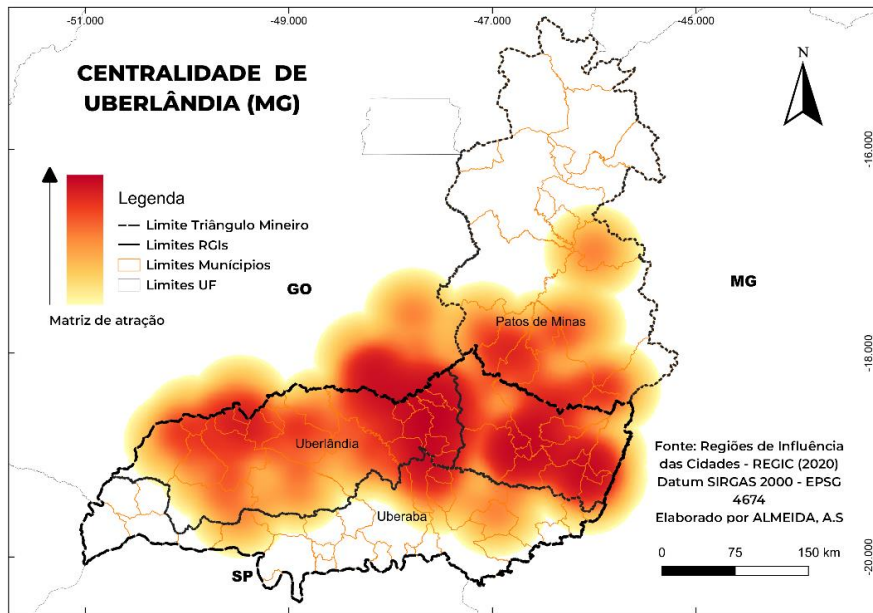
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Apontada como uma das cidades do agronegócio (ELIAS, 2022), Uberlândia apresenta visibilidade nacional no segmento. Uma vez que é destaque dentre as principais centralidades (IBGE, 2020) para a: aquisição de insumos para produção agropecuária; assistência técnica para produção agropecuária; aquisição de maquinários e em implementos para produção agropecuária e é também um dos principais destinos para produção agropecuária. Alcançando respectivamente a nona, sétima, nona e quinta posição no território brasileiro.

Outro indicativo notório, diz respeito à saúde e à educação. De acordo com Almeida et al (2018), Uberlândia dispõe de da segunda maior universidade federal do estado e ainda possui a presença do instituto federal, além de outras faculdades privadas. Frente a saúde, é possível constatar a existência de números hospitais e clínicas privadas, tal como o Hospital de clínicas da UFU, fato que viabiliza a vigésima primeira posição, no requisito de “Cidades com centralidade definida especificamente por deslocamentos para serviços de saúde de baixa e média complexidade” nos parâmetros da Regic – 2018, fazendo-se com que a cidade se configure como um importante centro regional.

Nessa direção, a centralidade regional de Uberlândia também pode ser observada através da sua matriz de influência (figura 4). Contemplando 53 municípios, a rede urbana de Uberlândia (IBGE, 2020) está distribuída pelos: Centro Sub-regional A - Patos de Minas (MG); Centros Sub-regionais B - Araguari (MG), AP Catalão/GO, Ituiutaba (MG), Monte Carmelo (MG) e Patrocínio (MG); Centros de Zona A - João Pinheiro (MG) e São Gotardo (MG); Centro de Zona B - Capinópolis (MG). Conforme pode ser observado pelo seguinte mapa:

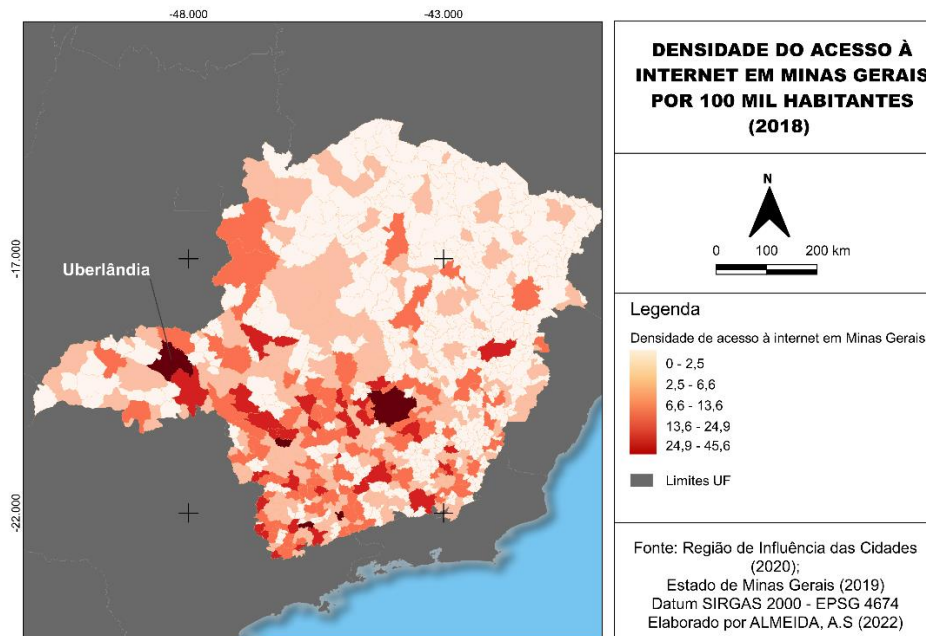
Figura 4. Região de Influência de Uberlândia (MG)



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Frente a informação, Uberlândia se atravessa com numeroso volume de acesso à internet por 100 mil habitantes. Conforme pode ser observado (figura 5), é possível analisar que dentre as cidades que compõem o estado de Minas Gerais, Uberlândia dispõe de alta densidade de acesso à internet, dividindo espaço apenas com a capital, Belo Horizonte e os municípios de Capitólio, São Lourenço e Santa Rita do Sapucaí (IBGE, 2020).

Figura 5. Densidade do acesso à internet em Minas Gerais por 100 mil habitantes



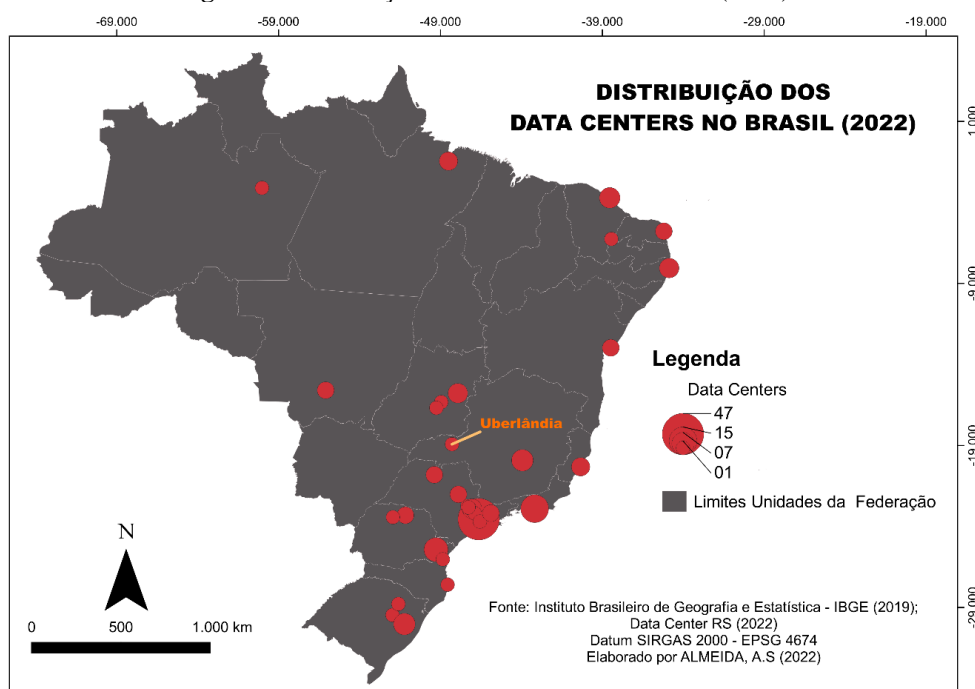
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Por sua vez, no quesito “Redes de televisão aberta”, Uberlândia apresenta alto nível de centralidade. Com uma série de emissoras da televisão aberta sediadas na cidade (TV Paranaíba

– Record, TV Vitoriosa – SBT, Rede Integração – Globo, TV Band, entre outras), Uberlândia ocupa espaço o Arranjo Ocupacional de Londrina (PR) e com mais 20 capitais brasileiras (IBGE, 2020).

Arelado a isso, vale salientar que Uberlândia, é uma das poucas cidades médias brasileiras a comportar um Data Center (figura 5). Tal expressão tecnológica deriva da Algar Tech, pertencente ao grupo da elite empreendedora local, Algar *Holding* (ALGAR, 2022). Tal condição, além de apontar a alta densidade informacional do município, também se cruza com os nexos empregados no índice da gestão empresarial, que a alcança a vigésima terceira posição no contexto brasileiro.

Figura 6. Distribuição dos Data Centers no Brasil (2022)



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Ademais, outros pontos levados em consideração, se diz respeito a atração de transporte. Nesse sentido, é importante ressaltar que, Uberlândia se insere em uma localização estratégica no eixo rodoviário, compondo ligações do com as regiões Sudeste, Centro-Oeste e Norte, através de cinco rodovias federais: BR-050 (Brasília/Uberlândia/São Paulo); BR-365 (Montes Claros (MG)/Uberlândia/São Simão (GO)); BR-452 Rio Verde (GO)/Uberlândia/Araxá (MG)); BR-455 (Uberlândia/Campo Florido (MG)/Planura (MG)) e BR-497 Uberlândia/Iturama (MG)/Paranaíba (MG).

No modal aéreo, Uberlândia detém o terceiro maior aeroporto de Minas Gerais e suas principais rotas de voos são: Brasília, Goiânia, Belo Horizonte, São Paulo, Rio de Janeiro, Recife, Porto Seguro e Maceió (BDI – UBERLÂNDIA, 2021). Embora o fluxo aéreo de Uberlândia não disponha de uma articulação intensa no cenário nacional, ele apresenta significativa importância no contexto regional, assim como também se verifica nos índices de atração para esporte e cultura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sobreposto à discussão colocada, é possível reconhecer que Uberlândia se manifesta como polo na rede urbana em que se insere. Haja vista que, em função da série de serviços de média e alta complexidade oferecidos, a cidade apresenta notórios indicadores de centralidade e influência em relação às cidades em seu entorno. Frente ao fluxo de transportes, acentua-se a como nota, o importante vínculo com as ligações externas de nível hierárquico superior (Brasília, São Paulo, Goiânia e Rio de Janeiro). Enquanto densidade informacional, a cidade também denota altos índices, que se comparam por vezes, inclusive em patamares equivalentes a regiões metropolitanas e capitais de estados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALGAR. **Gestão do Ambiente de Tecnologia**. 2022. Disponível em: <https://algartech.com/pt/servicos/gestao-do-ambiente-de-tecnologia/>. Acesso em: 15 set. 2022.

ALMEIDA, Amanda Silva, et al. IMPLICAÇÕES ESPACIAIS DA CRISE URBANA EM UBERLÂNDIA-MG: dos espaços de valorização imobiliária às ocupações dos Sem Teto. **Observatorium: Revista Eletrônica De Geografia**, v. 9, n. 3, p. 287–312, 2019.

ALVES, Lidiane Aparecida; LOPES, M. de L. Perspectivas sobre as dinâmicas espaciais em Uberlândia (MG). **Caminhos da Geografia, Uberlândia**, v. 13, n. 42, p. 216-227, 2012.

ARROYO, Maria Mónica. Dinâmica territorial, circulação e cidades médias. **Cidades médias: produção do espaço urbano e regional**. São Paulo: **Expressão Popular**, v. 1, p. 71-85, 2006.

CORRÊA, Roberto L. Reflexões sobre a dinâmica recente da rede urbana brasileira. **Encontro Nacional da ANPUR**, v. 9, p. 424-430, 2001.

ELIAS, DENISE. PENSANDO A OPERACIONALIZAÇÃO DE ESTUDOS SOBRE CIDADES DO AGRONEGÓCIO. **Revista Tamoios**, v. 18, n. 1, 2022.

IBGE, Coordenação de Geografia. **Regiões de Influência das Cidades**: 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

IBGE, **Uberlândia (MG)**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-estados/mg/uberlandia.html>>. Acesso em: 14 out. 2022.

SANTOS, Milton. **A Natureza do Espaço**. São Paulo: Hucitec, 1996.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. Edusp, 1993

SOARES, Beatriz Ribeiro; MELO, Nágela Aparecida. Cidades médias e pequenas: reflexões sobre os desafios no estudo dessas realidades socioespaciais. **Cidades médias e pequenas: teorias, conceitos e estudos de caso**. Salvador: SEI, v. 1, p. 229-251, 2010.

SOUZA, Marcus Vinicius Mariano de. **Cidades médias e novas centralidades**: análise dos subcentros e eixos comerciais em Uberlândia (MG). Dissertação (Mestrado em Geografia) – UFU. Uberlândia. 2009, 236 f.

SPÓSITO, Maria Encarnação Beltrão et al. Cidades médias: reestruturação das cidades e reestruturação urbana. **Cidades médias: espaços em transição. São Paulo: Expressão popular**, v. 1, p. 233-253, 2007.

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão; SANFELIU, Carmen Bellet. **As Cidades médias ou Intermediárias num mundo globalizado**. Lleida: Universidade de Lleida, 2009.

UBERLÂNDIA. Prefeitura Municipal de Uberlândia. Secretaria de Planejamento Urbano (ed.). **Banco de Dados Integrados - BDI**. 2021. Disponível em: <https://www.uberlandia.mg.gov.br/prefeitura/secretarias/planejamento-urbano/banco-de-dados-integrados/>. Acesso em: 04 out. 2022.

MAPEAMENTO DO PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DE DOENÇAS POR VEICULAÇÃO HÍDRICA PARA A POPULAÇÃO ADOLESCENTE NA REGIÃO EXTREMO-SUL DA BAHIA

João Gabriel de Moraes Pinheiro^(a), Mauro de Paula Moreira^(b), Emanuella Gomes Maia^(c)

^(a) Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Estadual de Santa Cruz, jgmpinheiro.bge@uesc.br

^(b) Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Santa Cruz, mpmoreira@uesc.br

^(c) Departamento de Ciências da Saúde, Universidade Estadual de Santa Cruz, egmaia@uesc.br

Resumo: Conceitua-se doenças de veiculação hídrica aquelas doenças transmitidas pela água e que promovem o comprometimento da saúde individual e coletiva em decorrência da falta de água tratada e saneamento básico. Neste contexto, o geoprocessamento é uma ferramenta importante que promove a localização e acompanhamento das doenças no espaço. Dessa forma, o objetivo deste trabalho consistiu na realização do mapeamento das doenças de veiculação hídrica para a população adolescente residentes nas regiões de saúde de Porto Seguro e Teixeira de Freitas, no Extremo-sul baiano. Para a coleta de dados foram utilizados os dados oriundos do Sistema de Internação Hospitalar (SIH) do Departamento de Informática do SUS (DATASUS), para cálculos e análises espaciais. Através do mapeamento constatou-se que tiveram maior predominância de internação dentre todas as doenças coletadas a diarreia e dengue. Através do estudo ficou evidente a necessidade da promoção de políticas públicas e ações intersetoriais com vistas à promoção da saúde.

Palavras-chave: Sistemas de Informação em Saúde; Geoprocessamento; Morbidade; Adolescentes.

Abstract: Waterborne diseases are defined as those diseases transmitted by water and that promote the impairment of individual and collective health as a result of the lack of treated water and basic sanitation. In this context, geoprocessing is an important tool that promotes the location and monitoring of diseases in space. Thus, the objective of this work was to carry out the mapping of waterborne diseases for the adolescent population residing in the health regions of Porto Seguro and Teixeira de Freitas, in the extreme south of Bahia. For data collection, data from the Hospitalization System (SIH) of the SUS Department of Informatics (DATASUS) were used for calculations and spatial analyses. Through the mapping it was found that there was a greater predominance of hospitalization among all the diseases collected, diarrhea and dengue. Through the study, the need to promote public policies and intersectoral actions with a view to promoting health became evident.

Keywords: Health Information Systems; Geoprocessing; morbidity; Teens.

INTRODUÇÃO

Entende-se por doenças de veiculação hídrica aquelas doenças que promovem o comprometimento da saúde individual e coletiva, ocasionando também distúrbios e deficiências devido a quantidade e qualidade da água, cujo o grau de existência depende fatores, climáticos sanitários e geográficos (VASCO et al., 2020). A água neste sentido é um dos recursos naturais mais importantes disponíveis no meio ambiente, e essencial à manutenção da vida e de processos ambientais como o ciclo hidrológico (CESA; DUARTE, 2010).

No Brasil existe a Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico (LDNSB - Lei nº 11445/2007), nesta lei é definido e preconizado os conceitos relativos ao saneamento básico que refere-se ao conjunto de serviços, de infraestrutura e instalações operacionais que contemplam: o abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo dos resíduos sólidos, proteção do meio ambiente e a conservação dos recursos naturais (BRASIL, 2007). Vale salientar que no artigo 52 da lei supracitada, a União deverá elaborar em consonância com o Ministério do Desenvolvimento Regional, o Plano Nacional de Saneamento Básico (PNSB) que contemplará metas nacionais e regionais, bem como os objetivos gerais e específicos de curto, médio e longo prazo para a universalização dos serviços de saneamento básico. Além disso, o artigo prevê a implementação das metas preconizadas na Política Federal de Saneamento Básico (BRASIL, 2007).

Mesmo com leis que atuam no objetivo de universalizar o saneamento básico, as doenças de veiculação hídrica ainda são consideradas como um problema de saúde pública muito comum em países em desenvolvimento. Neste sentido o público mais afetado são as crianças e adolescentes que tem o seu desenvolvimento físico e mental comprometido devido a incidência e prevalência de endemias advindas dessas doenças, tais como desnutrição e diarreia crônica (UHR et al., 2016).

Desta forma, o geoprocessamento aplicado à saúde configura-se como uma ferramenta de grande proeminência a localização, identificação e acompanhamento de populações. A análise de distribuição espacial de doenças, neste caso as doenças de veiculação hídrica, alicerça os estudos de sobre a transmissão nas regiões e áreas de estudo, subsidiando informações precisas para a realização da vigilância dos casos (NARDI, 2013). O mapeamento propicia também a criação de condições para que exista a avaliação da necessidade de descentralização dos tratamentos, uma vez que mostra onde e qual a população mais atingida, promovendo a eficiência no trabalho de profissionais, distribuição de medicamentos e ações educativas, que neste contexto visa promover a educação e comunicação acerca das doenças transmitidas pela água (NARDI, 2013).

O objetivo deste trabalho é demonstrar o mapeamento realizado sobre o perfil de morbidade hospitalar de doenças por veiculação hídrica do público adolescente, sendo estes circunscrito na faixa etária de 10 a 19 anos, como preconizado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e Ministério da Saúde do Brasil, residentes nas regiões de saúde de Porto Seguro e Teixeira de Freitas, localizadas no Extremo-Sul da Bahia. O estudo temporal, que consistiu na análise do período 2011 a 2021 e identificação das doenças transmitidas pela água e que tiveram o maior número de notificação de internação poderá subsidiar a criação e o direcionamento de políticas públicas, ações e diretrizes para o público adolescente, bem como promover a educação e atenção à saúde.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo observacional, com abordagem quantitativa, realizada por meio da coleta de dados secundários. A população de interesse neste estudo foi o público adolescentes, que é circunscrita na faixa etária de 10 a 19 anos, estando em conformidade com a Organização Mundial de Saúde (OMS) e o Ministério da Saúde do Brasil. A área de estudo

escolhida foram as regiões de saúde de Porto Seguro e de Teixeira de Freitas que compreendem 21 municípios, sendo 8 da região de saúde Porto Seguro (Belmonte, Eunápolis, Guaratinga, Itabela, Itagimirim, Itapebi, Porto Seguro e Santa Cruz Cabralia), e 13 da região de saúde de Teixeira de Freitas (Alcobaça, Caravelas, Ibirapuã, Itamaraju, Itanhém, Jucuruçu, Lajedão, Medeiros Neto, Mucuri, Nova Viçosa, Prado, Teixeira de Freitas e Vereda).

Segundo o último censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no ano de 2010, as regiões de saúde de Porto Seguro e Teixeira de Freitas totalizaram 775.669 habitantes, sendo 154.029 adolescentes (19,9%). Todavia, segundo os dados de projeção populacional para o ano de 2020, feita pelo IBGE tendo como base o censo de 2010, as duas regiões de saúde juntas somam 840.422 habitantes, sendo 140.271 adolescentes (16,7%). A coleta de dados referentes às causas de morbidade entre os adolescentes foram realizadas por intermédio do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) e com os dados computados e notificados no Sistema de Internação Hospitalar (SIH).

A organização dos dados deste estudo consistiu em inserir a variável “lista morbidade CID-10” na coluna, e a variável “ano de atendimento (de 2011 até 2021)” na linha. Além disso, as seguintes variáveis foram utilizadas como filtro de seleção: i) município da Bahia; ii) faixa etária (de 10 até 19 anos); iii) sexo; iv) as doenças por veiculação hídrica disponíveis: cólera, diarreia, amebíase, leptospirose, esquistossomose, febres tifóide e paratifóide e dengue. Para a análise dos dados foi-se calculados coeficientes de morbidade. A fórmula utilizada para calcular os coeficientes foi

$$Y=(A/B) *1000,$$

sendo:

Y, o coeficiente de morbidade;

A, a frequência absoluta de hospitalizações por morbidade de doenças por veiculação hídrica entre os adolescentes do município e ano específico.

Desta forma, o coeficiente permite comparar entre os municípios, já que agora todos eles estão com o mesmo denominador, neste caso o 1000, e a população residente de cada município não exerce mais influência. Posteriormente, com os dados calculados foi utilizado o *software QGIS* para a confecção dos mapas, com dados vetoriais oriundos do IBGE. As coleções de mapas foram elaboradas sob as coordenadas projetadas SIRGAS 2000 UTM zona 24 S.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

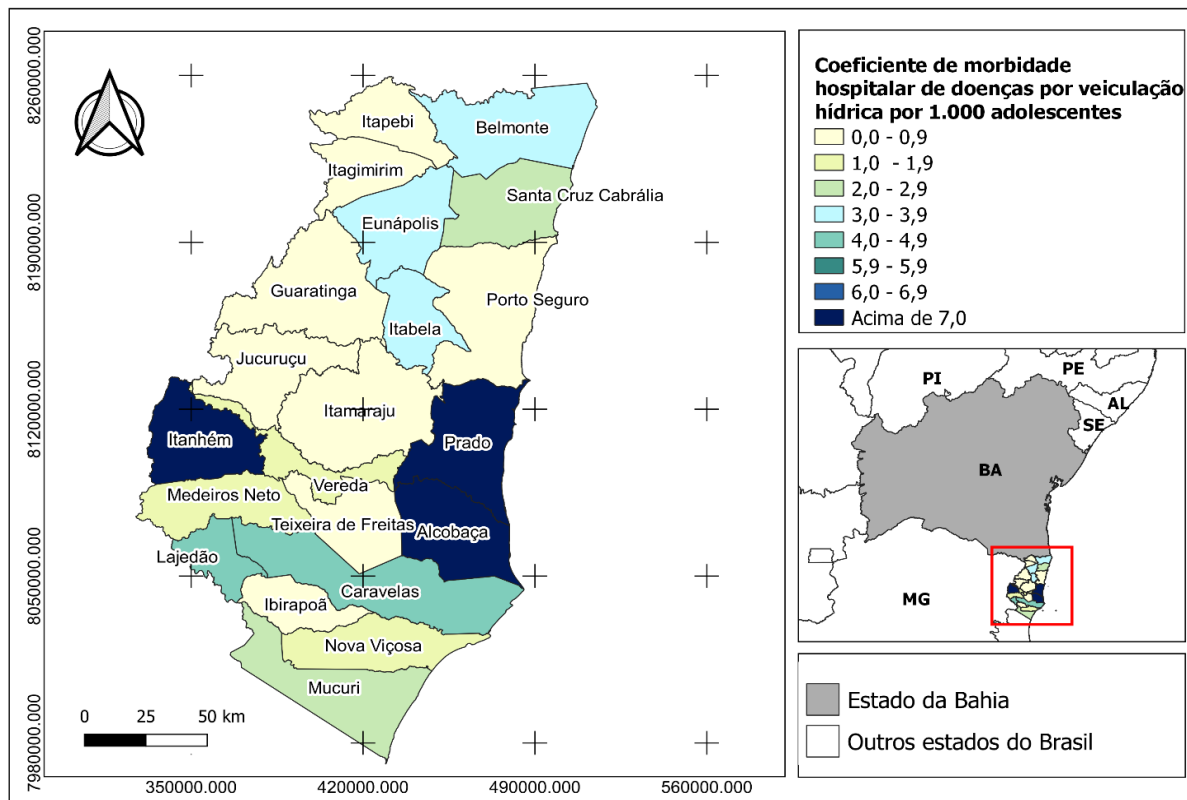
Dentre as 57 doenças presentes no Capítulo I da CID-10 foram escolhidas somente as doenças por veiculação hídrica, sendo elas: i) cólera, ii) diarreia, iii) amebíase, iv) leptospirose, v) esquistossomose, vi) febres tifóide e paratifóide e vii) dengue, que ao todo totalizam 7 doenças escolhidas.

No ano de 2011 os coeficientes de morbidade oscilaram de 0 a 14 internações (independente da causa de morbidade) por 1000 adolescentes. No *ranking* apresentado na figura 1, no grupo de doenças por veiculação hídrica destacaram-se os municípios de Prado, Itanhém

e Alcobaça (com valor acima de 7 casos por 1000 adolescentes); em segundo lugar ficaram os de municípios de Lajedão e Caravelas (com valor de 5,0 a 5,9 casos por mil adolescentes).

De todas as doenças selecionadas, apenas duas foram predominantes: dengue e diarreia. Em 2011 os municípios que apresentaram maior notificação de internação por dengue foram os municípios: Eunápolis (n= 58), Alcobaça (n=32), Itabela (n=21) e Caravelas (n=17). Para as internações por diarreia destacaram-se os municípios: Prado (n= 70), Itanhém (n= 33), Belmonte (n= 14) e Mucuri (n= 11).

Figura 1: Coeficiente de morbidade hospitalar de doenças por veiculação hídrica entre os adolescentes (10 a 19 anos) nas regiões de saúde de Porto Seguro e Teixeira de Freitas para o ano de 2011

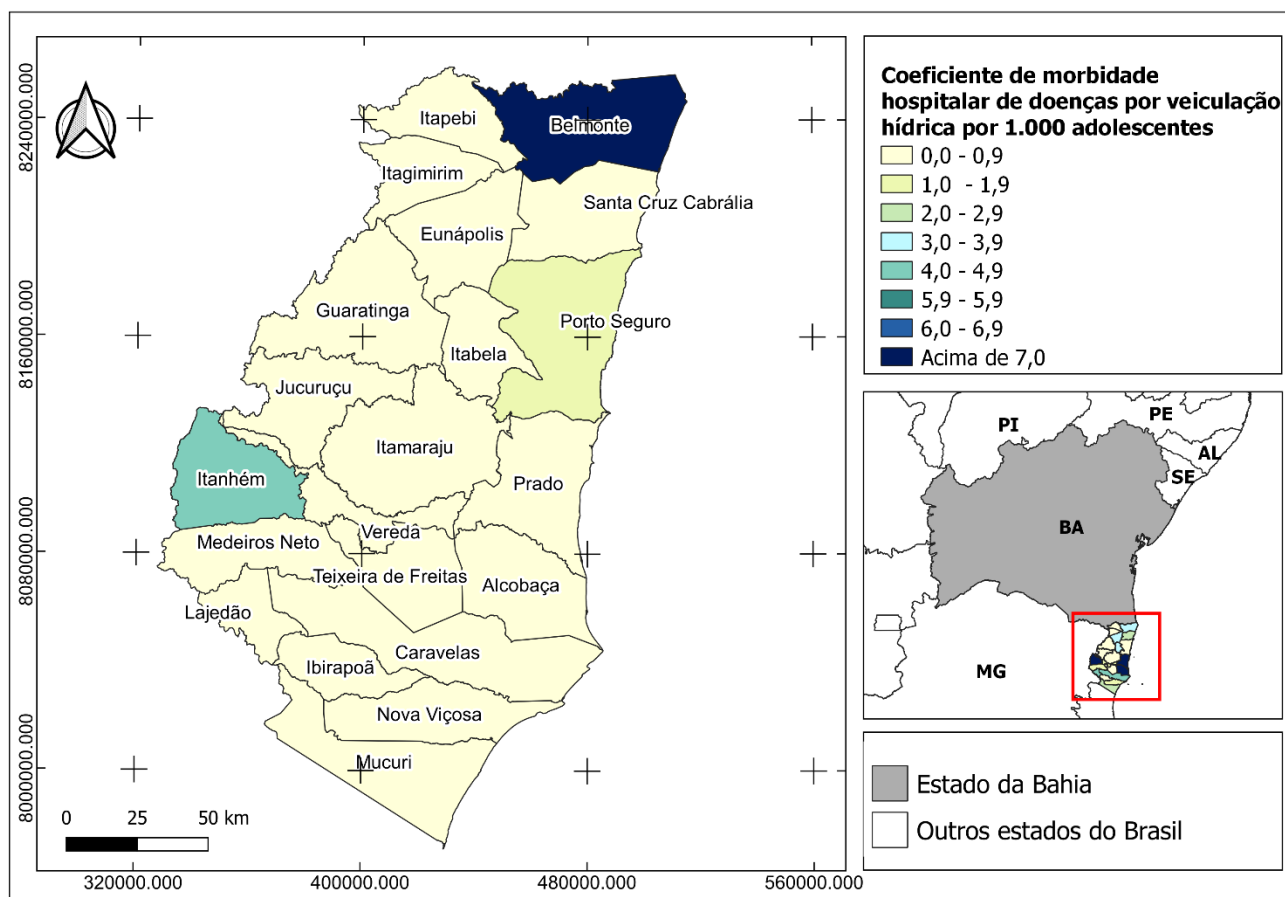


Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Segundo os coeficientes calculados através dos dados obtidos no DATASUS, no ano de 2021 os coeficientes de morbidade oscilaram de 0 a 8 internações (independente da causa de morbidade) por 1000 adolescentes. No *ranking* apresentado na figura 2, no grupo de doenças por veiculação hídrica destacaram-se os municípios de Belmonte (acima de 7,0 casos por 1000 adolescentes), Itanhém (com valores entre 4,0 a 4,9 casos por 1000 adolescentes), os demais municípios ficaram com valores de 0,0 a 0,9 casos por 1000 adolescentes.

De todas as doenças selecionadas, apenas duas foram predominantes: dengue e diarreia. Em 2021 os municípios que apresentaram maior notificação de internação por diarreia foram os municípios: Belmonte (n= 31) e Itanhém (n= 10). Para as internações por dengue destacaram-se os municípios de Porto Seguro (n= 31), Alcobaça (n= 6) e Caravelas (n= 2).

Figura 2: Coeficiente de morbidade hospitalar de doenças por veiculação hídrica entre os adolescentes (10 a 19 anos) nas regiões de saúde de Porto Seguro e Teixeira de Freitas. IBGE, DATASUS, 2021.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Ao longo da década analisada, observou-se uma tendência de redução do número de internações hospitalares pelas duas principais causas de morbidade por veiculação hídrica na maioria dos municípios. Embora houve a tendência de queda as internações por essas doenças não foram erradicadas, isso significa que pré-adolescentes (10-14 anos) e adolescentes (15-19 anos) tem o seu desenvolvimento comprometido em função dessas doenças, que é o reflexo da falta de saneamento e acesso à água de qualidade.

Nas últimas quatro décadas a comunidade científica têm entrado em consenso sobre as medidas que são mais eficientes para a redução da incidência e morbidade pela diarreia. Algumas dessas medidas têm caráter preventivo, como a melhoria das condições ambientais, oferta de água de qualidade, tratamento de esgoto e segurança alimentar (BRANDT et al., 2015). No Brasil, embora as medidas preventivas contra a diarreia sejam necessárias, em locais onde populações excluídas de infraestrutura, como saneamento e equipamentos públicos, as famílias são atendidas pelo Programa Saúde da Família (PSF) (PAZ et al., 2012).

O Sul e Extremo-sul da Bahia por estar localizada em uma faixa tropical assim como o Brasil, possui condições climáticas e geográficas para a manifestação da dengue pelo mosquito *Aedes Aegypti*. Ao longo das décadas o Brasil tem investido em políticas públicas de combate à dengue, a exemplo do Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD), instituído em 2002 (SILVA et al., 2015). Para além das políticas públicas, a proteção e conservação do meio

ambiente, acompanhamento e monitoramento sistemáticos do impacto que as mudanças ambientais produzem sobre a saúde facilitam e promovem à saúde (MENDONÇA et al., 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos Sistemas de Informação em Saúde, Sistemas de Informação Geográficos e das ferramentas de geoprocessamento foi possível realizar uma análise espacial que deixou explícito que a população adolescente é um dos ciclos de vida mais vulneráveis ao adoecimento por doenças de veiculação hídrica, evidenciando que o acesso à água tratada e ao saneamento básico não é democrático.

Embora o mapeamento realizado tenha apresentado a tendência de queda nos números de internação, ainda se chama atenção a necessidade da promoção de políticas públicas de saneamento básico e acesso a água de qualidade, bem como atuar de forma intersetorial, conciliando as ações de promoção e prevenção da Atenção Primária à Saúde com o ambiente escolar. Nesse sentido, a gestão do cuidado da saúde do adolescente não é apenas responsabilidade dos setores de saúde, mas de todas as redes sociais que interagem no processo de cuidar do adolescente, e também utilizando de ferramentas de geoprocessamento para acompanhamento e espacialização desses casos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANDT, K. G. et al. Diarreia aguda: manejo baseado em evidências. **Jornal de Pediatria**, v. 91, p. S36-S43, 2015.

BRASIL. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei Nº 11.445, de 5 de Janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978.** Brasília, 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/L11445compilado.htm - :~:text=L11445compilado&text=LEI%20N%C2%BA%2011.445%2C%20DE%20DE%20JANEIRO%20DE%202007.&text=Art.,pol%C3%ADtica%20federal%20de%20saneament o%20b%C3%AAsico. Acesso em: 27 de set. de 2022.

CESA, M. V.; DUARTE, G. M. A qualidade do ambiente e as doenças de veiculação hídrica. **Geosul**, v. 25, n. 49, p. 63-78, 2010.

MENDONÇA, F. A. et al. Saúde pública, urbanização e dengue no Brasil. **Sociedade & natureza**, v. 21, p. 257-269, 2009.

NARDI, S. M. T. et al. Geoprocessamento em Saúde Pública: fundamentos e aplicações. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 72, n. 3, p. 185-191, 2013.

PAZ, M. G. A. et al. Prevalência de diarreia em crianças e condições de saneamento e moradia em áreas periurbanas de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 15, p. 188-197, 2012.

SILVA, I. B. et al. Estratégias de combate à dengue através da educação em saúde: uma revisão integrativa. **Saúde (Santa Maria)**, v. 41, n. 2, p. 27-34, 2015.

UHR, J. G. Z. et al. Relação entre saneamento básico no Brasil e saúde da população sob a ótica das internações hospitalares por doenças de veiculação hídrica. **Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace**, v. 7, n. 2, 2016.

VASCO, D. R. S. et al. Água, Saúde e Doença: Uma revisão sistemática sobre doenças de veiculação hídrica em comunidades indígenas brasileiras. **Revista Rios**, v. 14, n. 25, p. 226-246, 2020.

TRANSFORMAÇÃO DIGITAL E AGRICULTURA 4.0 – BREVE DEBATE SOBRE A PLATAFORMIZAÇÃO DOS PROCESSOS AGROINDUSTRIAIS

Rodrigo de Paulo Souza e Silva^(a), Mariana Romanzini Freire^(b)

^(a) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Alfenas, rodrigo.silva@sou.unifal-mg.edu.br

^(b) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Alfenas, mariana.freire@sou.unifal-mg.edu.br

Resumo: O presente trabalho visa discutir e apresentar plataformas digitais que se apropriam do geoprocessamento como técnica para interligar seus interesses econômicos e encurtar distâncias entre consumidor final e de quem produz a mercadoria, no caso às commodities agrícolas, pelo Agronegócio no Brasil.

Palavras-chave: Geoprocessamento; plataformas digitais; agronegócio; controle territorial.

Abstract: The present work aims to discuss and present digital platforms that use geoprocessing as a technique to link their economic interests and shorten distances between the final consumer and those who produce the goods, in the case of agricultural commodities, for Agribusiness in Brazil.

Keywords: Geoprocessing; digital platforms; agribusiness; territorial control.

INTRODUÇÃO

A Agricultura 4.0 remonta as relações dos processos produtivos no setor, com intensa digitalização dos dados que são gerados no campo e controlados via gestão estratégica dos mesmos, torna-se necessária e fundamental a discussão de como esse fenômeno vem se desenvolvendo. Essa transformação digital é ocasionada por demandas vindas do Estado, do mercado e também pela produção de commodities agrícolas. É preciso também dissociar qual o setor que tem implantado processos tecnológicos com tamanha eficácia, e neste estudo, focaremos no Agronegócio.

As geotecnologias podem ser definidas como um conjunto de tecnologias de coleta, processamento, análise, disponibilização e oferta de informação, que utilizam referências geográficas, auxiliando em diversas pesquisas que englobam esse viés geográfico. Dito isso, é importante dizer que o geoprocessamento é parte relevante das geotecnologias, sendo capazes de mapear vários fatores críticos do sucesso de um negócio (ROSA, 2011). Apesar disso, é relevante dissociar as geotecnologias do geoprocessamento, uma vez que esse segundo representa um processamento de dados que usa o espaço como referência, à medida que as

geotecnologias contribuem para a coleta do que é necessário para o mapeamento utilizando os dados em questão.

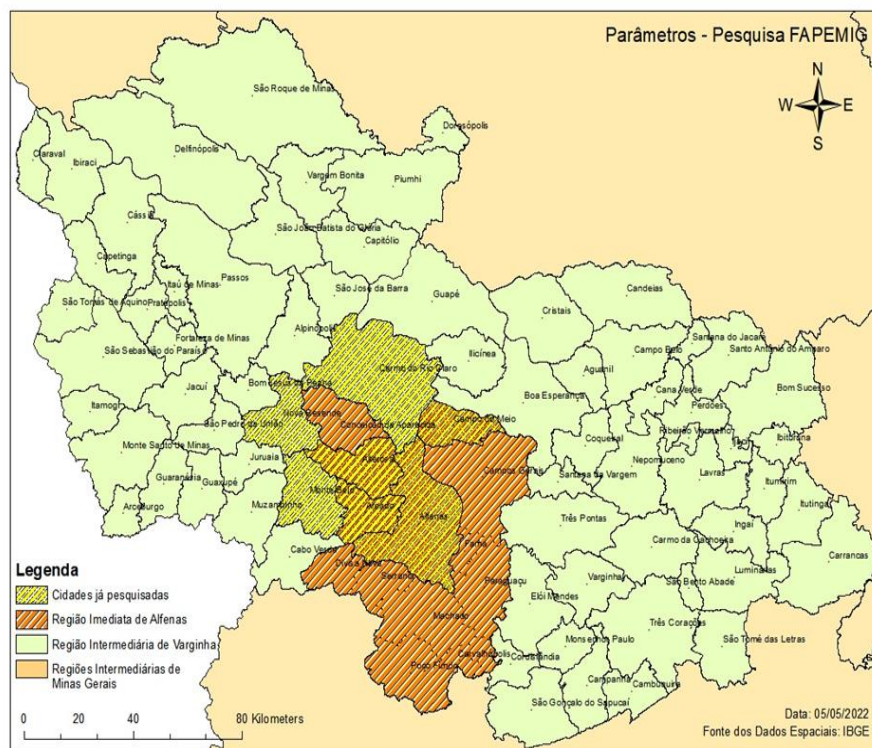
Ademais, o geoprocessamento pode ser utilizado pelo e para o agronegócio, como técnica, e promovendo um controle territorial de áreas produtivas, pois, com ele, torna-se possível um maior acompanhamento e monitoramento de seus processos, desde o plantio ao uso de insumos agrícolas no cultivo, realizado a partir de um planejamento adequado da lavoura em questão, o que permite uma maior conservação do solo, monitoramento ambiental junto às lavouras, além de outros benefícios produtivos.

O agronegócio brasileiro, para se manter como uma das principais frentes produtivas do Brasil, tem desenvolvido novas técnicas na gestão de seus dados e de controle territorial, o que possibilita transformar suas regiões produtivas em territórios produtores de *commodities*. Neste trabalho, faremos uma breve análise e apresentação de como esse processo pode ocorrer. Na primeira parte do texto vamos enquadrar as principais características do agronegócio no Brasil, na segunda parte faremos uma apresentação do que é essa transformação digital promovida na agricultura, e na terceira parte faremos uma breve apresentação de quais plataformas digitais tem sido recorrentemente utilizadas por empresas que compõem o setor na Região Imediata de Alfenas, Minas Gerais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Essa pesquisa está em desenvolvimento, desde o ano de 2021, contando com a colaboração de alunos que compõem o Programa de Pós Graduação em Geografia, da Universidade Federal de Alfenas-MG. O objetivo central é compreender como as tecnologias digitais estão sendo utilizadas na agricultura na Região Intermediária de Varginha - MG. Com o andamento da pesquisa, (observar na figura 1), foi identificada uma centralidade pela Região Imediata de Alfenas-MG na composição do setor do Agronegócio. A partir disso, estão sendo investigadas quais são as tecnologias digitais utilizadas, muitas correlacionando geoprocessamento com controle agrícola, no caso a gestão da cadeia de suprimentos agrícolas interseccionado com o uso de geoprocessamento.

Figura 01: Mapa de acompanhamento de pesquisa



Fonte: Autoria própria, 2022.

Para este trabalho, foi realizado um levantamento bibliográfico, analisando dados de 2000 à 2020, no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), uma fundação vinculada ao Ministério da Educação do Brasil, para amparar de forma teórica as questões elucidadas, além também, de aproveitadas informações obtidas por entrevistas semiestruturadas realizadas nas empresas Adecoagro® e Ipanema Coffes®. Os mapas são construídos de forma autoral, além também dos sites indicados, sendo do domínio digital das mesmas empresas indicadas.

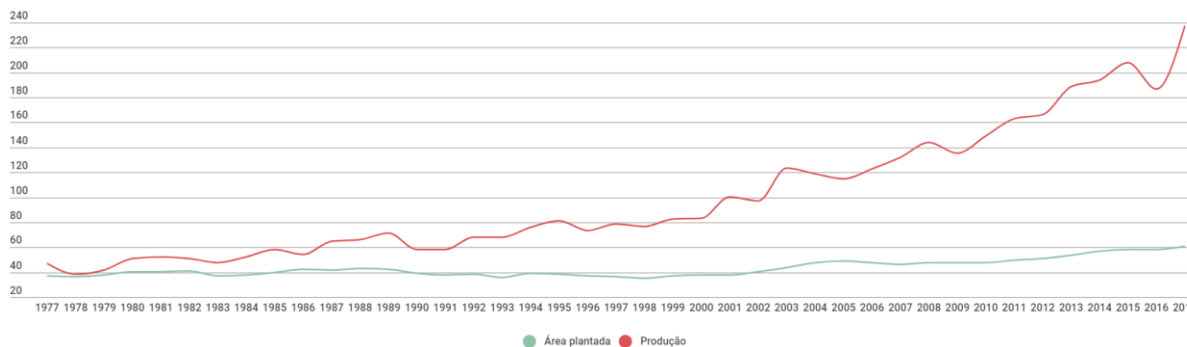
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Agronegócio no Brasil

O termo agronegócio passou a ser usual no Brasil a pouco mais de duas décadas. Esse abrange um conjunto de atividades que se realizam de forma interligadas, visando um lucro e renda advindos das produções agrícolas, adotando, para isso, pacotes tecnológicos intensivos em capital e tecnologia (ELIAS, 2021). Anterior a isso, o Brasil era considerado rudimentar, com baixo rendimento por hectare, e práticas inadequadas de produção que causaram impactos ambientais. Consequentemente, os alimentos produzidos não eram suficientes para alimentar a população, o que fez o governo instituir políticas públicas que visassem o aumento das produções e produtividade agrícola, que incluíam investimentos públicos voltados para o desenvolvimento, o que iniciou o processo de modernização da agricultura.

De acordo com pesquisas da Embrapa, entre 1975 e 2017, a produção de grãos, que era de 38 milhões de toneladas, cresceu mais de seis vezes, atingindo 236 milhões, enquanto a área plantada apenas dobrou (Figura 2):

Figura 2: Evolução das áreas plantadas e da quantidade de produção - Brasil - 1977 - 2017.



Fonte: Embrapa, 2022.

Atualmente o país se destaca como um dos maiores produtores e exportadores de diversas commodities agrícolas, e isso se dá, em grande parte, pelos avanços tecnológicos, que permitem maior produtividade em cada hectare de terra. Isso porque cada *commoditie* possui suas próprias exigências de insumos químicos, serviços, força de trabalho, tecnologia, capital, maquinário etc., dando origem a arranjos territoriais produtivos distintos (ELIAS, 2017). Dentre essas tecnologias capazes de melhorar a produtividade dos sistemas agrícolas, auxiliando nos maiores índices de produção, está incluso o geoprocessamento, que é capaz de mapear áreas de cultivo, indicar delimitações para aplicação de produtos químicos, entre outros, o que também contribui para a preservação do meio ambiente. Para PEREIRA et al., (2014, p.10):

“Com o avanço constante da tecnologia e globalização, onde a sociedade sempre coloca o fator econômico à frente da preservação ambiental, faz-se necessária à averiguação rápida dos danos causados pelas ações inconsequentes de desmatamento e poluição. Para tanto, o processamento digital de imagens de satélites, ou geoprocessamento, pode ser um poderoso aliado da história ambiental, verificando situações que vem acontecendo no decorrer do tempo, possibilitando, até a previsão de cenários futuros, caso os padrões observados nas imagens analisadas continuem os mesmos.”

Nesse sentido, um olhar geográfico se torna necessário para a compreensão desses rebatimentos tecnológicos no espaço geográfico, fomentados com novas técnicas de geoprocessamento, torna a profissão do geógrafo(a) atrativo ao setor, e também exige maior domínio de outros profissionais sobre questões geoespaciais para controle e automação dos processos produtivos agroindustriais.

Transformação Digital no Agronegócio

Documentos internacionais (FAO, 2019) importantes indicam que preocupações latentes que envolvam a produção alimentar para uma população que se expande cada vez mais, e também na adaptação (não superação) do atual modelo do agronegócio para que a produção de commodities seja mais sustentável, faz com que novos rearranjos produtivos precisem ser

adotados, isso envolve o desenvolvimento de novas tecnologias que perpassam questões biológicas e ambientais, mas que também torne a atividade operacional do cotidiano de uma corporação mais dinâmica e interativa. Uma transformação digital que promova novas formas de trabalho, de produção, e de comunicação.

Algumas tecnologias ligadas a *internet of things* (IoT), redes de comunicação (3G e 4G), *softwares as a servisse* (SaaS) e tecnologias de computação em nuvem, estão transformando digitalmente os processos produtivos na agroindústria, em especial por promover redução de custos financeiros ligados à aquisição, operação e transporte de mercadorias, e também pela simplificação das técnicas com maior interatividade e plataformação de serviços.

Vale ressaltar que a partir do momento que se simplifica os processos da produção de commodities, elevam-se de forma considerável a manutenção dos lucros de uma corporação, além de encurtar distâncias e flexibilizar as operações de trabalho. Nesse sentido, para conseguir ter sucesso no negócio a ser promovido na atualidade, é necessário um aporte de investimentos na área de tecnologia. Contudo, como interseccionar essas tecnologias com a Geografia das coisas? O sentido desse estudo é justamente apontar a intersecção entre o geoprocessamento junto a essas demandas tecnológicas. Para o controle territorial, é necessário unificar informações do controle agrícola interno às empresas junto às glebas arrendadas para a produção das commodities agrícolas.

Por exemplo, para conseguir visualizar como está o andamento histórico de produção da lavoura de cana-de-açúcar, a Adecoagro ® organiza um banco de dados com os dados de interesse para analisar quais ações o departamento agrícola da empresa precisa tomar no ano safra em questão. Na fazenda X se o índice de tonelada-cana-hectare está abaixo do esperado, é realizado um estudo que fundamente as ações agrícolas para recuperação do canavial, nesse sentido, o geoprocessamento se torna uma técnica que assimila dados de forma espacial, uma análise geoespacial é realizada de maneira assertiva. O mesmo processo é realizado na Ipanema Coffes ®, ao realizar uma análise com as glebas cafeicultoras, com informações necessárias para um manejo adequado da lavoura de café, que é uma cultura perene e requer cuidados diferenciados do setor Sucroenergético.

Mas para se chegar a este resultado preliminar de organização dos dados internos às empresas, uma transformação cultural se efetivou com o tempo, no caso, a ideia de que quanto maior controle se tiver no processo produtivo, e melhor qualificado for o quadro de funcionários e colaboradores, melhores serão os resultados das empresas. Essa questão cultural é pertinente, pois, a partir desse tipo de ideia que se criaram mecanismos cada vez mais dinâmicos, capazes de compilar quase todos os tipos de dados resultantes de análises geoespaciais em um sistema integrado de informação. Aqui está o objetivo focal das tecnologias digitais na agricultura: potencializar o controle e automação dos processos produtivos.

Apresentando ferramentas de Geoprocessamento e Tecnologias Digitais no Agronegócio na Região Imediata de Alfenas, Minas Gerais.

Quando se trata de interatividade e conectividade, a primeira ideia que se tem recorrência são as plataformas digitais, algumas podem ser citadas para exemplificar a questão indicada, como o Uber ® ou mesmo o IFood ®, que prometem aos clientes acesso facilitado a

um produto, e que também subsidiam uma conexão ampla e facilitada entre o produtor e consumidor final.

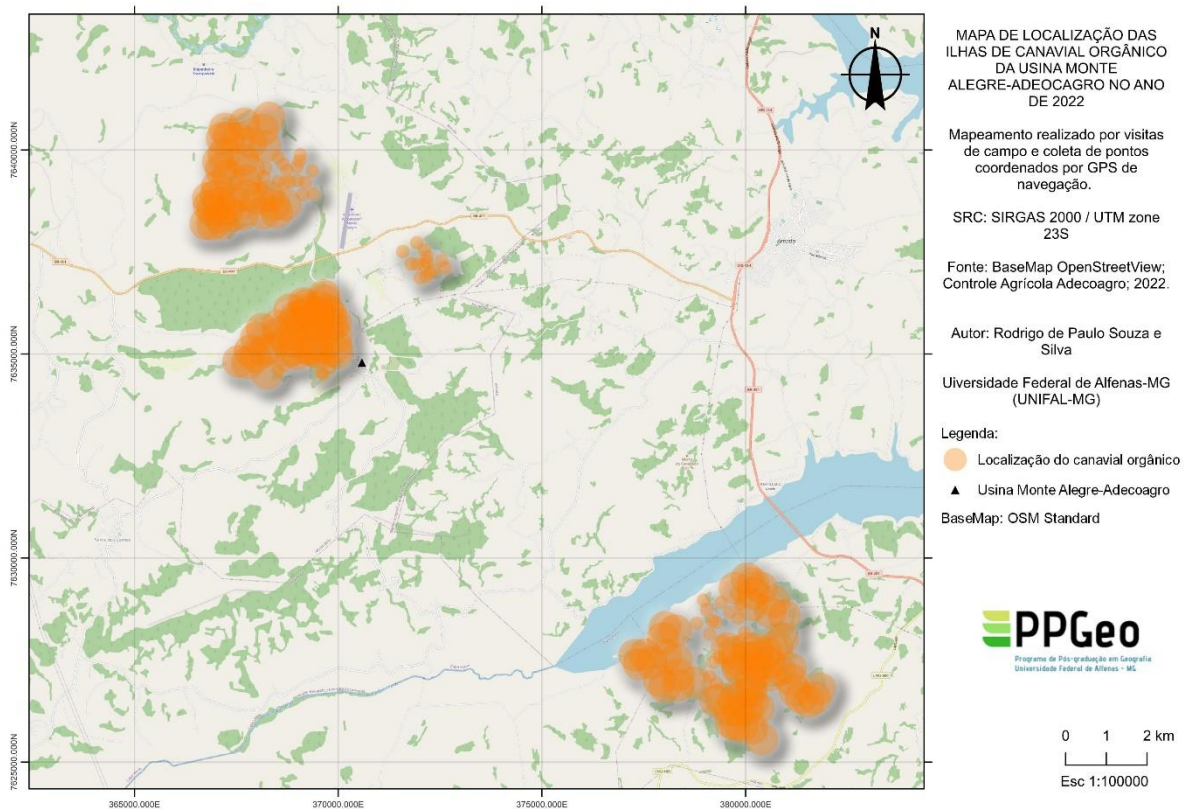
Quadro 01: Modelos de plataformas digitais no mercado, levantamento de redes e fluxos de interatividade.

Varejo	Amazon, Magazine Luiza
Mídia	Youtube
Música	Spotify, Deezer
Hospedagem	Airbnb, Tripadvisor
Pagamentos	Paypal, MercadoPago
Bancos Digitais	Nubank

Fonte: Autoria própria, 2022.

Mas como pensar essa dinâmica no setor do Agronegócio? Muito simples, no decorrer deste tópico vamos exemplificar alguns processos na integração entre dados, geoprocessamento e transformação digital. No exemplo abaixo, da Figura 03, vemos a utilização de um GIS (*Geographic Information System*) recorrentemente utilizado por empresas, chamado ArcGIS. Nesse software pode ser integrado aos polígonos georreferenciados, atributos que são pertencentes à empresa. Imagine a seguinte problemática, o gestor da empresa precisa visualizar quais são os canais orgânicos e quais são os canais convencionais, para planejar suas ações de manejo das lavouras. Esse tipo de direcionamento é realizado pela Adecoagro® em sua lavoura.

Figura 03: Mapa que ilustra a localização do canal orgânico x canal convencional.

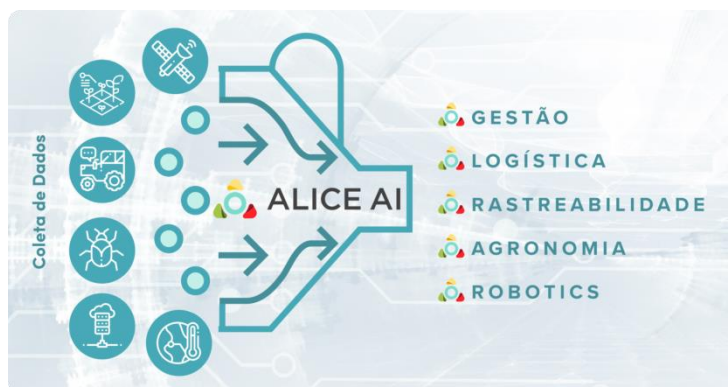


Fonte: Autoria própria, visitas de campo. 2022.

A empresa quando possui um rico banco de dados, e esses dados são utilizados de forma espacial, no caso, ligados com as geometrias das fazendas tornam a análise espacial rica, e o controle territorial sobre as próprias lavouras se efetiva.

No exemplo abaixo, na Figura 04, vemos a representação de um sistema que tem ganhado espaço no setor do agronegócio. A plataforma SOLINFTEC®, que promove a integração de dados para controle de frota e rotina das atividades que estão ocorrendo no campo, intersecciona esse monitoramento de forma geográfica.

Figura 04: Organograma Alice.



Fonte: Solinftec ®, 2022.

As tecnologias digitais inseridas no agronegócio têm alterado as formas de como os trabalhadores se relacionam com sua rotina de trabalho. Para exemplificar essa questão, a empresa Adecoagro®, localizada em Monte Belo-MG, tem em sua organização administrativa um software chamado Solinftec® (SILVA, 2021). Ele possui a função de gerenciar e organizar a rotina dos trabalhadores. Por exemplo, o operador agrícola responsável por dirigir um trator observa que seu equipamento precisa de manutenção hidráulica, ele para sua operação com o trator e indica um código no painel de controle do sistema, que alertará a central de comando que está alocada na sede agrícola da empresa, que em seguida alertará a oficina mecânica que o trator precisa de manutenção.

O detalhe desta questão é que os tempos gastos são todos computados, ou seja, o tempo que o trator fica parado, o tempo que o trabalhador da central de operações faz a chamada para oficina mecânica, o tempo que demora de a oficina mecânica checar o trator que está parado, até mesmo o tempo em que demora o atendimento da oficina mecânica na manutenção do trator. Essas informações são organizadas em relatórios, potencializando o controle sob a automatização dos serviços cotidianos de trabalho. Para acessar essas informações o acesso aos relatórios é realizado de forma sistêmica, objetiva e interativa. A definição nata de plataforma digital, relações simplificadas para melhoramento de resultados.

Outra plataforma privada que merece destaque é a CyanAgroanalytics®, que promete fornecer dados ligados a agricultura de precisão, sobre questões de controle climático de incêndios, além também do fornecimento de análises resultantes de sensoriamento remoto - *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), índice vegetativo para compreender a saúde da lavoura em questão.

Figura 05: Plataforma online privada, Cyan®.



Fonte: CyanAgroanalytics. 2022.

Algumas plataformas estatais também merecem destaque, afinal não se dissocia Estado capitalista de Agronegócio. A primeira plataforma a ser destacada é o *IDAgro*, originada para atender as demandas geradas pela criação da Lei nº13.154, de 30 de julho de 2015, que torna obrigatório o cadastro das máquinas agrícolas de todo o território brasileiro. Essas máquinas e implementos agrícolas cadastradas na plataforma integram de forma definitiva consumidores finais, fabricantes dos maquinários e órgãos estatais, uma integração e interatividade, que oferece maior garantia e rastreabilidade dos equipamentos agrícolas.

Outra plataforma estatal, subsidiada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) é o *AgroAPI*, que disponibiliza informações que podem ser utilizadas por empresas para o desenvolvimento de novos sistemas. Estão disponíveis na plataforma, por exemplo, as informações: época de plantio para diversas culturas, condições climáticas, modelos de recomendações de adubação, índices vegetativos gerados a partir de imagens multiespectrais, entre outros. Outra plataforma subsidiada pelo Estado é o *Manucã*, que aproxima produtores rurais com a rede de comércio de forma local, essa interatividade quebra barreiras antes estabelecidas, motivada por questões que envolvem a pandemia de COVID-19.

Essa transformação digital altera a cultura organizacional, os processos internos pertencentes às corporações do agronegócio e que exigem do trabalhador um plano de capacitação para subsidiar todo esse processo. A Agricultura 4.0 já é realidade, e merece atenção e maior cena de debate.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tema das tecnologias digitais no campo tem ganhado grande atenção de órgãos multilaterais, sendo abordado como uma das possíveis soluções para problemas estruturais: acesso dos agricultores familiares aos mercados, do controle de inimigos naturais nas lavouras, e no controle da emissão de gases do efeito estufa. Contudo, essas soluções têm sido apresentadas num contexto na qual as grandes corporações se consolidam como principais referências dos sistemas agroalimentares, dando ainda mais dinâmica e escopo ao agronegócio. O processo de digitalização da agricultura infere diretamente na organização e reprodução de uma agricultura neoliberal, que objetiva pela sua estrutura a reprodução do capital flexível a partir do fluxo de commodities, ou seja, são tecnologias digitais e geotecnologias desenvolvidas para otimizar as estratégias produtivas deste modelo de agricultura. Assim, promovendo uma produção alimentar como mercadoria, uma agricultura financeirizada que não busca superar as contradições capitalistas que existem nos diversos setores da sociedade, como a fome, desemprego, desigualdade fundiária e acesso a alimentação segura e adequada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROAPI. 2022. Disponível em: <https://www.agroapi.cnptia.embrapa.br/portal> Acesso em: 05 de setembro de 2022.

CYAN Agroanalytics. Disponível em: <https://cyan-agro.com.br/> Acesso em 02 de setembro de 2022.

ELIAS, D. **Agronegócio globalizado e reestruturação urbano-regional.** XVII Enapur. São Paulo, 2017.

ELIAS, D. **Mitos e nós do agronegócio no Brasil.** Geosp, v. 25, n. 2, e-182640, ago. 2021.

EMBRAPA - **Trajatória da agricultura brasileira.** 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao/trajetoria-da-agricultura-brasileira>. Acesso em 23 de maio de 2022.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Digital Technologies in Agriculture and Rural Areas.** Status Report. Rome, 2019.

IDAgro. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/idagro> Acesso em: 15 de fevereiro de 2022.

MACUNÃ. 2022. Disponível em: <http://manuca.semagro.ms.gov.br> Acesso em: 26 de maio de 2022.

PEREIRA, N. S.; SILVA, N. C.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; SILVA, S. D. **A importância do geoprocessamento para a história e o saber ambiental.** Fronteira. Journal of Social, Technological and Environmental Science, Anápolis - Goiás, 2014.

ROSA, R. **Geotecnologias na Geografia aplicada.** Revista Do Departamento De Geografia, 16, 81-90. 2005.

SILVA, R.P.S. **As faces do agronegócio e a financeirização do alimento pela Usina Monte Alegre-Adecoagro,** 2021. 72 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia Licenciatura, Instituto de Ciências da Natureza, Universidade Federal de Alfenas, Alfenas. 2021. Disponível em: https://www.unifal-mg.edu.br/geografia1/wp-content/uploads/sites/141/2021/06/Rodrigo_Paulo.pdf Acesso em: 10 de janeiro 2022.

SOLINFTEC®. 2022. Disponível em: <https://www.solinftec.com/pt-br/> Acesso em: 06 de outubro de 2022.

III SIGNE

III Simpósio de geotecnologias do Nordeste
GEOTECNOLOGIAS NA SALA DE AULA
POSSIBILIDADES E AVANÇOS

&V GISday

GEOGRAFIA FÍSICA & SIG

3º EIXO

**A RELAÇÃO USO-DEGRADAÇÃO DA TERRA NA AMAZÔNIA LEGAL
MARANHENSE NO SÉCULO XXI – Litoral da Região Intermediária Santa Inês –
Bacabal**

Anderson David Martins de Araújo^(a), Vivian Giovana Costa da Silva^(b)

^(a) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Maranhão, araujored1@gmail.com

^(b) Pós-graduação em Desenvolvimento territorial, turismo e gastronomia, Instituto Federal de Farroupilha, viviangucosta18@gmail.com

Resumo: A diversidade ambiental maranhense ainda é um dos fatores de maior destaque no cenário econômico e social do estado. O manejo do solo e das culturas altera as propriedades do solo, levando a um declínio na qualidade do solo e impactando a sustentabilidade ambiental e econômica das atividades agrícolas. A presente pesquisa foi desenvolvida com base em revisão de literatura e confecção de mapas com utilização de dados secundários. Para observação de diferença de cobertura vegetal foi utilizado o NDVI (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada). o objetivo deste trabalho foi identificar os impactos sobre a vegetação na porção dos municípios Carutapera, Luís Domingues, Godofredo Viana e Cândido Mendes inseridos na Amazônia legal maranhense, utilizando-se de dados SIG e imagens de satélite de diferentes resoluções temporais para comparação. A utilização do NDVI permitiu a visualização da diminuição da densidade de vegetação entre os anos de 2015 e 2020.

Palavras-chave: NDVI; Impactos ambientais; Vegetação; Conservação.

Abstract: The environmental diversity of Maranhão is still one of the most prominent factors in the economic and social scenario of the state. Soil and crop management alters soil properties, leading to a decline in soil quality and impacting the environmental and economic sustainability of agricultural activities. The present research was developed based on a literature review and making maps using secondary data. To observe the difference in vegetation cover, the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) was used. The objective of this work was to identify the impacts on vegetation in the portion of the municipalities Carutapera, Luís Domingues, Godofredo Viana and Cândido Mendes inserted in the Legal Amazon of Maranhão, using GIS data and satellite images of different temporal resolutions for comparison. The use of NDVI allowed the visualization of the decrease in vegetation density between the years 2015 and 2020.

Keywords: NDVI; Environmental impacts; Vegetation; Conservation.

INTRODUÇÃO

A diversidade ambiental maranhense ainda é um dos fatores de maior destaque no cenário econômico e social do estado. A preservação e sustentabilidade destes ecossistemas é indispensável, por outro lado, o que é observado desde o princípio de espraiamento dos centros urbanos e conglomerados sociais é o intenso desgaste sofrido pelos ambientes. O solo, componente essencial para a vida vegetal, sofre com intensa utilização para diversos fins.

O manejo do solo e das culturas altera as propriedades do substrato, levando a um declínio na qualidade dele e impactando a sustentabilidade ambiental e econômica das atividades agrícolas. A qualidade das condições pedológicas varia significativamente dependendo das práticas de manejo utilizadas. Por meio da avaliação dinâmica, é possível acompanhar a evolução dos indicadores ao longo do tempo e determinar se a qualidade do solo melhorou sob determinada prática (SOUSA; PEREIRA; SOARES, 2018). A relação uso-degradação é um fator indispensável para estudo, uma vez que, quando não são tomadas medidas de preservação e conservação, ou até mesmo atitudes sustentáveis, ocorre um desgaste físico e químico dos compostos inorgânicos e orgânicos.

No que tange a legislação ambiental, o Brasil e conseqüente Estado do Maranhão possuem uma carta exemplar e, por outro lado, enriquecem o argumento de que se deve colocar em prática tudo aquilo que consta na Lei. A constituição de 1988 abrange a preservação e conservação dos itens naturais como rios, mares, fauna, flora e o ar que respiramos (NERES; NERES, 2020). Estando em foco nos últimos 50 anos o direito ambiental no Brasil teve avanços, no que tange a capacidade de resolução dos problemas gerados entre o desenvolvimento e a preservação do meio ambiente (SILVA, 2017).

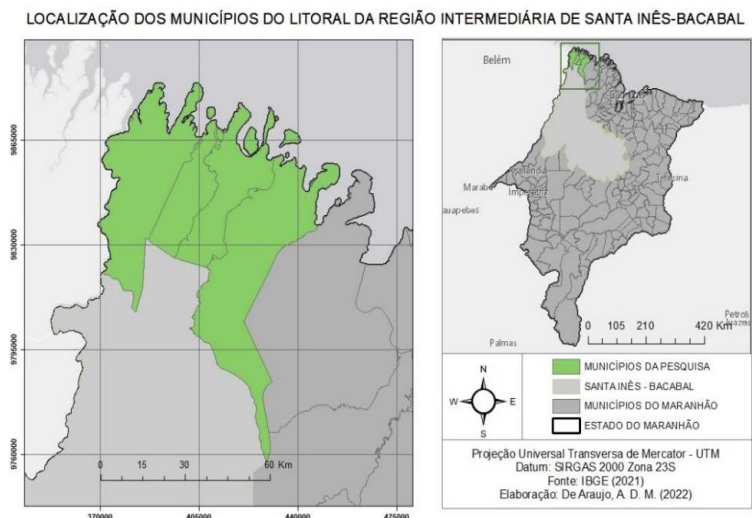
Assim como o avanço da urbanização afetou o meio ambiente dos grandes centros econômicos maranhenses, o setor agrícola encarregou-se de adentrar o interior do estado com a utilização da terra para fins de agricultura, pecuária e entre outros. Por este motivo as marcas das mudanças no Maranhão são evidentes tanto no sentido social como ambiental.

Para isto, o objetivo deste trabalho foi identificar os impactos sobre a vegetação na porção dos municípios Carutapera, Luís Domingues, Godofredo Viana e Cândido Mendes inseridos na Amazônia legal maranhense, utilizando-se de dados SIG e imagens de satélite de diferentes resoluções temporais para comparação.

MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa foi desenvolvida com base em revisão de literatura e confecção de mapas com utilização de dados secundários. A etapa consistiu no levantamento de trabalhos acadêmicos e sua posterior revisão, cujas temáticas abordaram o uso, degradação e preservação da cobertura vegetal e da terra, sendo utilizado dados e materiais de órgãos oficiais e trabalhos independentes, como base para o entendimento para as questões presentes. Neste sentido a área de foco da pesquisa, foram os municípios do litoral da região intermediária de Santas Inês – Bacabal conforme mapa a seguir:

Figura 1: Mapa de localização.



Fonte: Autores, 2022.

Para observação de diferença de cobertura vegetal foi utilizado o NDVI (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada) que segundo Ponzoni e Shimabukuro (2007) este índice tem relação direta com a fitomassa e pode representar alguns aspectos biofísicos da vegetação, ainda pode ser utilizado para inferir mudanças na vegetação e sua distribuição espacial, radiação fotossintética e produtividade de culturas (GAMARRA, et al, 2016). O NDVI usa a diferença de refletância entre a faixa do infravermelho próximo (vegetação saudável reflete mais luz) e a faixa visível no canal vermelho (vegetação saudável absorve mais luz). O valor do índice varia de -1 a 1, quanto mais próximo de 1, mais densa a vegetação, e zero para pixels não vegetados (RODRIGUES; RIBEIRO; VAZ, 2013). Desta forma, é um índice expresso pela equação:

$$NDVI = \frac{NIR - VIS}{NIR + VIS}$$

As imagens utilizadas foram do Landsat-8, bandas 4 e 5, órbita 222/61, com resolução de 30 metros, primeiramente da data de 09/12/2015 e para comparação foi utilizada 23/09/2020, as imagens respectivamente obtiveram 12% e 15% de cobertura de nuvens, fator importante para a percepção de diferenças. Importante ressaltar que as imagens foram utilizadas dentro de uma mesma estação anual, para não obter dados de um período de seca em que a vegetação estivesse menos densa de forma natural.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conceito primitivo de degradação ambiental implica a ideia de deterioração ambiental em seus aspectos tanto bióticos e abióticos. Entretanto, com uma abordagem que considere aspectos mais aprofundados, é possível perceber que o termo é mais abrangente, incluindo aspectos socioeconômicos, políticos e culturais, no que implica à interação sociedade x natureza (MENDONÇA, 2006), uma vez que a categoria “ambiente” para a geografia agrega muito mais que termos palpáveis ecológicos-ambientais, mas, também aspectos socioculturais, que podem

e devem ressignificar os impactos (VIEIRA; JUNIOR; ZANON, 2021). Neste sentido, Neto et al (2008) introduz que a intervenção humana nos sistemas ambientais naturais é parte coincidente da própria história humana, pois, em sociedades primárias a dependência pela natureza era direta e óbvia e somente assim poderia garantir a sobrevivência na terra.

Neste sentido, Rubiro (2016) argumenta que a degradação ambiental é produto da utilização dos recursos naturais de forma insustentável, levando estes estoques ao esgotamento. E não somente de alguns recursos, como o solo, a degradação abrange, mas em todos os aspectos naturais de um sistema ambiental (GUERRA & GUERRA, 1997). O que leva a determinar, que os espaços naturais ao passo que sofrem modificações, em qualquer que seja o seu nível é passível de degradação por conta da desestabilização causada, como exemplo: a pressão antrópica, ocupação e utilização de áreas para fins econômicos (SILVA et al, 2018).

Ainda, é necessário levar em consideração a multiplicidade de conceitos que se pode obter quando ocorre a mudança da ciência aplicada, seja ela, como exemplos: Geografia, Biologia etc. Meneguzzo e Chaicouski (2010) consideram que ambos os conceitos de degradação ambiental e impacto ambiental devem ser aplicados com cuidado pelos pesquisadores, uma vez que, a Lei nº 6.938 legitima o conceito oficial de cada um dos termos e este deve ser seguido a luz da legislação vigente. Em uma concepção exclusivamente prática, as consequências não mudam, entretanto, por uma questão de abrangência que seja fiel as mudanças ocorridas no espaço social, é necessária uma abordagem mais “humana” no sentido de incluir as mudanças sofridas por aqueles que convivem com a degradação.

Em relação ao Maranhão, território que já contém uma média de 19.729 focos de incêndio, que além de causarem um impacto significativo na fauna e flora, intensifica a escassez de itens básicos à sobrevivência (BEZERRA, et al. 2018). Além disso, Neres e Neres (2020) discutem que o governo estadual não possui controle sobre este problema, que em geral são causadas por agricultores e pequenos fazendeiros de forma desordenada, ao ponto que causam destruição de matas, nascentes e animais.

Por este motivo, comunidades tradicionais lutam pelos direitos ao meio ambiente, como exemplo, no município de Mata Roma – MA:

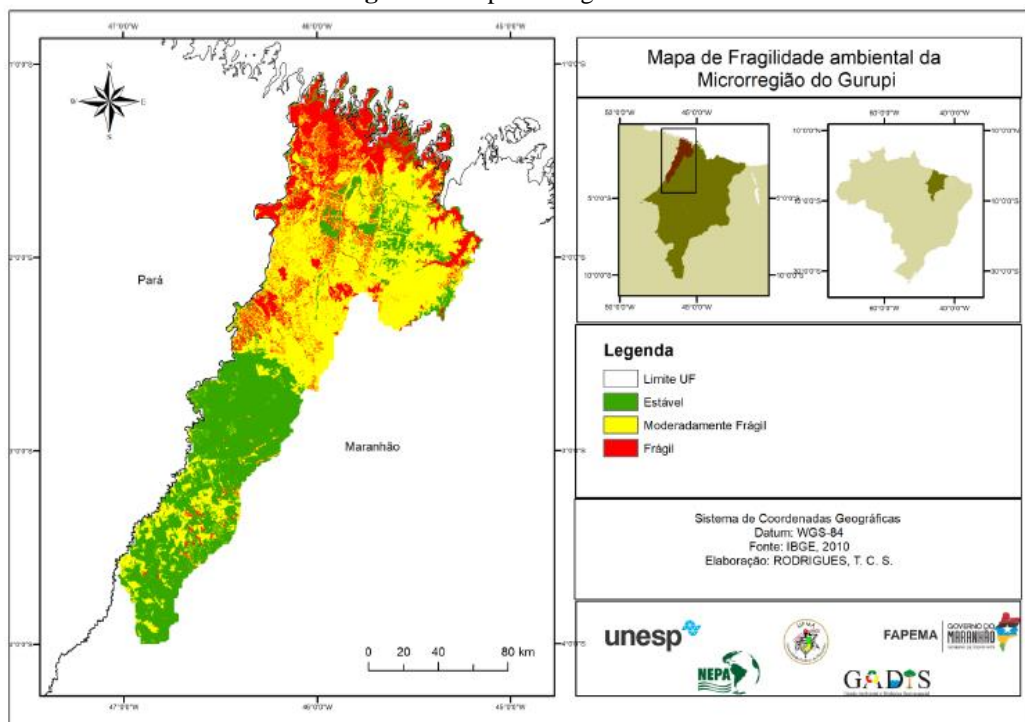
“Representantes das comunidades Murici, Areal, Onça, Santa Rosa, Bom Sucesso, Cajueiro, Guadalupe, Boqueirão do Gado, Caridade, Primeiros Campos, Currais I, Tucuns, Santa Luzia, São João, Nicolau Tabatinga, Cidade Nova, Anajá, Ananás, Centro dos Jonas, Centro dos Jerônimo, Mata Alta, Santa Elvira, Mucuí, Olho D’Água, Mata do Brigadeiro, Muquém e Tabatinga do Município de Mata Roma, Estado do Maranhão, reunidos nos dias 18 e 19 de julho de 2009, em atividade de educação ambiental, tendo como uma das discussões o aterramento de nascentes dos rios e do riacho que banham o município decidiram elaborar este documento solicitando providências para que não percamos esse bem precioso que é a água (ECODEBATE, 2009).”

Comunidades tradicionais lutam de forma constante contra as interferências sobre o ambiente em que vivem se opondo a discursos neoliberais que incluem argumentos como: o desenvolvimento econômico deve existir por meio da expansão do setor agrário, entretanto, é um rendimento que para a população local não chega a ser repassado, constituindo uma benfeitoria de ganhos monetários apenas para alguns (PEREIRA; RODRIGUES; SANTOS, 2021).

Um dos pontos que a perturbação humana causa no ambiente é a modificação direta e intensa na vegetação, que é um dos componentes de maior importância na biodiversidade, e no Maranhão, segundo Machado e Pinheiro (2016) “Na atualidade, as variadas e consistentes interferências do homem sobre o ambiente regional vêm modificando gradativamente a vegetação, tornando-a menos diversa e dominada por umas poucas espécies mais tolerantes às mudanças.” As espécies invasoras, uma vez que possuem mecanismos de adaptação e sobrevivência aprimoradas a condições nocivas ao crescimento e desenvolvimento pleno, tornam-se tolerantes a ambientes modificados (MATOS; PIVELLO, 2009). Estas áreas estavam em um certo “equilíbrio” biológico, o que pode ser examinado e aprofundado é a carência de uma expansão agrícola pautada no uso e manejo de forma tecnológica em função das características climáticas e pedológicas, no que diz respeito às questões econômicas e sociais de cada região (BRITO et al, 2020).

Em específico, a região estudada Rodrigues (2018) elaborou um mapa a respeito da fragilidade das áreas da microrregião do Gurupi.

Figura 2: Mapa de fragilidade



Fonte: Rodrigues (2018)

No ano de 2019 ocorreu no Maranhão, pela primeira vez, a Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos (RCC), onde foram analisados 16 perfis de solos no total, e de maneira geral a grande limitação encontrada em todos os perfis foi a baixa fertilidade química, pela presença elevada de sais, saturação por alumínio, e em alguns casos suscetibilidade a erosão (SILVA, et al 2020). Segundo Coelho et al (2020) “muitos dos solos selecionados para a XIII RCC são representativos do estado do Maranhão, em que predominam os Latossolos e Argissolos Amarelos e Vermelho-Amarelos, com áreas expressivas de Plintossolos Háplicos, Argilúvicos e Pétricos” que formam essa superfície de aplainamento em meio a baixos platôs e planícies fluviomarinhas.

A floresta e o bioma amazônico representam uma parcela significativa das características ambientais do Maranhão. A Amazônia possui em sua totalidade 5.4 milhões de km², e no território estadual maranhense abrange uma área de 81.208.40 km². (IBGE 2002) Sendo o estado com o menor índice de áreas protegidas, e por conseguinte, possuindo diversos problemas relacionados a sua preservação (MARTINS; OLIVEIRA, 2011).

Segundo Pereira et al (2019) o Brasil observou uma queda no desmatamento no período de 2004 a 2012, como resultado de um controle federal, entretanto, existiu um aumento entre os anos de 2015 e 2016, ao mesmo tempo em que o país passa por uma grande instabilidade política. Seguido a isto, o governo federativo brasileiro, eleito em 2018, retirou 95% dos recursos financeiros destinados à Política Nacional de Mudanças Climáticas, 26% da Gestão da Conservação Federal e Programa de Implementação e 24% destinada ao Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA) para inspeção de irregularidades (PEREIRA *et al*, 2020).

Tanure et al (2020) discutem como estará a produtividade das áreas da Amazônia legal no período de 2030 a 2049, usando projeções de mudanças climáticas baseadas nos impactos ambientais envolvendo desmatamento e extrativismo, e pressupõem que ocorrerá um decréscimo significativo no sistema de produção em principal da agricultura, que é totalmente dependente de uma estabilidade climática.

Da área original da Amazônia Maranhense, 75% da cobertura vegetal foi desmatada para dar origem a campos de agricultura e pecuária extensiva, sendo esta exploração reforçada pelo ideal de crescimento econômico, todavia, o que se observa é um grande impacto negativo no que diz respeito aos parâmetros sociais (CELENTANO et al, 2017). Sendo o setor de produção de celulose um dos responsáveis por esta expropriação da floresta e de camponeses, com uma sede no município de Imperatriz, a Suzano (empresa produtora de celulose a partir do eucalipto) estabelece grandes monocultivos de Eucalipto na região tocantina, o que resulta em uma modificação ambiental acentuada, haja vista que ocorre a extinção da biodiversidade ao longo de extensos lotes de plantio (ALVES; NÓBREGA, 2018).

Pinheiro (2019) desenvolveu uma pesquisa sobre desmatamento em áreas de proteção no bioma amazônico identificando que estes solos florestais tomam várias formas de uso e ocupação, ocupada pela pecuária e moradias, o que é proibido por lei, causando impactos e principalmente conflitos de terra nestas reservas, por conta disto, o desmatamento na Amazônia legal dobrou de 6% para 12% entre 2008 e 2015, sendo que o Maranhão possui um taxa de desmatamento anual fixada em -4.82%.(TELLES; FERNANDES; REYDON, 2020).

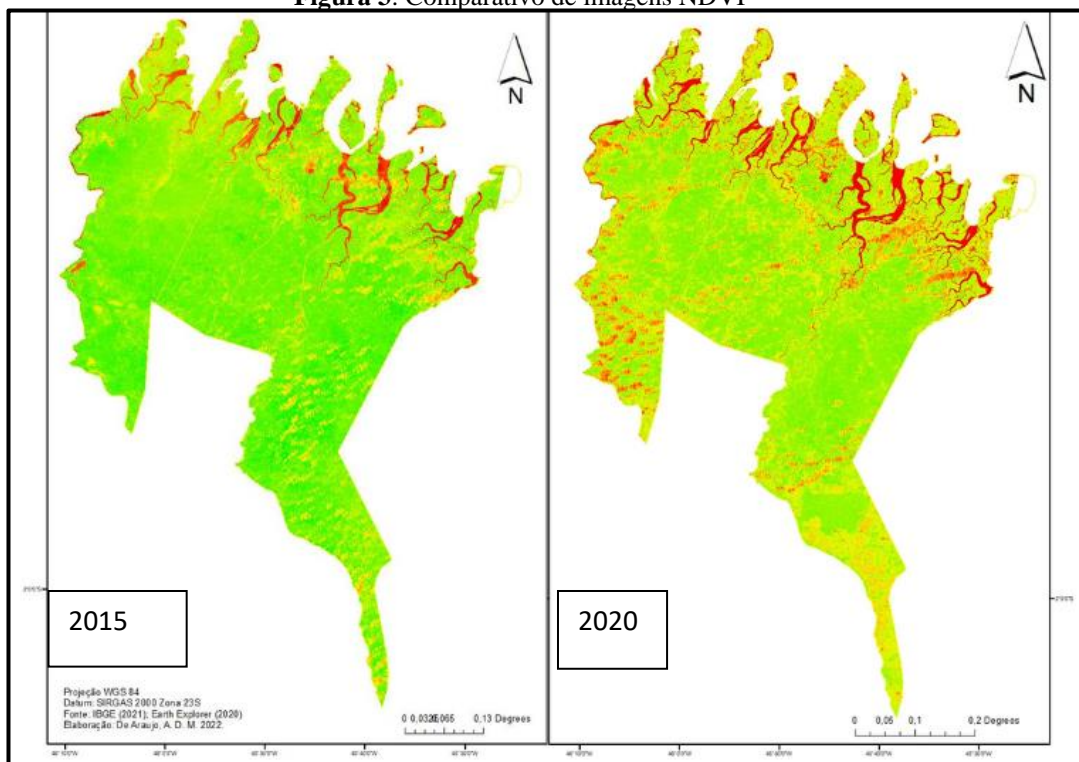
Desta maneira, é necessário ter-se uma visualização sobre a utilização do espaço em utilização contemporânea, a silvicultura e monoculturas adentram o território ainda sem utilização econômica, que segundo Oliveira (2019) esta demanda de *commodities* favoreceu a produção de insumos agrícolas, sobretudo na Amazônia legal, produtos como a soja, dendê e eucalipto, que além de causarem o impacto sobre as áreas que devem ser modificadas para posterior plantio não geram retorno econômico para as regiões pois possuem um fluxo de sentido exportador.

Sobretudo no Litoral ocidental, região que possui fragilidade de solo, por serem predominantemente constituídos de areia, em meio a reentrâncias e rias, a vegetação é tipicamente adaptada para o ecossistema equilibrado. Perturbações em um ambiente frágil podem desencadear a destruição de ecossistemas inteiros e por este motivo Neto (2014) explicita que a diminuição da fauna e da flora é evidente no litoral da microrregião do Gurupi.

Desta forma, as visualizações de mudanças na vegetação podem expor problemas decorrentes de impactos sofridos na superfície. Uma vez que qualquer mudança na cobertura do solo ou em sua composição química acarretará mudanças da vegetação assim como seu potencial de reflectância.

Na imagem (Figura 3) NDVI gerada após o tratamento é possível observar a queda da intensidade de pixels da cor verde, ou seja, pixels com valores mais próximos a 1 que significam maior densidade de cobertura vegetal. Dessa forma, a reflectância das superfícies das plantas diminuiu, sendo substituída por coberturas que refletem mais o vermelho, que podem ser solo exposto, vegetação morta e construções.

Figura 3: Comparativo de imagens NDVI



Fonte: Autor (2022)

É importante salientar que esta região abriga o maior centro exploratório mineral maranhense, não somente isto como também o avanço da agricultura e pecuária para o interior do estado. Trabalhando com as interações econômicas instaladas, é inteiramente comum que haja um decréscimo na cobertura vegetal, uma vez que, todos estes tipos de atividades necessitam da desapropriação da vegetação primária.

A região é importante para o setor minerador e turístico, Segundo Neto (2014) “estudos que foram realizados anterior à instalação estipulam oito anos de exploração em lavra, podendo chegar a 15 anos, e 100 metros de cava, sendo que 40 metros já foram perfurados”. Este problema ambiental afeta principalmente os municípios de Luís Domingues e Godofredo Viana, tendo um impacto significativo na fauna e flora das cidades. Ainda, segundo Coelho, Alves e Machado (2021) a comunidade não participa das escolhas e muito menos das benesses que deveriam ser entregues a população, que, indiscutivelmente sofre diretamente com as mudanças físicas de seu território, uma vez que apenas os cargos referentes a limpeza, manutenção, construção são cedidos aos moradores das proximidades.

Ainda para esclarecimento Hauradou e Amaral (2019, p. 16) argumentam sobre a exploração mineral em conjunto com a Teoria Social:

À luz da teoria social de Marx, em que a mercadoria e a Lei Geral da Acumulação Capitalista têm um lugar de destaque para essa apreensão, percebemos que a realidade produzida por esse processo de expropriação da riqueza revela um campo de expressões que engrossam o quadro de desigualdades in lócus. A utilidade amazônica, e aqui precisamente, os minérios extraídos em larga escala, revela-se como produto voltado ao atendimento de necessidades alheias às populações locais, pois se voltam precipuamente para a rentabilidade inerente ao modus operandi do capital.

Deste modo é possível analisar que estes empreendimentos têm a característica de desenvolvimento alheio a comunidade em que estão inseridos. O fator preocupante que está ligado a esta área é a intensidade de fragilidade, que existe por conta de um conjunto de manguezais que são abundantes nas proximidades com o mar e da vegetação arbórea adaptada a um sistema salino, o solo com características hidromórficas tendem a ficar alagados, dando espaço para outros tipos de vegetação.

Por fim, o avanço da produção do espaço no interior do Maranhão, sobretudo na região estudada neste artigo, é de caráter inevitável, e até mesmo necessário para o crescimento econômico do estado. Entretanto, é necessário que o direcionamento dos bens gerados receba finalidade para a melhoria de vida dos cidadãos, com o desenvolvimento ordenado e o aproveitamento eficaz das áreas. O produto NDVI gerado nesta pesquisa tem características iniciais para o enfoque sobre o desgaste da vegetação em relação ao crescimento econômico de 2,6% em que o Maranhão está inserido, e crescimento agropecuário recorde de 3,7% por conta do aumento da produção de grãos (IMESC, 2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ambiente costeiro da Região intermediária de Santa Inês – Bacabal possui grande diversidade de fauna e flora, por estar incluído na Amazônia legal existe um diálogo sobre a preservação destes ambientes. Entretanto, com o passar dos anos é perceptível o desgaste ambiental sofrido pelos municípios, sendo por atividades de cunho econômico, como agricultura, pecuária e mineração, como também outros empreendimentos como estradas e vias que cortam os ecossistemas produtivos ambientais.

A vegetação é sempre um dos indicativos que demonstram melhor os impactos ambientais quando utilizadas imagens de satélites, neste caso, a utilização do NDVI permitiu a visualização da diminuição da densidade de vegetação entre os anos de 2015 e 2020. Esta diminuição da intensidade dos pixels pode ser gerada de forma indevida, se utilizadas imagens de diferentes estações do ano, desta forma, deve-se sempre utilizar dados de um mesmo período.

Esta diminuição deve ser observada com cuidado, pois, a área dos municípios estudados são ambientes que possuem fragilidade no que diz respeito a solo, fauna e flora. A diminuição do número de espécies já é uma realidade observável, o estudo da diminuição de cobertura vegetal é apenas um dos primeiros pontos a serem discutidos.

Entretanto, a observação por NDVI pode incorrer em erros se não levados em conta diferenças entre incidência solar e angulação do sensor que captou os dados, o que pode levar

a leituras diferentes mesmo em estações do ano iguais, neste sentido, a visualização *in loco* é bastante viável para continuidade e afirmação dos dados obtidos nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, V. E. L; NÓBREGA, M. L. C. Os novos desafios das populações agroextrativistas na Amazônia diante da instalação da empresa Suzano Papel e Celulose na região Tocantina maranhense. **Espaço & Geografia**, Vol.21, No 1, 2018.

BEZERRA, D. S. CORREIA, C. B; RODRIGUES, L. H. S; TOMAZ, R. B; SILVA, C. H. L. J. Análise dos focos de queimadas e seus impactos no maranhão durante eventos de estiagem no período de 1998 a 2016. **Revista brasileira de climatologia**. Ano 14 – Vol. 22 – JAN/JUN 2018.

BRITO, D. R. Et al. Salinização e degradação de solo: uma consequência da adoção e uso inadequado de tecnologia. **Diversitas journal**. Santana do Ipanema/AL. vol. 5, n. 3, p.1707-1719, jul./set. 2020.

CELENTANO, D; ROUSSEAU, G. X; MUNIZ, F. H; VARGA, I. V. D; MARTINEZ, C; CARNEIRO, M. S; MIRANDA, M. V. C; BARROS, M. N. R; FREITAS, L; NARVAES, I. S; ADAMI, M; GOMES, A. R; RODRIGUES, J. C; MARTINS, M. B. Towards zero deforestation and forest restoration in the amazona region of Maranhão state, Brazil. **Land Use Policy**. 2017.

COELHO, T. P.; ALVES, E. J. P; MACHADO, M. S. **A Zona do Ouro de Godofredo Viana: ouro, água e desigualdades no Maranhão**. In: Horácio Antunes de SantAna Júnior, Raquel Maria Rigotto. (Org.). Ninguém bebe minério: águas e povos versus mineração. 1ed.Rio de Janeiro: 7 Letras, 2021, v. 1, p. 272-298.

ECODEBATE. Comunidades quilombolas denunciam degradação dos recursos hídricos no Baixo Parnaíba. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2009/08/06/comunidades-quilombolas-denunciam-degradacao-dos-recursos-hidricos-no-baixo-parnaiba/?cn-reloaded=1>. Acesso em: 15/11/2022.

MARANHÃO. Imesc estima em 2,6% crescimento econômico do Maranhão para 2022. Disponível em: <https://www.ma.gov.br/noticias/imesc-estima-em-26-crescimento-economico-do-maranhao-para-2022#:~:text=Imesc%20estima%20em%202%2C6%25%20crescimento%20econ%C3%B4mico%20do%20Maranh%C3%A3o%20para%202022,-Compartilhar%20via%20Telegram&text=O%20Instituto%20Maranhense%20de%20Estudos,ao%20segundo%20trimestre%20de%202022>. Acesso em: 15/11/2022.

GUERRA, A. T; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. 648 p.

Guia de campo da XIII Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos: RCC do Maranhão / Marlen Barros e Silva ... [et al.], editores técnicos. – Brasília, DF: Embrapa, 2020.

HAURADOU, G. R; AMARAL, M. V. B. MINERAÇÃO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: aspectos da presença e avanço do capital na região. **Revista de Políticas Públicas da UFMA**, v. 23, p. 402-420, 2019.

MACHADO, M. A; PINHEIRO, C. U. B. Da água doce à água salgada: mudanças na vegetação de igapó em margens de lagos, rios e canais no baixo curso do rio Pindaré, Baixada Maranhense. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.09, n.05 (2016) 1410-1427.

MATOS, D. M. S; PIVELLO. **O impacto das plantas invasoras nos recursos naturais de ambientes terrestres – alguns casos brasileiros**. 2009.

MENEGUZZO, I. S. CHAICOUSKI, A. Reflexões acerca dos conceitos de degradação ambiental, impacto ambiental e conservação da natureza. **Geografia (Londrina)** v. 19 n. 1, 2010.

NERES, D. A. S; NERES, R. L. Degradação do meio ambiente Maranhense: Uma investigação com aporte nas leis ambientais. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.11, p. 101793-101812 nov. 2021.

NETO, O. M. Percepção e gestão do ambiente: conhecer para preservar – áreas do extremo litoral ocidental maranhense. Anais do I Congresso Brasileiro de Geografia Política, Geopolítica e Gestão do Território, 2014. Rio de Janeiro. Porto Alegre: Editora Letral; Rio de Janeiro: **REBRAGEO**, 2014, p. 458-47.

PEREIRA, E. J. A; FERREIRA, P. J. S; RIBEIRO, L. C. S; CARVALHO, T. S; PEREIRA, . B. B. Policy in Brazil (2016- 2019) threaten conservation of the Amazon rainforest. Environmental. **Science and Policy**. (2019) 8–12.

PEREIRA, E. J. A; RIBEIRO, L. C. S; FREITAS, L. F. S; PEREIRA, H. B. B. Brazilian policy and agribusiness damage the Amazon. **Forest Land Use Policy**. 2020.

RODRIGUES, T. S.; RIBEIRO, S. R. A.; VAZ, M. S. M. G. **Avaliação do desempenho de dois Índices de Vegetação (NDVI e SAVI) por meio de Índice de Qualidade de Imagens**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

RODRIGUES, T. C. S. Estudo da cobertura e uso da terra na microrregião do Gurupi, Amazônia maranhense, entre os anos de 1976 – 2016 por meio da aplicação do sensoriamento remoto e SIG's / **Taissa Caroline Silva Rodrigues**. --,2018. 183p.

SILVA, M. S. **Direito ambiental: principais princípios e seus reflexos na legislação e na jurisprudência**. 2017.

SOUSA, R. M; PEREIRA, R. R; SOARES, F. Indicadores visuais de qualidade do solo em agroecossistemas familiares maranhenses. **ACTA TECNOLÓGICA**. v.13, nº 1, 2018.

PONZONI, F. J; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São Paulo: Parêntese Editora, 2007.

Pinheiro, Paula Fernanda Viegas. Fragmentação florestal em áreas protegidas na amazônia maranhense e conservação da biodiversidade / **Paula Fernanda Viegas Pinheiro**. — 2019. XVI, 150 f.: il.

TANURE, T. M. P; MIYAJIMA, D. N; MAGALHÃES, A. S; DOMINGUES, E. P; CARVALHO, T. S. The Impacts of Climate Change on Agricultural Production, LandUse and Economy of the Legal Amazon Region Between 2030 and 2049. **Economia**. 21 (2020) 73–90. TELLES, T. S; REYDON, B. P; FERNANDES, V. B. Land governance as a precondition for decreasing deforestation in the brazilian Amazon. **Land Use Policy**. 94 (2020).

OLIVEIRA, A. B. Indústria de celulose e o avanço da silvicultura do eucalipto na fronteira agrícola da amazônia maranhense. Geosul, Florianópolis, v. 34, n. 71- **Dossiê Agronegócios no Brasil**, p. 301-327, abril. 2019.

ALTERAÇÕES ANTROPOGEOMORFOLÓGICAS NA CIDADE DE CRATO,
CEARÁ*Sinara Gomes de Sousa^(a), Vinícius Ferreira Luna^(b)*

^(a) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, sinara.sousa@ufpe.br

^(b) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, vinicius.fluna@ufpe.br

Resumo: Este trabalho objetiva analisar as interferências na geomorfologia da cidade de Crato (CE) nos últimos oito anos, e discutir os impactos socioambientais associados. Na metodologia, utilizamos três procedimentos básicos: levantamento bibliográfico, produção cartográfica e trabalho de campo. Com o auxílio de dados cartográficos e práticas de campo, foi possível identificar três grandes mudanças ocorridas no relevo original da cidade, culminando na produção de formas antropogeomorfológicas. A primeira, trata-se do retaludamento da encosta do bairro Seminário e as outras duas, de abertura de estradas, uma entre os bairros Pimenta e Alto da Penha e a outra entre os bairros Mirandão e Barro Branco. Ambas foram construídas ao longo de encostas, implicando na modificação das suas formas através de cortes, aterros e aplainamentos, acelerando os processos erosivos e aumentando o risco de deslizamento. Portanto, concluímos que os problemas socioambientais enfrentados pela população são consequências de um planejamento territorial desigual e deficiente.

Palavras-chave: Geomorfologia Urbana. Processos geomorfológicos. Impactos socioambientais.

Abstract: This work aims to analyze the interferences in the geomorphology of the city of Crato (CE), in the last eight years, and to discuss the associated socio-environmental impacts. In the methodology, we used three basic procedures: bibliographic survey, cartographic production and fieldwork. With the help of cartographic data and field practices, it was possible to identify three major changes that occurred in the original relief of the city, culminating in the production of anthropogeomorphological forms. The first is the re-slope of the Seminario neighborhood and the other two, the opening of roads, one between the Pimenta and Alto da Penha neighborhoods and the other between the Mirandão and Barro Branco neighborhoods. Both were built along slopes, implying the modification of their shapes through cuts, fills and planning, accelerating erosion processes and increasing the risk of landslides. Therefore, we conclude that the socio-environmental problems faced by the population are consequences of unequal and deficient territorial planning.

Keywords: Urban Geomorphology. Geomorphological processes. Socio-environmental impacts.

INTRODUÇÃO

As formas e processos geomorfológicos têm sido fortemente afetadas pelas modificações socioespaciais e econômicas decorrentes da ocupação humana e da expansão das cidades. Esse fato tem se tornado uma problemática, não só do ponto de vista dos impactos nos ecossistemas, mas também, pelos problemas socioambientais que afetam a dinâmica urbana e,

sobretudo, a vida de milhões de pessoas que ocupam áreas irregulares que apresentam susceptibilidades naturais a erosão, deslizamentos e inundações.

É nesse contexto que a antropogeomorfologia passou a atuar mais efetivamente, com maior destaque para as últimas quatro décadas. Desse modo, a necessidade de se considerar as intervenções humanas na paisagem e nos sistemas geomorfológicos não é recente, sendo as primeiras abordagens datadas da segunda metade do século XIX (RODRIGUES *et al.*, 2019), com destaque as contribuições de Nir (1983), Goudie (1994), Goudie e Viles (2016).

A antropogeomorfologia é definida como o estudo do papel humano na criação de formas de relevo e modificação na operação de processos geomorfológicos, como intemperismo, erosão, transporte e deposição (GOUDIE, 2004; GOUDIE; VILES, 2016), buscando, também, investigar os impactos das ações antropogênicas sobre os sistemas físicos da superfície terrestre (SANTOS FILHO, 2011; RODRIGUES *et al.*, 2019). Como um campo de análise que pertence a geomorfologia, a antropogeomorfologia também tem como objeto de estudo a gênese, formas e processos do relevo, porém o seu foco está direcionado em como a sociedade humana é capaz de modificar e produzir novas formas geomorfológicas através dos processos denominados por Goudie (2004) de “antropogênicos”.

Esses processos podem ser classificados como diretos, quando envolvem: construção de aterros, diques, escavação para cortes de estradas, mineração, canalização de rios, construção de reservatórios, barragens, terraceamento na agricultura etc.; e podem ser dar de maneira indireta, quando interferem na operação de processos geomorfológicos naturais, acelerando-os. Como exemplo, podemos citar a remoção da cobertura vegetal para implementação da agropecuária, acelerando os processos de erosão e sedimentação (GOUDIE, 2004)

Portanto, estudos utilizando a vertente da antropogeomorfologia são de grande valia para entender o contexto geomorfológico urbano das cidades brasileiras e os processos inerentes à dinâmica geomorfológica e da própria produção do espaço, principalmente na contemporaneidade em que o fenômeno urbano tem se ampliado, e possuem alto potencial para orientar as atividades de planejamento e ordenamento territorial das cidades.

A geomorfologia da cidade de Crato, destaca-se pelas encostas do Planalto Sedimentar do Araripe, a sul, a encosta do Seminário, a noroeste, e a encosta do Alto da Penha, a Sudeste, estas últimas funcionando como interflúvios do rio Granjeiro, que percorre toda a parte central da cidade, tendo o seu trecho urbano canalizado e retificado. Desse modo, a cidade de Crato encontra-se geomorfológicamente localizada na planície fluvial do rio Granjeiro e nas referidas áreas de encostas.

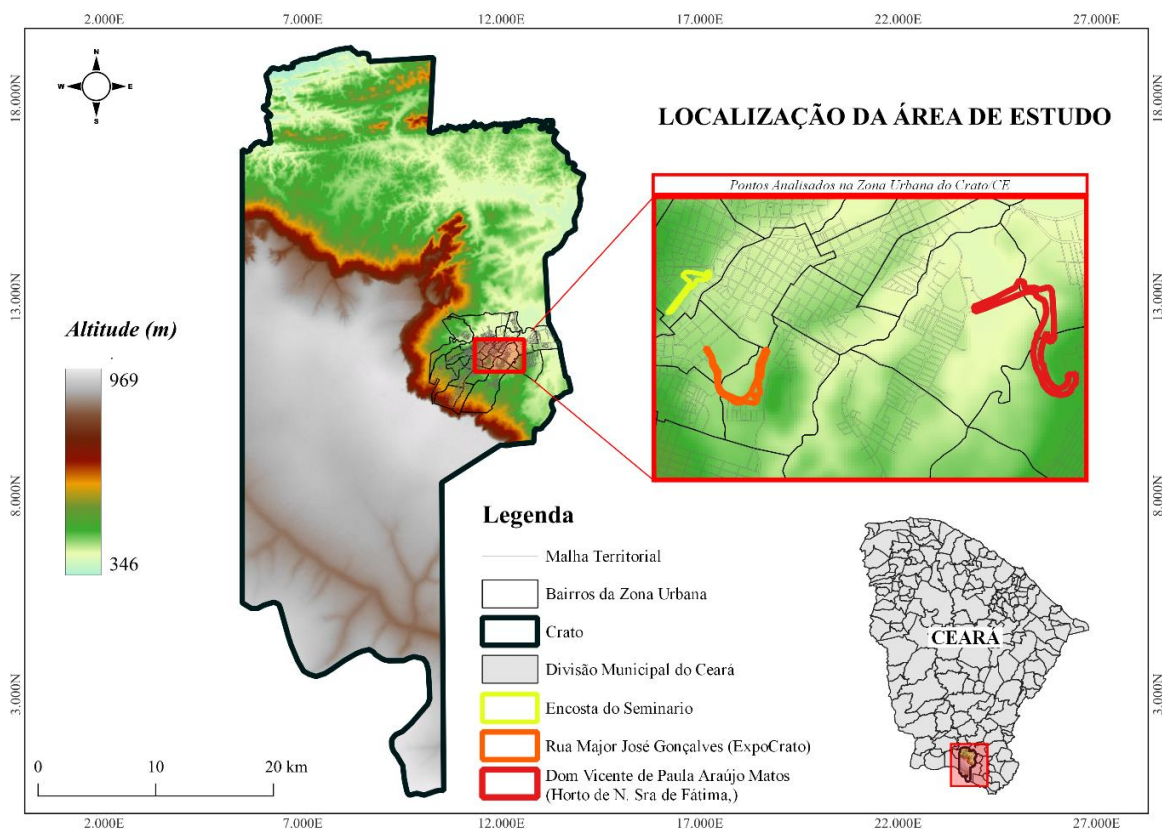
As condições climáticas do município destoam da realidade semiárida do entorno, devido a média de precipitação anual acima de 1.000 mm. Além disso, no município há registros anuais de eventos extremos de chuva durante a estação chuvosa, que, em combinação com o contexto geomorfológico e de ocupação da cidade (nas áreas de encosta e planície), cria um cenário de vulnerabilidade e risco ambiental para a população.

Nos últimos anos, presenciamos algumas mudanças significativas na morfologia original do relevo da cidade, a partir de obras de contenção de encosta, cortes em vertentes e aberturas de rodovias. Essas atividades, além de produzirem e modificarem as formas do relevo, alteram os processos geomorfológicos. Nesse contexto, o presente trabalho buscou analisar as principais interferências na geomorfologia urbana da cidade de Crato nos últimos oito anos e discutir os impactos socioambientais associados.

MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Crato integra a Região Metropolitana do Cariri, localizada no sul do Estado do Ceará (Figura 1), e possui uma população de aproximadamente 133.913 habitantes, segundo estimativa do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) para o ano de 2021 (IBGE, 2021). Esse município é privilegiado por ter em seu território uma porção significativa de um dos patrimônios naturais mais belos do Estado do Ceará, o Planalto Sedimentar do Araripe, e também por ser sede do primeiro geoparque brasileiro e da América Latina, o Geopark Araripe Mundial da UNESCO.

Figura 1: Localização do município de Crato demonstrando a espacialização da cidade sobre a geomorfologia do município.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

No mapa anterior, estão demarcadas as áreas analisadas, em que foram realizadas obras nos últimos oito anos que modificaram a morfologia natural das áreas e, conseqüentemente, alteraram os processos geomorfológicos de erosão e sedimentação. A primeira é a obra de contenção da encosta do bairro Seminário; a segunda é a estrada de acesso ao Parque de Exposições Pedro Felício Cavalcanti, criada na intenção de facilitar o tráfego na cidade durante eventos festivos e melhorar a carga e descarga de mercadorias; e a terceira é a avenida Dom Vicente de Paula Araújo Matos, pelo bairro Mirandão, que dá acesso ao Horto de Nossa Senhora de Fátima, importante ponto de turismo religioso da cidade, com o intuito de facilitar o acesso ao monumento.

As características geoambientais do município estão intimamente relacionadas às condições hidroclimáticas, geológicas e geomorfológicas da Bacia Sedimentar do Araripe e Planalto Sedimentar do Araripe. Estas duas macrounidades geológico-geomorfológicas atribuem ao município condições climáticas amenas, com pluviosidade média anual acima de 1.000 mm e temperatura média anual entre 24°C e 26°C, que, por sua vez, condiciona bom desenvolvimento pedológico e formação vegetacional do tipo arbóreo denso, a exemplo da Flona - Floresta Nacional do Araripe. O contexto geológico-geomorfológico e hidroclimático, condiciona a ressurgência de nascentes nas encostas no Planalto Sedimentar, favorecendo abundância de recursos hídricos no município (RIBEIRO, 2004; LIMA, 2008; LIMA; CESTARO; ARAÚJO, 2010).

Para realização e organização deste trabalho, a metodologia foi dividida em três procedimentos básicos: levantamento bibliográfico, produção cartográfica e trabalho de campo. Na primeira etapa, realizou-se o levantamento bibliográfico sobre as temáticas referentes à antropogeomorfologia e modificações dos sistemas geomorfológicos de encostas.

A segunda etapa consistiu na produção de material cartográfico com enfoque na área urbana e periurbana da cidade de Crato/CE. Os mapas foram elaborados a partir do software Qgis versão 3.22. O mapa de localização foi elaborado a partir da utilização de *shapefile* das bases cartográficas do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE (2021) utilizando a altitude (folha 07S405ZN) disponibilizado pelo Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil – TOPODATA. No mapa de localização dos pontos, foi utilizada imagem do CEBRS 4 do Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE, afim de comparar o antes e o depois, e imagens do Google Earth. E para verificação da mudança no padrão de uso e ocupação, recorreu-se a base de dados do MapBiomas (2016, 2018 e 2020).

Na etapa de campo, realizamos visitas em pontos específicos previamente escolhidos para análise dos processos e formas geomorfológicos alterados pela urbanização e da nova configuração produzida por esse fenômeno, a fim de validar os mapas produzidos e incorporar outros elementos. Analisamos, também, as áreas de expansão urbana para verificarmos os impactos socioambientais decorrentes das atividades de instalação de novos empreendimentos, como abertura e construção de estradas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A alteração da geomorfologia urbana se dá por meio da produção do espaço urbano, onde o relevo serve de suporte físico para as diferentes formas de ocupação, que refletem o momento histórico, econômico e social (JORGE, 2011). Sendo um processo desigual, a produção do espaço urbano nas cidades brasileiras, é comandado pelo mercado imobiliário, que determina as áreas mais e menos valorizadas; estas últimas, na maioria dos casos, apresentam algum tipo de suscetibilidade natural a desastres, por isso, são designadas à população mais pobre.

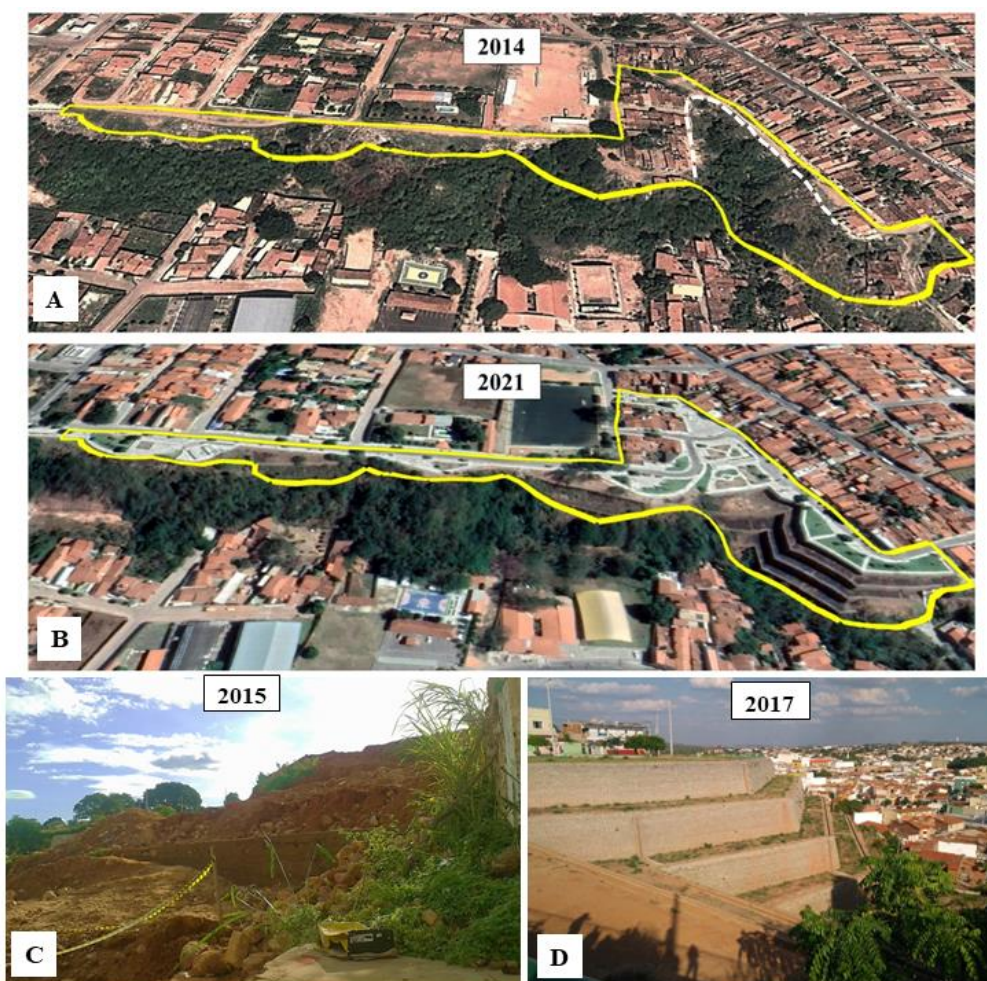
Processos geomorfológicos, como inundações, escorregamentos e erosão, que envolvem as esferas ambientais e sociais, quando ocorrem em áreas ocupadas pela sociedade, se manifestam de forma recorrente na cidade de Crato, deixando uma parcela da população vulnerável aos impactos desses processos. Segundo Bezerra (2013), nos centros urbanos, onde a transformação da paisagem é feita de forma irregular e planejada de forma desigual, são os

locais mais propícios ao desencadeamento de problemas ambientais que afetam a qualidade de vida da população, como erosão, assoreamento, poluição e contaminação dos recursos hídricos.

Os cidadãos da área de estudo em análise, principalmente nos últimos 50 anos, vêm sofrendo com os impactos socioambientais decorrentes de problemáticas ocasionadas pelo mau planejamento do poder público em relação ao ordenamento territorial da cidade. Em alguns setores, a população vive em situações de vulnerabilidade socioambiental ligadas às ocupações irregulares de encostas e áreas sujeitas a inundação (FREITAS *et al.*, 2014).

A partir de 2014, parte da encosta do Bairro Seminário passou por um processo de retaludamento (Figura 2) com o objetivo de conter os processos erosivos e movimentos de massa, que colocavam os habitantes locais em condição de vulnerabilidade socioambiental e risco de desmoronamento. Um dos principais problemas que motivou a “reconstrução” da encosta, foi a existência de uma enorme voçoroca (indicada na Figura 2A com um tracejado em branco) que, segundo dados coletados por Ribeiro (2004), evoluía cerca de 1 metro por ano, possuindo, na época, 20 metros de profundidade, 15 metros de largura e um recuo de mais de 30 metros a partir da encosta original.

FIGURA 2: Imagens da encosta do Bairro Seminário. A- Antes da obra de contenção; B- Após a concretização da obra; C- Durante a execução da obra; D- Obra em fase de acabamento.



Fonte: A (2014) e B (2021) - Imagens do Google Earth Pró; C (2015) e D (2017) - Fotos dos autores.
Organização das imagens, 2022.

A voçoroca se formou a partir da junção de uma série de fatores envolvendo a suscetibilidade natural da área (regime climático, cobertura pedológica, embasamento geológico, declividade e formato da encosta), as formas de ocupação e o lançamento diário de uma rede de esgotos residenciais, que convergiam em sua direção. Como resultado, para a população que residia em seu entorno, o risco de desmoronamento era cada vez maior, tendo em vista ocorrências passadas em que pessoas tiveram suas casas engolidas pela voçoroca.

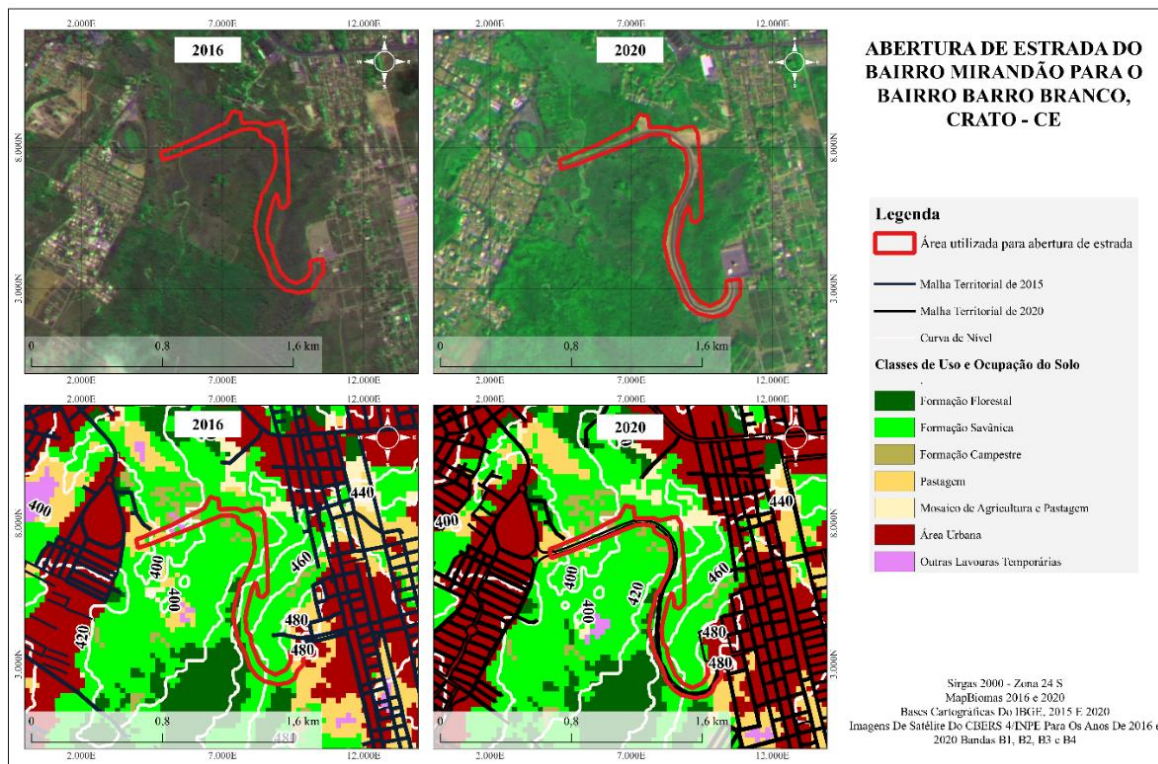
No recorte analisado temos três contextos geomorfológicos distintos, em que as taxas de erosão e sedimentação foram modificadas conforme a encosta foi sendo ocupada e transformada pela ação humana. No primeiro cenário, de evolução do voçorocamento, as taxas de erosão e sedimentação foram aceleradas pelo lançamento constante de águas servidas. No segundo, durante a execução da obra (Figura 2C), as taxas de transporte e sedimentação aumentaram em decorrência da alta disponibilidade de sedimentos inconsolidados utilizados no aterro da voçoroca e retaludamento da encosta, contribuindo com o assoreamento do rio Grangeiro. No terceiro, de consolidação da obra (Figura 2B e 2D), as taxas de erosão e sedimentação foram reduzidas devido a contenção do material pelo concreto e pela vegetação inserida, interferindo na conectividade hidrossedimentológica encosta-canal.

É importante destacar que, além de ter devolvido a segurança para as famílias residentes em relação ao risco geomorfológico de desmoronamento, a obra de contenção contribuiu para a revitalização da área, tornando-se um espaço de lazer para a população cratense, objeto de pesquisas científicas e atividades de campo, e ambiente de contemplação para turistas e visitantes.

Dentre as fases da urbanização descritas por Rodrigues e Moroz-Caccia Gouveia (2013), a retirada da vegetação é citada como a primeira intervenção do estágio inicial da urbanização. Apesar de parecer insignificante, essa interferência inicial é suficiente para acarretar inúmeros impactos na circulação hídrica e no balanço morfodinâmico, pois, com o solo exposto aumenta a ação dos agentes erosivos e as taxas de produção de sedimentos.

Esse fato foi constatado em duas obras de abertura de estradas na zona periurbana da cidade de Crato realizadas nos últimos cinco anos. Além da retirada da vegetação, ambas as obras foram construídas ao longo de duas encostas, implicando na modificação direta das suas formas através de cortes, aterros e aplainamentos. Na figura 3, observa-se o antes e depois da construção da estrada que dá acesso ao monumento de Nossa Senhora de Fátima, no bairro Barro Branco. Com a comparação das imagens de satélite de 2016 e 2020 percebe-se as modificações realizadas no relevo entre as cotas altimétricas que variam entre 400 a 480 m.

FIGURA 3: Mapa demonstrativo da modificação das classes de uso e ocupação da terra após abertura estrada no Bairro Mirandão.



Fonte: CEBRS4/INPE e MapBiomas, 2016 e 2020. Organizado pelos autores, 2022.

Com relação aos tipos de uso e ocupação da terra na área, percebe-se a expansão da malha urbana em vermelho e o desaparecimento de algumas áreas com presença de pastagem, formação campestre e lavouras temporárias. Nota-se também a diminuição da área de formação florestal no mapa de 2020 associado ao desmatamento realizado para a abertura da estrada, (Figura 4), acarretando na incidência de processos erosivos difusos e lineares.

FIGURA 4: Antes e depois das modificações realizadas no relevo para abertura da avenida Dom Vicente de Paula Araújo Matos, Crato-CE.

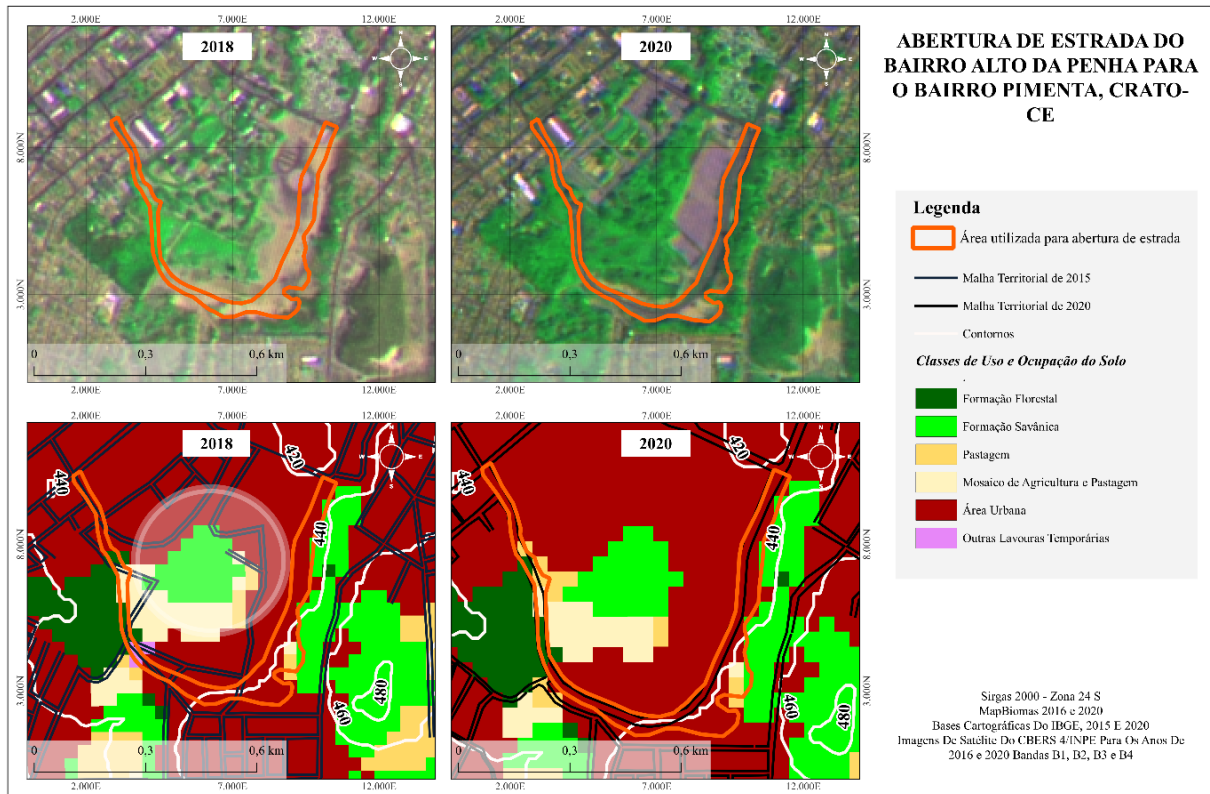


Fonte: Prefeitura Municipal de Crato-CE. A- 2020; B- 2021; C- 2022.

Fato semelhante, porém, mais crítico, se deu com a construção da avenida de contorno ao Parque de Exposições Pedro Felício Cavalcanti (Figuras 5 e 6), ao longo da encosta do Bairro Alto da Penha. No ano de 2014, em trabalho realizado por Freitas *et al.* (2014) subsidiado pela CPRM (Serviço Geológico do Brasil), a referida encosta foi setorizada como área de risco,

devido a suscetibilidade natural já existente, as formas de ocupação feitas pelas famílias residentes e pela falta de saneamento básico, que obriga os moradores do bairro Alto da Penha e Mutirão a destinarem seus esgotos para as vertentes da encosta, contribuindo com o aumento dos processos erosivos e com o próprio risco geomorfológico.

FIGURA 5: Mapa demonstrativo da modificação das classes de uso e ocupação da terra após a construção da avenida de contorno do Parque de Exposição.



Fonte: CEBRS4/INPE e MapBiomias, 2018 e 2020. Organizado pelos autores, 2022.

Figura 6: Antes e depois das modificações realizadas para abertura da Rua Major José Gonçalves, Crato-CE.



Fonte: Geraldo Pinheiro (Cariri Notícias, 2018) e Eder Samuel (Blog de Altaneira, 2019).

A encosta do bairro Alto da Penha já havia sido alvo de interferências durante a construção da obra de contenção encosta do bairro Seminário, pois foi utilizada como fonte de material para preencher os aterros do retaludamento. Tomando como referência a encosta do bairro Seminário e o contexto antropogeomorfológico da encosta do bairro Alto da penha, é possível afirmar que, em um futuro breve, será necessário realizar uma obra de contenção de nessa área, afim de mitigar os riscos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, podemos concluir que, o que ocorre na cidade de Crato, assim como na maioria das cidades brasileiras, em termos de impactos socioambientais decorrentes da modificação do relevo original e alteração de seus processos naturais pela expansão urbana são consequências de políticas de planejamento territorial desiguais e deficientes, sobretudo em relação a adequação das atividades econômicas às potencialidades e fragilidades ambientais oferecidas pelo substrato geocológico, principalmente quando se trata de ocupações irregulares de encostas (RIBEIRO, 2004).

Nesse sentido, como é alertado por Guerra (2011), o estudo das encostas urbanas torna-se cada vez mais importantes, principalmente no cenário atual de crescimento populacional, aprofundamento das desigualdades sociais e o aumento da ocorrência de eventos extremos de chuvas em ambientes tropicais, devido as mudanças climáticas. Estudos dessa natureza são essenciais para conhecer, prever e mitigar os efeitos dos processos geomorfológicos sobre as encostas, em especial as que se encontram densamente ocupadas, em que o risco de perda de vidas humanas e bens materiais aumenta de forma significativa.

AGRADECIMENTOS

Destinamos nossos agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo apoio financeiro por meio de bolsas de pós-graduação nas modalidades Mestrado (Número do Processo: 88887.610067/2021-00) e Doutorado (Número do Processo: 88887.610061/2021-00).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEZERRA, J. F. R. Reabilitação de áreas degradadas por erosão em São Luís/MA. In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. (Org.). **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

FREITAS, L. C. B.; RODRIGUES, J. G.; CAJAZEIRAS, C.; CAMACHO, C. R.; MODESTO, F. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes e movimentos de massa**: Crato, Ceará. Relatórios Técnicos – CPRM, 2014.

GOUDIE, A. S. **The Human Impact on the Natural Environment**. 4th ed. Massachusetts: The MIT Press, Cambridge, 1994.

GOUDIE, A. S. **Encyclopedia of Geomorphology**. Vol. 1, London and New York: Routledge, 2006.

GOUDIE, A. S.; VILLES, H. A. **Geomorphology in the Anthropocene**. United Kingdom: Cambridge University Press, 2016.

GUERRA, A. J. T. Encostas Urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia Urbana**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados - Crato**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/crato.html>>. Acesso em: 30/10/2022.

JORGE, M. C. O. Geomorfologia urbana: conceitos, metodologias e teorias. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia Urbana**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

LIMA, F. J.; CESTARO, L. A.; ARAUJO, P. C. Sistemas geoambientais do município de Crato/CE. Fortaleza: **Mercator**, V. 9, n. 19, p. 129 – 142, 2010.

LIMA, F. J. **Proposta de zoneamento geoambiental do município de Crato/CE**. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN/PPGG, Natal, 2008.

NIR, D. **Man, a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology**. Jerusalem: Ketem Pub. House, 1983.

RIBEIRO, S. C. **Susceptibilidade aos processos erosivos superficiais com base na dinâmica geomorfológica na Microbacia do rio Granjeiro, Crato/CE**. 2004. Dissertação. (Mestrado em Mestrado). UFRJ/PPGG, Rio de Janeiro, 2004.

RODRIGUES, C.; MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C.; LUZ, R. A.; VENEZIANI, Y.; SIMAS, I. T. H.; SILVA, J. P. Antropoceno e mudanças geomorfológicas: sistemas fluviais no processo centenário de urbanização de São Paulo. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, 40 (1), 105-123, 2019.

RODRIGUES, C.; MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C. Importância do fator antrópico na redefinição de processos geomorfológicos e riscos associados em áreas urbanizadas no meio tropical úmido. Exemplos na grande São Paulo. In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. (Org.). **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SANTOS FILHO, R. D. Antropogeomorfologia Urbana. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

ANÁLISE DA CORRELAÇÃO DA AMOSTRA DO SOLO PARA INDICAÇÃO DE
CALAGEM EM AÇAÍ DE TERRA FIRME

Ana Kézia Farias de Souza^(a), Ítala Duam Souza Narusawa^(b), Tatiana Pará Monteiro de Freitas^(c)

^(a) Graduanda em bacharelado em agronomia, Instituto Federal do Pará – Campus Castanhal, fariasanakezia@gmail.com

^(b) Graduanda em bacharelado em agronomia, Instituto Federal do Pará – Campus Castanhal, dudananarusawa@gmail.com

^(c) Departamento de Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, tatiana.para@ufpr.br

Resumo: O projeto visou realizar um diagnóstico econômico em um agroecossistema da comunidade 15 de Agosto, localizada na cidade de Castanhal Pará, para a recomendação de calcário, na implantação de mudas de açaí, sob sistema tradicional de manejo do solo na agricultura, em taxa fixa, comparado com sistema de agricultura de precisão em taxa variável, sendo necessário fazer divisão de parcelas experimentais em duas áreas, definir zona de amostras, fazer análise de solo, estudar os dados obtidos, e compará-los através das análises químicas do solo, elaborar Mapas a partir de geoestatística, recomendar calcário, analisar economicamente as recomendações de calcário de acordo com as duas metodologias propostas, comprovar ou não a eficiência do uso de ferramentas da agricultura de precisão para a recomendação e aplicação de calagem em mudas de açaizeiro.

Palavras-chave: açaí, calagem, agricultura de precisão, solo.

Abstract: The project aimed to carry out an economic diagnosis in an agroecosystem of the 15 de Agosto community, located in the city of Castanhal Pará, for the recommendation of limestone, in the implantation of açaí seedlings, under the traditional system of soil management in agriculture, in fixed, compared with a variable rate precision agriculture system, being necessary to divide experimental plots into two areas, define sample zones, perform soil analysis, study the data obtained, and compare them through chemical analysis of the soil, prepare maps from geostatistics, recommend limestone, economically analyze the limestone recommendations according to the two proposed methodologies, prove or not the efficiency of the use of precision agriculture tools for the recommendation and application of liming in açaí seedlings.

Keywords: açaí, liming, precision agriculture, soil.

INTRODUÇÃO

No estado do Pará são encontradas duas principais classes de solos em maior abundância: os Latossolos e os Argissolos, cobrindo aproximadamente cerca de 80% da superfície do estado paraense, nas quais estão assentadas as principais atividades agropecuárias, onde esses solos apresentam como principais limitações a elevada acidez, a alta saturação por alumínio e baixa disponibilidade de nutrientes, isso faz com que seja um problema bastante recorrente, enfrentado pelos os agricultores da região, pois essa premissa de solo ácido necessita, periodicamente, da aplicação de calcário em propriedades rurais para a correção do

solo agrícolas. Os manejos de açazais nas áreas de várzea não têm sido suficientes para atender a demanda do mercado, dando início a uma nova modalidade de produzir açaí por meio do cultivo em terra firme. Assim entra a agricultura de precisão, como uma ferramenta capaz de produzir açaí em terra firme, desenvolvendo tecnologias capazes de alavancar as produções.

Ao final do ano de 2019 pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental lançaram a cultivar BRS Pai ‘égua selecionada para as condições de terra firme, que apresenta bons níveis de produtividade de frutos, principalmente no período de entressafra de 5,2 t de frutos por hectare dos 3,5 aos 5 anos do plantio; 9,0 t/ha dos 5 aos 6 anos; 8,5 t/ha dos 6 aos 7 anos; 11,8 t/ha dos 7 aos 8 anos; e 12,9 t/ha dos 8 aos 9 anos do plantio (FARIAS, 2019).

“Ao longo dos anos, a produção do açaí fruto vem ganhando espaço na economia regional e experimentando uma expansão de seu processo produtivo, em alguns municípios do nordeste paraense”. (BRABO et al., 2015)

Essa nova conjuntura da produção do açaí traz à tona a discussão sobre o uso de sistemas de cultivos que permitam a inclusão de agricultores familiares, produção orgânica ou mesmo aquelas que agridam menos o meio ambiente, principalmente para trazer como agregação de valor o selo de produção sustentável. Nesse ponto é dada a atenção especial à forma de adubação e correção de solo que possam minimizar o uso de produtos químicos.

Há ainda poucos estudos sobre os reflexos da correção de solo ácido e seus impactos na produção do Açaí, muito porque as novas variedades foram lançadas recentemente e apesar da importância da cultura do açazeiro para a economia paraense, dispõe-se de poucos resultados de pesquisa que deem sustentação ao cultivo da cultura em terra firme, quanto a adubação e nutrição da planta. Por isso, a importância de se estudar tal cultura e a aplicação de metodologias que permitam avaliar os menores gastos com insumos agrícolas no cultivo.

Tornando como base de pesquisa a análise de nutriente no solo como elemento central para a avaliação da fertilidade do solo, uma vez que a avaliação complementar, do estado nutricional da planta, é dada pela análise química ou diagnose foliar (FONTES, 2016), a calibração das adubações é item primordial para o sucesso da produtividade ao longo do ano.

Sabe-se, portanto que a aplicação de técnica de calagem propicia elementos como cálcio e magnésio, que ajudam na diminuição de acidez do solo, o uso tradicional dessa técnica depende de análise de solo e após o resultado é espalhado na área a ser produzida toda a quantidade de calcário de forma uniforme.

Nesse ínterim considera-se que se o corretivo for aplicado em quantidades insuficientes, a cultura pode não responder conforme se deseja e se a quantidade de corretivo for alta, pode gerar desequilíbrio no solo afetando negativamente o desenvolvimento das culturas (CARNEIRO et al., 2018).

Uma forma de minimizar esse equívoco na má distribuição da quantidade e distribuição no espaço de adubos é o uso de tecnologias da agricultura de precisão que permitem promover um manejo localizado e preciso das áreas cultivadas, permite a otimização do uso de insumos agrícolas e a possibilidade de aumento da produtividade (MONTANARI et al., 2008).

Em relação ao mapeamento da fertilidade do solo, entre as tecnologias de Agricultura de Precisão (AP) mais empregadas pelos produtores do campo estão a amostragem de solo em grades georreferenciadas, o mapeamento das propriedades do solo e a aplicação de fertilizantes e corretivos em taxas variáveis (INAMASU, 2014). Essas técnicas propiciam gerar mapas de atributos específicos do solo e por meio deles é possível orientar aplicações de fertilizantes e

corretivos de acordo com as necessidades locais de cada propriedade ou estabelecimento agrícola evidenciadas pelos mapas (COLAÇO, 2015).

E, com vista na obtenção de informações a respeito da variabilidade espacial das propriedades presentes do solo e das plantas é de grande importância para a avaliação da fertilidade; levantamento, mapeamento e classificação de solos; desenvolvimento de esquemas mais adequados de amostragens, entre outros, visando à melhoria das condições de manejo agrícola e o incremento de produtividade das culturas (SOUZA, 1992).

Com o desenvolvimento da agricultura de precisão, o conhecimento da distribuição espacial de variáveis de solo e planta tornou-se indispensável para o planejamento e otimização de adubações, tratos culturais e colheita

Diante do recente lançamento da variedade de açaí BRS Pai d'égua, se vê necessário promover uma pesquisa sobre o comportamento da nutrição de um açaizal implementando como unidade demonstrativa no município de Castanhal e seus reflexos financeiros na indicação ou não de calagem por dois métodos de aplicação: tradicional x agricultura de precisão. Esse trabalho demonstra o ineditismo da pesquisa na região e que poderá propiciar produtos e bases de pesquisa para futuras áreas na região do estado.

MATERIAIS E MÉTODOS

O processo de pesquisa se deu de forma presencial com a coleta em campo. O processo foi dividido em etapas sendo a coleta de dados em campo, agricultura de precisão e georreferenciamento, onde foi feita a pesquisa científica, pesquisa aplicada, análise de solo e elaboração de mapas, conforme as etapas a seguir:

Etapa 1 - Pesquisa científica: Através do método de pesquisa exploratória qualitativa, foi feita busca secundária nas bases de dados científicas da CAPES, google acadêmico e *SciELO Scientific Electronic Library* Online (Biblioteca Científica Eletrônica On-line) do acervo publicado para encontrar lacunas referente a promoção de calagem por agricultura de precisão em plantio de Açaí no nordeste paraense.

Etapa 2 - Pesquisa aplicada: Pelo método estatístico iremos definir o número de amostras necessário para estimar o valor médio das características de solo, segundo Cochran (1965), é definido por: $n = t^2 \cdot \alpha \cdot S^2 / D^2$, em que n é o número de amostras necessário para estimar a média μ , dentro de uma tolerância d. A quantidade de $t\alpha$ é a estatística t de Student, referente a um determinado nível de probabilidade α , e S^2 é a variância amostral.

Etapa 3 - Análise do solo: Foi feita a coleta de amostra (tradicional x precisão) da área estudada, seguindo para o envio das amostras para o laboratório de solos, após os resultados se fará a interpretação dos resultados para então fazer a implementação das recomendações na área do experimento, sendo uma de aplicação de calagem de forma tradicional e outra por meio de georreferenciamento e mapas de localização precisos.

Etapa 4 - Elaboração dos mapas (figura 1 e 2): os mapas foram produzidos para promoção da análise cartográfica dos resultados obtidos, com relação a área produzida, a variação de cores do mapa (necessidade de calagem) mostra a necessidade da aplicação do calcário sendo as cores mais quentes a área com a concentração de alumínio maior, e as mais

frias a área com menor quantidade de alumínio, sendo a concentração de alumínio que determina a necessidade de calagem de cada área.

Levantamento das imagens do satélite sentinel 2: Para a elaboração do mapa de NDVI, foi utilizado imagens do satélite Sentinel 2, sensor multiespectral MSI, sendo as bandas de interesse, as bandas 4 (vermelho - 665 μm) e banda 8 (infravermelho próximo – 842 μm), com resolução espacial de 10 m e resolução radiométrica de 12 bits por pixel, onde, sua revisita é de 5 dias na região do equador e 2 a 3 dias nas médias latitudes (SENTINEL, 2021). As imagens foram adquiridas no site da USGS (United States Geological Survey).

Análise de índices de vegetação: Após a obtenção das imagens de satélites, utilizando o programa Qgis 3.22.9, através do plugin Semi-Automatic Classification, empregando a função preprocessing, as bandas de interesse foram transformadas em refletância e posteriormente projetadas para as métricas de coordenadas locais, Sirgas 2000, UTM 23S e enquadradas para a dimensão da área de estudo, onde foi calculado os Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI) através de aritmética de mapas.

O NDVI é um indicador sensível da quantidade e condição da vegetação, cujos valores variam no intervalo de -1 a 1. Nas superfícies que contêm água ou nuvens, esta variação é sempre menor do que 0 (GAMEIRO et al., 2016).

Para melhorar a resolução espacial do NDVI, devido a área de estudo se enquadrar em uma pequena área, utilizou-se a vetorização dos dados empregando a função “Pixels de raster para pontos”, em seguida utilizou-se o método de interpolação IDW (Inverso da Distância Ponderada) conseguindo uma resolução espacial de 0,1m.

Espacialização dos atributos estudados: Para a espacialização do NDVI, Matéria orgânica (MO), Potencial hidrogeniônico (pH), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Alumínio (Al), utilizou-se o método de interpolação Inverso da Distância Ponderada (IDW), tendo como P (coeficiente da distância) igual a 2. A relação pixel a pixel é a extração das informações de cada pixel, tendo em vista o alinhamento pela coordenada geográfica, ou seja, a análise de correlação de Spearman foi feito tendo a correspondência dos valores, pela coordenada geográfica de cada pixel.

Etapa 5 - Elaboração das análises estatísticas e econômicas (figura 3): ao final da pesquisa foi analisado qual método foi mais eficaz e calculado os custos de implantação dos dois métodos para poder responder qual possui menor valor investido para a região.

Foi colocado o NDVI analisando os dados do raster pixel a pixel, ou seja, assim todos os dados eles foram padronizados, feito pelo programa do Qgis cada um deles, logo após foi rodado a estatística no R, a estatística da matriz de correlação que gerou o gráfico (figura 3) essa matriz vai de -1 (menos um) a 1(um), então -1 é vermelho e 1 é azul, quanto mais ela vai se aproximando o azul que é 1 (um) então mais correlação eles têm, ou seja, mais semelhantes.

Por exemplo: sempre cálcio com cálcio, matéria orgânica com matéria orgânica, elas vão dar 1 porque estão fazendo uma correlação entre elas mesmo, então entre cálcio e PH o resultado é de 0,84, que tá próximo a 1 então tem uma correlação.

Análise de correlação: Após a confecção dos mapas de variabilidade espacial do NDVI, Matéria orgânica (MO), Potencial hidrogeniônico (pH), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Alumínio (Al), foram vetorizados para uma correlação Pixel a Pixel. Como o

pressuposto de normalidade, através do teste Kolmogorov-Smirnov, verificação de Outlier, pela construção de boxplot e averiguação da Homocedasticidade pelo gráfico de dispersão dos resíduos, foram violados utilizou-se o teste de Correlação de Spearman para constar os fatores de crescimento ou decréscimo entre as variáveis.

Softwares utilizados: para a tabulação dos dados, foi utilizado o Microsoft Excel. Para interpolação e vetorização dos dados, confecção dos mapas de localização da Área de Estudo e dos mapas de variabilidade espacial do NDVI, Matéria orgânica (MO), Potencial hidrogeniônico (pH), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Alumínio (Al), foi utilizado o programa Qgis 3.22.9

Na elaboração da estatística de teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, verificação de Outlier, pela construção de boxplot e averiguação da Homocedasticidade pelo gráfico de dispersão dos resíduos e teste de correlação (Spearman), foi utilizado o programa estatístico R version 4.2.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

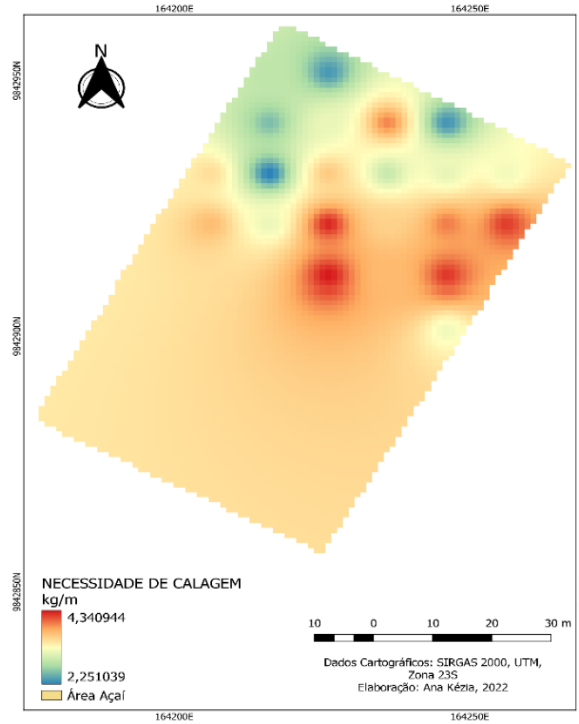
Como resultado, percebemos a variação de necessidade de calagem na área de experimento, como mostra na figura 1. Sendo necessário quantidades diferentes de dosagem na aplicação do calcário, fazendo com que reduza o custo com o insumo na calagem.

A fórmula usada para a necessidade de calagem foi: $NC = (V2 - V1) \times CTC / PRNT$, onde o V2 (saturação por bases desejada) foi de 60%, o V1 (saturação por bases da análise de solo V%), CTC (capacidade de troca catiônica), e o PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total do calcário a ser aplicado) foi de 95%. Seguindo a fórmula utilizada foram executados 23 cálculos de Necessidade de calagem, onde 22 foram da área de agricultura de precisão e 1 da agricultura tradicional, obtivemos assim uma média da área de precisão de 3,39 t/ha, e 4,19 t/ha da área tradicional (figura 1)

A variação de cores da figura 1, mostra a necessidade da aplicação do calcário sendo as cores mais quentes as que precisam mais, e as mais frias que precisam de menos quantidades, a proporção é de kg/m²

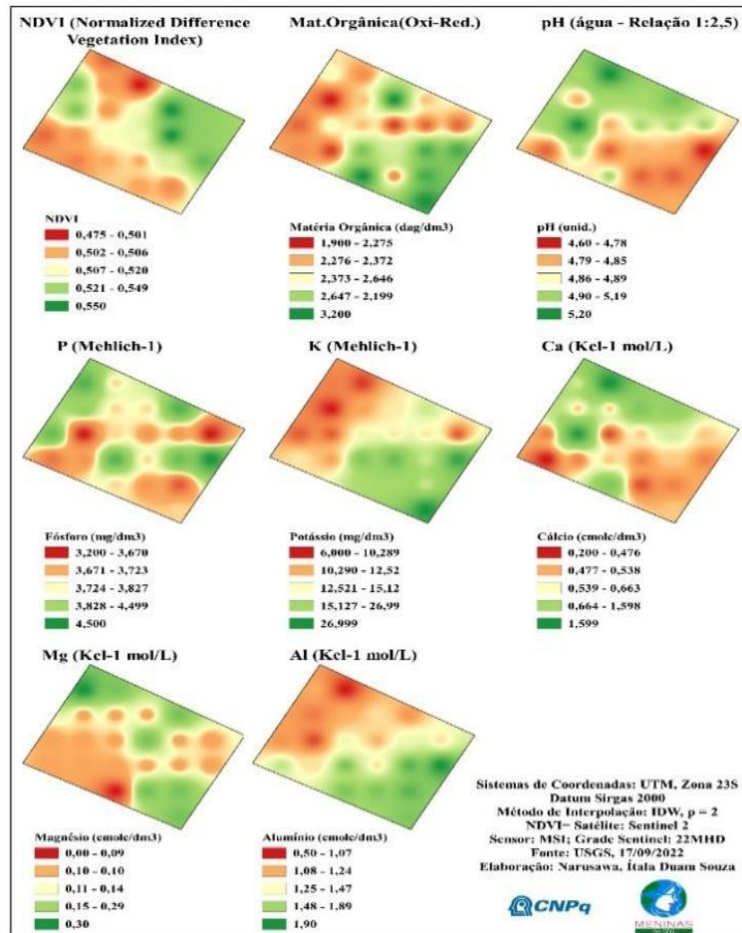
Já na figura 2 mostra-se as relações de macronutrientes do solo em diferentes proporções de dosagem por amostras.

Figura 1: Mapa de interpolação de calagem



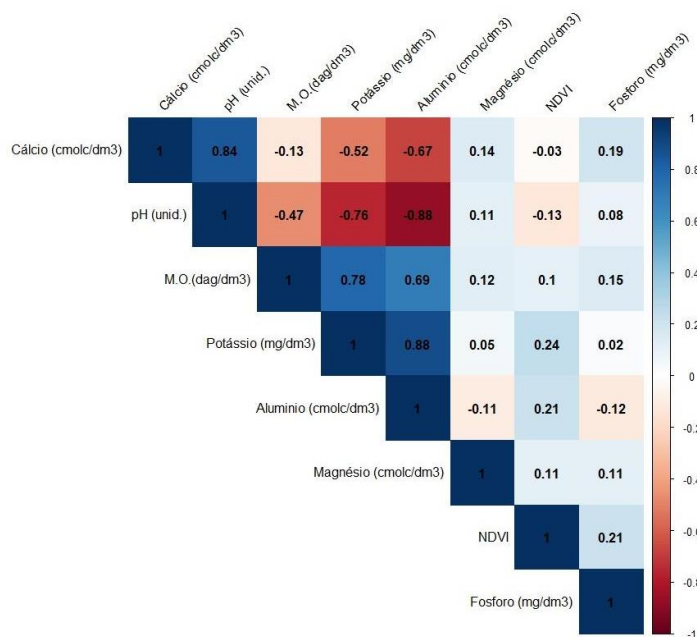
Fonte: Autores, 2022.

Figura 2: Análise de correlação



Fonte: Autores, 2022.

Figura 3: Estatísticas das interpolações



Fonte: Autores, 2022.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se deste modo que a agricultura de precisão é uma tecnologia fundamental para a redução de custo como analisado nos resultados de necessidade de calagem em quase 1 t/ha de diferença, reduzindo os custos do insumo e tendo uma maior precisão de correção de solo para o desenvolvimento da cultura, também se aplicando aos macros nutrientes, entregando ao solo o que é suficiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRABO, Selma Lúcia Moraes et al. **A produção espacial do açaí no Brasil e Pará em período recente (1995-2015)**. 56º Congresso da SOBER - Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Campinas SP, 29 de julho a 01 de agosto de 2018.

CARNEIRO, J.S.S.; de Sousa, S.A.; Nikkel, M.; Deusdará, T.T.; Machado, Â.F. & da Silva, R.R. (2018) **Supercalagem: alterações em atributos químicos de um Latossolo Vermelho amarelo distrófico**. Revista de Ciências Agroambientais, vol. 16, n. 1, p. 31-38. <https://doi.org/10.5327/Z1677-606220181522>.

COLAÇO AF, MOLIN JP (2017) **Variable rate fertilization in citrus: A long term study. Precision agriculture**, 18(2), 169-191.

FARIAS NETO, J. T. 2019. **BRS Paid'egua: cultivar de açaí para terra firme com suplementação hídrica**. Embrapa (Comunicado Técnico 317), Belém.

FONTES, P. C. R. **Nutrição Mineral de plantas: anamnese e diagnóstico**. Ed. UFV, Viçosa, MG, 2016, 315p NOETZOLD R, DA SILVA LM, SCHONINGER EL, TOMÉ PCDT, ALVES MC (2018) Variabilidade espacial e temporal de atributos químicos do solo durante cinco safras. Revista Brasileira de Geomática, 6(4), 328-345. DOI: 10.3895/rbgeo.v6n4.8102.

INAMASU RY, BERNARDI ACC (2014) Agricultura de Precisão. In: Bernardi ACC, Naime JM, Resende AV, Bassoi LH, Inamasu RY (ed.) **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, Embrapa, p. 21.

MONTANARI R, PEREIRA GT, MARQUES JÚNIOR J, SOUZA, ZMD, PAZETO, RJ, CAMARGO, LA (2008). **Variabilidade espacial de atributos químicos em Latossolo e Argissolos**. Ciência Rural, 38(5), 1266-1272.

NOGUEIRA, A. K. M.; SANTANA, A. C. De. **Benefícios socioeconômicos da adoção de novas tecnologias no cultivo do açaí no Estado do Pará**. Revista Ceres, Viçosa, v. 63, n. 1, p. 17, jan./fev., 2016.

ANÁLISE DE ILHAS DE CALOR UTILIZANDO DADOS ORBITAIS: ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DE CARUARU-PE

Haylla Rebeka de A. L. Leonardo^(a), Camila Oliveira de Britto Salgueiro^(b), Leidjane Maria Maciel Oliveira^(c), Anderson Luiz Ribeiro de Paiva^(d), Sylvana Melo dos Santos^(e)

^(a) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, haylla.rebeka@ufpe.br

^(b) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, camila.salgueiro@ufpe.br

^(c) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, leidjane.oliveria@ufpe.br

^(d) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, anderson.paiva@ufpe.br

^(e) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, sylvana.santos@ufpe.br

Resumo: Do crescimento urbanístico resultam diversas alterações relacionadas, principalmente, com aspectos demográficos, sociais, econômicos e ambientais, resultando em uma nova conotação no uso e ocupação do solo. Esse novo cenário impacta o balanço energético local, surgindo o que se chama de “ilha de calor urbana”. Este estudo objetiva investigar a ocorrência de ilhas de calor urbana no município de Caruaru, no Semiárido Pernambucano, utilizando sensoriamento remoto. As imagens orbitais da região de estudo foram obtidas e processadas utilizando-se a plataforma de processamento em nuvem Google Earth Engine, para o período de 2011 a 2020. Os resultados evidenciaram a ocorrência de uma nova conotação do uso e ocupação do solo do município, com aumento significativo na extensão de áreas construídas, redução das áreas com cobertura vegetal e, conseqüentemente, o aumento na temperatura de superfície da região.

Palavras-chave: NDBI; IAF; Temperatura de Superfície; Ilha de Calor Urbana.

Abstract: The urban growth resulted in several changes, mainly related to demographic, social, economic and environmental aspects, resulting in a new connotation in the use and occupation of land. This new scenario impacts the local energy balance, creating what is called an “urban heat island”. This study aims to investigate the occurrence of an urban heat island in the municipality of Caruaru, in the semiarid region of Pernambuco, using remote sensing. The orbital images of the study region were obtained and processed using the Google Earth Engine cloud processing platform, for the period from 2011 to 2020. The results showed the occurrence of a new connotation of land use and occupation in the municipality, with a significant increase in the extension of built-up areas, reduction of areas with vegetation cover and, consequently, an increase in the surface temperature of the region.

Keywords: NDBI; IAF; Land Surface Temperature; Urban Heat Island.

INTRODUÇÃO

Tem sido evidenciado que o planeta vive a maior onda de crescimento urbano da história, e conforme os dados do Fundo de População das Nações Unidas (UNFPA, 2020), mais da metade da população mundial vive em áreas urbanas, e esse número aumentará para cerca de 5 bilhões até 2030. Em decorrência do crescimento urbanístico, são observadas mudanças demográficas, sociais, econômicas e ambientais, que resultaram em uma nova conotação no uso e ocupação do solo. Alademomi et al. (2022) afirmam que, em todo o mundo, ocorreu aumento

na taxa de conversão de áreas não construídas em terrenos impermeáveis, bem como mudança de cenário da paisagem geral. Os autores associaram tal mudança à explosão populacional e ao aumento da demanda por expansão urbana. Essa mudança de cenário afeta o balanço energético local, ocasionando fenômenos climáticos conhecidos como Ilhas de Calor Urbano (Urban Heat Islands - UHI), que são caracterizadas pelo aumento da temperatura nos centros urbanos. Segundo Almeida, Teodoro e Gonçalves (2021), esse fenômeno ocorre pela maior absorção de energia eletromagnética e pelo lento resfriamento das superfícies urbanizadas em relação às áreas circunvizinhas que contam com a presença de vegetação. Os autores afirmam ainda que, devido à relevância do tema, são crescentes os estudos com foco no entendimento das causas e dos efeitos da UHI, incluindo a análise da variabilidade da temperatura do ar em áreas urbanizadas e seus mecanismos.

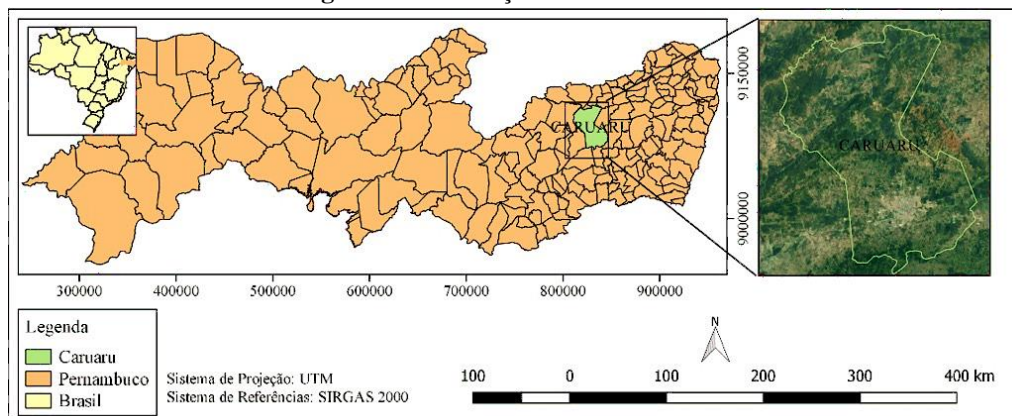
De forma geral, observa-se que a análise da variabilidade da cobertura do solo a partir da aplicação de parâmetros biofísicos tem se mostrado uma ferramenta promissora para a compreensão e estabelecimento de estratégias mitigatórias para os efeitos das ilhas de calor. Nesse contexto, este estudo objetiva estudar a UHI no município de Caruaru, localizado no Semiárido pernambucano, utilizando Sensoriamento Remoto (SR), a partir da análise do Índice de Construção por Diferença Normalizada (Normalized Difference Water Index - NDWI), do Índice de Área Foliar (IAF), e uso e ocupação do solo, e da Temperatura da Superfície Terrestre (Land Surface Temperature - LST).

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

A área de estudo (Figura 1) é o município de Caruaru, que está situado na região do Agreste do estado de Pernambuco. O município localiza-se nas coordenadas 08° 17' 00" de latitude sul, 35° 58' 34" de longitude oeste, e abrange uma área de 932 Km². Considerando a disponibilidade de imagens no Google Earth Engine referentes aos satélites Land Remote Sensing Satellite, Satélite Landsat 5 (de 2000 a 2012) e Satélite Landsat 8 (desde 2013), foram selecionados para a análise proposta neste trabalho os anos de 2011, 2014 e 2020 pela qualidade das referidas imagens (ou seja, com menores incidências de nuvens).

Figura 1: Localização da área de estudo.

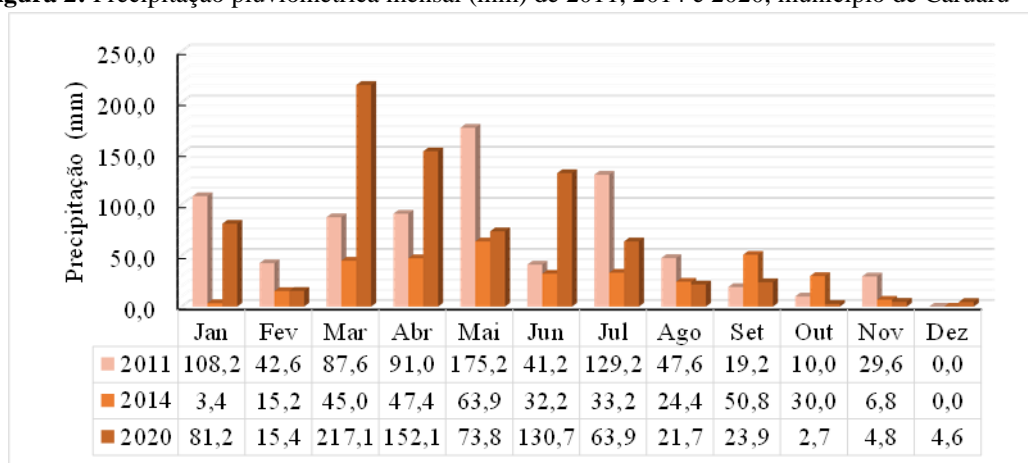


Fonte: Autor, 2022.

Índices pluviométricos

Para a caracterização pluviométrica da área de estudo foram utilizados os dados disponibilizados pela Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) referente ao posto 211, situado no município de Caruaru – PE. Considerando os anos selecionados para análise, conforme dito anteriormente, em função das imagens, foram utilizados os dados pluviométricos médios mensais dos anos de 2011, 2014 e 2020 (Figura 2). Como se pode observar, o ano de 2014 apresentou o menor valor precipitado anual (352,3 mm), enquanto que os anos de 2011 e 2020 apresentaram precipitações acumuladas anuais semelhantes, 781,4 mm e 791,9 mm, respectivamente. No que se refere à precipitação acumulada mensal, o maior valor foi observado (217,1 mm) no mês de março de 2020, em 2011 o valor foi de 87,6 mm, superior ao registrado no ano de 2014, que foi de 45,0 mm, para o mesmo mês.

Figura 2: Precipitação pluviométrica mensal (mm) de 2011, 2014 e 2020, município de Caruaru – PE.



Fonte: APAC (2022).

Pré-processamento dos dados

A aquisição e o processamento dos dados foram realizados a partir do editor de código da plataforma de processamento em nuvem *Google Earth Engine*, utilizando-se linguagem de programação *JavaScript*. Após pesquisa minuciosa sobre as imagens disponíveis, buscou-se identificar àquelas com menor ocorrência de nuvens e, dessa forma, foram selecionadas as imagens referentes ao dia 17 de março de 2011, do satélite *Landsat 5*, sensor *Thematic Mapper (TM)*, e aos dias 26 de abril de 2014 e 17 de setembro de 2020 (Tabela 1), do satélite *Landsat 8*, sensor *Operational Lander Imager (OLI)*, composto por bandas espectrais.

Tabela 1: Data da imagem, hora, ângulo de elevação do Sol e ponto do satélite.

Data	Hora (UTM)	Ângulo de elevação do Sol	Órbita	Ponto
17/03/2011	12:19:20.69	56.53	214	66
26/04/2014	12:29:17.55	54.66	214	66
17/09/2020	12:29:43.64	61.36	214	66

Fonte: *Google Earth Engine* (2022).

As imagens orbitais e os arquivos vetoriais foram reprojeto para o Sistema Geodésico de Referência SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas),

UTM fuso 24 Sul. Após a aquisição das imagens, realizou-se o processamento, considerando o recorte da cena conforme a área de interesse. Para a composição dos mapas, com as imagens dos parâmetros biofísicos processados - IAF, Índice de Construção por Diferença Normalizada (*Normalized Difference Built-Up Index* – NDBI), e LST, utilizou-se a ferramenta de composição de impressão do *software* QGIS versão 2.18.16 e versão 3.10.

Processamento das imagens - Landsat 5

Para o processamento da temperatura de superfície realizou-se o cálculo da radiância espectral da banda termal (Banda 6) do TM Landsat 5, essa radiância representa a energia emitida por cada *pixel*. Cada *pixel* possui também um atributo, que indica o seu nível de cinza, chamado de Número Digital (*Digital Number* - DN). De forma geral, o nível de cinza representa a intensidade de energia eletromagnética (refletida/emitida) média medida pelo sensor para a área da superfície da Terra correspondente ao tamanho do *pixel*. Com a finalidade de converter o ND em radiância espectral, aplicou-se a calibração radiométrica, utilizando a equação de Markham e Baker (1987), Equação 1.

$$L_{\lambda} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} \text{ND} \quad (1)$$

Em que: L_{λ} é a radiância espectral da banda termal ($\text{Wm}^{-2} \text{sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$); a e b são as radiâncias espectrais mínimas e máximas de cada banda do TM Landsat 5 (Tabela 2).

Tabela 2: Dados de comprimento de onda (μm), coeficiente de calibração ($\text{Wm}^{-2} \text{sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$) do TM Landsat5.

Bandas	Comprimento de onda (μm)	Coeficientes de Calibração ($\text{Wm}^{-2} \text{sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$)	
		a	b
6 (IVt – termal)	10,45 – 12,42	1,2378	15,3032

Fonte: Adaptado de Chander, Markham e Helder (2009).

Processamento das imagens - Landsat 8

O processamento das imagens Landsat 8 OLI se deu em conformidade com Silva *et al.* (2016). Visando a conversão dos valores quantizados e calibrados de ND do sistema sensor Landsat 8 OLI para reflectância espectral, utilizou-se coeficientes radiométricos disponibilizados nos metadados das imagens e informações de características do sensor. Assim, aplicou-se a Equação 2 para o cálculo da radiância espectral do sensor de abertura da banda termal (Banda 10).

$$L_{\lambda} = \text{ML} * Q_{\text{cal}} + \text{AL} \quad (2)$$

Em que: L_{λ} é a radiância espectral do sensor de abertura em Watts ($\text{m}^2 \text{sr} \mu\text{m}$), ML corresponde ao fator multiplicativo de redimensionamento da banda 10 com valor de $3,3420 \times 10^{-4}$, AL corresponde ao fator de redimensionamento aditivo específico da banda 10 com valor de 0,100, e Q_{cal} corresponde ao valor quantizado calibrado pelo *pixel*.

Processamento dos parâmetros biofísicos

O processamento dos parâmetros biofísicos foi realizado com o editor de códigos do *Google Earth Engine*. As reflectâncias planetárias corrigidas para cada banda foram obtidas pelo satélite *Landsat 8 Collection 2 Tier 1 calibrated top-of-atmosphere (TOA) reflectance*. O NDBI foi desenvolvido para identificar áreas urbanas e construídas (FRANÇA, TAVARES JÚNIOR e MOREIRA FILHO, 2012), baseado no incremento da resposta espectral das áreas construídas entre as bandas do infravermelho médio e infravermelho próximo, onde são obtidos valores entre -1 e 1, sendo que os valores positivos correspondem a áreas construídas, conforme (ZHA, GAO e NI, 2003). O NDBI é calculado aplicando-se a Equação 3. O cálculo do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (*Soil Adjusted Vegetation Index – SAVI*) se deu em conformidade com Huete (1988) (Equação 4). Esse índice leva em consideração efeitos do solo exposto nas imagens analisadas. O IAF é a razão entre a área foliar de toda a vegetação por unidade de área utilizada por essa vegetação. Esse índice é utilizado como indicador da biomassa do *pixel* da imagem, e foi processado em conformidade com Allen *et al.* (2002), Equação 5. Para IAF com valores menores do 3, a emissividade da superfície é calculada a partir da Equação 6, de Allen *et al.* (2002). O cálculo do LST se deu em conformidade com a Equação 7, utilizando a emissividade, representando o comportamento da superfície para emissão térmica na faixa relativamente estreita, a radiância espectral da superfície, e as constantes de calibração (Tabela 3).

$$\text{NDBI} = \frac{\rho_{IVm} - \rho_{IVp}}{\rho_{IVm} + \rho_{IVp}} \quad (3)$$

Em que: ρ_{IVm} é a reflectância da banda do infravermelho médio e ρ_{IVp} é a reflectância da banda do infravermelho próximo.

$$\text{SAVI} = \frac{(1 + L) * (\rho_{IVp} - \rho_V)}{L + \rho_{IVp} + \rho_V} \quad (4)$$

Em que: ρ_{IVp} refere-se à banda do infravermelho próximo, ρ_V é a banda do vermelho, L é uma constante para o índice apresentada frequentemente na literatura com um valor de 0,5.

$$\text{IAF} = - \frac{\ln \left(\frac{0,69 - \text{SAVI}}{0,59} \right)}{0,91} \quad (5)$$

$$\varepsilon_{NB} = 0,97 + 0,0033 * \text{IAF} \quad (6)$$

Em que: ε_{NB} corresponde à emissividade, representando o comportamento da superfície para emissão térmica na faixa relativamente estreita do Landsat. Em caso contrário, o valor de ε_{NB} é de 0,98.

$$LST = \frac{K2}{\ln\left(\frac{\epsilon_{NB} * K1}{L_{\lambda}} + 1\right)} \quad (7)$$

Em que: L_{λ} corresponde à radiância espectral do sensor de abertura em Watts ($m^2 \text{ sr } \mu\text{m}$), $K1$ corresponde à constante de calibração 1, $K2$ corresponde à constante de calibração 2, e LST corresponde à temperatura efetiva do satélite em Kelvin (K).

Tabela 3: Constantes de calibração o Landsat 5 e do Landsat 8.

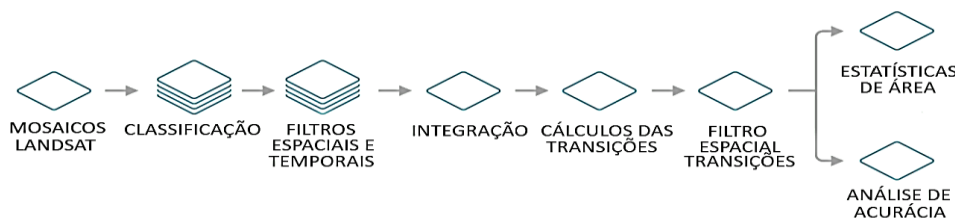
Satélite	K1 ($Wm^{-2}sr^{-1}\mu m^{-1}$)	K2 (K)
TM Landsat 5	607,76	1260,56
OLI Landsat 8	774,89	1321,08

Fonte: Autor, 2022.

Classificação do uso e cobertura do solo

A análise do uso e cobertura do solo da área de estudo foi realizada a partir da utilização de produtos provenientes do Projeto MapBiomass. O referido projeto gera mapas anuais de cobertura e uso do solo produzidos a partir da classificação *pixel a pixel* das imagens dos satélites *Landsat*. O processo é composto de extensivos algoritmos *machine learning* através da plataforma do *Google Earth Engine* (MAPBIOMAS, 2019), e o fluxograma com a etapas de processamento consta na Figura 3. Inicialmente realizou-se o carregamento dos arquivos do *shapefile* do município de Caruaru, em seguida utilizou-se o *script do Google Earth Engine* para baixar os mapas. A região do projeto MapBiomass Brasil (coleção 6.0), o polígono da máscara referente à área de estudo, e os anos de aplicação para análise foram selecionados e posteriormente realizou-se a exportação dos mapas.

Figura 3: Etapas de processamento do MapBiomass.



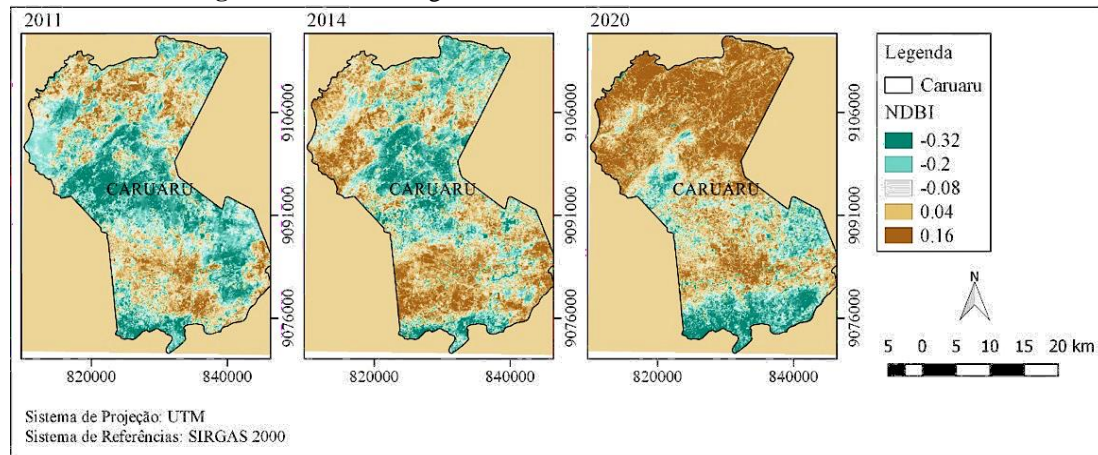
Fonte: MapBiomass (2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme mostrado na Figura 4, o NDBI do ano de 2011 apresentou os menores valores, majoritariamente entre as classes de -0,32 e -0,2 (coloração azulada). As áreas construídas são identificadas pelas classes com valores mais elevados do índice, entre 0,04 e 0,16 (coloração marrom). Observa-se que houve aumento significativo na extensão de áreas construídas entre os anos de 2011 e 2020, sendo o ano de 2020 com maior porcentagem de área urbanizada. Alademomi *et al.* (2022) analisaram mudanças de cobertura do solo a partir da aplicação do NDBI e concluíram que a aplicação do índice foi eficaz para a quantificação do crescimento da urbanização. O método de classificação automatizada do MAPBIOMAS (coleção 6.0) evidenciou a similaridade com os resultados discutidos pela interpretação visual da carta do

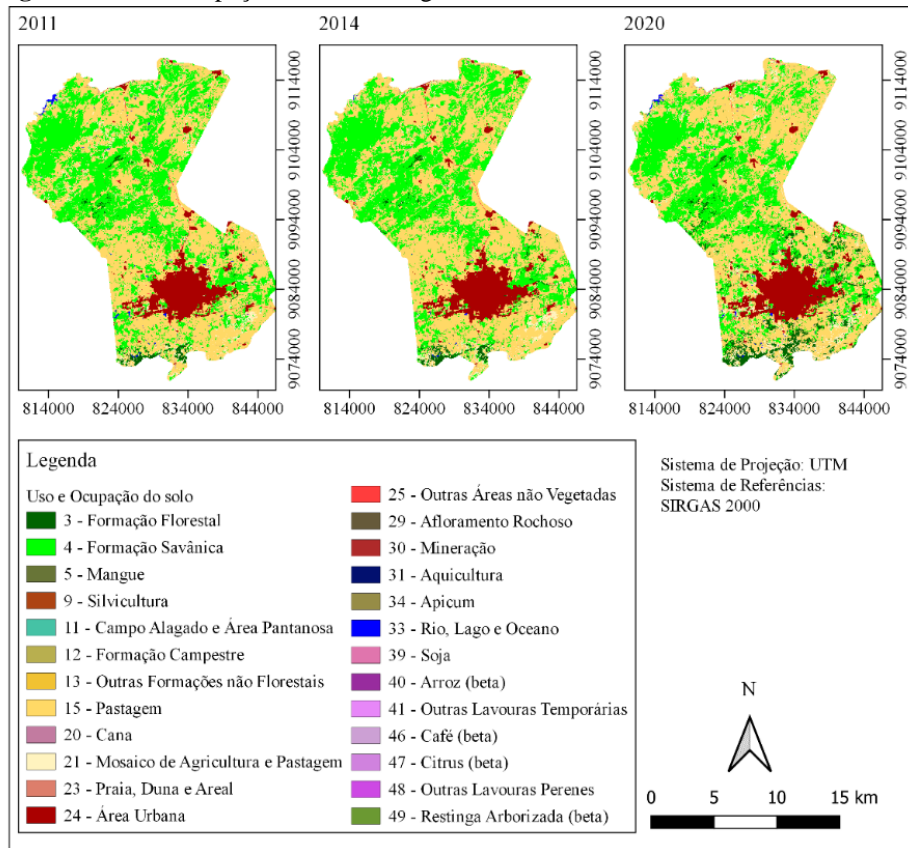
NDBI (Figura 5). Observou-se que as principais classes de uso e ocupação do solo identificadas na região são: Formação Savânica, Pastagem, e Área Urbana. Sendo evidenciado que entre os anos de 2011 e 2020 houve redução das áreas permeáveis e aumento das áreas impermeáveis.

Figura 4: NDBI da região de estudo nos anos de 2011, 2014 e 2020.



Fonte: Autor, 2022.

Figura 5: Uso e ocupação do solo da região de estudo nos anos de 2011, 2014 e 2020.

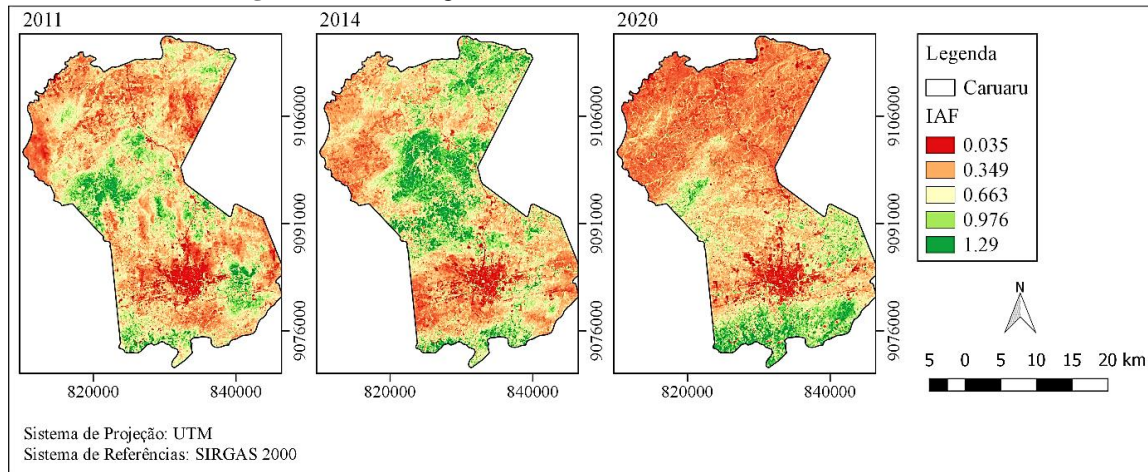


Fonte: Autor, 2022.

Leonardo *et al.* (2021) aplicaram a classificação do uso e ocupação do solo do município de Ibirimir utilizando o projeto MAPBIOMAS. Segundo os autores, os resultados possibilitaram a avaliação dos diversos tipos de classes da cobertura do solo e corroborou com os resultados observados na análise dos índices biofísicos. A Figura 6 mostra a variação do IAF

no município de Caruaru para o período de análise, evidencia-se que os anos de 2011 e 2014 apresentam uma maior área foliar identificada pelas classes com valores entre 1,29 e 0,663. Para o ano de 2020, observa-se que nas regiões com maiores valores de NDBI são quantificados os menores valores de IAF, entre 0,035 e 0,349, havendo menor predominância de área foliar para esse período.

Figura 6: IAF da região de estudo nos anos de 2011, 2014 e 2020.



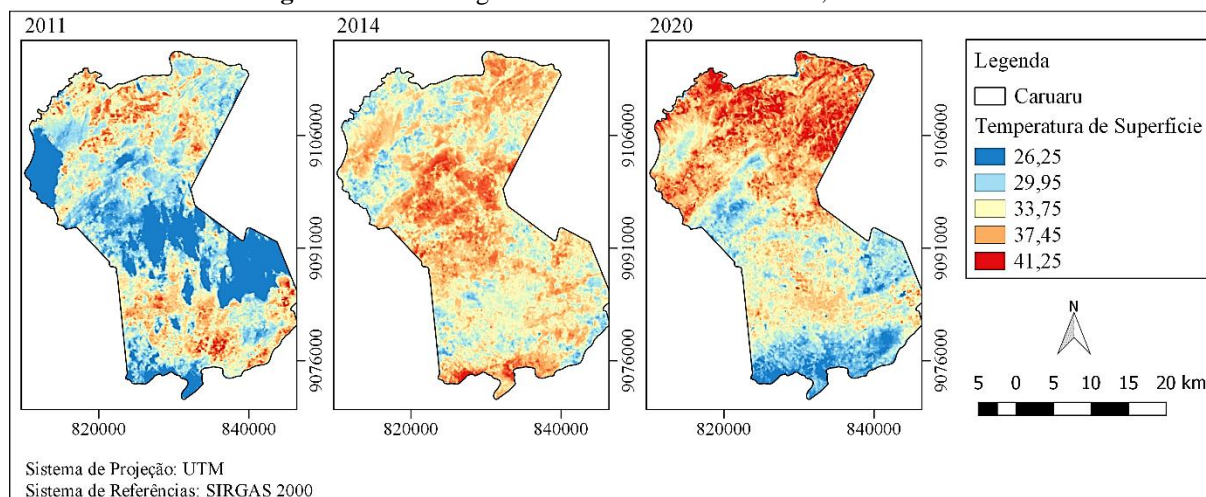
Fonte: Autor, 2022.

A redução nos valores de IAF entre os anos de 2011 e 2020 está associada à expansão da área construída que causa perda de vegetação e da cobertura de terras úmidas. Os resultados corroboram com os valores observados de NDBI, e com a classificação de uso e ocupação do solo. O crescimento urbanístico foi evidenciado pelo aumento nas áreas de superfícies impermeáveis, e pela redução nas áreas permeáveis. Fator predominante para a ocorrência do fenômeno das ilhas de calor.

Caruaru situa-se na região semiárida do estado de Pernambuco, sendo caracterizada como uma área que apresenta maior estresse hídrico da cobertura vegetal, menor índice de precipitação pluviométrica, e temperaturas mais elevadas, confirmando-se a ocorrência do fenômeno das ilhas de calor.

A previsão da temperatura de superfície é uma importante ferramenta para mitigar possíveis impactos sociais e promover melhorias na qualidade de vida das populações, conforme Almeida, Teodoro e Gonçalves (2021). Alademomi *et al.* (2022) afirmaram que a grande expansão em áreas construídas está associada à maior LST. Observou-se, na Figura 7, que houve um aumento expressivo na temperatura da região. Para o ano de 2011 são evidenciados valores de LST entre 26,25°C e 33,75°C. Para o ano de 2014 é possível visualizar que houve um aumento da temperatura de superfície, apresentando valores majoritariamente entre 33,75°C e 37,45°C. O ano de 2020 caracteriza-se por apresentar os maiores valores de LST (entre 37,45°C e 41,25°C), principalmente nas regiões em que foram observados os maiores valores de NDBI e os menores valores de IAF.

Figura 7: LST da região de estudo nos anos de 2011, 2014 e 2020.



Fonte: Autor, 2022.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicabilidade dos parâmetros biofísicos, da classificação do uso e ocupação do solo, e da temperatura de superfície, demonstrou ser de elevada eficácia para a compreensão e o estudo do fenômeno da ilha de calor urbana. Observou-se uma elevação no valor de NDBI entre os anos de 2011 a 2020, caracterizando a ocorrência de um aumento significativo na extensão de áreas construídas no município. Corroborando com o resultado evidenciado pelo IAF, foi evidenciado uma redução no valor do índice para o período de análise. A classificação do uso e ocupação do solo destacou a ocorrência de redução das áreas permeáveis e aumento das áreas impermeáveis. A nova conotação do uso e ocupação do solo do município no decorrer dos anos resultou no aumento da temperatura de superfície. O ano de 2020 apresentou os maiores valores de LST (entre 37,45°C e 41,25°C), principalmente nas regiões em que foram evidenciados os maiores valores de NDBI e os menores valores de IAF.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FACEPE pela bolsa de Doutorado (IBPG-1657-3.01/21) da primeira autora, ao Projeto de pesquisa "Coberturas vegetal e hídrica de bacias hidrográficas utilizando imagens orbitais no estado de Pernambuco" (processo nº 433914/2018-1) da terceira autora, à Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) pelo banco de dados hidrológicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALADEMOMI, A. S., *et al.*. The interrelationship between LST, NDVI, NDBI, and land cover change in a section of Lagos metropolis, Nigeria. **Appl Geomat**, 14: 299–314, 2022.

ALLEN, R. G., *et al.* **Surface energy balance algorithms for land**. Advance training and user's manual, version 1.0, pp.98, 2002.

ALMEIDA, C. R., TEODORO, A. C., GONÇALVES, A.. Study of the Urban Heat Island (UHI) Using Remote Sensing Data/Techniques: A Systematic Review. **Environments**, 8: 105, 2021.

APAC. Agência Pernambucana de Águas e Climas. **Monitoramento pluviométrico**. Disponível em: <http://old.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>. Acesso em: 03/10/2022.

CHANDER, G., MARKHAM, B. L., HELDER, D. L.. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. **Remote Sensing of Environment**, 113, 893–903. 2009.

FRANÇA, A. F., TAVARES JÚNIOR, J. R., MOREIRA FILHO, J. C. C.. Índices de NDVI, NDWI, e NDBI como ferramentas ao mapeamento temático do entorno da Lagoa Olho D'Água, em Jaboatão dos Guararapes. **Anais... IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação**. Recife, p. 001-009. 2012.

GOOGLE EARTH ENGINE. **Editor de códigos**. Disponível em: <https://code.earthengine.google.com/>. Acesso em: 25/09/2022.

HUETE, A. R.. **Adjusting Vegetation Indices for Soil Influences**. *International Agrophysics* 4, 367-376. 1988.

LEONARDO, H. R. S. L., *et al.* Sensoriamento Remoto Aplicado na Geoespacialização do Reservatório Poço da Cruz - PE e seu Entorno. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 14 (6): 3592-3607, 2021.

MAPBIOMAS. **Coleção MapBiomias**, 2019. Disponível em: https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR. Acesso em: 25/09/2022.

MARKHAM, B. L., BARKER, J. L.. Thematic mapper bandpass solar exoatmospherical irradiances. **Int. Journal of Remote Sensing**, 8: 517-523, 1987.

SILVA, B. B., *et al.* Procedures for calculation of the albedo with OLI-Landsat 8 images: Application to the Brazilian semi-arid. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 20: 1, 3 – 8. 2016.

UNFPA. United Nations Population Fund. **Delivering in a pandemic annual report 2020**. 2020. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/English_AR2020_print-brochure.pdf](https://www.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/English_AR2020_print-brochure.pdf). Acesso em: 03/10/2022.

ZHA, Y, GAO, J, NI, S,. Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from tm imagery. **International Journal of Remote Sensing**, 24 (3): 583-594, 2003.

ANÁLISE DO BALANÇO HÍDRICO E EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS
NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TERRA NOVA, PERNAMBUCO

Igor Maciel Tiburcio^(a), Nara Tôres Silveira^(b), Tayran Oliveira dos Santos^(c), Josicleda Domiciano Galvinctio^(d)

^(a) Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, igor.tiburcio@ufpe.br

^(b) Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, naarasilveira@gmail.com

^(c) Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, tayran.oliveira@ufpe.br

^(d) Departamento de Ciências Geográficas, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco

Resumo: Os cenários de mudanças climáticas se mostram cada vez mais severos, e cada vez mais intensos para regiões como o semiárido nordestino. No presente estudo, foram analisados o comportamento da série histórica de dados obtidos no Sistema de Unidades de Respostas Hidrológicas para Pernambuco (SUPer) para os cenários de mudanças climáticas, alterando índices de precipitação e pluviosidade, visando compreender como essas alterações podem impactar a sub-bacia 01 da Bacia hidrográfica do rio Terra Nova, Pernambuco. Os resultados apontam uma redução significativa na disponibilidade hídrica na sub-bacia, como redução da vazão e aumento da perda por evapotranspiração, trazendo grandes impactos para o desenvolvimento socioeconômico da região, visto que a área se destaca pelas práticas agrícolas. Logo, sugere-se a adoção de medidas que mitiguem os efeitos das mudanças climáticas na região e que garantam a segurança hídrica para a região.

Palavras-chave: Recursos Hídricos, Hidrogeografia, Mudanças Climáticas.

Abstract: Climate change scenarios are becoming increasingly severe, and increasingly intense for regions such as the semi-arid northeast. In the present study, we analyzed the behavior of the historical series of data obtained in the Hydrological Response Units System for Pernambuco (SUPer) for climate change scenarios, changing precipitation and rainfall indices, in order to understand how these changes can impact sub-basin 01 of the Terra Nova River Basin, Pernambuco. The results indicate a significant reduction in water availability in the sub-basin, such as reduced flow and increased loss by evapotranspiration, bringing great impacts to the socioeconomic development of the region, since the area stands out for agricultural practices. Logo, it is suggested to adopt measures that mitigate the effects of climate change in the region and ensure water security for the region.

Keywords: Water Resources, Hydrogeography, Climate Change.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas se tornaram um problema complexo e um desafio global (ANA, 2016), contemplado pelos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). A Agenda 2030,

criada pela Organização das Nações Unidas, possui 17 objetivos e 169 metas, dentre os quais, podemos citar o ODS 13 – Ação contra a Mudança Global do Clima, que visa tomar medidas urgentes para combater as mudanças climáticas e seus impactos (ONU, 2015). O Brasil, considerado o quarto maior emissor de gases de efeito estufa, é muito vulnerável aos efeitos das alterações climáticas (MARENGO, 2007; AMBRIZZI *et al.*, 2007; VEIGA; CARVALHO; MEDRONHO, 2019).

Nas últimas décadas, com o aumento do aquecimento global, pode-se observar mudanças no ciclo hidrológico da água, em razão das alterações na precipitação e evapotranspiração, que interferem diretamente na umidade do solo e no escoamento superficial (SILVEIRA *et al.*, 2016; IPCC, 2022). Na região do Nordeste brasileiro, onde as taxas de evapotranspiração são elevadas e a precipitação é distribuída de forma irregular, as problemáticas relacionada à escassez hídrica e os efeitos das mudanças climáticas são mais frequentes (SILVA; HERRERO; BORGES, 2017; SOBRAL *et al.*, 2018).

O Estado de Pernambuco, inserido no semiárido brasileiro, é considerado o mais pobre em quantidade de água por habitante e possui uma grande variação sazonal e interanual nos recursos hídricos, enfrentando problemas frequentes no que se refere à segurança hídrica (ALMEIDA *et al.*, 2020). França *et al.* (2019) apontam que conhecer o regime hídrico de uma bacia hidrográfica é fundamental para a gestão dos recursos hídricos. Tomasella e Rossato (2005) conceituam o balanço hídrico como a somatória das quantidades de água que entram e saem de uma área em um determinado período de tempo.

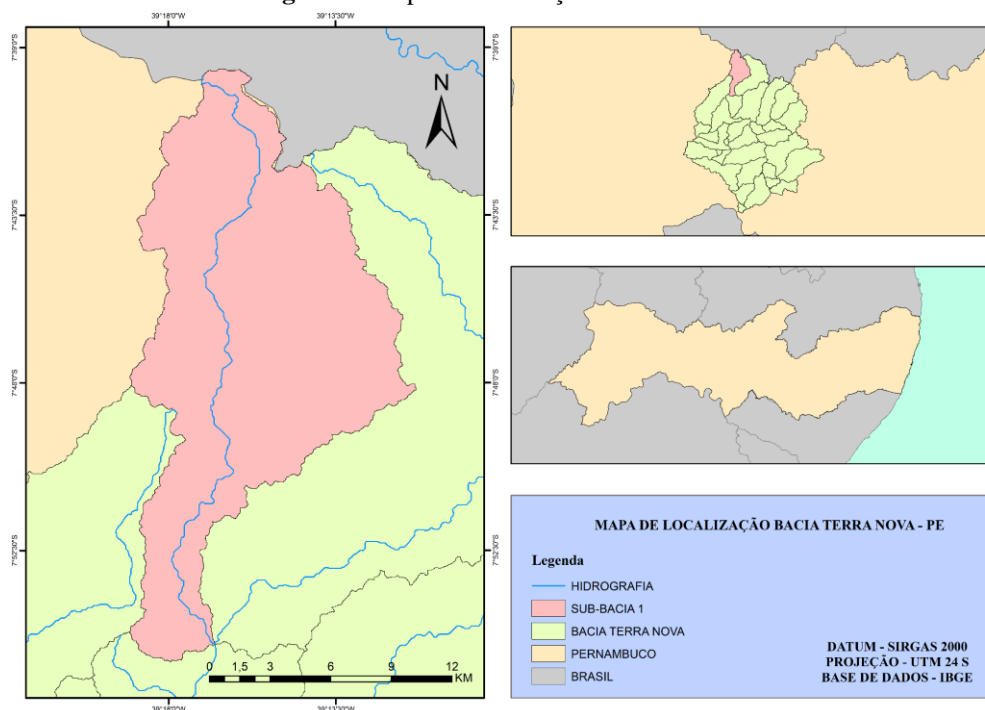
Diante disso, buscando compreender mais à respeito das consequências das mudanças climáticas e suas interferências no balanço hídrico de bacias hidrográficas, o presente estudo tem como objetivo analisar o comportamento do balanço hídrico com cenários de mudanças climáticas obtidos no Sistemas de Unidades de Respostas Hidrológicas para Pernambuco (SUPer) para a bacia hidrográfica do rio Terra Nova, Pernambuco.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

A bacia hidrográfica do Terra Nova (BHTN) está localizada no Sertão de Pernambuco, nas coordenadas 7° 40' 20" de latitude sul, e 38° 35' 58" de longitude oeste. Possui uma área total de 4,909.09 Km² e está situada no Eixo Norte da Transposição do rio São Francisco (PISF) (APAC, 2022). A área determinada para o presente estudo foi a sub-bacia 01 (Figura 1) que corresponde uma área de 210.48 km² da BHTN.

Figura 1: Mapa de localização Terra Nova-PE



Fonte: Os Autores, 2022.

De acordo com a classificação climática de Köppen, a região em questão apresenta um clima semiárido seco ou BSh. Fenômenos meteorológicos de grande escala como, El Niño, a temperatura da superfície do mar e a zona de convergência intertropical, são os principais influenciadores da variabilidade das precipitações na região.

A sub-bacia 01 está situada nos limites dos municípios de Serrita e Cedro, com população estimada em 19.165 hab e 11.421 hab, respectivamente. A cidade de Serrita possui uma densidade demográfica de 12,50 hab, enquanto que a de Cedro possui 79,27 hab. Todavia a maior parcela da sub-bacia está situada nos limites do município de Serrita (IBGE, 2022). A base econômica da cidade de Serrita é a agropecuária, destacando-se a produção de bovino e de suíno, além da alta produção de leite. O município de Cedro possui economia voltada para a agricultura de subsistência e a agropecuária extensiva, com destaque para a caprinocultura e a avicultura. Também é conhecido como a Capital do milho, por ser o maior produtor de grão no Sertão Pernambucano (PMC, 2022).

Procedimentos metodológicos

O SUPER (Sistema de Unidades de Respostas Hidrológicas para Pernambuco) é um sistema que possibilita a análise de bacias hidrográficas para o estado Pernambuco. O sistema é capaz de realizar grandes cálculos e trabalhar com um robusto número de dados, como por exemplo simulações de alteração de pluviosidade e temperatura dentro da série histórica presente em seu banco de dados (GALVÍNCIO, 2021). O SUPER possibilita a análise do comportamento da série histórica por meio da ferramenta de *Climate sensitivity/variability analysis*. Essa ferramenta permite o ajuste dos valores de precipitação pelo percentual e de temperatura em graus Celsius (°C). O SUPER por ser um sistema de processamento em nuvem

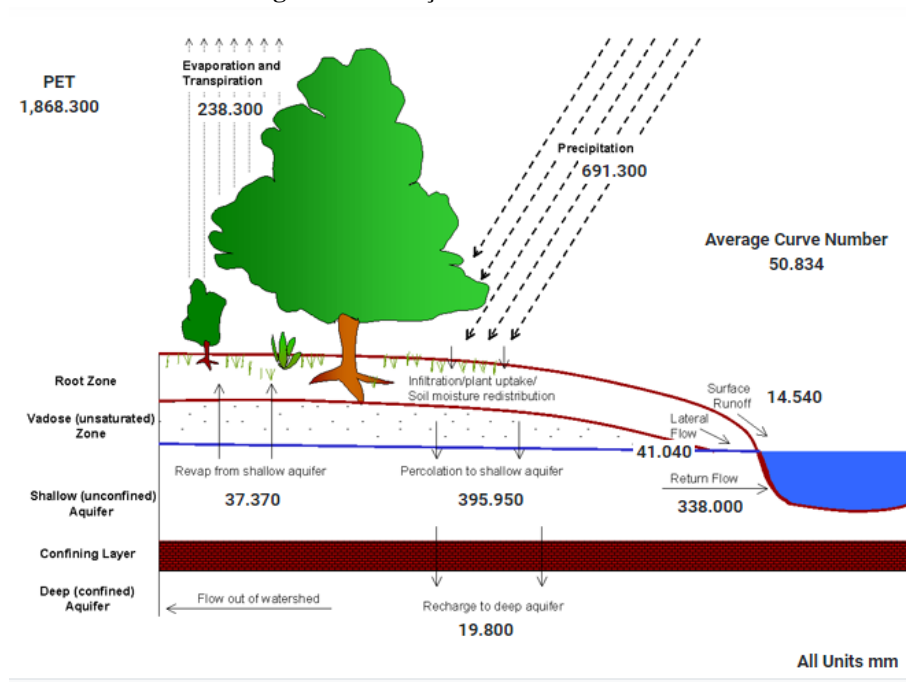
exige pouco da máquina, é possível acessá-lo por qualquer navegador através do site SUPer | Sistema de Unidades de resposta hidrológica para Pernambuco (tamu.edu).

No presente estudo foi criado um cenário sem alteração de mudanças climáticas, considerado como “cenário de referência” e a criação de um novo cenário, já com alterações de mudanças climáticas, proposto por Marengo et al. (2011). Os autores estimam um aumento de até 4°C e uma redução em até 20% dos valores de precipitação para o semiárido nordestino.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o cenário de referência (FIGURA 2), a sub-bacia 01 apresenta uma precipitação média anual de 691.3 mm. A evapotranspiração potencial é de 1,868 mm anualmente e a evapotranspiração real tem como média 238.3 mm por ano. Lopes *et al.* (2017), em estudo desenvolvido na cidade Petrolina, Pernambuco, obteve dados de precipitação média anual de 462.8 mm, com evapotranspiração de 1503 mm para a evapotranspiração. Galvêncio e Luz (2021), em estudo desenvolvido no riacho Milagres, localizado na BHTN, obtiveram precipitação anual de 638 mm e evapotranspiração potencial de 2676 mm.

Figura 2: Balanço hídrico de referência

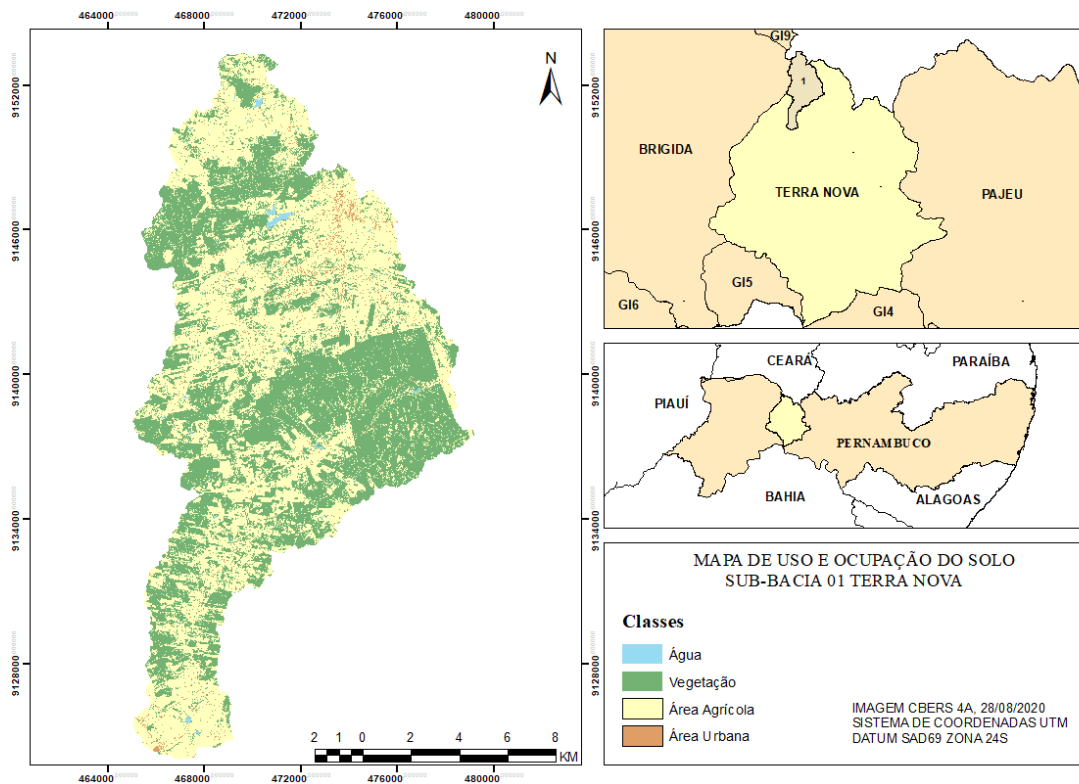


Fonte: SUPer, 2022.

Na sub-bacia, aproximadamente 34% da precipitação é perdida através da evapotranspiração e cerca de 57% da precipitação é percolada. Desse percentual de percolação, 37 mm (9,3%) retorna à superfície pelas raízes. O escoamento superficial dentro da sub-bacia é de 14 mm e o escoamento lateral 41 mm. O fluxo de retorno é de 338 mm, correspondendo a 49% da precipitação. O fluxo de retorno é de fundamental importância no semiárido, tendo em vista que as águas subterrâneas são muito utilizadas para consumo humano e irrigação.

O uso e o ocupação nos limites da sub-bacia 01 (FIGURA 3), está distribuído majoritariamente entre vegetação e áreas agrícolas, que equivalem respectivamente a 41,1% e 44%, a área agrícola já supera a área de caatinga dentro da sub-bacia, confirmando que os recursos hídricos desempenham um grande papel ligado a agricultura na região. A área urbana corresponde a 10,53% e a água a 4,2%. Há apenas uma área urbana dentro da sub-bacia, onde está a cidade de Cedro. Diante disto é notável um perfil agrícola dentro desta sub-bacia, com os cenários possíveis de mudanças climáticas na região, a disponibilidade hídrica seria afetada, logo se teria uma maior dificuldade para agricultura nesta área.

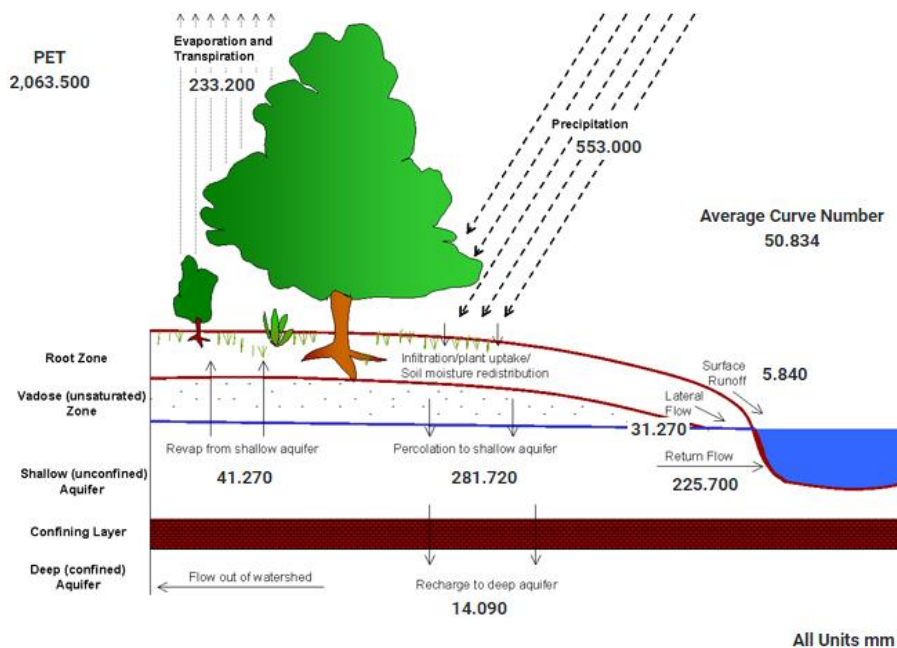
Figura 4: Mapa de uso e ocupação do solo



Fonte: Os Autores, 2022.

Para o cenário de alteração de mudanças climáticas (FIGURA 5), pode-se perceber alterações no balanço hídrico da sub-bacia. A precipitação foi de 553 mm. A evapotranspiração real atingiu 233 mm, sendo assim 42% da precipitação é evapotranspirada, a percolação corresponde a 51% da precipitação, já o fluxo de retorno representou 40% da precipitação.

Figura 5: Balanço Hídrico com mudanças climáticas



Fonte: SUPer, 2022.

Moraes (2018), em estudo desenvolvido no bioma Caatinga, apontou o aumento da evapotranspiração potencial e um aumento do déficit hídrico até o final do século XXI. França *et al.* (2020) mostram que ocorrerão mudanças pluviiais bruscas, que ocasionarão tempos mais secos e quentes. Assim como Santos, Oliveira e Neves (2021), apontam para a interferência direta das mudanças climáticas na redução das precipitações. Segundo Marengo (2011) às elevações de temperatura causadas pelas mudanças climáticas, independentemente da redução de pluviosidade, já seriam suficientes para aumentar a evaporação da água de rios, lagos e açudes, como também, da evapotranspiração das plantas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados estimados pelo presente estudo apontam redução para a precipitação e uma perda proporcional por evapotranspiração. Para a gestão dos recursos hídricos, este cenário se mostra como preocupante para a região, já que a base da economia está voltada para a agricultura, que poderá sofrer impactos com a redução da disponibilidade hídricas. Sugere-se a adoção de medidas que conscientizem a população quanto as interferências das mudanças climáticas e um gerenciamento mais eficaz dos recursos hídricos na área, garantindo assim a seguridade hídrica da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos: avaliações e diretrizes para adaptação.** 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/panorama-dasaguas/mudancas-climaticas-recursos-hidricos/publicacoes-e-estudos-sobre-mudancasclimaticas>. Acesso em: 01 nov. 2022.

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA. **Bacias Hidrográficas - Rio Terra Nova**. 2021. Disponível em: <http://200.238.107.184/bacias-hidrograficas/40-bacias-hidrograficas/207-bacia-do-rio-terra-nova>. Acesso em: 01 nov. 2022.

ALMEIDA, Guilherme Giorgi Leite de; PAIVA, Anderson Luiz Ribeiro de; OLIVEIRA, Leidjane Maria Maciel de; LEONARDO, Haylla Rebeka Albuquerque Lins. Análise de índices climáticos para avaliação do efeito das mudanças climáticas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.I.], v. 13, n. 1, p. 01-17, mar. 2020. ISSN: 1984-2295.

FRANÇA, Luciana Mayla de Aquino; DIAZ, Caio Cesar Farias; Reis, Josimar Vieira dos; COSTA, Valéria Sandra de Oliveira; GALVÍNCIO, Josicleda Domiciano. Efeitos da precipitação na vazão da bacia hidrográfica do rio Pajeú-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.I.], v. 12, n. 6, p. 2377-2391. ISSN: 1984-2295.

FRANÇA, Manoel Vieira de; MEDEIROS, Raimundo Mainar de; ARAËJO, Wagner Rodolfo de; HOLANDA, Romildo Morant de. Balanço hídrico e suas variabilidades em período de El Niño e La Niña visando às oscilações erosivas em Amparo de São Francisco – Sergipe – Brasil. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 9, n. 9, p. 1-29, 23 ago. 2020. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.6995>.

GALVINCIO, J. D. Impacto do aumento de CO₂ nas Precipitações do estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.L.], v. 14, n. 3, p. 1828-1839, jun. 2021. Revista Brasileira de Geografia Física. <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v14.3.p1828-1839>.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability**, 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cedro**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/cedro.html> . Acesso em 01 nov. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Serrita**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/serrita>. Acesso em 01 nov. 2022.

MARENCO, José A. et al. **Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas, v. 1, p. 385-422, 2011.

Marengo J.A; Ambrizzi, T.; Rocha, p., Alves, L. M.; Cuadra, S. V.; Valverde, M. C.; Ferraz, S. E. T.; Torres R. R.; Santos D. C. **Future change of climate in South America in the late XXI Century: Intercomparison of scenarios from three regional climate models**. Climate Dynamics, DOI 10.1007/s00382-009-0721-6, 2009b.

MORAES, Lucas Assis de. **BALANÇO HÍDRICO NA CAATINGA NORDESTINA EM CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS**. 2018. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Agenda 2030**. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 01 nov. 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CEDRO. Cedro em números. Disponível em: <https://www.cedro.pe.gov.br/>. Acesso em: 01 nov. 2022.

SANTOS, Terezinha do Carmo; OLIVEIRA, Amanda de Almeida; NEVES, Kesia Carolina Amorim. Manejo de solo e água frente às mudanças climáticas e impactos socioeconômicos. **Revista Velho Chico**. Bom Jesus da Lapa, v. 01, n. 02, p. 132-147, out. 2021. ISSN: 2763-6313.

SILVA, José Raliuson Inácio; SOUZA, Rodolfo Marcondes Silva; SANTOS, Weslei Almeida; ALMEIDA, André Quintão de; SOUZA, Eduardo Soares de; ANTONINO, Antonio Celso Dantas. Aplicação do método de Budyko para modelagem do balanço hídrico no semiárido brasileiro. **Scientia Plena**, [S.L.], v. 13, n. 10, p. 1-10, 30 nov. 2017. Associação Sergipana de Ciência. <http://dx.doi.org/10.14808/sci.plena.2017.109908>.

SILVEIRA, Cleiton; SOUZA FILHO, Francisco de Assis de; MARTINS, Eduardo Sávio Passos Rodrigues; OLIVEIRA, Juliana Lima; COSTA, Alexandre Cunha; NOBREGA, Marcio Tavares; SOUZA, Saulo Aires de; SILVA, Robson Franklin Vieira. Mudanças climáticas na bacia do rio São Francisco: uma análise para precipitação e temperatura / climate change in the são francisco river basin. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [S.L.], v. 21, n. 2, p. 416-428, 1 abr. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v21n2.p416-428>.

SOBRAL, Maria do Carmo; ASSIS, Janaina Maria Oliveira de; OLIVEIRA, Claudia Ricardo de; SILVA, Gércica M. Nogueira da; MORAIS, Manuela; CARVALHO, Renata M^a Caminha. IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NOS RECURSOS HÍDRICOS NO SUBMÉDIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO F. Rede - **Revista Eletrônica do Prodema**, Fortaleza, v. 12, n. 3, p. 95-106, set. 2018. Doi: 1022411/rede2018.1203.10.

TOMASELLA, Javier; ROSSATO, Luciana. **Balanço hídrico**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São Paulo, 2005.

VEIGA, Lilian Bechara Elabras; CARVALHO, Diego de Oliveira; MEDRONHO, Lorena Martins. GESTÃO RECURSOS HÍDRICOS: ADAPTAÇÃO EM UM CENÁRIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 23., 2019, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. Foz do Iguaçu: Abrh – Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2019. p. 1-10.

ANÁLISE TEMPORAL DAS ALTERAÇÕES NA COBERTURA E USO DA TERRA DO IGARAPÉ SÃO FRANCISCO, RIO BRANCO – ACRE- BRASIL (2001 – 2021)

Gerson Bessa de Andrade^(a), Karla da Silva Rocha^(b), Alexandre Ricardo Hid^(c)

^(a) Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Laboratório de Geoprocessamento, Universidade Federal do Acre, gersonbessa17@gmail.com

^(b) Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Laboratório de Geoprocessamento, Universidade Federal do Acre, rochakarla@uol.com.br

^(c) Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal do Acre, alexandre.hid@ufac.br

Resumo: A expansão desordenada presente nas cidades através dos crescentes aumentos de população e da busca por espaço para produção vem gerando impactos ambientais nas florestas da Amazônia, transformando a natureza de forma abrupta. A realização deste trabalho sobre o uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do Igarapé São Francisco é de fundamental importância para identificar as mudanças que ocorrem dentro da bacia, assim como identificar as possíveis causas destas mudanças. Sendo assim este trabalho tem por objetivo analisar a dinâmica da paisagem ocorrida entre os anos de 2001 e 2021 na Bacia do Igarapé São Francisco através de imagens de satélite LANDSAT 5/TM e LANDSAT 8/OLI, sendo que foram identificadas as seguintes classes de uso da terra: Floresta, Pastagem, Solo Exposto, Área Urbana e Corpos D'água, sendo possível assim através da identificação avaliar e mensurar a dinâmica da paisagem ocorrida nos 20 anos de análise.

Palavras-chave: Dinâmica da Paisagem, Sensoriamento Remoto, Uso e cobertura do solo.

Abstract: The disorderly expansion present in cities through increasing population increases and the search for space for production has generated environmental impacts on amazon forests, abruptly transforming nature. The accomplishment of this work on the use and land cover in the São Francisco River Basin is of fundamental importance to identify the changes that occur within the basin, as well as to identify the possible causes of these changes. Thus, this work aims to analyze the dynamics of the landscape that occurred between 2001 and 2021 in the São Francisco Igarapé Basin through LANDSAT 5/TM and LANDSAT 8/OLI satellite images, and the following classes of land use were identified: Forest, Pasture, Exposed Soil, Urban Area and Water Bodies, it is possible to evaluate and measure the dynamics of the landscape that occurred in the 20 years of analysis.

Keywords: Landscape Dynamics, Remote Sensing, Land Use and Cover.

INTRODUÇÃO

O levantamento do uso da terra tem se tornado um aspecto de interesse fundamental para a compreensão dos padrões de organização do espaço. Isto tem levado legisladores e planejadores a buscarem por informações sobre a dinâmica de mudanças ambientais urbanas e rurais (HID, 2000). Isto porque, os meios naturais vêm apresentando contínuas mudanças com o passar dos anos em respostas às ações antrópicas. Segundo o IBGE (2014) atividades voltadas para o mapeamento sistemático do uso da terra tem como o objetivo analisar os possíveis impactos e definir indicadores da qualidade ambiental. Pois através do conhecimento destas

mudanças é possível fornecer subsídios para avaliações dos impactos ambientais (SILVA, 2019).

Segundo SILVA (2006 *apud* SILVA e FRANÇA 2013), o processo de uso e ocupação do solo se constitui num dos fatores determinantes da transformação ambiental, uma vez que influencia diretamente na manutenção ou retirada do bioma nativo, bem como tem significativas implicações sobre a qualidade do solo, da água e das condições de vida da sociedade que pertencem a este ecossistema. Assim o Sensoriamento Remoto surge como uma ferramenta em potencial para a análise da dinâmica de paisagem ocorridas dentro de Bacias Hidrográficas, dando suporte através de suas análises para a tomada de decisões que visem a manutenção e preservação do meio ambiente.

Segundo dados da CPRM (2021) a bacia hidrográfica do Rio Acre compreende uma área de 35.792 Km², tendo partes na Bolívia (6%), Peru (7%), no Acre (79%) e no Amazonas (8%), no Acre a bacia abrange quase todas as cidades das regionais do Alto Acre e Baixo Acre. Esta bacia, vem sofrendo mudanças em relação a processos antrópicos, como a perda das matas ciliares, desmatamento em índices elevados para as atividades comerciais e para os avanços das regiões urbanas. Estes e outros fatores podem e vêm alterando as dinâmicas da fauna e flora. Podemos citar como exemplo recente das consequências dessas ações sem controle, as constantes elevação do rio Acre, o que tem causado enchentes em vários municípios do estado. Outro exemplo está relacionado com o assoreamento do canal do rio que faz com que atinja cotas alarmantes de seca.

A bacia do Rio Acre por ter essa vasta extensão apresenta algumas sub-bacias ao longo de sua área, uma delas é a bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco (BHISF) foco de estudo deste trabalho. A BHISF está localizada nos municípios de Bujari e Rio Branco, e possui uma área de 45.461,6 ha. Esta bacia apresenta um diferencial por apresentar uma Área de Proteção Ambiental - APA de 30.004,02 há, dentro do seu limite territorial. Esta APA representa mais de 50% da área da bacia.

Em Rio Branco o igarapé São Francisco que dá nome a bacia percorre 17 bairros até desaguar no Rio Acre. Por se localizar no perímetro urbano a bacia vem sofrendo ao longo do tempo uma grande pressão, principalmente devido ao crescimento da área urbana que ocorre sem um planejamento, gerando assim grandes impactos ao meio ambiente. Um destes impactos, por exemplo, é a perda da cobertura florestal nas áreas de preservação permanente o qual permite que a bacia seja suscetível a enchentes durante os períodos mais chuvosos (NASCIMENTO *et al.*, 2013)

Além disto, a bacia vem sofrendo outros impactos ambientais como por exemplo a canalização de esgotos *in natura* para o canal do igarapé, grande ocorrência de lixo, a perda de floresta e os consideráveis níveis de desmatamento. Isto tudo, demonstra a fragilidade que o curso d'água do igarapé enfrenta frente aos processos antrópicos, alterando as dinâmicas das espécies animais principalmente da vida aquática diante da poluição do curso do igarapé. Isto tudo, mostra a importância e necessidade de se ter um planejamento de ações que visem minimizar estes impactos.

Neste contexto as geotecnologias surgem como ferramentas fundamentais que servem como alicerce para subsidiar os planejamentos e o monitoramento das mudanças ocorridas ao longo dos anos. Entre estas geotecnologias está o Sensoriamento Remoto – SeRe que segundo Florenzano (2007) se constitui em uma tecnologia que permite a obtenção de imagens e outros

dados da superfície terrestre por meio de captação e registro de energia refletida ou emitida pela superfície terrestre. A rapidez e a confiabilidade na coleta de informação por sensoriamento remoto, permite uma maior facilidade na aquisição dos dados que são fundamentais para mapeamento de uso e cobertura da terra de determinadas áreas.

O Sensoriamento Remoto sozinho ou integrado ao sistema de informações geográficas e dados de campo, pode ser uma fonte valiosa de dados para elaboração de mapas de uso e cobertura da terra, pois fornece uma representação da superfície da terra que é espacialmente contínua e altamente consistente (ROCHA, 2020). Neste sentido, este trabalho teve por objetivo avaliar a dinâmica de uso e cobertura da terra no perímetro da bacia do igarapé São Francisco nos últimos 20 anos (2001 a 2021) utilizando imagens do satélite LANDSAT.

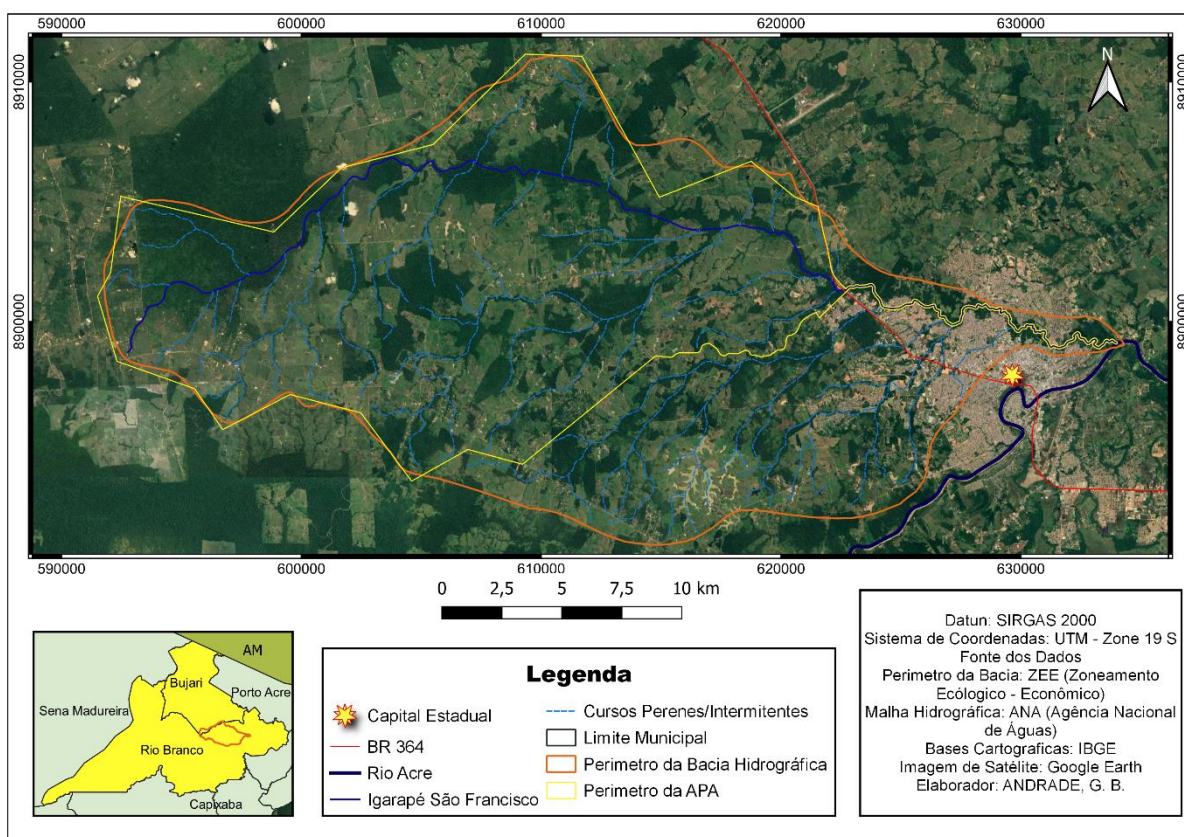
MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

A área de estudo se localiza na entre a divisa dos municípios do Bujari e a cidade de Rio Branco no Estado do Acre, abrangendo uma área de aproximadamente 45.461,6 ha (Figura 1). A bacia recebe o nome do principal canal de drenagem, “Igarapé São Francisco”, tendo sua nascente próximo a região de divisa entre Bujari e Rio Branco, desaguardo assim no perímetro urbano da cidade de Rio Branco no Rio Acre, neste percurso, o igarapé passa por 17 bairros da cidade de Rio Branco. O Igarapé São Francisco é o maior afluente urbano com cerca de 20 Km de extensão, sendo responsável por 50% da drenagem da Bacia do Rio Acre (HID, 2000).

A bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco - BHSF possui um sistema de drenagem dendrítico (NASCIMENTO *et. al.*, 2013). O sistema de drenagem possui um tamanho de 349,083 km e a média do comprimento dos canais foi de 2,065 km. A densidade de drenagem de 0,781 km/km² e o coeficiente de compactidade de 1,4 tornam a bacia hidrográfica do Rio São Francisco mais suscetível a enchentes e inundações.

Figura 1 – Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Procedimentos metodológicos

Para a realização deste trabalho seguiu-se quatro etapas:

i) *aquisição das imagens de satélite e banco de dados complementares* – primeiramente foi realizado o download de duas imagens orbitais do satélite LANDSAT, sendo estas imagens escolhidas de acordo com a menor incidência de nuvens sobre a área da bacia. As imagens foram obtidas através do complemento (plugin) SCP do Qgis, que permitiu realizar o download das imagens do satélite LANDSAT 5/TM e LANDSAT 8/OLI através do site da USGS diretamente dentro do software de geoprocessamento. As imagens utilizadas foram de 30/07/2001 e 21/07/2021 e pertencentes a órbita e ponto 002/067.

ii) *processamento das imagens* – O processamento das imagens consiste no tratamento das imagens obtidas para realização das análises, onde com o download das imagens orbitais dos satélites é possível realizar a composição RGB (R-red), (G-green) e (B-blue) falsa cor, que consiste na junção de três bandas espectrais, que facilitam uma melhor visualização da imagem, possibilitando uma melhor identificação dos pontos na imagem e consequentemente da identificação das classes de uso do solo da área.

iii) *definição de classes* - Seguiu-se as mesmas definições de classes para os dois períodos temporais analisados (2001 e 2021) sendo: Floresta, Pastagem, Solo Exposto, Área Urbana e Corpos D'água. Para isto, foi realizada uma interpretação das imagens do satélite

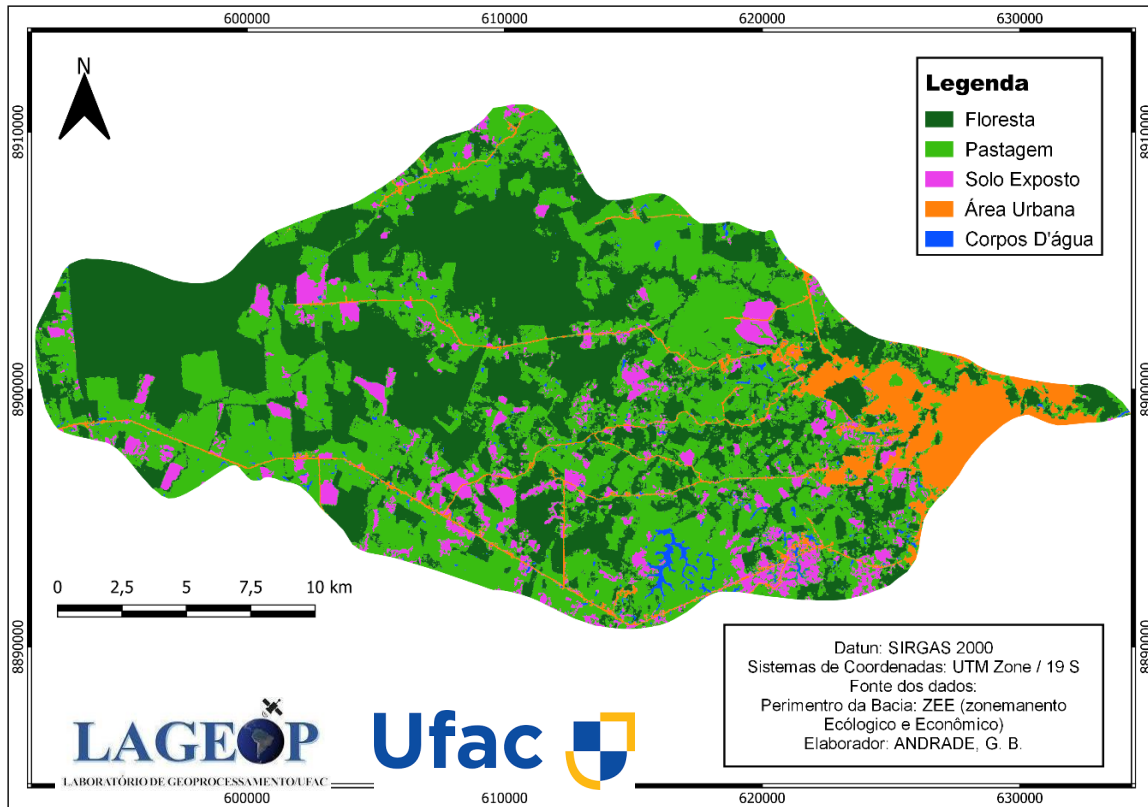
LANDSAT bem como checagem de precisão com imagens no Google Earth. Após a interpretação das imagens foram realizadas visitas de campo para obtenção de verdade de campo. Vale ressaltar que a definição das classes de uso e cobertura da terra foram definidas com base nos Manuais de Uso da Terra (IBGE, 2020). Sendo assim portanto definidas: Floresta, são áreas ocupadas por formações arbóreas com porte superior a 5 m de altura, sendo incluídas as Florestas Ombrófila Densa e Aberta, além da Floresta Ombrófila Mista, sendo incluído outras feições em razão do seu porte superior a 5 m; Pastagem, são áreas destinadas ao pastoreio do gado e outros animais, tendo vegetação herbácea cultivada, ou vegetação campestre, sendo que ambas apresentam interferência de alta intensidade de ações antrópicas. Solo Exposto, caracterizado não apresentar cobertura vegetal ou por apresentar uma cobertura parcial rala; Área Urbana, caracterizada como sendo as áreas correspondentes às cidades (sedes municipais), às vilas é as áreas urbanas isoladas. Compreendendo assim as áreas de uso intensivo estruturadas por edificações e sistema viário, e Corpos D'água onde são todas as águas interiores, como rios, riachos, canais e outros corpos d'água lineares. Sendo englobados os corpos d'água naturalmente fechados (lagos naturais) e reservatórios artificiais (represamento artificiais de água construídos para irrigação, fornecimento de água e outros).

iv) Classificação e quantificação de fragmentos para geração de mapa de uso e cobertura do solo - A Classificação digital de imagens é uma parte do processamento prioritário para o mapeamento temático do uso da ocupação do solo. Assim para tal foi utilizado o procedimento de classificação supervisionada através do complemento (plugin) Semi-Automatic Plugin (SCP) disponível no Qgis. Este plugin permitiu através da coleta de amostras pré-definidas na imagem a identificação de diferentes classes de uso da cobertura da terra, que foram predefinidas e posteriormente identificadas nas imagens seguindo o algoritmo de Maximum Likelihood (máxima verossimilhança) possibilitando identificar tais classes como: Floresta, Pasto, Solo Exposto, Corpo d'água, como também quantificar a áreas destas classes na Bacia Hidrográfica do Igarapé São Francisco.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

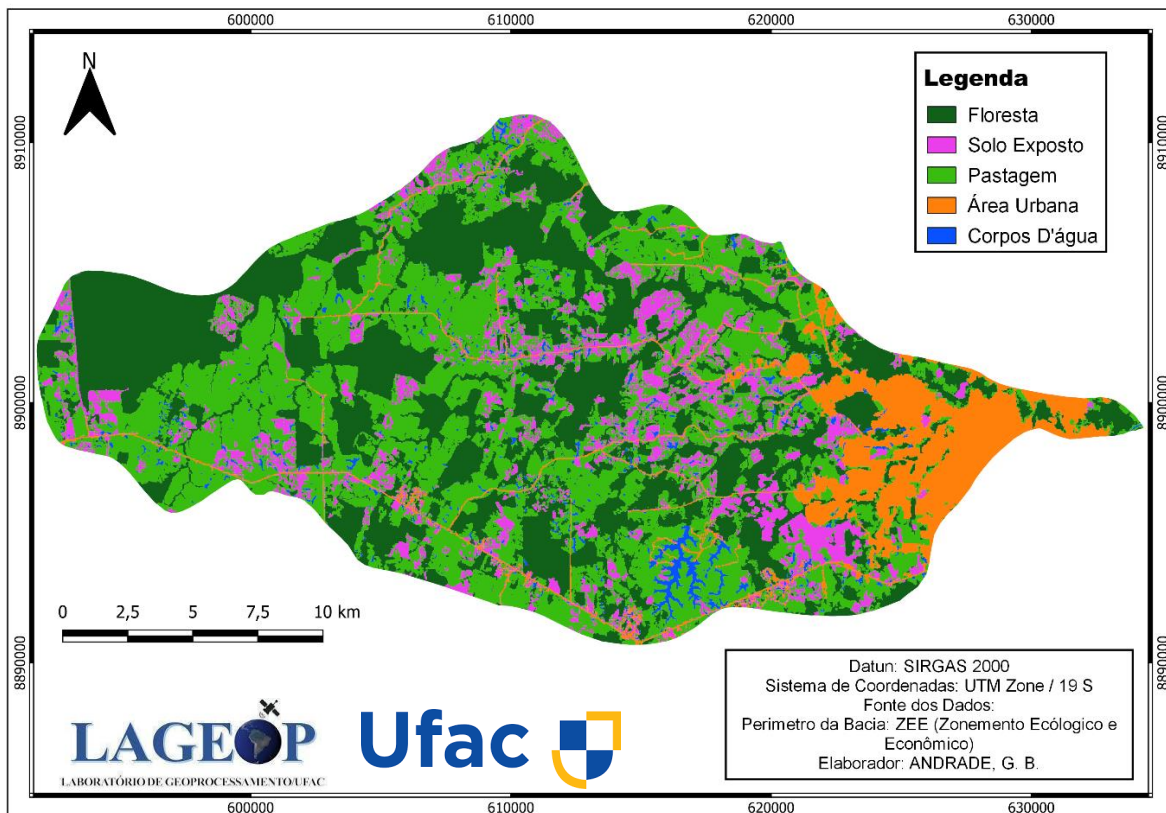
Após processamento das imagens, 6 classes de uso e cobertura da terra foram geradas e mapeadas: Floresta, Pastagem, Solo Exposto, Área Urbana e Corpos D'água. Isto possibilitou quantificar as áreas para cada classe para os anos (2001 e 2021), possibilitando assim identificar e quantificar as áreas que sofreram mudanças em sua paisagem. As figuras 2 e 3 a seguir representam o uso e cobertura do solo da BHSF para os anos de 2001 e 2021 respectivamente.

Figura 2 – Classificação de Uso e Cobertura do Solo da BHSF em 2001



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Figura 3 – Classificação de Uso e Cobertura do Solo da BHSF em 2021



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

A maioria das mudanças ocorridas na Bacia Hidrográfica do Igarapé São Francisco tiveram como agente causador o homem e suas ações frente ao meio ambiente. Foi constatado nas análises que a classe de floresta apresentou uma mudança em sua cobertura, indo de 42,49% de cobertura total (2001) para 36,21(2021) apresentando assim uma redução de aproximadamente 6%, no período de 20 anos de análise. Especialmente, esta transformação foi mais observada na porção de terra referente a área rural. Nestas áreas, as áreas florestais foram sendo transformadas em solo exposto e posteriormente em pastagem. A tabela 1 a seguir mostra os valores das classes de uso do solo na área da Bacia Hidrográfica.

Tabela 1 – Classes de Uso e Cobertura da BHSF 2001 e 2021

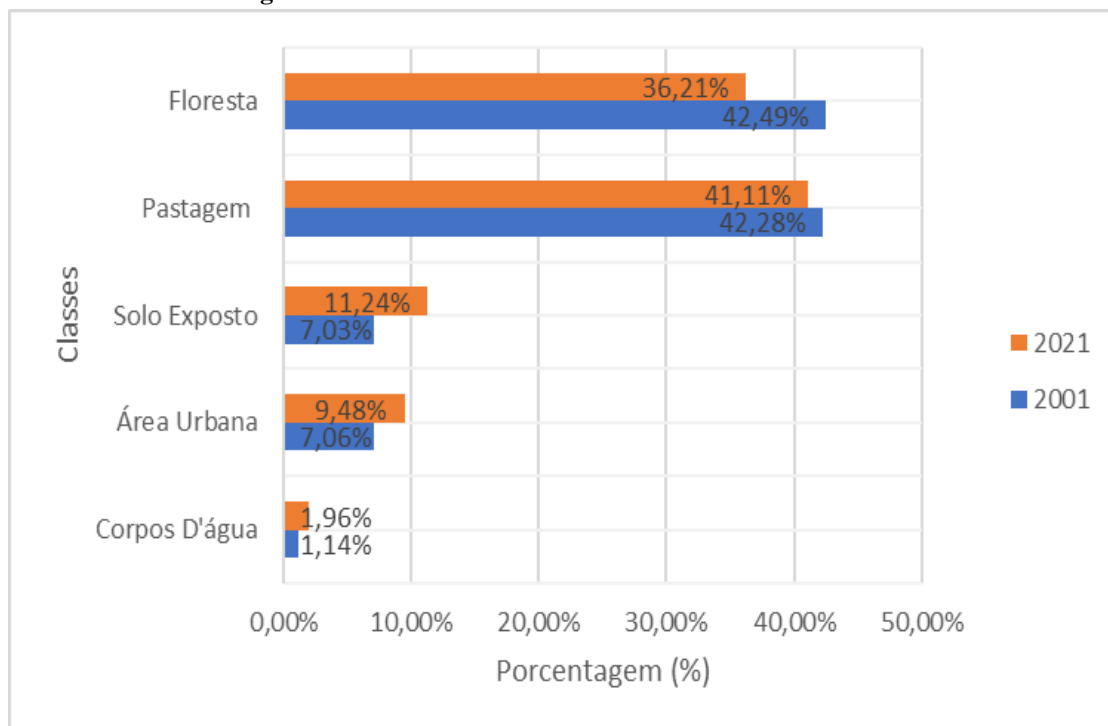
	Classes	2001/ha	2001/%	2021/ha	2021/%
1	Floresta	19317,3	42,49	16460,8	36,21
2	Pastagem	19219,7	42,28	18688,1	41,11
3	Solo Exposto	3196,9	7,03	5111,4	11,24
4	Área Urbana	3210,5	7,06	4308,9	9,48
5	Corpos D'água	517,2	1,14	892,4	1,96
	Total	45.461,6	100	45.461,6	100

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Quando analisados os valores resultantes da pastagem observou-se uma diminuição, constatando-se assim uma redução da área da bacia composto por pastagem, indo assim de 42,28% (2001), para 41,11% (2021) ou seja, uma variação de 1,17%. Contrapondo-se a esta diminuição da área de pastagem está a classe de solo exposto que apresentou um aumento de 4% indo assim de 7,03% no ano de (2001) para 11,24% em (2021), o que significa um aumento de quase 2 mil ha de solo exposto na Bacia Hidrográfica. Este aumento de solo exposto pode estar associado a data de aquisição da imagem (período de estiagem na região ou verão amazônico). Período este em que a vegetação fica mais seca, algumas das vezes entrando em senescência e conseqüentemente apresentando uma resposta espectral nas imagens de solo exposto. vale salientar que as áreas identificadas como sendo áreas de queimadas foram classificadas como solo exposto, tendo sido observado um aumento de áreas de queimadas em relação a número e tamanho da área impactada com essa prática no período analisado.

Em relação aos corpos d'água foi constatado um aumento na cobertura do solo passando de 1,14% (2001) para 1,96% (2021), este aumento identificação dos corpos d'água pode ser explicado pelo aumento da atividade da piscicultura ao longo dos anos devido ser uma atividade sustentável e sem altos custos. Vale salientar que como o Igarapé São Francisco apresenta uma largura do canal menor que 15 m não foi possível classificar o Igarapé como sendo um corpo d'água na produção do mapa de classificação, pois a resolução espacial de ambos os satélites LANDSAT 5/TM e LANDSAT 8/OLI são de 30 metros. Outra classe que demonstrou um aumento significativo foi a área urbana onde em 2001 a classe tinha uma área de 3.210,5 ha e passou a cobrir mais de 4,3 mil ha na área total da bacia hidrográfica, apresentando assim um aumento de 9,5% entre os 20 anos da pesquisa. A figura 4 a seguir mostra esta distribuição de porcentagem das classes encontradas.

Figura 4 – Classes de Uso do Solo na BHSF em 2001 e 2021



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

As informações apresentadas na Figura 4 reafirmam as explicações feitas acima e mostram a distribuição das classes de uso do solo nos anos de 2001 e 2021. Estas informações são de grande importância para entender as mudanças que ocorreram na paisagem entre os 20 anos da análise

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As técnicas de Sensoriamento Remoto em conjunto com o Geoprocessamento foram de grande relevância para a obtenção dos dados necessários de uso e cobertura do solo da Bacia Hidrográfica do Igarapé São Francisco. A dificuldade em se conseguir imagens no período de chuva em que a vegetação sadia apresenta maior destaque espectral dificultou a checagem de mistura espectral entre solo exposto e pastagem.

Por se tratar de uma bacia urbana, podemos dizer que em 20 anos a bacia teve uma perda na cobertura vegetal pequena, porém é importante a criação de políticas públicas para evitar que estes valores cresçam

Assim vale salientar que o objetivo deste trabalho não é transformar a ferramenta do sensoriamento remoto em potencial agente fiscalizador ou punidor da área de estudo, mas mostrar que a ferramenta pode ser fundamental para o monitoramento e fiscalizador de áreas diversas, podendo servir como base para a criação e aplicação de políticas ambientais que visem resguardar a natureza, e que possam auxiliar no processo de recuperação de áreas degradadas.

Com a apresentação destes resultados reafirmamos a importância do Sensoriamento Remoto e suas técnicas como ferramenta auxiliar para caracterização, monitoramento e gestão do uso do solo e cobertura da terra. Assim o Sensoriamento Remoto junto as suas técnicas diante do novo paradigma mundial, que visa o desenvolvimento aliado em práticas sustentáveis

tendem a surgir como uma atividade em potencial, sendo bastante importante atualmente para a nova atividade de Crédito de Carbono servindo como ferramenta de monitoramento das áreas verdes mundiais e brasileiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CPRM, BACIA DO RIO ACRE - CARACTERÍSTICAS, 2021. Disponível em: <<https://bityli.com/2vVLb>>. Acesso em: 10 de ago. de 2021

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3ª ed., Oficina de textos. São Paulo, 2011.

HID, A. R. **MONITORAMENTO DA EXPANSÃO URBANA E OCUPAÇÃO PREDIAL ÀS MARGENS DO IGARAPÉ SÃO FRANCISCO EM RIO BRANCO - ACRE**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis - SC, 2000, p. 182.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **MONITORAMENTO DO USO E COBERTURA DA TERRA 2016 – 2018**. Rio de Janeiro, 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3º ed. Rio de Janeiro, 2013.

NASCIMENTO, F. I. C. *et al.* **Caracterização Morfométrica como Base para o Manejo da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – Acre**. Revista Brasileira de Geografia Física V.06, N.02. ISSN: 170-183. 2013

ROCHA, K. S. Estimativas de Desmatamento Derivadas de Sensoriamento Remoto e suas Implicações para Pagamento por Serviços Ambientais na Amazônia Brasileira. In: Pontes, K. F. Moraes, M. J. (Org.). **Produção do Espaço e Ambiente nas Fronteiras da Amazônia Sul Ocidental**. 1 ed. Curitiba- PR: CRV, 2020, v. 1, p. 79-103.

SILVA, L. S. FRANÇA, C. A. S. S. M. SIL. **SIG como ferramenta de mapeamento das formas de uso e ocupação do solo na APA Igarapé São Francisco, Rio Branco, Acre**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

USGS - United States Geological Survey. **Landsat 5**, 2022. Disponível em: <<https://bityli.com/EgJfG>>. Acesso em: 06 de janeiro de 2022.

USGS - United States Geological Survey. **Landsat 8**, 2022. Disponível em: <<https://bityli.com/ysCdK>>. Acesso em: 06 de janeiro de 2022.

AVALIAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL DA CHAPADA DO ARARIPE POR MEIO DA APLICAÇÃO DO *NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX* (IVDN)

Mirelle Oliveira Silva^(a), *Vinicius Ferreira Luna*^(b), *Thiago Felix de Lima*^(c)

^(a) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal da Paraíba, mirelleoliveirasilva18@gmail.com

^(b) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, iniciusluna13@gmail.com

^(c) Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável, Universidade Federal do Cariri, limathiago14@gmail.com

Resumo: O presente trabalho trata da avaliação da degradação da vegetação na Chapada do Araripe ao longo de 30 anos. A Chapada em epígrafe situa-se no semiárido brasileiro e configura-se como uma área de exceção, a qual é revestida por uma diversidade fitofisionômica, entendida como enclaves fitogeográficos. Para a análise da vegetação, bem como da degradação utilizou-se o *Normalized Difference Vegetation Index* (IVDN) executado a partir do software livre QGIS, com o emprego de imagens de satélite para o ano de 1989 e 2019. Os resultados da pesquisa mostraram que no decorrer de 30 anos a vegetação da Chapada foi alterada de forma significativa, embora integre uma Área de Proteção Ambiental (APA). Os resultados ainda apontaram uma íntima relação das condições climáticas, hidrogeológicas, bem como a variação da altitude com a distribuição da vegetação, especialmente no platô do relevo em questão.

Palavras-chave: Chapada do Araripe; Degradação; Composição vegetal; IVDN.

Abstract: The present research deals with the evaluation of vegetation degradation in Chapada do Araripe over 30 years. The Chapada mentioned above is located in the Brazilian semiarid region and is an area of exception, which is covered by a phytophysionomic diversity, understood as phytogeographic enclaves. For the analysis of vegetation, as well as degradation, the *Normalized Difference Vegetation Index* (IVDN) was used, run from the free software QGIS, using satellite images for the year 1989 and 2019. The research results showed that in the course of 30 years, the vegetation of Chapada was significantly altered, although it is part of an Environmental Protection Area (APA). The results also showed an intimate relationship between climatic and hydrogeological conditions, as well as the variation in altitude with the distribution of vegetation, especially on the plateau of the relief in question.

Keywords: Chapada do Araripe; Degradation; Vegetable composition; IVDN.

INTRODUÇÃO

A região semiárida brasileira integra um dos três espaços constituídos por este domínio na América do Sul (AB'SABER, 2003). De modo geral, essas áreas classificadas como semiáridas apresentam “[...] baixos níveis de umidade, escassez de chuvas anuais, irregularidade no ritmo das precipitações ao longo dos anos; prolongados períodos de carência hídrica; solos problemáticos tanto do ponto de vista físico quanto do geoquímico [...]” (AB'SABER, 1999, p. 7), entre outras características.

O clima da região configura-se como fator substancial, o qual atua diretamente na configuração e dinâmica do ambiente em epígrafe. As respostas do solo e da vegetação são condicionadas pelo clima seco e quente, característico do semiárido. Como sintetiza Ab'Saber (2003) os solos encontrados nessas áreas são, grosso modo, pedregosos, em virtude da fraca decomposição litológica. A vegetação, por sua vez, constitui-se em sua maior parte por caatingas, composição florística adaptada às condições de semiaridez.

Todavia, o semiárido ainda exhibe paisagens onde a vegetação destaca-se por manter uma cobertura vegetal densa. Grande parte desses espaços, os quais apresentam áreas florestadas com este tipo de cobertura, são ambientes que comumente expõem uma umidade mais elevada se comparados às áreas circunjacentes, fato que caracteriza o semiárido como heterogêneo.

Nessa perspectiva, por efeito dessa heterogeneidade, muitos desses espaços supramencionados apresentam vegetação distinta da caatinga. São áreas que se encontram desconexas, definidas por Ab'Saber (2003) como enclaves fitogeográficos, os quais constituem “manchas de ecossistemas típicos de outras províncias, porém, encravados no interior de um domínio de natureza totalmente diferente” (AB' SABER, 2003, p. 145) . Essas áreas integradas ao semiárido constituem espaços de exceção.

Um desses espaços de exceção encontrados neste domínio corresponde a Chapada do Araripe. De acordo com Souza e Oliveira (2006 p. 94) “o enclave da Chapada do Araripe/Cariri corresponde a uma das áreas mais singulares dentre as áreas úmidas de exceção do contexto semi-árido nordestino”. Embora a Chapada integre uma Área de Proteção Ambiental (APA) definida em 1997, existe ainda uma inquietação quanto a sua preservação, tendo em vista que “as APAs do Ceará são bastante ineficientes no que tange à tentativa de manutenção da qualidade ambiental” (BASTOS *et al.*, 2016, p.5/6).

Por esse motivo, este trabalho visa apresentar e analisar a constituição da formação vegetal, bem como as transformações ocorridas ao longo de 30 anos em virtude da ocupação urbana e uso do solo na área supramencionada. A análise será realizada a partir da aplicação do índice de vegetação *Normalized Difference Vegetation Index – IVDN*.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para alcançar o objetivo proposto no trabalho, este foi desenvolvido em quatro etapas, a saber: aquisição das imagens; pré-processamentos dos dados; processamento dos produtos e por fim a obtenção do IVDN.

Para a aplicação do IVDN inicialmente foram obtidas as imagens a partir do site do *United States Geological Survey (USGS)* disponíveis no catálogo de imagens do programa LANDSAT. As imagens adquiridas para a aplicação do índice foram selecionadas por meio do LANDSAT 5, sensor Thematic Mapper (TM) de 17 de setembro de 1989 e do LANDSAT 8 sensor Operational Land Imager (OLI) de 20 de setembro de 2019.

As imagens escolhidas correspondem ao período seco na região, o qual predomina entre os meses de julho a novembro. Elegeram-se as imagens deste período em virtude da baixa concentração de nuvens, uma vez que o acúmulo desse elemento interfere na qualidade da imagem e de modo consequente, no produto final.

Após a aquisição das imagens, foi realizado o pré-processamento destas no *software* livre *Quantum Gis*, popularmente conhecido como QGIS. O pré-processamento consistiu na realização da correção atmosférica dos produtos através do complemento *Semi-automatic Classification Plugin (SCP)*. Efetuou-se esta correção a fim de amainar a atuação de componentes atmosféricos, como vapor d'água acumulado, por exemplo.

O processamento das imagens, o qual configura a terceira etapa, também foi executado no QGIS. Para a obtenção do IVDN, considerou-se as bandas espectrais 3 (Vermelho) e 4 (Infravermelho próximo) para a imagem do LANDSAT 5, sensor TM, e as bandas 4 (Vermelho) e 5 (Infravermelho próximo) do LANDSAT 8, sensor OLI. De acordo com Lima et al (2013, p. 207) “admite-se que essas bandas são mais afetadas pela absorção da clorofila na folhagem de vegetação verde”.

Por fim, o cálculo do IVDN foi realizado a partir da aplicação da fórmula proposta por Asrar *et al.* (1984, p. 301) $IVDN = (P_n - P_r) / (P_n + P_r)$, onde p_n e p_r são as refletâncias no infravermelho próximo (800 1100 nm) e vermelho (600 a 700 nm), respectivamente”.

Neste trabalho as fórmulas foram executadas em dois momentos, um referente a imagem de 1989 e outro para 2019. Assim o cálculo realizado a partir da calculadora raster, sucedeu da seguinte forma:

Imagem 1989 – Sensor TM: $IVDN = (P_{n4} - P_{r3}) / (P_{n4} + P_{r3})$

Imagem 2019 – Sensor OLI: $IVDN = (P_{n5} - P_{r4}) / (P_{n5} + P_{r4})$

Os valores do IVDN oscilam entre -1 e 1. Os valores próximos ou iguais a -1 referem-se aos ambientes de solo desnudo, vegetação esparsa, bem como degradadas e podem representar ainda áreas construídas. Contrariamente, os valores próximos ou iguais a 1 relacionam-se a uma cobertura vegetal mais densa, conservada, com baixo nível de degradação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

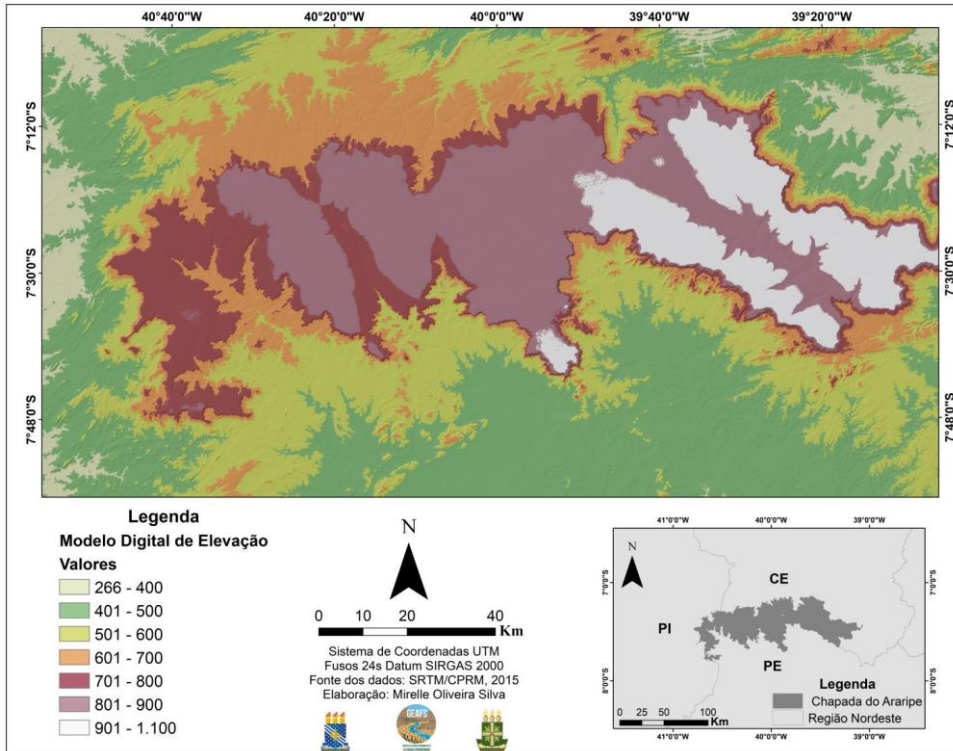
Composição da vegetação integrada a Chapada do Araripe

A Chapada do Araripe exibe uma abundante diversidade fitofisionômica. Guerra (2019) destaca que no referido relevo situam-se a Floresta Subperinifólia Tropical Plúvio-Nebular (Mata Úmida), Floresta Subcaducifólia Tropical Xeromorfa (Cerradão), Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (Mata seca), bem como o Cerrado, Carrasco e a Caatinga.

A distribuição dessa composição florística encontra-se associada às condições de altitude, clima, bem como “[...] fortemente influenciada pelas condições hidrogeológicas [...] na medida que há um distanciamento da linha de fontes [...]” a vegetação encaminha-se apresentando uma condição mais seca (GUERRA, 2019, p.104/105).

Inicialmente, considerando as condições altimétricas apresentadas pela Chapada (figura 1), destaca-se que o platô alcança altitudes que variam de 700 a 1000 metros. No seu entorno, as escarpas expõem uma elevação que pode atingir de 700 a 800 m. Além disso, salienta-se ainda, que a morfoestrutura exibe um leve rebaixamento em seu topo, considerando o sentido E-W. Esta configuração influencia diretamente na composição e distribuição da fitofisionomia encontradas na área, uma vez que nas áreas com maiores altitudes o porte arbóreo comporta-se diferente do encontrado nas áreas mais baixas do platô. A diferença na resposta ocorre por efeito da atuação do relevo no barramento da umidade carregada pela ZCIT.

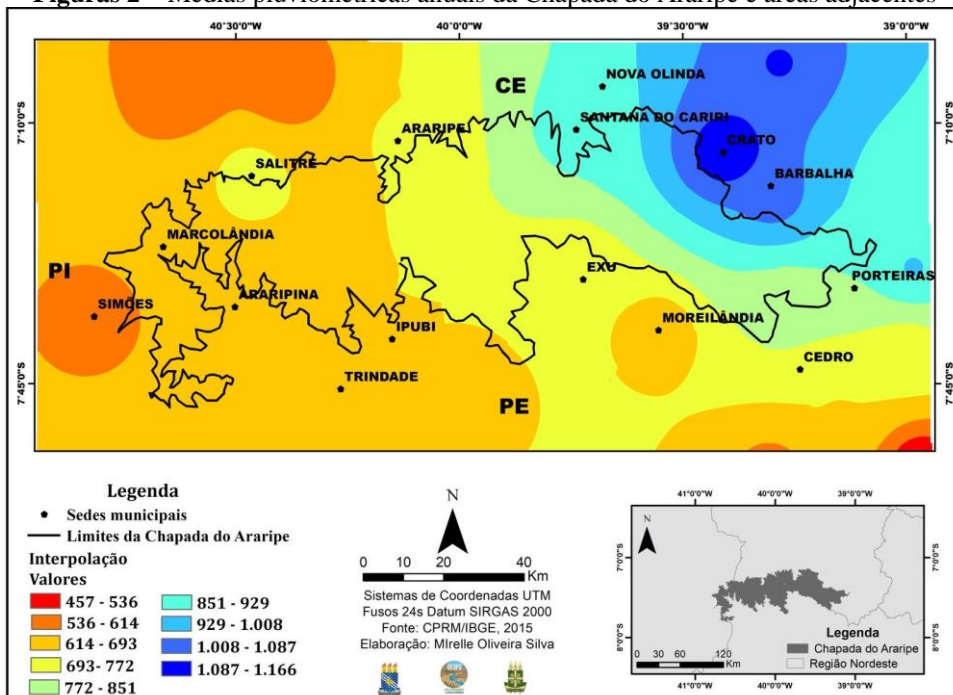
Figura 1 – Modelo digital de elevação da Chapada do Araripe



Fonte: elaborado pelos autores (2020).

A porção nordeste da Chapada corresponde ao setor de barlavento, onde grande parte da umidade deslocada pela ZCIT fica retida. Por esse motivo, cria-se nesta área, um microclima favorável ao desenvolvimento de uma vegetação com porte arbóreo mais denso se comparado com as áreas adjacentes. A figura 2 expõe as médias pluviométricas anuais da Chapada do Araripe e áreas próximas. Como exibe o mapa, a porção nordeste, área de barlavento, apresenta as maiores médias, variando de 772 a 1.166.

Figuras 2 – Médias pluviométricas anuais da Chapada do Araripe e áreas adjacentes



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A partir da figura 2, percebe-se o motivo da concentração da vegetação de porte arbóreo mais denso, como a Mata Úmida, por exemplo, na porção nordeste. Assim como, entende-se o agrupamento da vegetação mais esparsa nas áreas a sul e oeste da Chapada, como a Caatinga e o Carrasco, visto que são fitofisionomias adaptadas a uma condição mais seca.

A análise da composição vegetal da Chapada do Araripe, bem como a averiguação das características inerentes a cada formação, fornecerá subsídios para um apurado entendimento acerca da resposta espectral obtida a partir do IVDN e as alterações ocorridas ao longo de 30 anos.

Antropização da vegetação: Alterações ocorridas ao longo de 30 anos

Os resultados da aplicação do IVDN mostraram que no decorrer de 30 anos houve uma considerável antropização da vegetação da Chapada do Araripe. A tabela 1 apresenta os valores obtidos com a execução do índice, associados à condição da vegetação. Ao analisar o quadro 1 confrontando-o com a figura 3 nota-se que a maior parte da Chapada expõe uma cobertura vegetal bastante alterada.

Tabela 1 – Valores do IVDN e condição da cobertura vegetal

VALORES IVDN		CONDIÇÃO DA COBERTURA VEGETAL
1989	2019	
(0,60) – (1)	(0,66) – (1)	Vegetação densa pouco antropizada
(0,44) – (0,60)	(0,49) – (0,66)	Vegetação densa moderadamente antropizada
(0,32) – (0,44) (0,21) – (0,32)	(0,38) – (0,49) (0,30) – (0,38)	Vegetação esparsa pouco antropizada
(-0,05) – (0,21)	(0,07) – (0,30)	Vegetação esparsa moderadamente antropizada
(-1) – (-0,05)	(-1) – (0,07)	Vegetação esparsa muito antropizada

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Observando os valores alcançados, bem como a classificação da condição da vegetação na tabela 1, nota-se que a Mata Úmida, citada por Guerra (2019), a qual dispõe de uma cobertura vegetal mais densa e pouco antropizada, além de localiza-se próximo a linha de fontes “[...]onde ocorre o extravasamento das águas do aquífero superior” (GUERRA, 2019, p.104), a área em que se encontra corresponde a porção de barlavento. Nesta perspectiva, os valores obtidos com o IVDN nessa área permaneceram semelhantes, em 1989 variou de 0,44 a 1, e em 2019 oscilou de 0,49 a 1.

A presença da vegetação conservada na área a nordeste da Chapada ocorreu ainda pelo fato do local corresponder a uma Unidade de Conservação (UC), criada em 02 de maio de 1946, classificada como Floresta Nacional do Araripe - FLONA. De acordo com Bastos *et al.* (2016) a FLONA destaca-se como uma das UCs do estado do Ceará que obteve maior êxito no que se refere a sua eficiência.

Por outro lado, no que se refere a APA da Chapada do Araripe, Bastos *et al.* (2016) salientam “que se percebe claramente um completo abandono, onde as paisagens naturais encontram-se significativamente descaracterizadas por atividades agropecuárias, sobretudo nos

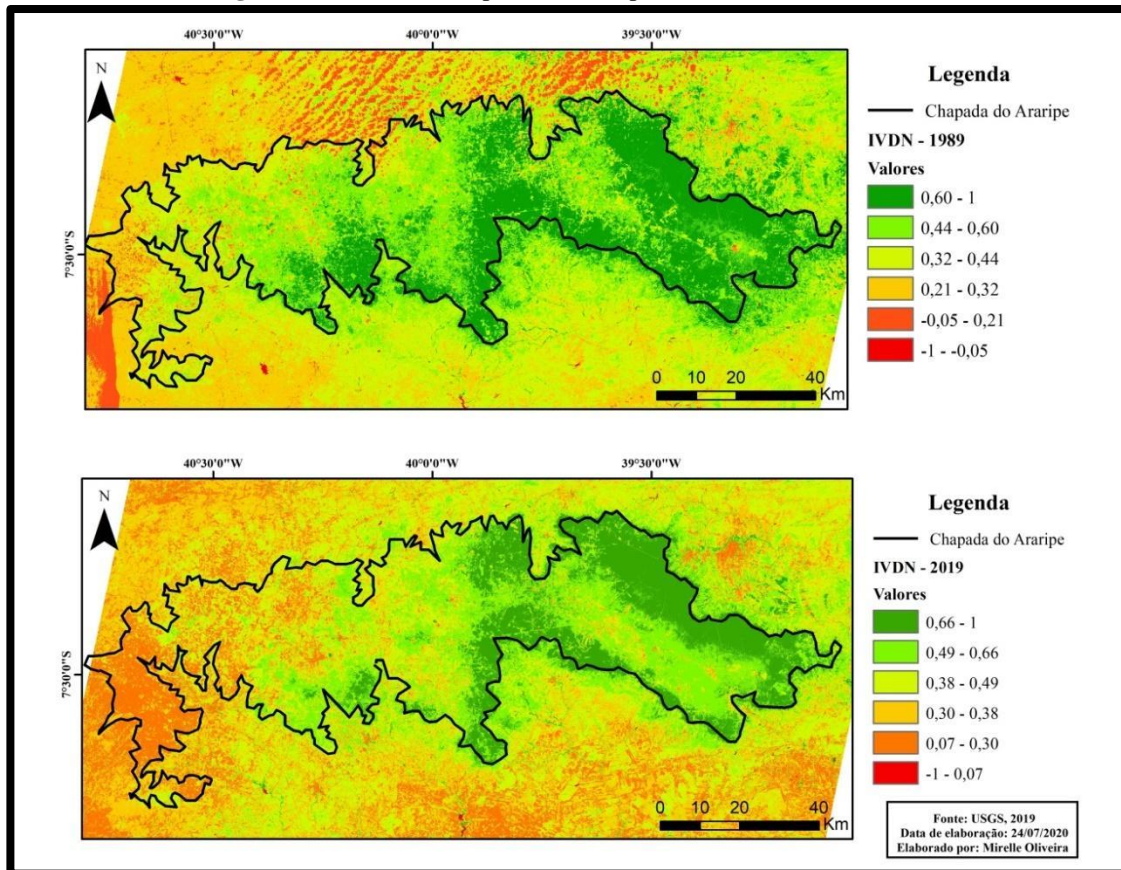
setores mais secos do topo da chapada do Araripe, originalmente recobertos por carrasco” (BASTOS *et al.*, 2016, p. 7).

Além disso, ao comparar as figuras 2 e 3, observa-se que nas áreas onde o índice pluviométrico é mais baixo, a exemplo da porção sul e oeste da Chapada, a vegetação encontra-se esparsa, isto é, pouco densa, com porte distinto da mata úmida e apresentando valores próximos a -1.

Analisando a figura 3 é possível perceber de forma nítida um avanço da degradação, bem como das fitofisionomias de Caatinga e Cerrado em direção à Mata Úmida, a qual se encontra na FLONA. Ambientes que no ano de 1989 apresentavam valores entre 0,44 e 1, denotando áreas de uma considerável cobertura vegetal, no ano de 2019 apresentaram valores que variaram de 0,38 a 0,66, expondo dessa forma, locais de vegetação com intensa antropização.

A vegetação de Carrasco e Caatinga avança no sentido W-E em virtude de corresponderem a fitofisionomias típicas do semiárido, e por apresentarem elevada capacidade de adaptação a uma condição de degradação mais severa. Por esse motivo, os valores crescem de W-E, uma vez que partem de um estado mais seco e antropizado para um mais úmido e conservado.

Figura 3 – IVDN da Chapada do Araripe dos anos de 1989 e 2019



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Silva Neto (2013, p. 118) em seu trabalho sobre a perda da vegetação natural da Chapada em epígrafe de 1975 a 2007 salienta que no ano de 1975 já existiam “grandes áreas contínuas desmatadas ou manchas intercaladas à vegetação natural, que revelavam uma ação humana acelerada e devastadora [...]”. O autor ainda ressalta que essa alteração da vegetação ocorreu no sentido W-E.

Nessa perspectiva, esta afirmação corrobora com as informações obtidas a partir do IVDN. Verificando a figura 3, percebe-se de forma clara que a degradação percorreu espaços de Oeste a Leste. Nota-se ainda uma forte antropização da vegetação na porção ocidental, observada no ano de 1989, assim como em 2019, muito embora tenha se intensificado ao longo do tempo, apresentando-se de modo mais extenso e intenso nos últimos anos.

Silva Neto (2013) destaca ainda que na faixa de direção sudeste a noroeste [...] “havia manchas a indicar o desmatamento, entremeadas com cerrado e carrasco”. No ano de 1989 percebe-se o início do desmatamento nessa faixa, todavia, ainda bem discreto. Contrariamente e evidentemente, em 2019 verifica-se uma mudança nessa área, denotando uma intensa antropização. Em 1989, os valores obtidos nessa porção permaneceram de 0,44 a 1, indicando uma vegetação densa pouco ou moderadamente alterada (quadro 1). Por outro lado, em 2019, os valores variaram de 0,38 a 0,66, expondo uma vegetação mais esparsa, em virtude do acentuado desmatamento.

Dessa forma, ao analisar a resposta espectral obtida com o IVDN com os demais mapas exibidos, nota-se que há uma íntima relação da composição, bem como do comportamento da vegetação encontrada na Chapada do Araripe com o clima, disposição do relevo, condições hidrogeológicas e com a altitude. A degradação da vegetação também se atrela a essas condições. Com a aplicação do IVDN percebeu-se ainda espaços vastamente antropizados. Ao longo de 30 anos a cobertura vegetal da Chapada do Araripe foi intensamente alterada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A vegetação que reveste a Chapada do Araripe exibe um extenso mosaico de cobertura vegetal típica da região semiárida, bem como de fitofisionomias distintas, configuradas como enclaves. Essa composição florística corresponde à resposta das condições ambientais, como clima, altitude e as condições hidrogeológicas. Neste trabalho, em um curto espaço de tempo, percebeu-se a resposta da vegetação condicionada pelo avanço da degradação.

As áreas alteradas exibidas na figura 3, de 1989 a 2019 mostraram que os menores valores alcançados com o IVDN representaram uma vegetação mais esparsa e degradada, como a Caatinga, o Carrasco e o Cerrado. Distintamente, os valores maiores apontaram uma vegetação de porte mais denso e menos antropizada. Neste contexto, tem-se a Mata Úmida, encontrada a nordeste do relevo, como exemplo.

O trabalho ainda evidenciou o avanço das formações de porte arbóreo menos denso e esparso, em direção à Mata Úmida. A degradação, por sua vez, também segue essa faixa, sentido W-E, atrelada as fitofisionomias adaptadas a esses espaços com intensa antropização, como o Carrasco e Caatinga. Essas composições florísticas, uma vez que são adaptadas as condições de semiaridez, tendem a demonstrar melhor resistência no que se refere a processos antrópicos.

Verifica-se, portanto, com esse trabalho, que a vegetação da Chapada do Araripe foi vastamente antropizada ao longo de 30 anos. A figura 3 apresenta nitidamente essa ampla alteração das condições naturais. Esse contexto denota que de fato, em consonância com Bastos *et al.* (2016) as Áreas de Proteção Ambiental possuem gestão ineficiente no Estado do Ceará, como apontado no início desta discussão

Nessa perspectiva, embora este trabalho tenha ensaiado, de modo genérico, sobre a composição florística, bem como a degradação da mesma ao longo de 30 anos, verifica-se a ainda a necessidade de desenvolver novos estudos a fim de entender de forma apurada a dinâmica e composição das espécies, assim como, buscar bases para subsidiar um planejamento e gestão eficientes, que visem conservar a riqueza fitofisionômica, pedológica, ecológica etc. da Chapada em destaque.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza do Brasil: potencialidades paisagísticas** brasileiras. Ateliê Editorial, São Paulo, 2003.

_____. **Dossiê Nordeste seco**. Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida. Estudos avançados, 1999, p. 7-14.

ASRAR, G.; FUCHS, M.; KANEMASU, E. T.; HATFIELD, J. L. Estimating absorbed photosynthetic radiation and leaf area index from spectral reflectance in wheat. **Agronomy Journal**, Madison, v. 76, n. 2, p. 300-306, 1984.

BASTOS, F. DE H; CORDEIRO, A. M. N. MACEDO, F. E; AZEVEDO, R. E. S. DE. **A gestão ambiental nas paisagens da bacia do Araripe no Estado do Ceará**. Confins [online], 29/ 2016. P. 1-17.

GUERRA, M. D. F. **Veredas da Chapada do Araripe: contexto ecogeográfico de subespaços de exceção no semiárido do estado do Ceará, Brasil**. Tese (Doutorado), Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2019, p. 37 a 162.

LIMA, G. C; SILVA, M. L. N; CURIL, N; SILVA, M. A de; OLIVEIRA, A. H; AVANZI, J. C; UMMUS, M. E. **Avaliação da cobertura vegetal pelo índice de vegetação por diferença normalizada (IVDN)**. Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science: v. 8, n.2, 2013, p.205 – 214.

SILVA NETO, B. **perda da vegetação natural na Chapada do Araripe (1975/2007) no estado do Ceará. Doutorado** - Universidade Estadual Paulista. Rio Claro-SP 2013, p. 115 a 125.

SOUZA, Marcos José Nogueira de; OLIVEIRA, Vlória Pinto Vidal de. Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semi-árido do Nordeste brasileiro. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, v.5, n.9, p. 85-102, Fortaleza, 2006.

AVALIAÇÃO POR GEOPROCESSAMENTO DA SUB-BACIA URBANA DO
CÓRREGO TREMEMBÉ, SÃO PAULO, BRASIL

Felipe Ribeiro Gonzaga Marangoni^(a), Geovânia Ricardo dos Santos^(b), Gilberto Correia dos Santos^(c)

^(a)Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, felipe.marangoni@ufpe.br

^(b)Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, geovaniaricardos@gmail.com

^(c)Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, correia.santos@ufpe.br

Resumo: A urbanização atingiu em cheio o Córrego do Tremembé, mudando até o curso natural dos córregos, tornando-os impermeabilizados, favorecendo eventos de inundações em períodos chuvosos na área. O objetivo desse estudo foi realizar a caracterização dos aspectos físicos da Bacia do Córrego Tremembé, São Paulo, Brasil, utilizando ferramentas de geoprocessamento. Para isso, foram utilizados dados de bases cartográficas computados em ambiente SIG, produzindo mapas, ferramentas indispensáveis na análise de bacias hidrográficas. As ferramentas de geoprocessamento, bem como sensoriamento remoto demonstram auxiliar na prevenção, gestão, controle e monitoramento dos recursos hídricos de bacias hidrográficas, mas vale ressaltar a importância dos pontos de controles para a validação dos mapas gerados, deste modo a fase de trabalho in loco também é importante; Os dados obtidos a respeito da bacia do Córrego Tremembé permitiram descrever as características físicas da área e como os aspectos são matizados pelo aparato urbano do local e serviu para dar respaldo aos problemas causados pela urbanização nos ambientes naturais.

Palavras-chave: Hidrografia urbana; Geoprocessamento; Monitoramento dos recursos hídricos.

Abstract: Urbanization hit the Córrego do Tremembé in full, changing even the natural course of the streams, making them waterproof, favoring flooding events in rainy periods in the area. The objective of this study was to characterize the physical aspects of the Córrego Tremembé Basin, São Paulo, Brazil, using geoprocessing tools. For this, data from cartographic bases computed in a GIS environment were used, producing maps, indispensable tools in the analysis of hydrographic basins. Geoprocessing tools, as well as remote sensing, show to help in the prevention, management, control and monitoring of water resources in hydrographic basins, but it is worth mentioning the importance of control points for the validation of the generated maps, thus the on-site work phase is also important; The data obtained about the Córrego Tremembé basin allowed us to describe the physical characteristics of the area and how the aspects are colored by the urban apparatus of the place and served to support the problems caused by urbanization in natural environments.

Keywords: Urban hydrography; Geoprocessing; Monitoring of water resources.

INTRODUÇÃO

O Distrito do Tremembé localiza-se na Serra da Cantareira, possui uma área de aproximadamente 64 km² e uma população de aproximadamente 225 mil habitantes. A bacia do córrego Tremembé, localizada na cidade de São Paulo, sofreu com a urbanização acelerada

no final do século XX, o que desconfigurou a formação natural dos córregos e áreas de captação hídrica, além de receber volumes hídricos dos córregos do Horto e da Cantareira.

As áreas impermeáveis urbanas impossibilitam o escoamento de água sendo diversos fatores agravantes, como: as estradas, telhados e estacionamentos (EBRAHIMIAN et al., 2016). Com a avaliação de bacias hidrográficas juntamente com a utilização de técnicas de geoprocessamento e SIG é possível compreender e acompanhar a dinâmica dos processos das redes de fluxo e assim contrapor informações de macro escalas com agilidade.

O processo de urbanização impermeabiliza o solo dessa forma o escoamento das bacias hidrográficas é impossibilitado. Ao ocorrer eventos de precipitação pluvial essa verticalização urbana aumenta as taxas de escoamento e os volumes de tempestade consequentemente causam inundações e alagamentos nas cidades.(TIMOTHY e MAXWELL, 2017).

Ao receber volume d'água frequente da nascente dos córregos, é comum em eventos pluviométricos este volume aumentar ocorrendo inundações da área. Nessa situação, a população local precisou se adaptar a essas consequências e fez-se necessário instalar comportas para evitar estragos possíveis pelo volume d'água. Os córregos são pouco profundos e impermeabilizados, favorecendo o aumento da velocidade do volume hídrico. As obras de mitigação foram desenvolvidas pela prefeitura local, conhecidas como 'piscinões', para melhorarem parcialmente os estragos da inundações

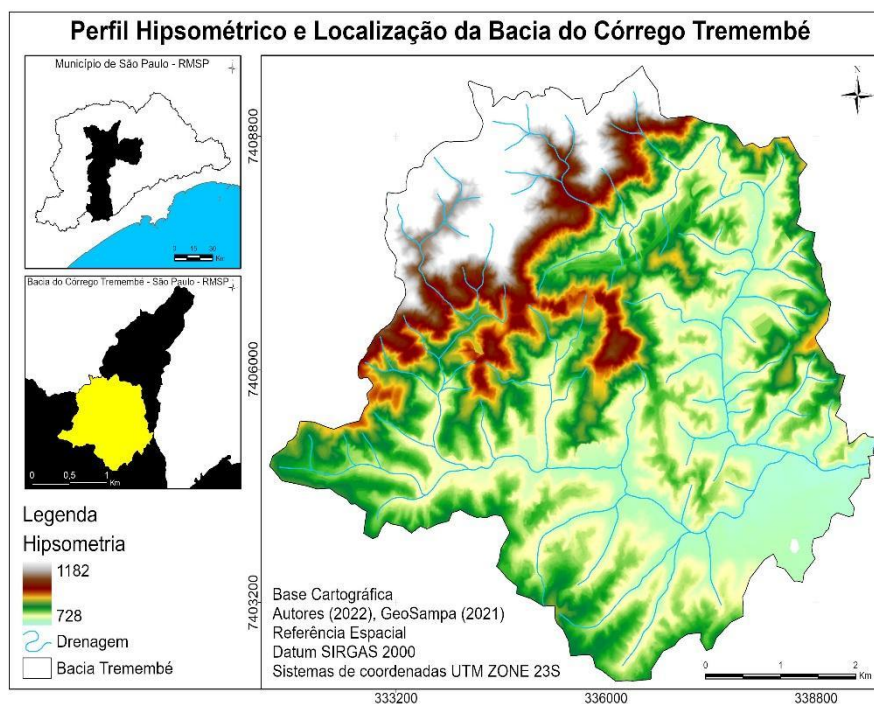
A bacia possui áreas íngremes devido às nascentes na Serra da Cantareira, essas responsáveis pela captação do fluxo de água que corre sentido à jusante. O local é altamente urbanizado e impermeabilizado logo quando ocorrem eventos de chuvas fortes causam inundações, atingindo a população mais carente que habita as baixadas e margens de rodovias. Mediante a importância do tema, o objetivo deste estudo foi realizar a caracterização dos aspectos físicos da Sub-bacia do Córrego Tremembé, São Paulo, Brasil, utilizando ferramentas de geoprocessamento para contrapor informações da bacia hidrográfica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo.

A área de pesquisa é a Bacia Hidrográfica do Córrego Tremembé, bairro do Tremembé, Zona Norte de São Paulo (Figura 1). O principal contribuinte da bacia é o Córrego Tremembé, que nasce no Parque Estadual Alberto Löfgren e sua foz é no Córrego Cabuçu de Cima, afluente do Rio Tietê. O Distrito do Tremembé está localizado na Serra da Cantareira, onde nasce o ribeirão Tremembé. O distrito tem uma área de 64,1 km², distribuída entre uma população aproximada de 255 mil habitantes. Destes habitantes 5,7% são analfabetos, 44,53% tem o ensino fundamental completo e 27,81% tem o ensino médio completo (BRASIL, 2015).

Figura 1: Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego do Tremembé, bairro do Tremembé, São Paulo, com ênfase para a hipsometria da área.



Fonte: Os autores (2022), GeoSampa (2021).

A bacia do Córrego Tremembé é constituída pelo córrego homônimo e pelo córrego Piqueri, sendo estes os dois principais. O Córrego Tremembé é formado pela junção das águas dos córregos do Horto e Cantareira. Apesar de sua maior parte estar inserida em área urbana, a região onde se encontra as suas nascentes continua desocupada e livre de atividades antrópicas, porém mesmo que morosamente, a urbanização aos poucos vai avançando na direção deste local.

O Tremembé possui uma calha pouco profunda e suas margens, ao longo de toda a sua extensão, está quase que totalmente retificada, o que aumenta a velocidade de suas águas em épocas de cheia. As construções na área de sua bacia são casas de um ou dois andares, sendo visível a impermeabilização do solo e a quase ausência de áreas verdes. É sabido que, devido a esta retificação, em algumas partes a linha de talvegue encontra-se por baixo de algumas destas casas.

Descrição da pesquisa.

A geração dos mapas foi empregada com as bases cartográficas, vetoriais e rasters, tratadas em ambiente SIG ArcGis Pro 3.0.1 (versão estudante, licença experimental de 21 dias), (ArcGis 10.5 (versão estudante) e QGis 3.22.7-Biatovieza. Os arquivos vetoriais foram providos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e os dados LiDAR foram obtidos no portal GeoSampa - SP, ambos de forma gratuita. Após a aquisição, os dados LiDAR foram tratados em ambiente ArcGis 10.5 utilizando o plugin LASTools: ArcToolBox/LASTools Production/blast2demPro para a sua conversão em MDT (Modelo Digital de Terreno), posteriormente foi criado o mosaico com todos os MDTs, gerando um só

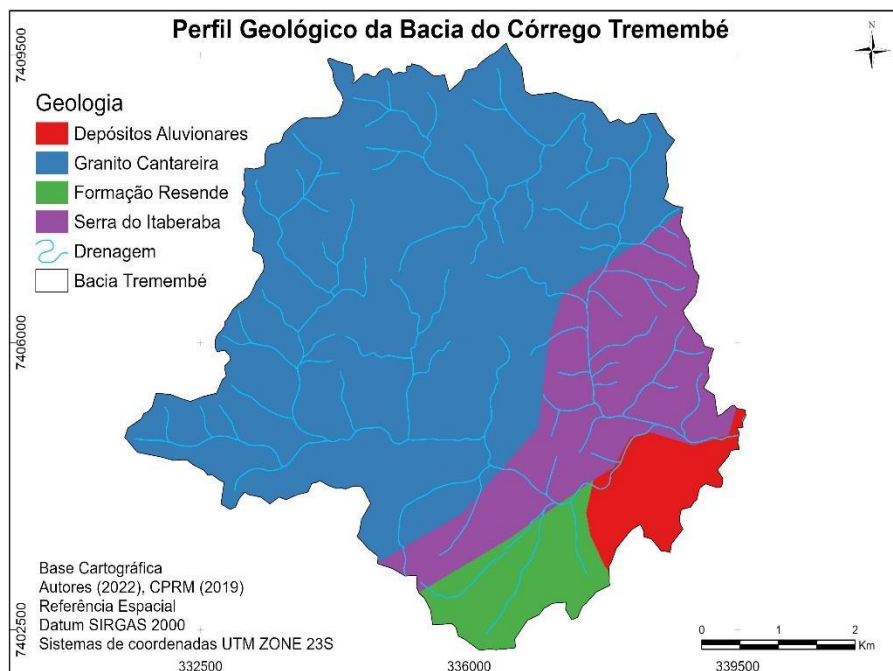
MDT com resolução de 30 metros correspondente à cidade de São Paulo em ambiente SIG ArcGis 10.5.

Utilizou-se a ferramenta Image Analysis/Mosaic para a geração do mosaico das imagens Raster. A partir do MDT, ainda em ambiente ArcGis Pro 3.0.1, foi delimitada a bacia do Córrego Tremembé, para tanto utilizou-se a ferramenta ArcToolBox/Spatial Analyst Tools/Hydrology, onde foram executados todos os procedimentos necessários para a extração da bacia assim como da rede de drenagem, posteriormente foi utilizada a ferramenta Cartography Tools/Generalization/Smooth Line para a suavização das linhas correspondente a rede de drenagem. Por fim, os mapas de Localização, Aspecto, Curvatura, Declividade, Hillshade, Geomorfologia e Geologia foram criados em ambiente SIG ArcGis Pro 3.0.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos mapas gerados na Bacia do Córrego Tremembé, observou-se que o embasamento geológico se compõe de Aluviões holocênicos, Formações Resende, Serra do Itaberaba e Suíte Granitóide Socorro-Guaxupé (Figura 2). Em grandes linhas, quase 30% do território paulista correspondem ao Embasamento Cristalino (com idades entre Arqueano e Proterozóico Superior) (MANTESSO-NETO et al., 2013). A área que corresponde ao Suíte Granitóide Socorro-Guaxupé, se sobrepõe a área geomorfológica da Serra da Cantareira, coincidentemente a região Noroeste onde há a presença das nascentes, com maiores curvaturas e com ocupações de casas, tornando assim áreas de risco.

Figura 2: Mapa Geológico.

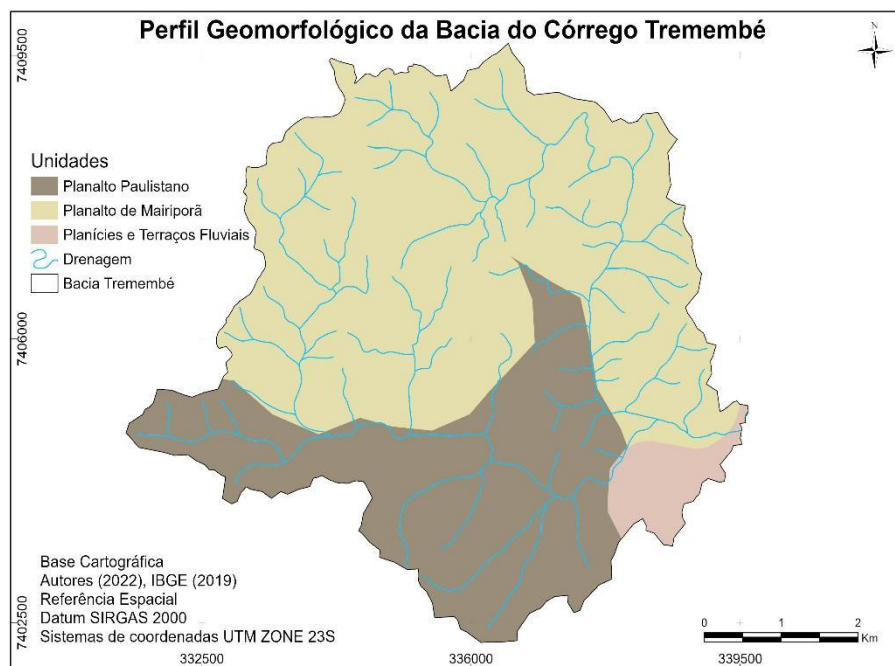


Fonte: Os autores (2022), CPRM (2019).

No contexto geomorfológico, a totalidade da bacia é composta por Planalto de Mairiporã, Planalto Paulistano e Planícies e Terraços Fluviais (Figura 3). Nas áreas da Serra da

Cantareira caracterizam-se como cabeceiras de drenagem. Algumas áreas pontuais das encostas próximo a serra, atualmente, já se encontram ocupadas, mesmo com o alto grau de inclinação, agravando em situações de risco aos moradores dessas regiões acidentadas. A geomorfologia, de acordo com Mantesso-Neto *et al.* (2013) às características geomorfológicas são fortemente condicionadas pela estrutura geológica; são reconhecíveis, por critérios morfoesculturais.

Figura 3: Mapa geomorfológico.



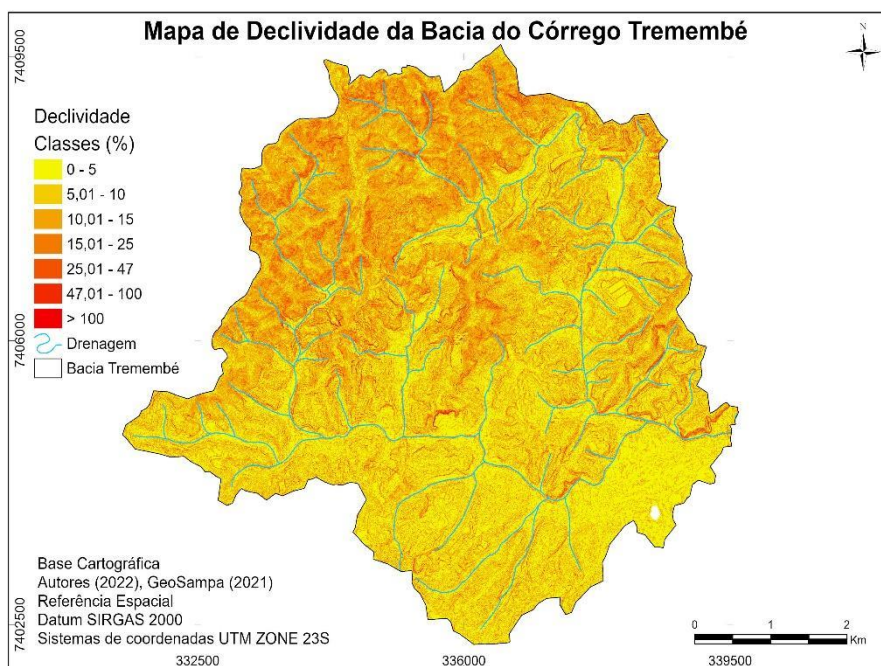
Fonte: Os autores (2022), IBGE (2019).

Avaliando-se a declividade, observou-se a partir do mapa a presença de 7 classes de declividade (Figura 4). Na totalidade da bacia as classes de declividade ocorrem de 15 a 25 %, entretanto sua maior ocorrência se dá na porção noroeste da Bacia, com os mesmos valores, respectivamente (Figura 4), em virtude desta área ser circundada pela Serra da Cantareira. Há uma classe que chega a 100%, encontrando-se espaçadas na região da bacia.

Parte da abrangência da bacia se encontra em áreas planas, de limites percentuais de 0 a 5 % (Figura 4), das quais em períodos de chuvas são áreas propensas ao alagamento, uma vez que a área da bacia é urbanizada, ocupada geralmente pela população menos favorecida e, normalmente, em situações de risco. A saída que o governo encontra é realizar obras de contenção de inundações, conhecidas popularmente como “piscinões”, que acaba não sendo efetivos, já que a manutenção dessas obras não se dá com frequência.

Dessa forma avaliar a declividade de um terreno é necessário para o conhecimento da topografia local, para assim determinar um modelo hidrológico; a declividade tem grande relevância em estudos em bacias hidrográficas, sendo mais uma informação auxiliar na determinação da capacidade de usos dos recursos naturais e sua gestão e manejo (PAES E MANZIONE *et al.* 2011). O conhecimento da declividade e das curvas hipsométricas da bacia são úteis para seu zoneamento, ao uso e ocupação do solo e processos erosivos, pois as curvas representam a variação do relevo em uma bacia (JORGE E UEHARA, 1998).

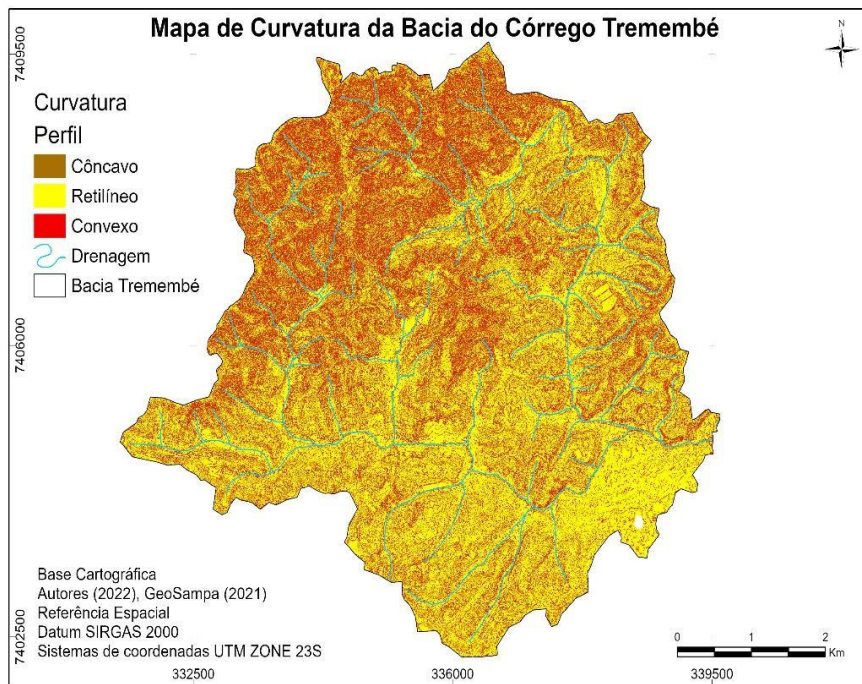
Figura 4: Mapa de declividade.



Fonte: Os autores (2022), GeoSampa (2021).

O território que abrange a Bacia do Córrego Tremembé é formado por encostas de morfologia côncava, retilínea e convexa (Figura 5). Em relação a curvatura do solo na bacia, nota-se que as curvaturas convexas se dão na região noroeste da bacia do Córrego Tremembé, enquanto a porção sul predomina a morfologia retilínea (Figura 5). As encostas convexas caracterizam-se como locais onde controlam a distribuição da água sobre o terreno, necessitando de elevados índices pluviométricos para que ocorra a saturação do solo e, conseqüentemente, a instabilização da área (MONTGOMERY E DIETRICH, 1998). Gonçalves et al. (2016) em um estudo de caso sobre determinação de variáveis do relevo em uma bacia hidrográfica mencionam que as formas convergentes côncavo, convexa e retilíneo, correspondem às classes de maior vulnerabilidade à perda de solos na bacia hidrográfica, uma vez que apresentam uma maior concentração de água e conseqüentemente uma maior remoção da camada superficial do solo, quando associado ao escoamento superficial.

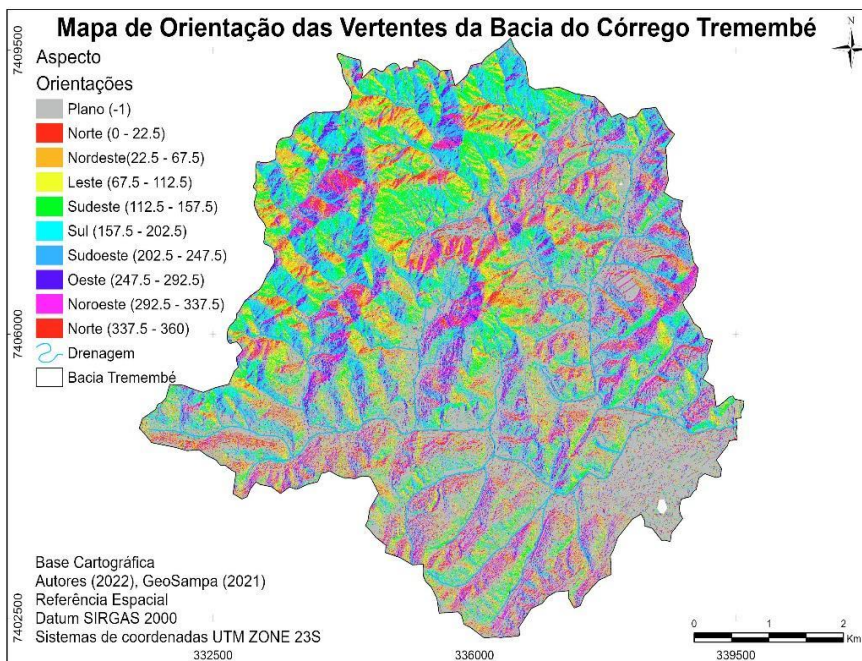
Figura 5: Mapa de curvatura.



Fonte: Os autores (2022), GeoSampa (2021).

No que diz respeito ao aspecto das encostas da área de estudo, apresentaram orientações: plano, norte, nordeste, leste, sudeste, sul, sudoeste, oeste, noroeste e norte (Figura 6). Na análise visual do mapa, nota-se que na porção nordeste, leste, sudeste, sul e sudoeste a maior predominância é de orientações planas (Figura 6), enquanto na porção norte e noroeste há ocorrência de todas as orientações.

Figura 7: Mapa de Orientação das Vertentes.

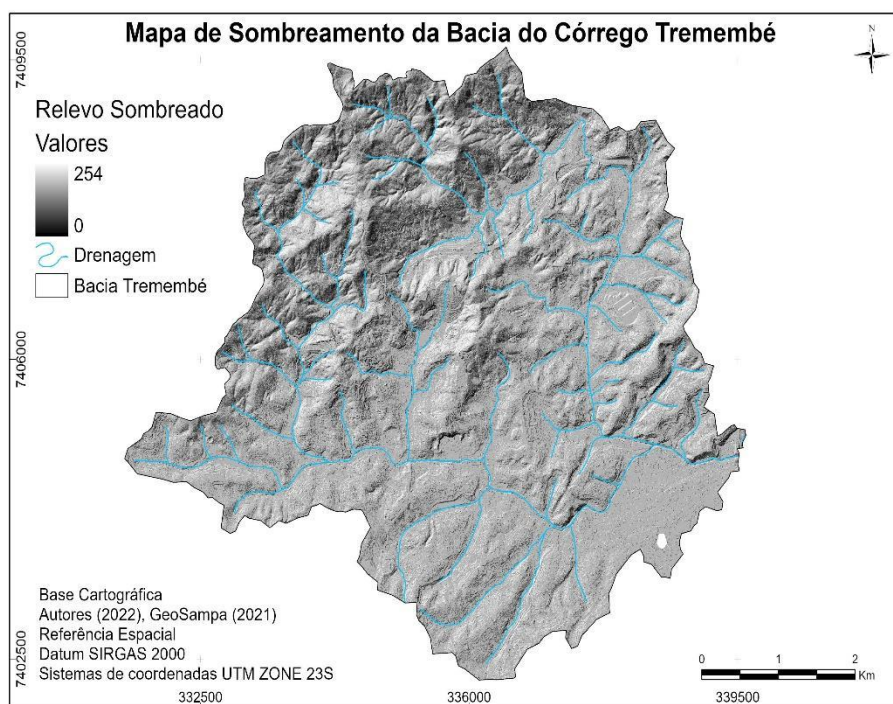


Fonte: Os autores (2022), GeoSampa (2021).

Avaliando-se sombreamento e rede de drenagem da bacia hidrográfica, nota-se que seus afluentes correm na direção de escoamento para a direção leste (Figura 7), que por sua vez apresenta maior ocorrência de áreas planas e de grande pressão urbana, consequentemente estas áreas estarão mais propensas a inundações devido ao aparato urbano no solo. Vale ressaltar que o arredondamento da geometria da bacia a torna mais propensa a processos de inundação rápida uma vez que todos os fluxos chegam ao mesmo tempo no canal principal e isso tende a se intensificar dada a urbanização do local.

Considerando que uma bacia tem sua configuração determinada pela estrutura morfológica, a extração de lineamento de drenagens e de relevo sombreado é viável para entender se a dinâmica das bacias hidrográficas, que relacionada com a morfogênese estrutural dessa bacia, apresenta uma explicação para o comportamento dessas drenagens (OLIVEIRA e NASCIMENTO, 2018).

Figura 7: Mapa de sombreamento (*Hillshade*).



Fonte: Os autores (2022), GeoSampa (2021).

É possível visualizar neste mapa que parte das áreas de canais da rede de drenagem com a presença de urbanização e adensamento populacional em mais de 40 % da totalidade da Bacia do Córrego Tremembé (Figura 8), permite confirmar as assertivas discutidas anteriormente.

Figura 8: Delimitação da Bacia do Córrego Tremembé.



Fonte: Os autores (2022), ESRI (2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ferramentas de geoprocessamento, bem como sensoriamento remoto demonstram auxiliar na prevenção, gestão, controle e monitoramento dos recursos hídricos de bacias hidrográficas, mas vale ressaltar a importância dos pontos de controle para a validação dos mapas gerados. Deste modo a fase de trabalho in loco também é importante;

Os dados obtidos a respeito da bacia do Córrego Tremembé permitiram descrever as características físicas da área e como os aspectos são matizados pelo aparato urbano do local. E serviu para dar respaldo aos problemas causados pela urbanização nos ambientes naturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Prefeitura do Município de São Paulo. **ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL E RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA/RIMA: OBRAS DE CONTROLE DE INUNDAÇÕES DA BACIA DO CÓRREGO TREMEMBÉ** (2015). Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/TRE_EIA.pdf>. Acesso em: 10 Jul. 2021.

EBRAHIMIAN, A.; GULLIVER, J. S.; WILSON, B. N. Effective impervious area for runoff in urban watersheds. **Hydrological processes**, v. 30, n. 20, p. 3717-3729, 2016.

GONÇALVES, G. R.; SILVA NETO, J. C. A.; ALEIXO, N. C. R. Determinação de variáveis do relevo a partir da utilização de dados topodata da bacia hidrográfica do Rio Caiambé, médio Solimões, AM. In: SINAGEO - Simpósio Nacional de Geomorfologia, 11., 2016, Maringá. **Anais...** Maringá: UGB, 2016. p1-5.

JORGE, F. N.; UEHARA, K. **Águas da superfície**. In Oliveira; A. M. S.; Brito S. N. A. Geologia de Engenharia. São Paulo: ABGE/Cnpq/FAPESP, 1998. 513 p.

MANTESSO-NETO, V. et al. Patrimônio geológico no estado de São Paulo. **Boletim de geociências**, Curitiba, v. 70, p. 53 - 76, 2013.

MONTGOMERY, D. R.; DIETRICH, W. E. A physically based model for the topographic control on shallow landsliding. **Water Resources Research**, Washington, v. 30, p. 1153-1171, 1994.

OLIVEIRA, M. A. NASCIMENTO, J. P. H. Análise estrutural da Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú, Nordeste do Brasil, a partir da extração de lineamentos de drenagem e relevo. In: SINAGEO - Simpósio Nacional de Geomorfologia, 12., 2018, Crato. **Anais...** Crato: UGB, 2018. p. 1-5.

PAES, C. O.; MANZIONE, R. L. Geração de mapas de declive e análise dos padrões geomorfológicos na bacia do Ribeirão da Onça, Brotas/SP a partir de dados topográficos em diferentes escalas. In. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba: INPE, 2011. p. 5148-5154.

TIMOTHY, J. F.; MAXWELL, R. M. Evaluation of distributed BMPs in an urban watershed—High resolution modeling for stormwater management. **Hydrological processes**, v. 31, n. 15, p. 2700-2712, 2017.

**CARACTERIZAÇÃO E TENDÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO GOIANA A PARTIR DO PRODUTO CHIRPS**

*Jocimar Coutinho Rodrigues Junior^(a), Jonas Onis Pessoa^(b), Leidjane Maria Maciel Oliveira^(c),
Sylvana Melo dos Santos^(d), Anderson Luiz Ribeiro de Paiva^(e)*

^(a) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, jocimar.junior@ufpe.br

^(b) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, jonas.pessoa@ufpe.br

^(c) Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, leidjane.oliveria@ufpe.br

^(d) Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, sylvana.santos@ufpe.br

^(e) Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, anderson.paiva@ufpe.br

Resumo: Os estudos de precipitação com dados de satélites são bastante empregados em diversos locais do mundo para averiguação de regimes pluviométricos. Assim, o objetivo deste estudo consiste em realizar a caracterização da precipitação e aplicar análises de tendências na bacia hidrográfica do rio Goiana, em Pernambuco, entre 1990 e 2020, para dados anuais e mensais. Deste modo, foram utilizados dados do produto CHIRPS para obtenção dos índices pluviométricos e, com o *software* R, foi empregado o Teste de Mann-Kendall, com significância de 5% para detecção de tendências. Com isso, foram obtidos resultados que apontam uma média de precipitação acima de 1000 mm para a bacia hidrográfica em estudo, que espacialmente possui diferenças pertinentes, considerando a área litorânea e a localidade próxima ao agreste. Ademais, não ocorre tendência significativa para a precipitação anual, entretanto, no mês de dezembro foi indicado que existe tendência significativa para aumento da precipitação.

Palavras-chave: Variabilidade hidrológica; Teste de Mann-Kendall; Pernambuco.

Abstract: Precipitation studies with satellite data are widely used in several places in the world to ascertain rainfall regimes. Thus, the objective of this study is to characterize the precipitation and apply trend analysis in the Goiana river basin, in Pernambuco, between 1990 and 2020, for annual and monthly data. Thus, data from the CHIRPS product were used to obtain rainfall indices and, with the R software, the Mann-Kendall test was employed, with 5% significance for trend detection. With this, results were obtained that point to an average rainfall above 1000 mm for the watershed under study, which spatially possesses relevant differences, considering the coastal area and the locality near the agreste. Furthermore, there is no significant trend for the annual precipitation, however, in the month of December it was indicated that there is a significant tendency for precipitation to increase.

Keywords: Hydrological variability; Mann-Kendall Test; Pernambuco.

INTRODUÇÃO

A precipitação é um componente fundamental do ciclo hidrológico e o entendimento de sua variabilidade temporal e espacial pode auxiliar na gestão eficaz e eficiente dos recursos hídricos (PORTUGUEZ-MAURTUA *et al.*, 2022). No âmbito da hidrologia, o uso de análises

estatísticas tem sido largamente empregado na caracterização do comportamento da chuva, utilizando dados de estações meteorológicas com séries históricas de longo prazo (MELLO; OLIVEIRA, 2016).

Contudo, tais estações são, em geral, distribuídas de forma esparsa e desigual, com disponibilidade de dados limitados, ou simplesmente inexistentes em áreas remotas ou não monitoradas, como observado em parte da região Nordeste do Brasil (PAREDES-TREJO; BARBOSA; KUMAR, 2017). Nesses casos, para superar a limitação de dados, tem sido bastante considerado produtos de sensoriamento remoto, tais como o Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station Data (CHIRPS) em estudos climáticos (PACA *et al.*, 2020).

O conjunto de dados de precipitação CHIRPS consistem em extensos registros temporais de dados espacialmente distribuídos, homogêneos e registrados continuamente, cujas propriedades tornam os produtos CHIRPS uma fonte de dados útil onde os dados são escassos ou inconsistentes (FUNK *et al.*, 2015). Assim, diversos estudos realizados no Brasil e em outras partes do mundo já evidenciaram desempenho satisfatório dos dados CHIRPS em estudos relacionados à caracterização pluviométrica, inclusive no Nordeste do Brasil.

A partir dos referidos dados de precipitação, é possível averiguar as mudanças e as tendências, que podem acarretar significativos impactos nos setores naturais, sociais e econômicos. Com a aplicação de técnicas estatísticas se realiza a caracterização e a análise de tendências, com o objetivo de identificar a presença de eventos climáticos extremos associados à precipitação, que podem afetar as atividades socioeconômicas de uma determinada localidade (QIAN; LIN, 2005).

Deste modo, existem técnicas estatísticas que são empregadas para averiguação de possíveis tendências temporais em séries de dados. Dentre os testes estatísticos mais comuns, o método de Mann-Kendall é o mais utilizado em variáveis de precipitação para detecção de tendências e mudanças bruscas (GROPPO *et al.*, 2005). Este método tem como premissa básica identificar determinadas tendências hidrológicas positivas ou negativas na precipitação em um conjunto de dados de uma série histórica (SALVIANO; GROppo; PELLEGRINO, 2016). A partir desta identificação, pode-se auxiliar órgãos públicos e tomadores de decisão a respeito da possibilidade de eventos climáticos, como chuvas extremas ou períodos de secas, que podem ocasionar riscos para a população.

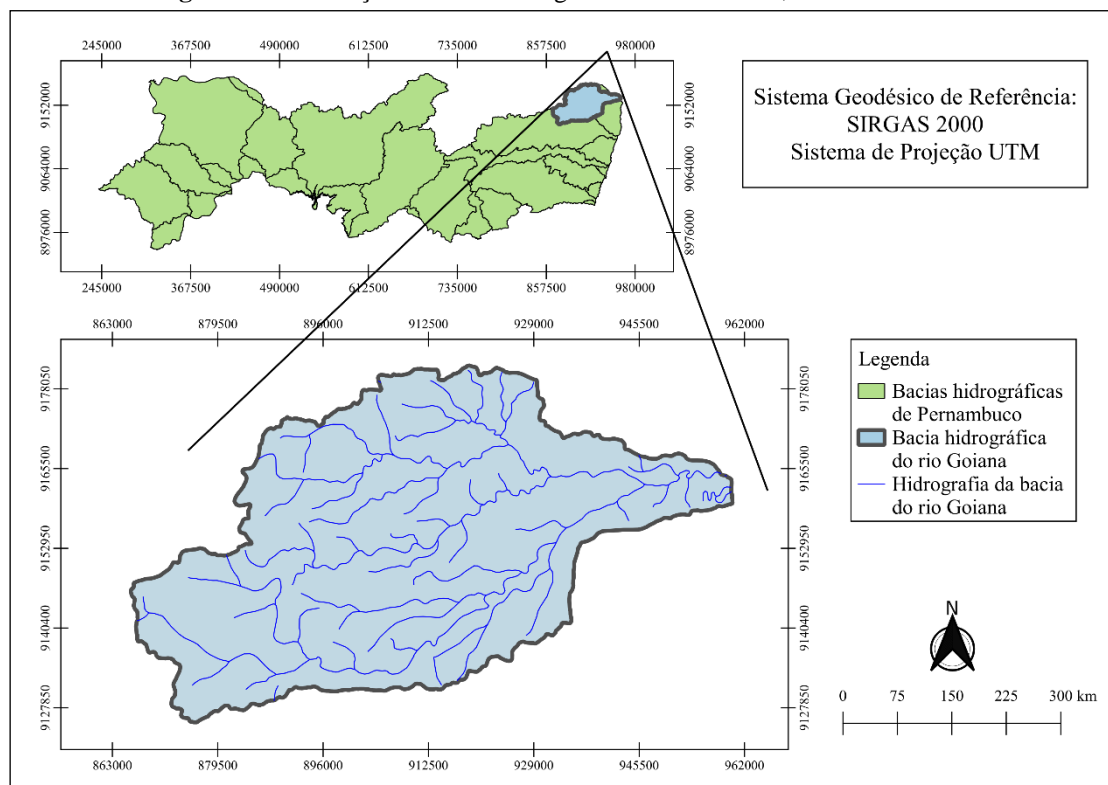
Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo realizar a caracterização e análise estatística de tendência dos dados de precipitação anual e mensal da bacia hidrográfica do rio Goiana, em Pernambuco, no período entre 1990 a 2020, a partir de dados do produto CHIRPS.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Goiana (Figura 1), está localizada no estado de Pernambuco, na mesorregião da Zona da Mata Norte. Em geral, é constituída pelos rios Capibaribe-Mirim e Tracunhaém, possuindo uma área de 2.829 km², que engloba 26 municípios, sendo os maiores Goiana, Timbaúba e Vicência. Ademais, sua localização também está nos limites de divisa com o estado da Paraíba e, seu deságue ocorre no oceano Atlântico (APAC, 2022).

Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do rio Goiana, em Pernambuco.



Fonte: Autores, 2022.

Dados de precipitação

O conjunto de dados de precipitação foram obtidos a partir de estimativas do Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Stations (CHIRPS), que consiste em uma base de dados desenvolvida pelo United States Geological Survey (USGS) e pelo Climate Hazards Group at the University of California, Santa Barbara (UCSB) (UC SANTA BARBARA, 2022). A referida base de informações de precipitação, é constituída por diversas fontes, como o Climate Hazards Group's Precipitation Climatology (CHPClim), o Centro de Previsão Climática (CPC), o National Climatic Data Center Climáticos (NCDC), além de observações de satélites com espectroscopia de infravermelho termal (Thermal Infrared, TIR), e dados observacionais de estações meteorológicas (FUNK *et al.*, 2015).

Assim, os produtos CHIRPS apresentam informações em resolução espacial de 0,05° ou cerca de 5 km, com uma cobertura geográfica de 50° S a 50° N, contendo dados mensais e anuais de precipitação. As imagens podem ser obtidas na plataforma USGS, com disponibilidade em formatos NetCDF, GeoTiff e Esri BIL. A estimativa da precipitação para a região de abrangência é realizada a partir de uma série de etapas, que ajudam garantir a qualidade de informações, sendo úteis para aplicação em diversos trabalhos (COSTA *et al.*, 2019). Dessa forma, os dados CHIRPS e suas imagens foram adquiridos via processamento em nuvem na plataforma do *Google Earth Engine* (GEE).

Caracterização e tendências da precipitação

Com a obtenção dos dados CHIRPS mensais e anuais para a bacia hidrográfica do rio Goiana em Pernambuco, entre 1990 e 2020, foi realizada a caracterização da precipitação para a área de estudo. Deste modo, foram estimados dados descritivos acerca da série histórica de precipitação, para a área de estudo, englobando a média, variância e desvio padrão, para os dados anuais e mensais. Diante das estimativas realizadas, pode-se verificar como é o comportamento da precipitação, envolvendo quais anos ficaram com chuva abaixo ou acima da média, quais meses possuem índices pluviométricos mais extremos, bem como constatar o comportamento espacial da precipitação na bacia hidrográfica em estudo.

Com a finalidade de detectar tendências ou relevantes mudanças na precipitação entre 1990 e 2020, foram utilizados testes não paramétricos de Mann-Kendall (BURN; SHARIF; ZHANG, 2010). Este teste foi desenvolvido, visando avaliar tendências em séries temporais de dados ambientais, sendo amplamente empregado para averiguação de tendências de séries temporais hidrológicas. Em geral, o Teste de Mann-Kendall (MANN, 1945; KENDALL, 1975), consiste em uma análise estatística não-paramétrica, com o princípio de hipótese que considera a estabilidade de uma série temporal, em que a sucessão de valores ocorre de forma independente e a distribuição de probabilidade permanece sempre a mesma, como uma série aleatória simples.

A aplicação do Teste de Mann-Kendall em estudos de precipitação, pode ocorrer tanto para dados anuais, quanto para dados sazonais (mensais), sob a consideração de uma série independente. Com isso, realiza-se o teste para as observações mensais ou anuais da referida série, sendo dados independentes e identicamente distribuídas, visando comprovar as seguintes hipóteses (MORENTTIN; TOLOI, 1987):

- H_0 = as observações são independentes e identicamente distribuídas (não há tendência);
- H_1 = as observações possuem tendência monotônica no tempo (há tendências).

Dessa forma, é possível comprovar se existe uma tendência positiva ou negativa dos dados de uma série histórica, para um determinado nível de confiança, considerando a hipótese de estabilidade da série temporal em estudo (KAHYA; KALAYCI, 2004). Segundo Yue *et al.* (2002), o Teste de Mann-Kendall é baseado na estatística S descrita conforme a Equação 1, onde considera-se uma série temporal X_i , com n termos ($1 \leq i \leq n$). Com isso, utiliza-se as Equações 2 e 3 para evidenciar que S apresenta uma distribuição normal com média zero ($E(S) = 0$) e variância $Var(S)$, em que n consiste no número de observações e, sob a possibilidade de que a série contenha grupos com observações iguais, P representa o número de grupos com observações iguais e t_j é o número de observações iguais no grupo j . No caso em que o número de observações, da série em estudo, é superior a 30, a estatística do teste pode ser calculada de acordo com a Equação 4.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{ sinal}(X_j - X_i) \quad (1)$$

$$\text{Em que: } \text{ sinal}(X_j - X_i) = \begin{cases} +1 & \text{se } (X_j - X_i) > 0 \\ 0 & \text{se } (X_j - X_i) = 0 \\ -1 & \text{se } (X_j - X_i) < 0 \end{cases}$$

$$E(S) = 0 \quad (2)$$

$$Var(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{j=1}^p t_j(t_j-1)(2t_j+5)}{18} \quad (3)$$

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} & \text{se } S > 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{Var(S)}} & \text{se } S < 0 \end{cases} \quad (4)$$

De acordo com a análise da estatística S , se atesta a decisão final de aceitar a hipótese nula (H_0), podendo confirmar ou não a hipótese de estabilidade dos dados, ou ainda, rejeitá-la em razão de confirmar a hipótese alternativa (H_1), que consiste na comprovação da existência de tendência nos dados. Essa tomada de decisão ocorre adotando-se um nível de significância (α), onde:

- A H_0 é aceita, caso o resultado seja $|Z| \leq Z_{\alpha/2}$;
- A H_0 é rejeitada e, H_1 é aceita, caso o resultado seja $|Z| > Z_{\alpha/2}$.

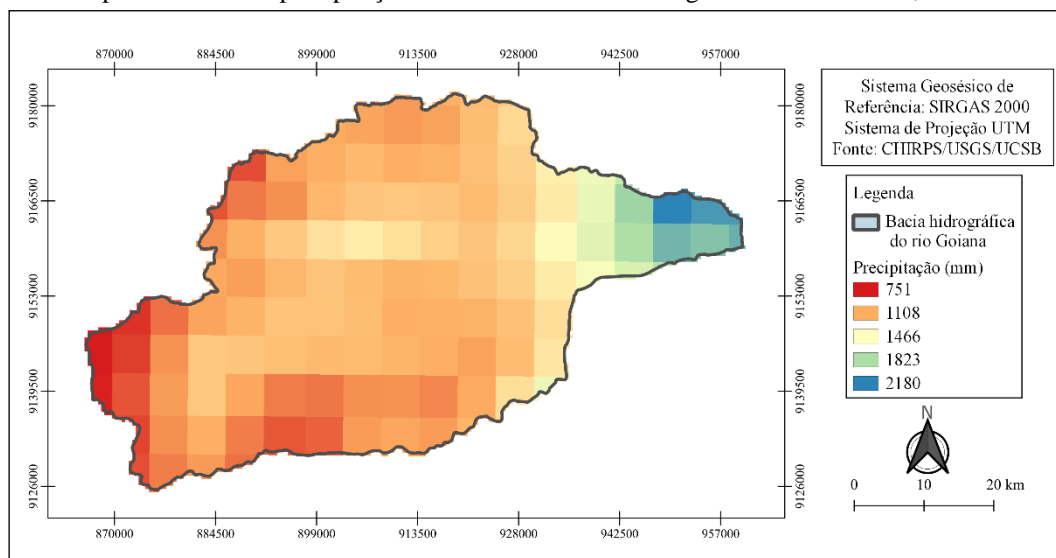
A partir do nível de significância (α) considerado, é adotado um valor de $Z_{\alpha/2}$ que consiste na variável normal reduzida para a função de distribuição normal padrão, na cauda da distribuição. Os valores destes são consultados em tabelas de distribuição normal padronizada, em que para cada α , se tem um valor específico de $Z_{\alpha/2}$. O sinal da estatística Z indica se a tendência é crescente ($Z > 0$) ou decrescente ($Z < 0$).

Com base nos dados de precipitação da bacia hidrográfica do rio Goiana, obtidos a partir do produto CHIRPS, foram realizados os Testes de Mann-Kendall, com a utilização do *software* R. Diante disso, foram aplicados testes a partir de rotinas de códigos, para averiguação de possível tendência na precipitação anual entre 1990 e 2020. Ademais, também foi realizado o teste mensal, para verificação de tendências de precipitação em algum mês no período de estudo. Neste caso, o nível de significância (α) adotado consiste em 0,05 e, conseqüentemente, o $Z_{\alpha/2}$ considerado corresponde a 1,96.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da obtenção dos dados CHIRPS para a bacia hidrográfica do rio Goiana, foi confeccionado o mapa de valores médios da precipitação total anual, entre 1990 e 2020, exposto na Figura 2. Como pode ser visualizado a precipitação em maiores índices ocorre nas adjacências da região litorânea, onde a média total anual ultrapassa valores de 2100 mm. Em contrapartida, nas proximidades da nascente da bacia hidrográfica em estudo, mais no interior do estado de Pernambuco, a precipitação média total anual consiste em cerca de 751 mm, próximo à região do agreste.

Figura 2: Mapa de médias da precipitação total anual na bacia hidrográfica do rio Goiana, entre 1990 e 2020.



Fonte: Autores, 2022.

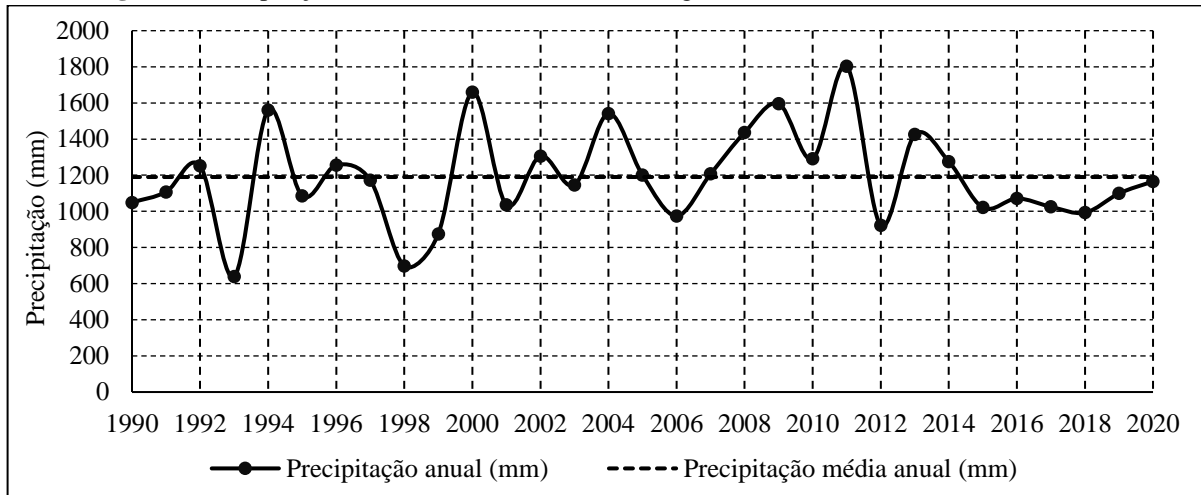
Neste sentido, em toda área em questão foi obtida uma precipitação média de 1190,06 mm, para todo o período de estudo e uma mediana de 1165,89 mm, conforme é relatado na Tabela 1, que dispõe o resumo da estatística descritiva. Ademais, a precipitação mínima foi de 638,50 mm ocorrida no ano de 1993 e, a precipitação máxima foi de 1802,96 mm ocorrida no ano de 2011, conforme também observado na Figura 3. Assim, foi obtida uma amplitude de 1164,46, entre estes valores mais extremos, um desvio padrão de 265,98 mm, variância de 707,21 e coeficiente de variação de 0,22. Neste sentido, é evidente que os dados em questão apresentaram uma média variabilidade, em razão do coeficiente de variação (0,22) estar situado entre 0,15 e 0,30, bem como o desvio padrão ser de 265,98 mm, mostrando uma relevante distância dos dados da série histórica, em relação ao valor médio obtido.

Tabela 1: Estatística descritiva da precipitação anual na bacia hidrográfica do rio Goiana, entre 1990 e 2020.

Parâmetro	Valor (mm)
Mínimo	638,50
1º Quartil	1025,12
Média	1190,06
Mediana	1165,89
3º Quartil	1306,13
Máximo	1802,96
Desvio padrão	265,98
Variância	70747,21
Coeficiente de variação	0,22
Assimetria	0,26
Curtose	-0,22
Amplitude	1164,46

Fonte: Autores, 2022.

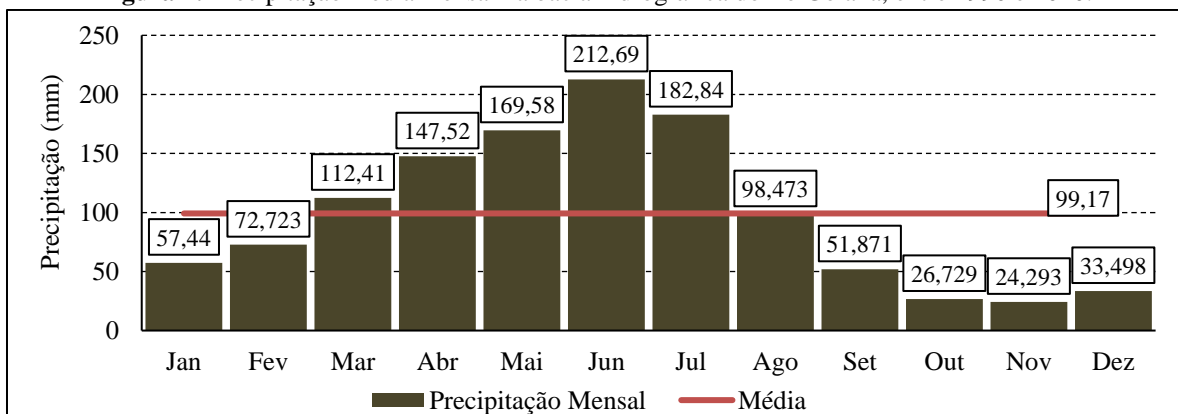
Figura 3: Precipitação acumulada anual na bacia hidrográfica do rio Goiana, entre 1990 e 2020.



Fonte: Autores, 2022.

No que concerne aos dados mensais, a Figura 4 mostra a média mensal referente aos 12 meses do ano, para o período de estudo. Neste contexto, é visto que a média mensal geral, considerando todos os meses, foi de 99,17 mm, tornando os meses de março a julho, períodos em que a chuva esteve acima da média, evidenciando assim, o referido período como estação chuvosa. Em contrapartida, os meses de setembro a fevereiro, apresentaram valores de precipitação nitidamente abaixo da média mensal, revelando ser o período da estação seca. É válido ressaltar que o mês de agosto consiste no período mais próximo da média mensal, podendo em determinados anos ser enquadrado tanto como estação seca, como estação chuvosa, sendo um mês de transição entre as duas estações.

Figura 4: Precipitação média mensal na bacia hidrográfica do rio Goiana, entre 1990 e 2020.

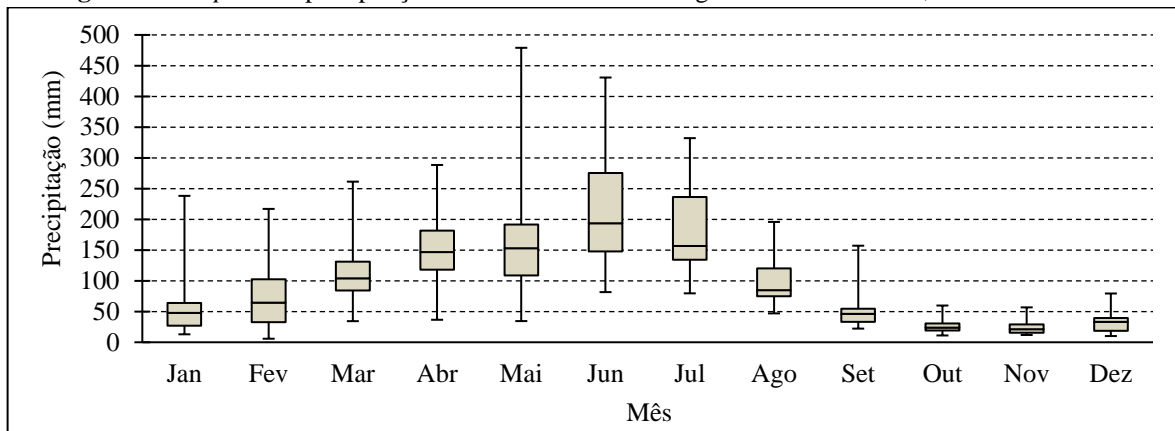


Fonte: Autores, 2022.

Ademais, a Figura 5 revela os dados mensais de precipitação em *box plot*, sendo notável que os meses de maio, entre 1990 e 2020, possuem os maiores valores de precipitação, sendo obtido 479 mm em maio de 2011. Em oposição a isso, os meses de fevereiro possuem os menores valores, sendo obtido 5,79 mm em fevereiro de 1998. Portanto, o *box plot* de cada mês possibilita visualizar o comportamento dos dados de precipitação em relação a mediana, mostrando que em meses como junho e julho, os dados de precipitação estão mais longe da

mediana, em comparação aos outros meses, apresentando maior variação dos valores nestes períodos.

Figura 5: Box plot das precipitações mensais na bacia hidrográfica do rio Goiana, entre 1990 e 2020.



Fonte: Autores, 2022.

Diante disso, com o uso dos dados do produto CHIRPS, é evidente que há mais facilidade para realizar estudos de precipitação, sendo possível organizar dados de séries históricas de mais de 30 anos a partir de dados de satélites, como foi realizado para a bacia hidrográfica do rio Goiana. Estes dados também mostraram ser relevantes de acordo com estudo de Paredes-Trejo, Barbosa e Kumar (2017), em que se realizou a comparação da precipitação mensal derivada do produto de precipitação CHIRPS com a observação de 21 estações terrestres no Nordeste Brasileiro (NB), entre 1981 e 2013. Os autores concluíram que, em geral, o produto CHIRPS é um valioso conjunto de dados para monitoramento hidrológico e contribui para um melhor entendimento da variabilidade espacial e temporal da precipitação anual e mensal.

Em relação ao Teste de Mann-Kendall, a Tabela 2 mostra os resultados dos dados de precipitação anual, entre 1990 e 2020. Neste caso, é averiguado que o valor absoluto de Z obtido, sendo 0,23795 foi menor ao valor de $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ considerado (1,96). Assim, como $|Z| \leq Z_{\alpha/2}$, deve-se aceitar a hipótese nula (H_0), em razão da comprovação de que a série histórica de precipitações anuais, entre 1990 e 2020, não segue uma tendência, ou seja, não ocorre mudança significativa. O valor de p obtido (0,8119) também foi superior a significância de 5% ($\alpha = 0,05$).

Tabela 2: Teste Mann-Kendall na bacia hidrográfica do rio Goiana para a precipitação anual, entre 1990 e 2020.

Parâmetro	Valor
Z	0,23795
n	31
p-value	0,8119
S	15
Var(S)	3461,667
Decisão:	Aceitar a H_0 (não há tendência)

Fonte: Autores, 2022.

Para os dados mensais, conforme exposto na Tabela 3, o Teste Sazonal de Mann-Kendall apontou que apenas para o mês de dezembro, cujo valor de Z está sublinhado, sendo 2,515, foi constatado tendência. Neste caso, deve-se rejeitar a hipótese nula (H_0) e, aceitar a hipótese alternativa (H_1), de $|Z| > Z_{\alpha/2}$. Assim, se indica que apenas em dezembro há tendência nos dados de precipitação, sendo um comportamento positivo ou crescente, ou seja, houve um crescimento do volume de precipitação entre 1990 e 2020. Nos demais meses, como $|Z| \leq Z_{\alpha/2}$, não houve tendências, sendo aceita a H_0 , revelando que a precipitação durante quase todos os meses, possui comportamento similar, com dados independentes e identicamente distribuídos.

Tabela 3: Teste sazonal de Mann-Kendall na bacia hidrográfica do rio Goiana, entre 1990 e 2020.

Mês	S	Var(S)	z	Pr ($> z $)	Decisão
Janeiro	109	3461,7	1,836	0,066415	Não há tendência
Fevereiro	57	3461,7	0,952	0,341199	Não há tendência
Março	31	3461,7	0,51	0,610127	Não há tendência
Abril	55	3461,7	0,918	0,35872	Não há tendência
Mai	31	3461,7	0,51	0,610127	Não há tendência
Junho	-27	3461,7	-0,442	0,658557	Não há tendência
Julho	-15	3461,7	-0,238	0,81192	Não há tendência
Agosto	-3	3461,7	-0,034	0,972883	Não há tendência
Setembro	-1	3461,7	0	1	Não há tendência
Outubro	-47	3461,7	-0,782	0,434311	Não há tendência
Novembro	1	3461,7	0	1	Não há tendência
<u>Dezembro</u>	149	3461,7	<u>2,515</u>	<u>0,011887</u>	Há tendência, positiva

Fonte: Autores, 2022.

Em estudos hidrológicos de tendências de precipitação em Pernambuco, também foram apontadas tendências em demais localidades. Segundo Silva *et al.* (2021), a partir da aplicação do Teste de Mann-Kendall em dados de precipitação do Instituto Federal de Meteorologia (INMET) para o município do Recife, obtiveram resultados que indicam que apenas o mês de março de uma série histórica entre 1961 e 2019, apresentou tendência significativa de mudanças. Para a região do sertão de Pernambuco, especificamente no município de Araripina, Silva *et al.* (2018), com dados de precipitação da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), detectaram variações nos índices de precipitação pluviométrica, em que os meses historicamente de maior precipitação até a década de 1970, sendo dezembro e abril, começaram a sofrer diminuição de chuvas. Em contrapartida, os meses com os menores índices de precipitação, sendo junho, julho e agosto, passaram a ter um aumento de precipitação.

As possíveis mudanças na precipitação em Pernambuco, que podem apresentar tendências distintas, nas regiões do estado, são influenciadas por sistemas meteorológicos ocorrentes no sul do Equador, como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), conforme diversos estudos indicaram (NOBRE; SHUKLA, 1996; MENEZES *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2018). Através do referido sistema, dependendo da sua intensidade e deslocamento zonal, há diferentes contribuições para as mudanças nos índices de precipitação para as regiões do estado de Pernambuco e do Nordeste Brasileiro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos, os dados CHIRPS mostraram ser relevantes para caracterização da precipitação da bacia hidrográfica do rio Goiana, apresentando dados coerentes com a localização geográfica da área. O referido local em estudo possui altos índices pluviométricos, total anual, sendo acima de 2000 mm, na faixa do litoral, ocorrendo uma queda na precipitação, nas regiões próximas ao Agreste, onde há a nascente da bacia hidrográfica, ocorrendo índices próximos aos 750 mm. Em razão destas características locais, a média de precipitação anual, entre 1990 e 2020, foi de 1190,06 mm, tendo o ano de 2011 o extremo máximo (1802,96 mm) e, o ano de 1993, o extremo mínimo (638,50 mm).

No que concerne as tendências de precipitação, o Teste de Mann-Kendall apontou que não existe tendência significativa para os dados de precipitação anual, entre 1990 e 2020. Entretanto, na análise sazonal, o mês de dezembro apresentou uma tendência significativa positiva, ou seja, houve um aumento da precipitação mensal neste mês para o período em estudo. Deste modo, pode-se concluir que anualmente não ocorre mudanças bruscas na precipitação na bacia hidrográfica do rio Goiana, apenas mudança significativa sazonal para o mês de dezembro, que pode ser influenciada pelos sistemas meteorológicos atuantes na área.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES pela bolsa de Doutorado do primeiro autor, à FAPEAM pela bolsa de Doutorado do segundo autor e ao projeto de pesquisa "Coberturas vegetal e hídrica de bacias hidrográficas utilizando imagens orbitais no estado de Pernambuco" (processo nº 433914/2018-1) da terceira autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APAC. **Agência Pernambucana de Águas e Clima**. Bacias Hidrográficas. Disponível em: <<https://www.apac.pe.gov.br/bacias-hidrograficas>>. Acesso em: out. 2022.

BURN, D. H.; SHARIF, M.; ZHANG, K. **Detection of trends in hydrological extremes for Canadian watersheds**. *Hydrological Processes*, v.24, p.1781–1790, 2010.

COSTA, J., *et al.* **Validação dos dados de precipitação estimados pelo chirps para o brasil**. *Revista Brasileira de Climatologia*, ano 15, vol. 24, 2019.

FUNK, C. C., *et al.* **A quasi-global precipitation time series for drought monitoring**. *US Geological Survey Data Series*, v. 832, n. 4, 2015.

GROPPO, J.D., *et al.* **Análise de séries temporais de vazão e precipitação em algumas bacias do estado de São Paulo com diferentes graus de intervenções antrópicas**. *Revista Brasileira de Geociências*, v.24, p.181 - 192, 2005.

KAHYA E.; KALAYCI S. **Trend Analysis of Streamflow in Turkey**. *Journal of Hydrology*, v. 289, p. 128 – 144, 2004.

KENDALL, M. G. **Rank correlation methods**. London: Charles Griffin, 1975.

MANN, H. B. **Non-parametric test against trend**. *Econometrika*, Princeton, v. 13, p. 245-259, 1945.

MELLO, Y. R., OLIVEIRA, T. M. N. **Análise Estatística e Geoestatística da Precipitação Média para o Município de Joinville (SC)**. *Revista Brasileira de Meteorologia*. 31(2), p. 229-239, 2016.

MENEZES, H. E. A., *et al.* **A relação entre a temperatura da superfície dos oceanos tropicais e a duração dos veranicos no estado da Paraíba**. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 23, p. 152-161, 2008.

MORENTTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Previsão de séries temporais**. São Paulo: Atual, 400p. 1987.

NOBRE, P.; SHUKLA, J. **Variations of sea surface temperature, wind stress, and rainfall over the tropical Atlantic and South America**. *Journal of Climate*, v. 9, n.10, p. 2464–2479, 1996.

PACA, V. H. M. *et al.* **Variability of trends in precipitation across the Amazon river basin determined from the CHIRPS precipitation product and from station records**. *Water*, 12, 1244, 2020.

PAREDES-TREJO, F. J., *et al.* **Validating CHIRPS-based satellite precipitation estimates in Northeast Brazil**. *J. Arid Environ.* 2017.

PORTUGUEZ-MAURTUA, M. *et al.* **Filling Gaps in Daily Precipitation Series Using Regression and Machine Learning in Inter-Andean Watersheds**. *Water*, 14 (11), 1799, 2022.

SALVIANO, M. F.; GROppo, J. D.; PELLEGRINO, G. Q. **Análise de tendências em dados de precipitação e temperatura no Brasil**. *Revista Brasileira de Meteorologia*. v. 31, n. 31, p. 64-73, 2016.

SILVA, E. R. A. C., *et al.* **Análise da tendênciatemporal da precipitação pluviométrica interanual e intra-anual no semiárido pernambucano**. *Revista Brasileira de Climatologia*, ano 14, vol. 22, 2018.

SILVA, E. A., *et al.* **Análise da variabilidade temporal da precipitação em Recife-PE**. RECIMA21 -Revista Científica Multidisciplinar, v.2, n.7, 2021.

QIAN, W.; LIN, X. **Regional trends in recent precipitation indices in China**. *Meteorology and Atmospheric Physics*, v. 90, p. 193-207, 2005.

UC SANTA BARBARA . University of California, Santa Barbara. **CHIRPS: Rainfall Estimates from Rain Gauge and Satellite Observations**. Disponível em: < <https://www.chc.ucsb.edu/data/chirps>>. Acesso: out. 2022.

YUE, P. S.; YANG, T. C.; WU, C. K. **Impact of climate change on water resources in southern Taiwan**. *Journal of Hydrology*, v.260, p.161-175, 2002.



GEOTECNOLOGIAS NA SALA DE AULA

POSSIBILIDADES E AVANÇOS

COMPORTAMENTO ESPECTRAL DE ÁREA HÍDRICA E VEGETAÇÃO NO SERTÃO DE PERNAMBUCO UTILIZANDO NDVI E NDWI

*Débora Rodrigues Soares^(a), Rebecca Borja Gonçalves Gomes de Menezes^(b), Anderson Luiz
Ribeiro de Paiva^(c), Sylvana Melo dos Santos^(d), Leidjane Maria Maciel de Oliveira^(e)*

^(a) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, debora.rsoares@ufpe.br

^(b) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, rebecca.borja@ufpe.br

^(c) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, anderson.paiva@ufpe.br

^(d) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, sylvana.santos@ufpe.br

^(e) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, leidjane.oliveria@ufpe.br

Resumo: Diante da inovação das técnicas de sensoriamento remoto e de seus índices subsequentes, surgiu a possibilidade da averiguação dos recursos hídricos, sendo possível demonstrar as alterações de áreas molhadas e de vegetação como o passar dos anos. Considerando isso, o presente trabalho teve como objetivo identificar as vegetações próximas e áreas hídricas do reservatório de Saco II, em Pernambuco. A metodologia do artigo envolveu a utilização das bandas e informações do Satélite Landsat 8, nas datas de 04 de julho de 2020 e 09 de setembro de 2021, para processar os Índice de Água por Diferença Normalizada (NDWI) e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), e comparar seus resultados com as chuvas obtidas no mesmo período, através de dados da APAC. Os resultados obtidos demonstraram uma diminuição da área molhada e da vegetação saudável em torno do reservatório, entre os anos de 2020 e 2021.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto; NDWI; NDVI.

Abstract: Considering the innovation of the Remote Sensing techniques and its indexes, appeared the possibility to find out about the water resources, being possible to demonstrate the changes of wet areas and vegetation over the years. Considering this, the actual work aimed to identify the next vegetation and wet areas of the Saco II's reservoir, in Pernambuco. The methodology of the article involved the bands and information of the Landsat 8, at the dates of 04th of July 2020 and 9th of September 2021, to process the Normalized Difference Water Index (NDWI) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and compare the results with the rains at the same period, trough APAC data. The results obtained demonstrate a decrease of the wet area and the healthy vegetation around the reservoir, between the years of 2020 and 2021.

Keywords: Remote Sensing; NDWI; NDVI.

INTRODUÇÃO

O sensoriamento remoto fornece a possibilidade de avaliação eficiente, objetiva e não destrutiva, da resposta da vegetação sob diferentes fatores de estresse do meio ambiente, segundo Juarez (2021), e suas técnicas se tornam cada vez mais evoluídas com o passar dos anos, em especial, as suas aplicações que envolvem conhecimentos das áreas hídricas e de vegetações circunvizinhas.

De acordo com Ashraf e Nawaz (2015), as zonas úmidas são uma das características mais importantes do nosso ambiente natural, retendo água durante a estação seca, mantendo o lençol freático abastecido e ajudando a reduzir o nível de inundação nas estações chuvosas. Indo além das zonas hídricas, e de acordo com Arruda, Oliveira e Listo (2021), os produtos de sensoriamento remoto e seus resultados, também fornecem informações sobre a dinâmica e a situação atual da cobertura vegetal.

Diante da importância do estudo sobre as zonas hídricas e de cobertura vegetal, bem como a associação entre vegetação e índices pluviométricos, surgiram trabalhos voltados para o conhecimento desses campos, tais como o de Medeiros *et al.* (2022), que buscaram a resposta espectral do comportamento NDWI e NDVI relacionado aos índices pluviométricos da cidade de Patos – PB, e de Singh *et al.* (2022), que avaliaram a variação temporal e espacial por meio do NDVI e NDWI da bacia do rio Ukhma, na Índia Central.

Os métodos utilizados no NDWI e NDVI possuem características parecidas em suas equações, porém distinguem-se em relação à reflectância espectral utilizada no processamento, uma vez que o NDVI utiliza a reflectância do vermelho e infravermelho próximo, enquanto o NDWI se utiliza da reflectância do verde e do infravermelho próximo. Segundo Gao (1996), o NDWI deve ser considerado como um índice de vegetação independente, sendo complementar, e não substituto ao NDVI. Já de acordo com Juarez (2021), o NDVI reproduz o estado da vegetação e biomassa por meio dos sensores orbitais passivos.

Diante disso, é possível perceber que o NDVI, bem como o NDWI, são dois importantes e mais amplamente utilizados índices de sensoriamento remoto, que envolvem bandas espectrais de dados de satélite multitemporais e multiespectrais para estudo de vegetação, recursos hídricos, áreas úmidas (DAS, 2017).

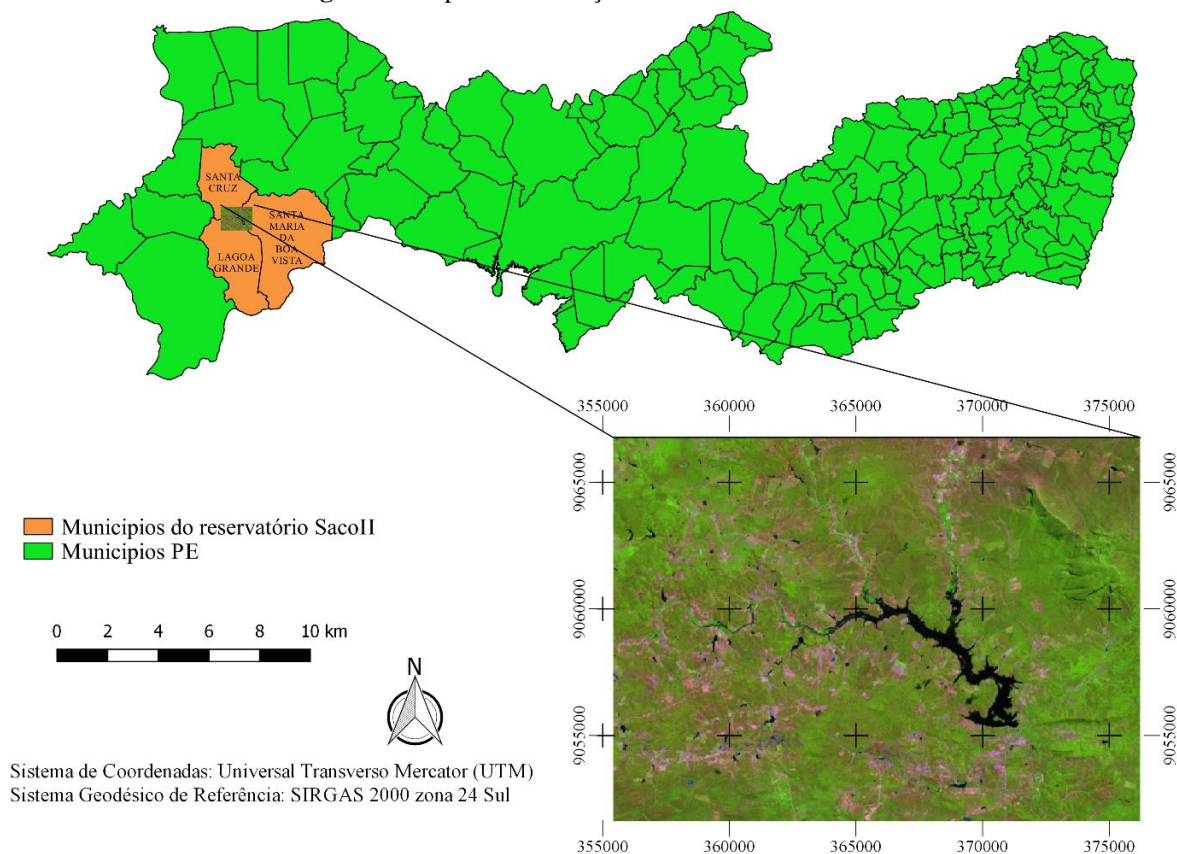
Considerando esses fatores, foi realizado o presente trabalho com NDWI e NDVI, objetivando averiguar a quantidade de área molhada e a qualidade da vegetação na região do reservatório de Saco II, localizado em Santa Maria da Boa Vista – Pernambuco.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo abrangeu o reservatório de Saco II, que de acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA, encontra-se na bacia Riacho das Garças, no município de Santa Maria da Boa Vista – PE. Nas imagens disponibilizadas pelo Sistema de Acompanhamento de Reservatórios da ANA é possível perceber que a área da água detida pelo reservatório encontra-se próximo à divisa dos municípios de Santa Cruz, Lagoa Grande e Santa Maria da Boa Vista, todos situados no estado de Pernambuco. O reservatório é alimentado pelo Riacho das Garças, contendo uma área de drenagem total de 2.641,9 km². Sua demanda de retirada envolve 49% para dessedentação animal, 38% para abastecimento rural, 9% para irrigação e 4% para abastecimento urbano ANA (2016).

De acordo com a APAC (2022), na cota do sangradouro, em 431,00 metros, sua capacidade máxima é de 123.523.510 m³, porém, em sua cota de coroamento, o volume máximo poderá ser mais de 225.755.645 m³. O reservatório e sua localização em Pernambuco são identificados na Figura 1.

Figura 1: Mapa de localização do reservatório Saco II.



Fonte: Autora (2022)

Para este estudo foram utilizados imagens e parâmetros da coleção 2 do satélite LandSAT-8/OLI, obtidas através de download gratuito no portal eletrônico *The Earth Explore*, do Serviço Geológico dos Estados Unidos da América (USGS). As imagens de satélite são correspondentes aos dias 04/07/2020 e de 09/09/2021, tendo ambas uma cobertura de nuvens menor que 2% e resolução espacial de 30 metros.

Adquiridas as imagens das bandas do satélite LandSAT-8, foram dispostas no software de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), de livre acesso, QGis 2.18.23 e empilhadas. A imagem resultante utilizou o sistema de coordenadas geográficas do Sistema Geodésico de Referência – SIRGAS 2000.

Em seguida, a imagem foi recortada para se identificar apenas o reservatório de Saco II e seu entorno. Para conversão dos valores em nível de cinza (ND) para reflectância espectral, utilizou-se coeficientes radiométricos disponibilizados no arquivo de metadados das imagens USGS (2022), realizando a correção da reflectância de acordo com o ângulo zenital solar e com a distância média do sol. As equações utilizadas para corrigir a reflectância são identificadas pelas equações 1 e 2, de acordo com Silva *et al.* (2016):

$$\rho_{\lambda i} = \frac{(A_{\rho i} + M_{\rho i} \cdot ND_i)}{\cos \cos Z \cdot d_r} \quad (1)$$

$$d_r = \left(\frac{1}{d_{TS}} \right)^2 \quad (2)$$

sendo A_{pi} o fator aditivo de redimensionamento da banda; M_{pi} o fator multiplicativo de redimensionamento da banda; ND_i o número digital de correspondente a intensidade do pixel da banda, Z o ângulo zenital solar, sendo Z a diferença entre 90° e o ângulo de elevação do Sol (E), d_{TS} a distância Terra-Sol e d_r a distância Terra-Sol na data da imagem. Os valores de A_{pi} , M_{pi} , E e d_{TS} foram disponibilizados no arquivo metadados da imagem.

Após obtidos os valores corrigidos das reflectâncias, foi realizado o processamento dos índices NDVI e NDWI, através de cálculos no software QGIS utilizando as definições de Ashraf e Nawaz (2015), conforme citado por McFeeters (1996) e Rouse (1973), sendo eles identificados através das equações 3 e 4:

$$NDVI = \frac{\rho_{IVp} - \rho_v}{\rho_{IVp} + \rho_v} \quad (3)$$

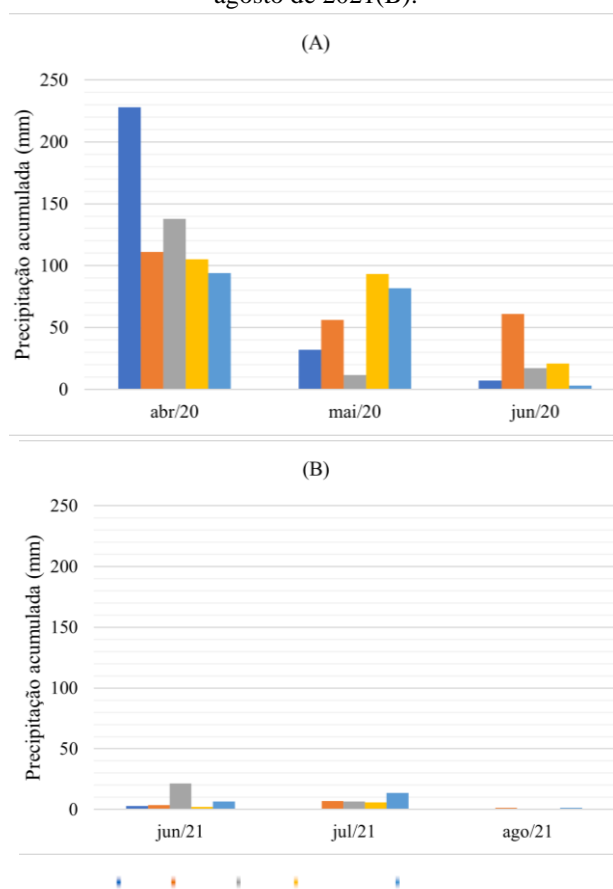
$$NDWI = \frac{\rho_{verde} - \rho_{IVp}}{\rho_{verde} + \rho_{IVp}} \quad (4)$$

sendo ρ_{IVp} a reflectância da banda do infravermelho próximo, ρ_v a reflectância da banda do vermelho e ρ_{verde} a reflectância da banda do verde.

Diante da obtenção dos índices espectrais NDWI e NDVI, as imagens tiveram suas camadas estilizadas e seus valores dos índices definidos. Em seguida, conforme por McFeeters (1996), foi calculada a camada com os valores de NDWI maiores que 0, para representação das regiões com áreas hídricas. Em seguida, foi realizada sua conversão de raster para vetor (poligonização), para a obtenção do valor da área total do espelho d'água do reservatório.

Uma vez obtida as áreas molhadas das datas de 04/07/2020 e 09/09/2021, buscou-se, os dados do monitoramento pluviométrico, na APAC (2022), nos três meses anteriores às datas das imagens, mais especificamente entre os meses de abril a junho de 2020 e junho a agosto de 2021 (Figura 2), referentes ao município de Santa Maria da Boa Vista, que envolve o reservatório Saco II, e nos municípios pernambucanos de Dormentes, Parnamirim e Lagoa Grande, próximos ao reservatório.

Figura 2: Hietograma (mm) de três meses anteriores às datas das imagens: abril a junho de 2020 (A) e junho a agosto de 2021(B).



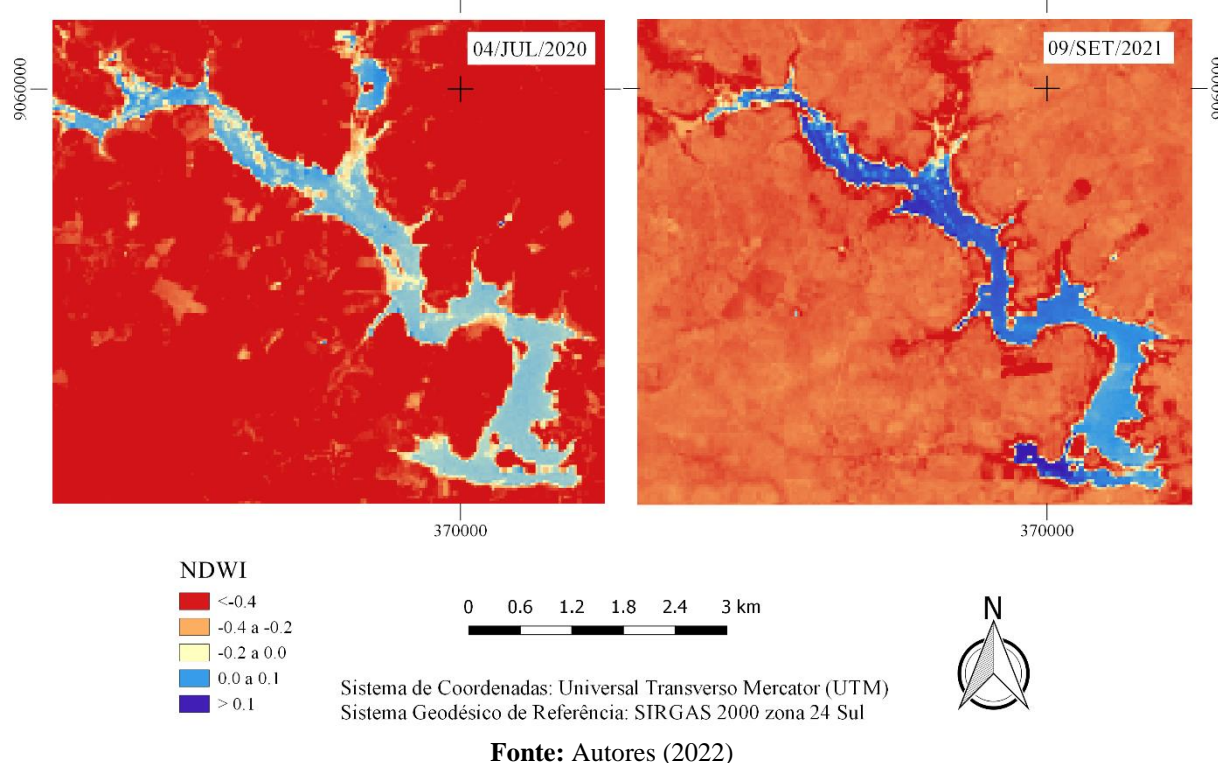
Fonte: APAC (2022).

Diante das diferenças em relação às áreas molhadas e às vegetações das datas pesquisadas, comparou-se o hietograma nos períodos pesquisados, buscando uma correlação entre as chuvas e os resultados dos índices NDVI e NDWI.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As imagens dispostas nas Figuras 3 e 4 são referentes aos valores de NDWI e NDVI, respectivamente, entre as datas de 04/07/2020 e 09/09/2021. Na Figura 3 foi possível identificar as regiões de água (em azul) e de vegetação (vermelho e laranja) através do NDWI nas datas de 04/07/2020 e 09/09/2021.

Figura 3: NDWI do reservatório de Saco II (A) 04/07/2020 e (B) 09/09/2021.



Na Figura 3, em 09/09/2021 há um aumento nas classes “-0,4 a -0,2” e “-0,2 a 0,0”, em relação a 04/07/2020. Isso se identifica pela diminuição da cor vermelha e demonstra um aumento dos valores do NDWI. De acordo com Singh (2022), que realizou seu estudo na bacia do rio Ukhma, o aumento do valor mínimo de NDWI indica que superfícies abertas de água ou vegetação podem estar sob condição de estresse, que é um sinal de seca ou baixa cobertura vegetal.

Diante dos resultados envolvendo o NDWI, notou-se uma leve diminuição da região de água (em azul), entre os anos de 2020 e 2021. Através da poligonização foi possível calcular a diferença percentual da quantidade de área molhada entre os anos pesquisados. Os resultados obtidos nessa comparação demonstraram um decréscimo de 20,38% na quantidade de água disponível no reservatório entre 04/07/2020 e 09/09/2021, conforme demonstrado na Tabela 1.

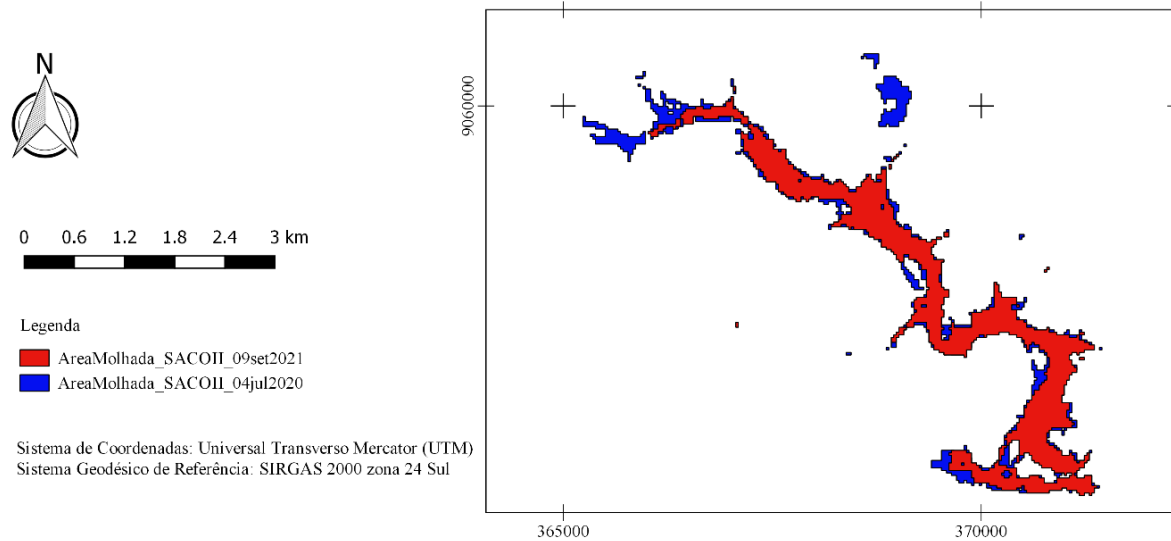
Tabela 1: Área de água entre 04/07/2020 e 09/09/2021.

Data	Área de água (ha)
04/07/2020	350,55
09/09/2021	279,09
Diferença percentual entre os anos:	Decréscimo de 20,38%

Fonte: Autores (2022)

Além disso, a poligonização das imagens possibilitou demonstrar uma diferença visual entre as áreas de água do reservatório. Identificadas na Figura 4, estão as áreas molhadas onde notou-se que a região em azul, área molhada referente a 04/07/2020, se mostra maior que a região em vermelho, área molhada referente a 09/09/2021, comprovando que entre as datas das imagens houve uma diminuição da região molhada.

Figura 4: Áreas de água do reservatório Saco II em 04/07/2020 e 09/09/2021.



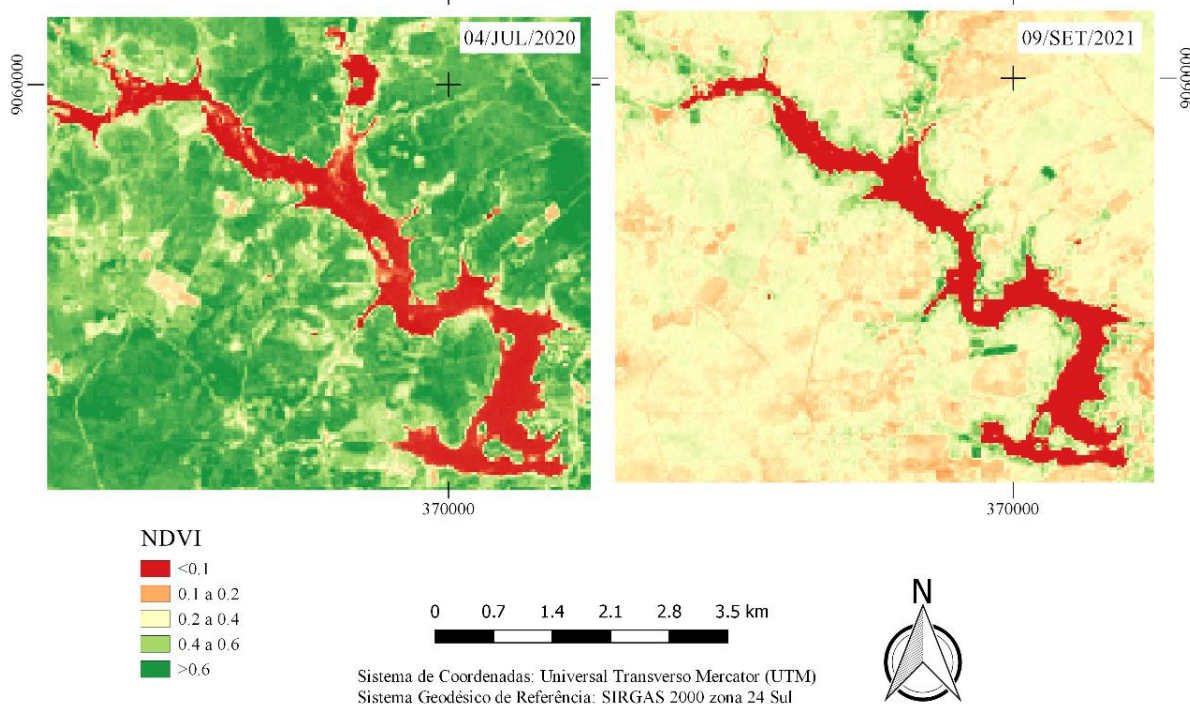
Fonte: Autores (2022)

Quando se observam os resultados do NDVI (Figura 5), percebeu-se uma discrepância entre as regiões de vegetação, demonstrando uma quantidade de vegetação maior e aparentemente mais saudável na data de 04/07/2020, melhor identificada através das classes “0,4 a 0,6” e “> 0,6”. Na imagem datada de 09/09/2021, se destacaram as classes com valores menores, de “0,2 a 0,4” e “0,1 a 0,2”, indicando menor quantidade vegetal ou com vegetação menos saudável.

Esse resultado pode demonstrar uma possível suscetibilidade da região ao processo de desertificação, conforme foi identificado por Junior Sato e Júnior (2021), em artigo referente ao comportamento espectral utilizando o albedo da superfície, NDVI e NDWI no entorno reservatório de Barra do Juá, em Pernambuco.

Ainda, observando-se a Figura 5 na região superior esquerda, ficou perceptível a variabilidade espacial do reservatório (NDVI na classe vermelha), com diminuição marcante na data de 09/09/2021, corroborando com a espacialização do NDWI (Figura 3).

Figura 5: NDVI do reservatório de Saco II (A) 04/07/2020 e (B) 09/09/2021.



Fonte: Autores(2022)

Os valores pluviométricos obtidos na Figura 2-A demonstraram que ocorreu um alto regime pluviométrico no período anterior a julho de 2020, e uma menor precipitação antes de setembro de 2021 (Figura 2-B) comparativamente. Ainda levando em consideração o disposto no hietograma (Figura 2 A e B), notou-se que os valores pluviométricos influenciaram nos resultados visualmente dispostos no NDWI e NDVI, expressando a variabilidade do mosaico terrestre configurado como vegetação e área hídrica.

Esses resultados foram condizentes com os resultados obtidos por Medeiros (2022), realizado na cidade de Patos – PB, no qual percebeu-se uma diminuição na média dos valores de NDVI e NDWI, justificado pelo menor índice pluviométrico da precipitação anual, diante de um período de escassez chuvosa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das análises dos dados e resultados gerados, foi possível concluir que houve uma diminuição na massa de água do reservatório Saco II entre as datas pesquisadas dos anos de 2020 e 2021, bem como uma alteração na vegetação, sendo observada a vegetação com maior vigor vegetativo no referente ano de 2020, e vegetação com menor vigor no ano seguinte.

Assim, a utilização dos índices espectrais é uma alternativa eficiente para análise de área com vegetação, bem como para embasar o gerenciamento sobre recursos hídricos em regiões de sensibilidade hídrica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela concessão da bolsa de Mestrado da primeira autora (Processo nº IBPG-0922-3.01/22) e segunda autora (Processo nº IBPG-1269-3.00/21); ao Projeto de pesquisa "Coberturas vegetal e hídrica de bacias hidrográficas utilizando imagens orbitais no estado de Pernambuco" (processo nº 433914/2018-1) da última autora; à Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) e; ao United States Geological Survey (USGS) pelas imagens de satélite.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA, Agência Nacional de Águas. **Dados Históricos**. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/sar0/Medicao?dropDownListEstados=18&dropDownListReservatorios=12388&dataInicial=01%2F07%2F2015&dataFinal=30%2F09%2F2021&button=Buscar>. Acesso em: 05 de outubro de 2022.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Reservatórios do semiárido Brasileiro: hidrologia, balanço hídrico e operação. Relatório Final**. Agência Nacional de Águas - Brasília: ANA, Engecorps Engenharia S.A., 2016.

APAC, Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Monitoramento Pluviométrico**. Disponível em: <http://old.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php#> Acesso em: 04 de outubro de 2021.

APAC, Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Ficha Técnica com Cota Volume. Quarta, 07 de janeiro de 2015 às 12:18:36 PM**. Disponível em: https://www.apac.pe.gov.br/images/media/1602547612_saco%20IIFicha.pdf.

ARRUDA, I. R. P.; OLIVEIRA, I. G. F; LISTO D. G. S. **A utilização do NDVI como análise vegetal do município de Carpina/PE**. Planejando cidades, mitigando riscos. E-book. Volume I, Recife: MapGeo, 2021.

ASHRAF, M., NAWAZ, R. **A Comparison of Change Detection Analyses Using Different Band Algebras for Baraila Wetland with Nasa's Multi-Temporal Landsat Dataset**. Journal of Geographic Information System. Published online in SciRes, 2015.

DAS, K. **NDVI and NDWI based Change Detection Analysis of Bordoibam Beelmukh Wetlandscape, Assam using IRS LISS III data**. ADBU Journal of Engineering Technology (AJET). Volume 6, no 2, 2017.

GAO, B.C. **NDWI – A Normalized Difference Water Index for remote sensing of vegetation liquid water from space**. Remote sensing of Environment, (58), pp. 257 - 266. 1996.

JUNIOR, U. J. S.; SATO, S. S.; JUNIOR, J. A. S. **Comportamento espectral da vegetação através do albedo da superfície, NDVI e NDWI no entorno do reservatório de Barra do Juá – PE**. Planejando cidades, mitigando riscos. E-book. Volume I, Recife: MapGeo, 2021.

MALINCONICO, C. H. S.; JÚNIOR, U. J. S.; FILHO, P. B. P. S.; OLIVEIRA, L. M. M. **Aplicabilidade de geotecnologias na análise espaço-temporal de corpo hídrico no nordeste brasileiro.** Planejando cidades, mitigando riscos. E-book. Volume I, Recife: MapGeo, 2021.

MEDEIROS, R. L. B.; SOUSA, G. M.; FIGUEIREDO, C. F. V.; FORMIGA, A. C. S.; OLIVEIRA, F. F. D.; OLIVEIRA, P. A. D.; NASCIMENTO, R. R. A.; MONTEIRO, A. O.; LEITE, A. C. N. **Resposta espectral do comportamento do NDVI e NDWI diante de diferentes intensidades pluviométricas na cidade de Patos – PB.** Research, Society and Development, Volume 11, n. 3, ISSN 2525-3409, 2022.

SINGH, S.; KANHAIYA, S.; KUMAR S.; YADAV, S. K. **Spacial and temporal variation in NDVI and NDWI of the Ukhma River Basin, Central India.** Journal of Scientific Research of The Banaras Hindu University, volume 66, issue 3, 2022.

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS PARA ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA
COBERTURA VEGETAL EM PETROLINA - PE

Haylla Rebeka de A. L. Leonardo^(a), Jocimar Coutinho Rodrigues Junior^(b), Sylvana Melo dos Santos^(c), Leidjane Maria Maciel Oliveira^(d), Anderson Luiz Ribeiro de Paiva^(e)

^(a) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, haylla.rebeka@ufpe.br

^(b) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, jocimar.junior@ufpe.br

^(c) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, sylvana.santos@ufpe.br

^(d) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, leidjane.oliveria@ufpe.br

^(e) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, anderson.paiva@ufpe.br

Resumo: A aplicação do sensoriamento remoto tem sido evidenciada como uma técnica eficaz para a análise do uso e ocupação do solo, assim como da variação temporal da cobertura vegetal. Este trabalho tem como objetivo analisar a variação do uso e ocupação do solo nos anos de 2003, 2013 e 2021 no município de Petrolina - PE, a partir do estudo de índices biofísicos e do mapeamento das classes de ocupação do solo. As imagens orbitais da região de estudo foram obtidas e processadas utilizando-se a plataforma de processamento em nuvem *Google Earth Engine*. Os resultados demonstraram que as alterações sofridas nos índices espectrais e nas classes de uso e ocupação do solo, entre os anos de 2003, 2013 e 2021, foram pontuais e evidenciaram a presença de áreas com cultivos e irrigação, foi evidente um relativo aparecimento de novas áreas com possíveis cultivos, havendo aumento de respostas espectrais para a vegetação.

Palavras-chave: Índices Biofísicos; Sensoriamento Remoto; Cobertura Vegetal.

Abstract: The application of remote sensing has been shown as an effective technique for the analysis of land use and occupation, as well as the temporal variation of vegetation cover. This work aims to analyze the variation of land use and occupation in the years 2003, 2013 and 2021 in the city of Petrolina - PE, from the study of biophysical indices and the mapping of land occupation classes. The orbital images of the study region were obtained and processed using the Google Earth Engine cloud processing platform. The results showed that the changes suffered in the spectral indices and in the classes of land use and occupation, between the years 2003, 2013 and 2021, were punctual and showed the presence of areas with crops and irrigation, it was evident a relative appearance of new areas with possible crops, with an increase in spectral responses to vegetation.

Keywords: Biophysical Indexes; Remote Sensing; Vegetation Coverage.

INTRODUÇÃO

Devido às mudanças climáticas e à urbanização, é importante monitorar e avaliar os componentes do meio ambiente. Nesse contexto, conforme Folharini e Souza (2019), qualquer ação de incremento, avanço ou retrocesso do processo de urbanização se registrará no espaço, assim, analisar uma região significa observar a complexidade sistêmica deste ambiente, sua

singularidade e o seu intrincado processo de uso e ocupação. Dantas (2022) afirmou que o uso e ocupação desordenados do solo culmina em inúmeros problemas ambientais, como a retirada da vegetação que pode resultar na impermeabilização do solo, a diminuição da fertilidade da terra, problemas com saneamento básico e escassez hídrica.

No que se refere às práticas econômicas, a implantação de perímetros de irrigação intensifica as atividades de uso e ocupação agrícola do solo, ocasionando uma série de problemas ambientais, tais como a utilização de insumos e defensivos agrícolas, que são carregados para o rio, ameaçando as atividades de piscicultura a jusante, conforme Folharini e Souza (2019). Outra problemática ocasionada pela agricultura intensiva é a retirada da cobertura vegetal de Caatinga, fato que tende a ocasionar a perda de solo por erosão e aumentar a carga de sedimentos percolados (SETTI, 2001).

Segundo Silva *et al.* (2019), o Bioma Caatinga possui uma área aproximada de 826.411 km² e se estende por todo o Nordeste, representando 83% do estado de Pernambuco, a Caatinga vem sendo explorada de maneira não sustentável, acelerando seu processo de degradação, O Município de Petrolina está inserido na Caatinga, sendo predominantemente rural, pois a população retira a sua sustentabilidade das agriculturas irrigadas, de sequeiro e também do extrativismo vegetal, modificando cada vez mais o bioma.

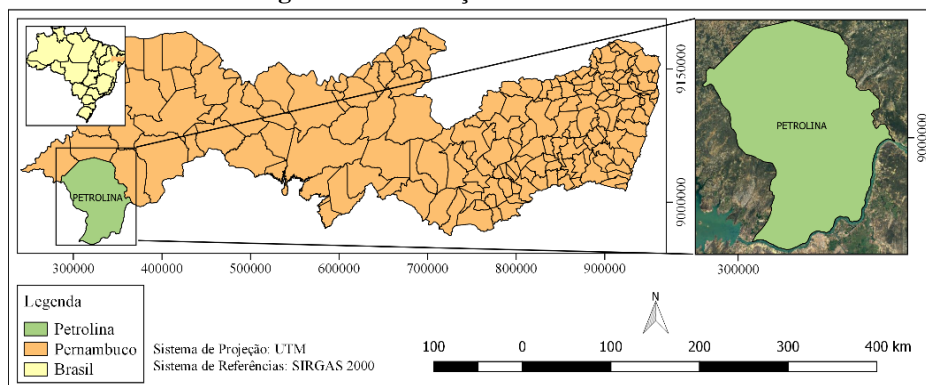
A aplicação do sensoriamento remoto tem sido evidenciada como uma técnica eficaz para a análise do uso e ocupação do solo, assim como da variação temporal da cobertura vegetal, em especial com o processamento de índices espectrais. A utilização de imagens de satélites é aplicada para identificar e avaliar mudanças na estrutura, fisionomia e dinâmica da cobertura vegetal através de diferentes datas, de acordo com Silva *et al.* (2019). Este trabalho objetiva analisar a variação do uso e ocupação do solo em 2003, 2013 e 2021 em Petrolina - PE, a partir do estudo de índices biofísicos e do mapeamento das classes de ocupação do solo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

A área de estudo (Figura 1) é o município de Petrolina, que está situado na região do Sertão do estado de Pernambuco. O município localiza-se nas coordenadas 09° 23' 55" de latitude sul, 40° 30' 03" de longitude oeste, abrange uma área de 4.558,40 km².

Figura 1: Localização da área de estudo.



Fonte: Autor, 2022.

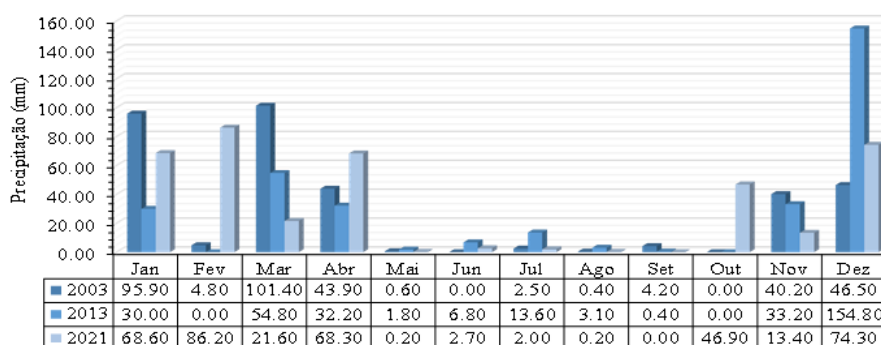
Os dados orbitais da área de estudo foram obtidas considerando a disponibilidade de imagens no *Google Earth Engine* referentes aos satélites *Land Remote Sensing Satellite*, Satélite Landsat 5 (de 2000 a 2012) e Satélite Landsat 8 (desde 2013), selecionou-se para a análise deste estudo as imagens referentes aos anos de 2003, 2013 e 2021, devido a menor presença de nuvens na região analisada.

Índices pluviométricos

Para identificação do regime pluviométrico da área de estudo utilizou-se os dados pluviométricos mensais do banco de dados da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) referente ao posto 61, situado no município de Petrolina – PE. Foram utilizados os dados pluviométricos médios mensais dos anos de 2003, 2013 e 2021 (Figura 2).

Conforme observado na Figura 2, o ano de 2013 apresentou o menor valor precipitado anual (330,70 mm), enquanto o ano de 2021 apresentou a maior precipitação acumulada anual (384,40 mm). No que se refere aos dados de precipitação acumulada mensal do mês de setembro, o maior valor foi observado no ano de 2003 (4,2 mm), para o ano de 2013 o valor mensal foi de 0,4 mm, no ano de 2021 não ocorreram eventos pluviométricos neste mês.

Figura 2: Precipitação pluviométrica mensal (mm) dos anos de 2003, 2013 e 2021 do município de Petrolina.



Fonte: APAC (2022).

Pré-processamento dos dados

Para obtenção e processamento dos dados foi utilizada a plataforma de processamento em nuvem da Google a *Google Earth Engine*, aplicando linguagem de programação *JavaScript*. As imagens orbitais foram selecionadas pelo critério de apresentarem a menor porcentagem de nuvens na região da área de estudo. Utilizou-se as imagens referentes ao dia 24 de setembro de 2003, do satélite *Land Remote Sensing Satellite* (Landsat 5), sensor *Thematic Mapper* (TM), e aos dias 03 de setembro de 2013 e 09 de setembro de 2021 (Tabela 1), do satélite *Land Remote Sensing Satellite* (Landsat 8), sensor *Operational Lander Imager* (OLI), composto por bandas espectrais.

Tabela 1: Data da imagem, hora, ângulo de elevação do Sol e ponto do satélite.

Data	Hora (UTM)	Ângulo de elevação do Sol	Órbita	Ponto
24/09/2003	12:25:38,41	57,239	217	66
03/09/2013	12:50:02,93	58,254	217	66
09/09/2021	12:48:16,59	59,389	217	66

Fonte: Google Earth Engine (2022).

As imagens orbitais e os arquivos vetoriais foram reprojeto para o Sistema Geodésico de Referência SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas), UTM fuso 25 Sul. Após a aquisição das imagens, realizou-se o processamento, considerando o recorte da cena conforme a área de interesse. Para a composição dos mapas com as imagens dos parâmetros biofísicos processados NDVI e NDWI, utilizou-se a ferramenta de composição de impressão do software QGIS versão 2.18.16 e versão 3.10.

Processamento dos índices biofísicos

O processamento dos índices biofísicos foi realizado aplicando o editor de códigos do *Google Earth Engine*. As reflectâncias planetárias corrigidas de cada banda foram obtidas pelos satélites *Landsat 8 Collection 2 Tier 1 calibrated top-of-atmosphere (TOA) reflectance* e *Landsat 5 Collection 2 Tier 1 calibrated top-of-atmosphere (TOA) reflectance*. O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) permite a detecção de mudanças sazonais e interanuais no desenvolvimento e atividades da vegetação, possibilitando o perfil temporal de crescimento e pico de verde (Equação 1). Apresenta uma variação entre -1 e +1, sendo que, em superfícies com vegetação verde, os valores variam de 0 a 1 e, na água ou nuvens, os valores predominam menores que zero (ROUSE, HAAS, SCHELL, 1974). O Índice de Água por Diferença Normalizada (NDWI) foi proposto por Gao (1996) e permite detectar melhor a mudança da biomassa vegetal no que concerne a quantidade de água em culturas agrícolas, pela configuração do estresse hídrico no ambiente, através da relação entre as bandas do infravermelho próximo e do infravermelho médio, conforme a Equação 2.

$$NDVI = \frac{\rho_{IVp} - \rho_V}{\rho_{IVp} + \rho_V} \quad (1)$$

em que: ρ_{IVp} = reflectância da banda do infravermelho próximo e ρ_V = reflectância da banda do vermelho.

$$NDWI = \frac{\rho_{IVp} - \rho_{IVm}}{\rho_{IVp} + \rho_{IVm}} \quad (2)$$

em que: ρ_{IVp} = reflectância da banda do infravermelho próximo e ρ_{IVm} = reflectância da banda do infravermelho médio.

Classificação do uso e cobertura do solo

A análise do uso e cobertura do solo da área de estudo foi realizada a partir da utilização de produtos provenientes do Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MapBiomias), que consiste em um projeto de geração de imagens anuais de cobertura e uso do solo produzidos a partir da classificação *pixel a pixel* das imagens dos satélites *Landsat*. Neste contexto, o processo é realizado com algoritmos *machine learning* através da plataforma do *Google Earth Engine* (MAPBIOMAS, 2022).

Realizou-se o carregamento dos arquivos do *shapefile* do município de Petrolina, em seguida utilizou-se o *script do Google Earth Engine* para aquisição das imagens, com a seleção da região do projeto MapBiomias Brasil e imagens da coleção 7.0. Assim, com o destaque para o polígono da máscara referente a área de estudo e, considerando os anos de aplicação para

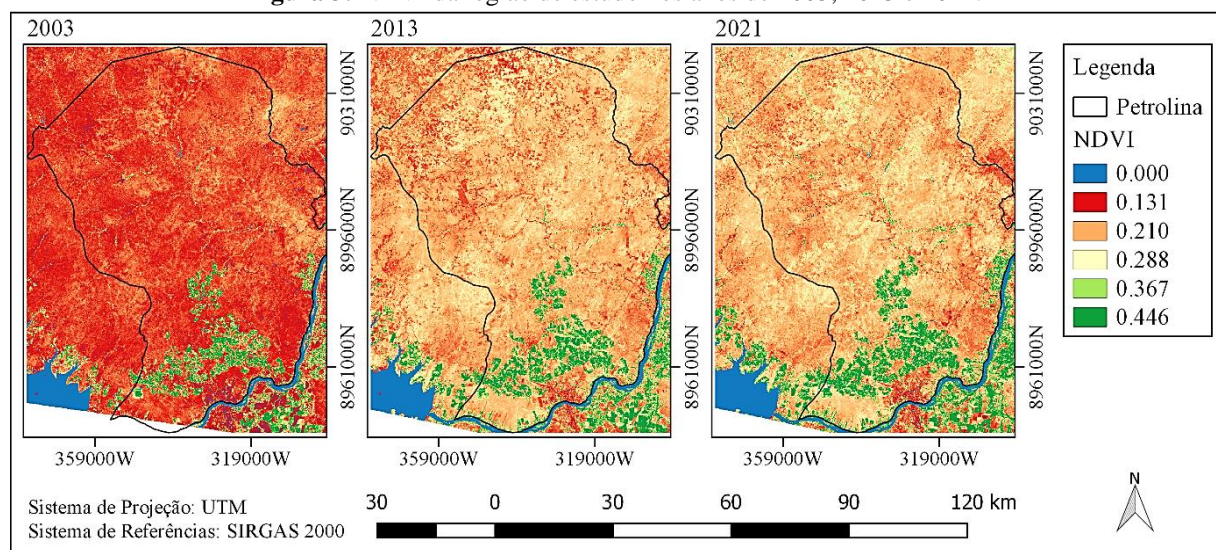
análise (2003, 2013 e 2021), foram adquiridas e exportadas as referidas imagens de uso e ocupação.

Os produtos adquiridos possuem resolução em escalas de até 1:100.000, em projeção WGS 84 e resolução espacial de 30 metros. Posteriormente, com a obtenção das referidas imagens para os anos de 2003, 2013 e 2021, estas foram tratadas no software QGIS versão 2.18.16 e versão 3.10, para realização da coloração das diversas classes de uso e ocupação do solo, ocorrentes em Petrolina. Com isso, foi possível visualizar as características da cobertura do solo, a partir da elaboração de mapas georreferenciados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da pluviometria, especificamente os meses de setembro dos anos em estudo, evidenciou que ocorreram precipitações mensais abaixo de 5 mm, correspondendo assim, a um período seco. A análise do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada constatou que em 24 de setembro de 2003, a resposta espectral de vegetação indicou valores de NDVI na maior parte da área na faixa de 0,131 (vermelho), evidenciando baixa presença de vegetação, vegetação mais rasteira ou solo exposto. As áreas com coloração direcionada ao verde, dispendo de valores de NDVI de 0,446, apontam os locais com vegetação em situação saudável (Figura 3).

Figura 3: NDVI da região de estudo nos anos de 2003, 2013 e 2021.



Fonte: Autor, 2022.

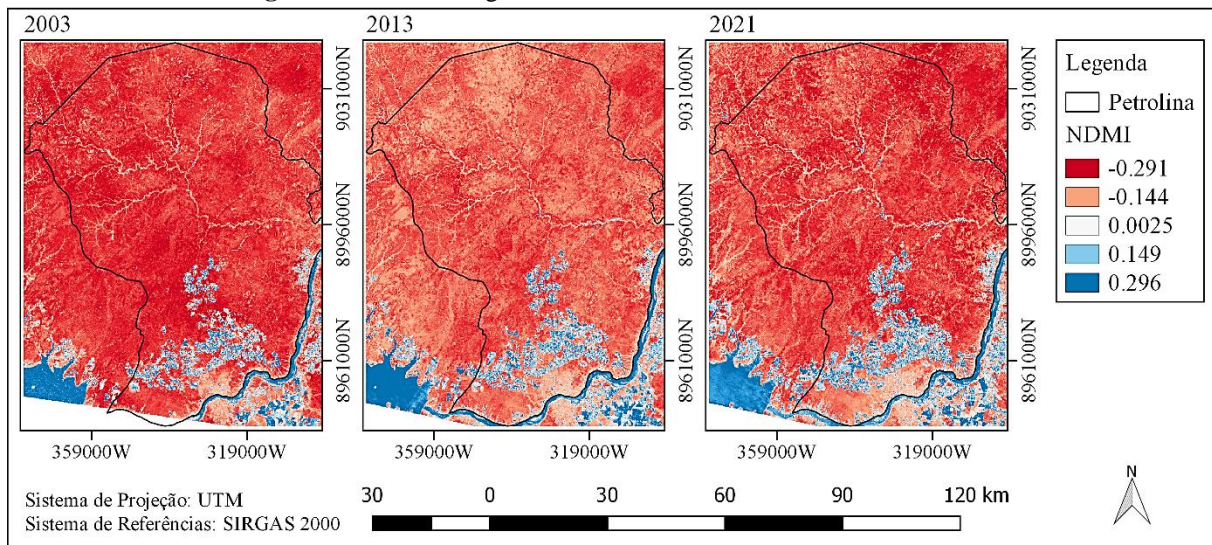
As imagens de 03 de setembro de 2013 e 09 de setembro de 2021, apontam valores de NDVI maiores em maior visibilidade, evidenciando um grande aumento da faixa entre 0,210 e 0,288 (cores em tonalidades de bege e amarelo). Neste caso, compreende-se que houve um aumento da área de vegetação possivelmente rasteira, em relação ao ano de 2003. O ano de 2021 ainda obteve respostas espectrais levemente melhores do que o ano de 2013, com maiores áreas com valores de NDVI de 0,288 (em amarelo). Este fato torna notável que entre 2003 e 2021, ocorreram relativas melhoras na saúde e na presença de vegetação.

É possível perceber também que as áreas com maiores valores de NDVI, entre 0,367 e 0,446 (verde claro e verde escuro), são apontadas nas mesmas localidades em todos os anos de

estudo, entre 2003 e 2021. Nestes locais, possivelmente ocorrem culturas praticadas em larga escala de tempo, ocorrendo antes de 2003, até os dias atuais. Assim, essas áreas com valores mais altos de NDVI, em tonalidades verdes, possivelmente são locais com grande importância socioeconômica para Petrolina.

No que concerne ao NDWI (Figura 4), durante o período em estudo nota-se um leve aumento de áreas úmidas, com maiores localidades com NDWI superior a 0,296 (azul). Na imagem referente ao ano de 2021, são perceptíveis com maior visibilidade, cursos hídricos mais delimitados, na parte norte de Petrolina, do que em relação aos outros anos.

Figura 4: NDWI da região de estudo nos anos de 2003, 2013 e 2021.



Fonte: Autor, 2022.

Estes referidos cursos hídricos, que deságuam no São Francisco e, os seus barramentos, podem consistir em fontes para irrigação de agricultura. Assim, mais ao sul de Petrolina, em todos os anos em estudo também são notadas áreas relativamente grandes com NDWI entre 0,149 e 0,296 (tonalidades de azul), evidenciando os perímetros irrigados na região, para cultura que também foram evidenciadas nas imagens do NDVI. Portanto, se corrobora que a água dos corpos d'água são utilizadas para abastecimento da agricultura, visto a resposta espectral obtida para a vegetação.

Para o ano de 2013, as áreas com valores de NDWI iguais a -0,144 (vermelho menos intenso), são mais visíveis do que nos outros anos, em que localidades com NDWI inferior a -0,291 (vermelho mais intenso), estão em maior evidência. Neste período específico de 2013, a região possivelmente estava sob a condição de uma seca menos severa, do que em 2003 e 2021, que pode ter prejudicado a resposta espectral da água, apontando possíveis locais de solo exposto.

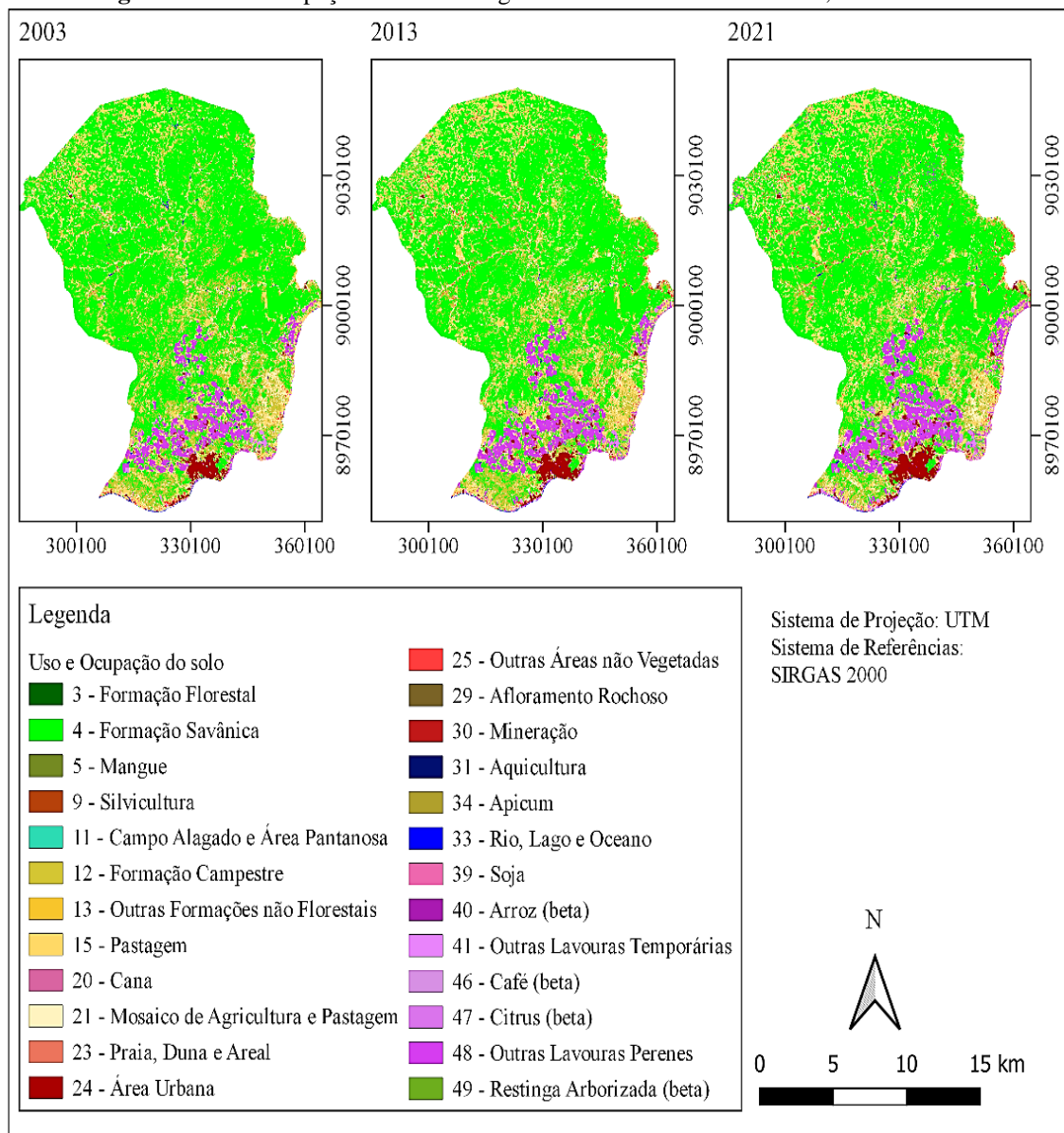
Dessa forma, em geral, o NDWI obtido entre 2003 e 2021, apontou que para o último período de estudo, obteve-se visibilidade de corpos d'água, que podem ser fontes para irrigação da área. Entretanto, as mudanças entre 2003 e 2021 não foram tão significativas do que concerne o aumento de grandes áreas para os valores de NDWI, havendo apenas alterações de valores de NDWI iguais a -0,291 (vermelho mais intenso) para -0,144 (vermelho menos

intenso). Este fato revela um aumento baixo da resposta espectral da umidade da vegetação durante os anos em estudo.

De acordo com Andrade *et al.* (2018), em estudo com aplicação dos índices espectrais NDVI e NDWI nos municípios de Exu e Moreilândia, localizados também no Sertão pernambucano, foram evidentes a predominância de solo exposto e vegetação mais rasteira, compatíveis com os dados obtidos para o município de Petrolina. Na região do sertão, como a vegetação possui característica espacial menos densa, espera-se respostas espectrais que apontam aspectos vegetacionais com baixa intensidade.

No que diz respeito ao uso e ocupação do solo e, as atividades que são ocorrentes no município de Petrolina, a Figura 5 revelou as classes deste uso e ocupação para 2003, 2013 e 2021. Conforme pode ser visualizado, há classes de uso e ocupação de área urbana, localidades destinadas a pastagem, mosaico de agricultura e pastagem, bem como uma série de emprego de culturas específicas.

Figura 5: Uso e ocupação do solo da região de estudo nos anos de 2003, 2013 e 2021.



Fonte: Adaptado pelos autores do MapBiomias, 2022..

Neste sentido, houveram mudanças mais pontuais no uso e ocupação do solo entre 2003 e 2021, no município de Petrolina. A área urbana está localizada na porção sul do município conforme já foi levantado anteriormente, a partir dos dados obtidos na aplicação dos índices espectrais. Para essa classe de uso e ocupação, houve um aumento relativo de área, mostrando que com o passar do tempo, houve aumento de infraestrutura urbana, possivelmente em detrimento ao avanço populacional entre 2003 e 2021.

O mais notável nas imagens das classes de uso e ocupação, consiste nas localidades de Formação Savânica, que representam as maiores áreas da localidade. Este fato está em conformidade com os dados de NDWI e NDVI, que também apontam que nestas mesmas localidades, se tem vegetação com pouca saudabilidade ou evidente solo exposto. Assim, a vegetação de Savana é mostrada por ser mais arbustiva e espessada, sendo bastante possível a presença de solo exposto ou apenas arbustos espessos na área.

No que se refere às atividades de agricultura, é notável uma faixa significativa em tonalidades roxas, que apontam o cultivo de soja, arroz, café, citrus ou outras lavouras perenes ou lavouras temporárias. Com isso, consolida-se as informações de que nestas faixas de áreas, há presença de agricultura, que necessitam de irrigação e, em razão disso, houveram maiores respostas de NDVI e NDWI também. Entre 2003 e 2021, ao longo dos anos de estudo, houve um relativo aumento destes locais de agricultura, envolvendo o cultivo das espécies em questão.

Segundo estudo realizado por Assis *et al.* (2014), no município de Belém de São Francisco, também no sertão de Pernambuco, entre os anos de 1985 e 2010, houve aumento das áreas de vegetação rasteira ou arbustiva, ocupação urbana e maior presença de corpos d'água. É possível perceber que o avanço do tempo para o município de Petrolina, conforme resultados obtidos com a análise de uso e ocupação do solo, bem como a aplicação dos índices espectrais, foi similar a de municípios da mesma região.

Assim, a partir destes dados, foi perceptível que Petrolina sofreu algumas mudanças pontuais espaciais entre 2003 e 2021, que são esperadas. Dessa forma, torna-se evidente que a ocorrência e mudanças de atividades de uso e ocupação do solo, podem modificar o comportamento de parâmetros hídricos e ambientais da área, conforme foi confirmado em todos os índices espectrais estudados, englobando as respostas de área construída, vegetação e água.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos, se averiguou que as alterações sofridas nos índices espectrais de NDVI e NDWI e, as classes de uso e ocupação do solo, entre os anos de 2003, 2013 e 2021, foram pontuais e evidenciaram a presença de áreas com cultivos e irrigação. No que concerne ao NDVI e NDWI, foi evidente um relativo aparecimento de novas áreas com possíveis cultivos, havendo aumento de respostas espectrais para a vegetação e água.

Neste sentido, o estudo de uso e ocupação do solo em Petrolina apontou uma diversidade de cultivos presentes nas localidades com maior resposta espectral, principalmente no ano de 2021, em que também houve relevante aumento de área urbana. As dinâmicas de cobertura do solo durante o período de estudo, corroboram para os resultados obtidos na aplicação dos índices espectrais. Portanto, as análises empregadas foram pertinentes para conhecimento acerca dos recursos naturais da área e o comportamento das mudanças de classes de uso e ocupação do solo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FACEPE pela bolsa de Doutorado (IBPG-1657-3.01/21) da primeira autora, à CAPES pela bolsa de Doutorado do segundo autor, ao Projeto de pesquisa "Coberturas vegetal e hídrica de bacias hidrográficas utilizando imagens orbitais no estado de Pernambuco" (processo nº 433914/2018-1) da quarta autora e à Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) pelo banco de dados hidrológicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, C. B.; OLIVEIRA, L. M. M.; OMENA, J. A. M.; GUSMÃO, A. C. V. L.; RODRIGUES, D. F. B. Avaliação de índices de vegetação e características fisiográficas no Sertão Pernambucano. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.4, n.1. 097-107, 2018.

APAC. Agência Pernambucana de Águas e Climas. **Monitoramento pluviométrico**. Disponível em: <http://old.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>. Acesso em: 03/10/2022.

ASSIS, J. M. O.; CALADO, L. O.; SOUZA, W. M.; SOBRAL, M. C. Mapeamento do uso e ocupação do solo no município de Belém de São Francisco – PE nos anos de 1985 e 2010. **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol. 7, n. 5 (Número Especial – VIWMCRHPE), p.859-870, 2014.

DANTAS, J. S. **Análise do uso e ocupação do solo no médio curso da Bacia do Rio Apodi Mossoró – RN**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 78 p. 2022.

FOLHARINI, S. O., SOUZA, S. O. Mapeamento do uso e ocupação da terra do município de Petrolina (PE) – Médio Vale do Rio São Francisco através do NDVI de imagem Landsat 8 (OLI). **Revista Equador (UFPI)**, Vol. 8, Nº 2, p.489 – 502. 2019.

FRANÇA, A. F.; TAVARES JUNIOR, J. R.; MOREIRA FILHO, J. C. C. Índices de NDVI, NDWI, e NDBI como ferramentas ao mapeamento temático do entorno da Lagoa Olho D'Água, em Jaboatão dos Guararapes. **Anais... IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação**. Recife, p. 001-009. 2012.

GAO, B. C. NDWI A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. **Remote Sensing of Environment**, v.58, n.3, p.257-266, 1996.

GOOGLE EARTH ENGINE. **Editor de códigos**. Disponível em: <https://code.earthengine.google.com/>. Acesso em: 25/09/2022.

MAPBIOMAS. **Coleção MapBiomas**, 2022. Disponível em: https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR. Acesso em: 25/09/2022.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A. **Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation**. NASA/GSFC Type III Final Report, Greenbelt, Canada, May 27; 371. 1974.

SETTI, A. A. Recursos Hídricos. In: Setti, A.A.; Werneck Lima, J. E. F.; Miranda Chaves, A. G.; Castro Pereira, I. C. **Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Agência Nacional de Águas (ANA). Brasília, DF, 2001.

SILVA, D. A. O.; LOPES, P. M. O.; MOURA, G. B. A.; SILVA, E. F. F.; SILVA, J. L. B.; BEZERRA, A. C. Evolução Espaço-Temporal do Risco de Degradação da Cobertura Vegetal de Petrolina-PE. **Rev. bras. meteorol.**, 34, (1). 2019. <https://doi.org/10.1590/0102-7786334018>.

IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS A PARTIR DOS USOS E OCUPAÇÃO DO TERRITÓRIO QUILOMBOLA DO CACAU, MUNICÍPIO DE COLARES/PA.

Rafaela do Nascimento de Souza^(a)

^(a) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade do Estado do Pará, rafaeladonascimentodesouza@gmail.com

Resumo: A presente pesquisa partiu da análise empírica das transformações da paisagem ocorridas na Comunidade Quilombola do Cacau, localizada às margens do rio Tauapará, no município de Colares-PA, tendo como objetivo geral analisar os impactos socioambientais ocasionados a partir dos usos do território nas diferentes paisagens da comunidade. Tais alterações devem-se ao processo histórico-cultural de ocupação do solo, assim como o manejo dos recursos naturais que acabam modificando toda uma estrutura de potencial ecológico e de exploração biológica. Essas transformações são resultadas da ação antrópica sobre o meio ambiente, onde se utilizam dos diferentes ecossistemas de forma desenfreada, não demonstrando um manejo sustentável. Este estudo é de natureza qualitativa, levando em consideração a subjetividade presente na relação dos quilombolas e moradores do Cacau, bem como fontes documentais e bibliográficas.

Palavras-chave: Transformações na paisagem; Comunidade Quilombola.

Abstract: The present research started from the empirical analysis of the landscape transformations that occurred in the Quilombola Community of Cacau, located on the banks of the Tauapará River, in the municipality of Colares-PA, with the general objective of analyzing the socio-environmental impacts caused by land uses in different landscapes of the community. Such changes are due to the historical and cultural process of land occupation, as well as the management of natural resources that end up modifying a whole structure of ecological potential and biological exploitation. These transformations are the result of anthropic action on the environment, where the different ecosystems are used in an unrestrained way, not showing a sustainable management. This study is qualitative in nature, taking into consideration the subjectivity present in the relationship between the quilombola remnants and residents of Cacau, as well as documentary and bibliographic sources.

Keywords: Landscape Transformations; Quilombola Community.

INTRODUÇÃO

Este trabalho se constitui em um estudo sobre os impactos socioambientais nas diferentes paisagens da Comunidade Quilombola do Cacau, em detrimento dos usos e ocupação do solo da mesma. Essa área, conhecida como Comunidade Quilombola do Cacau, tem seu nome originário das várias árvores de cacau encontradas antigamente no lugar. Além dessa particularidade advinda do nome, a Comunidade apresenta uma peculiaridade por comportar três importantes ecossistemas: os manguezais, a terra firme e os campos, dos quais são utilizadas para a sua sobrevivência quanto para a comercialização em pequena escala.

Essa prática é antiga e se perpetua por gerações numa escala de tempo e espaço. Ressaltando, nesse sentido, as transformações na paisagem, como o desmatamento na terra firme para a plantio de roças; a derrubada de árvores no manguezal para a construção de currais, lenha para fabricação do carvão, e ainda, seu aterramento objetivando a abertura de uma estrada ligando o porto da Vila até a terra firme.

Nestes termos, o tema os impactos socioambientais nas diferentes paisagens têm uma grande importância para a ciência geográfica, pois permite avaliar quais fatores oriundos da interação dos grupos sociais e o meio ambiente reconfiguram a paisagem, isto é, enfatizar o envolvimento da sociedade enquanto sujeito, elemento dos processos referentes à problemática ambiental atualmente como o desmatamento, a queimada e o aterramento. Essas ações provocam danos irreversíveis ligados aos fatores bióticos e abióticos das unidades de paisagens analisadas e também implica na permanência dos quilombolas no território tradicional (MENDONÇA, 2001).

Vale enfatizar que os Povos e Comunidades Tradicionais (PCTs) “ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição” (Decreto Federal, nº 6.040/2007, art. 3, § I).

A comunidade estudada localiza-se às margens do Rio Tauapará, afluente do rio Guajará-mirim, na porção nordeste do município de Colares. Este, situado no nordeste paraense, na microrregião do salgado, inserido no intervalo estuarino da zona costeira paraense. (BARBOSA, 2007; PARÁ, IDESP, 2014).

A referida comunidade foi local de um aldeamento indígena chamado de aldeia Tabapará, que a posteriori deu lugar a uma fazenda de nome Tauapará. A partir da implantação da fazenda açucareira, isto é, do engenho canavieiro com mão de obra escravista, por volta do XIX, intensificou-se os usos e ocupação do solo no atual território tradicional do Cacau (ALMEIDA, 2005).

Tendo em vista que o uso intenso e não equilibrado dos recursos naturais na área de estudo se perpetua desde do seu povoamento até os dias atuais, mesmo depois da área ter sido declarada território quilombola, a escolha do recorte espacial foi pertinente para a análise dos impactos socioambientais em suas diferentes paisagens.

Quanto às características físicas da comunidade, esta apresenta distintas unidades de paisagem, dos quais: o manguezal dos tipos *Rhizophora Mangle*, e *Avicennia Schaueriana* Stapft & Leechm; terra firme do tipo Floresta Equatorial Subperenifólia; e, campos do tipo Equatoriais Higrófilos ou Misto.

De acordo com o exposto, o presente estudo procura ser relevante pelo fato de que, a partir da análise e compreensão dos impactos socioambientais nas unidades de paisagem em questão, da área de estudo, visualiza-se as transformações dessa paisagem em função do uso e ocupação do solo decorrente das atividades de subsistência e comercialização.

No trabalho em questão objetiva-se analisar os impactos socioambientais a partir dos usos do território nas unidades de paisagens da comunidade quilombola da Vila do Cacau. E para tal, serão utilizados autores como Mendonça (2001), já que o tema de impactos socioambientais, bem como o homem enquanto agente principal dos processos relativos à problemática ambiental, expressa a atual relação do homem com a natureza, uma vez que a

exploração e a degradação do ambiente, na contemporaneidade, nos remetem às variadas transformações da paisagem.

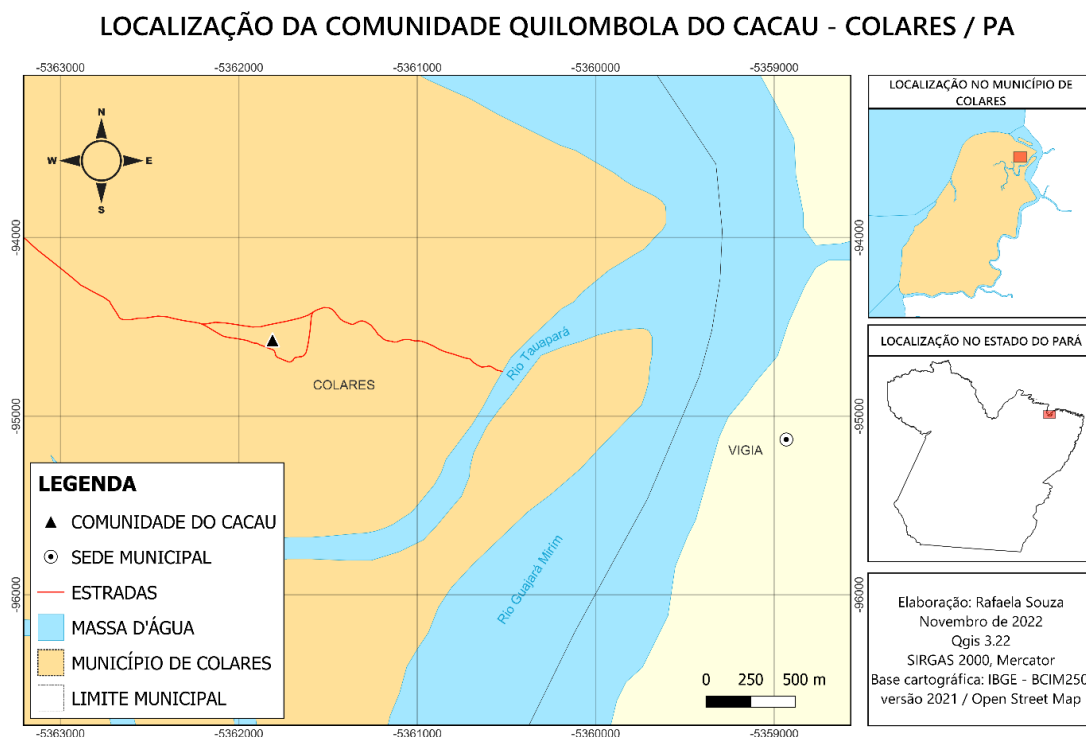
Cabe ainda a discussão com Bertrand (2009) no que se refere à categoria paisagem, visto que esta será também um objeto em cerne no trabalho, já que as modificações antrópicas decorridas nela serão vistas a partir dos níveis de exploração e de degradações ambientais na área de estudo.

Este estudo versa sobre impactos ambientais, mostrando a exploração e a degradação por parte dos usos que são desenvolvidos em cada unidade pelos moradores e quilombolas da comunidade. Por fim, apresentamos as considerações finais, reforçando as transformações da paisagem, focando os usos e os impactos socioambientais da área estudada, conforme a discussão acerca da relação homem – natureza.

MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa tem como objeto de estudo a comunidade quilombola do Cacao, pertencente ao município de Colares, mesorregião do Nordeste e microrregião do salgado paraense (PARÁ, IDESP, 2014). Colares limita-se ao Norte com a Baía de Marajó; ao Sul com o município de Santo Antônio do Tauá; a Leste com o município de Vigia; e a Oeste a Baía do Sol (SILVA et al., 1999). O território da comunidade está situado na porção nordeste do município de Colares, às margens do rio Tauapará, com “o curso de 7,537 km, afluente do rio Guajará-mirim” (SOUSA; SOUZA, 2015, p. 63) (mapa 01).

Figura 1: Localização da comunidade quilombola do Cacao.



Fonte: Elaborado por SOUZA, Rafaela do N. (Nov. 2022), com dados extraídos de IBGE, 2021.

A pesquisa é qualitativa em razão da subjetividade presente na relação dos quilombolas e moradores do Cacau e o meio. “Caracterizam-se por estudos flexíveis, menos estruturados, em que as descobertas de campo levam a desdobramentos que guiam o pesquisador em seus passos” (RAGIN; BECKER, 1992 apud KIRSCHBAUM, 2013, p. 181).

Para essa pesquisa de campo, emprega-se como técnica a observação, “que auxilia na coleta de dados visuais e dados verbais”, sobre os usos do território da Cacau realizado pelos moradores e quilombolas (OLIVEIRA, 2007 apud GUALBERTO, 2009, p. 26).

Durante essa etapa da pesquisa, foi utilizado um caderno de campo para o registro das atividades desenvolvidas pelos moradores da comunidade e um celular para gravar as falas dos sujeitos da pesquisa (quilombolas e moradores). “Esse recurso técnico facilita a coleta de informações não visualizadas que são expressas” (GUALBERTO, 2009, p. 26).

Além do que, o celular exerce a função de câmera fotográfica permitindo a captura de imagens das unidades de paisagem estudadas, ou seja, com essa técnica tem-se dados visuais coletados para análise. Pois, o uso das imagens nesta pesquisa permite registrar os usos do território do Cacau que escapam da técnica de observação. Assim, Flick (2004) expõe que

Elas permitem gravações detalhadas de fatos, além de proporcionar uma apresentação mais abrangente e holística de estilos de vida e condições. Possibilitam o transporte de artefatos e a apresentação destes como retratos, e também a transgressão de limites de tempo e espaço. Podem captar fatos e processos que sejam muito rápidos ou complexos para o olho humano, por último, são menos seletivas do que as observações (FLICK, 2004, p. 162).

Esta pesquisa também se caracteriza como documental em detrimento da necessidade de entendermos a história, cultura e tradição dos quilombolas do município de Colares, em especial do Cacau. Assim, “faz-se necessário revisitar documentos históricos” conservados pelos moradores mais antigos, “que subsidiaram a análise acerca desse legado cultural” (GUALBERTO, 2009, p. 28). E “a característica da pesquisa documental é que a fonte de coleta de dados está restrita a documentos, escritos ou não” (MARCONI; LAKATOS, 2011, p. 49).

E ainda, a pesquisa caracteriza-se como bibliográfica em decorrência da contribuição dos escritos, seja livros, revistas, artigos, teses, dissertações e relatórios de campo sobre os assuntos que envolvem as comunidades quilombolas, usos do território, impactos socioambientais e unidades de paisagem. Pois, segundo Marconi e Lakatos (2011, p. 57),

A pesquisa bibliográfica, ou de fontes secundárias, abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc., até meios de comunicação orais: rádio, gravações em fita magnética e audiovisuais: filmes e televisão.

Durante a pesquisa, a técnica de coleta de dados utilizada foram as entrevistas semi-estruturadas, que partem de um “roteiro com perguntas principais complementadas por outras questões inerentes às circunstâncias momentâneas à entrevista” (MANZINI, 1990/1991 p. 154). Ou seja, são perguntas abertas que estimulam respostas espontâneas, não condicionadas a uma padronização.

As entrevistas semi-estruturadas compõem um tipo de técnica que ajudou na aproximação com os sujeitos da pesquisa, além de obtermos dados importantes e significativos não encontrados em fontes documentais. Para Lakatos e Marconi (2003, p. 195):

A entrevista é um encontro entre duas pessoas a fim de que um delas obtenha informações a respeito de determinado assunto, mediante uma conversação de natureza profissional. É um procedimento utilizado na investigação social, para coleta de dados ou para ajudar no diagnóstico ou no tratamento de um problema social (LAKATOS; MARCONI, 2003, p. 195).

Desta forma, Lakatos e Marconi (2003) ressaltam que a entrevista é considerada um diálogo efetuado face a face, que tem como objetivo principal a obtenção de informações necessárias sobre o problema ou o assunto.

No decorrer de nossa pesquisa, fizemos um roteiro com perguntas básicas que atingissem o objetivo pretendido, para que, além da coleta de informações, pudéssemos também interagir com o informante. Essas entrevistas foram realizadas com alguns moradores e quilombolas da comunidade do Cacau, localidade do município de Colares - PA.

Através das entrevistas foi possível conhecer os valores e os significados que fazem parte do meio social dos moradores e dos quilombolas que residem na comunidade. Além, de mostrar a realidade vivida desses comunitários e principalmente, a percepção de cada um sobre as transformações na paisagem do Cacau.

Durante as entrevistas foi levado um celular para que as falas verbalizadas fossem gravadas e depois armazenadas no computador, para serem posteriormente descritas e analisadas. Pois compreender as falas, ajudaria a reescrevê-las para a sistematização de citações.

Para esta pesquisa também foi utilizado para coleta de dados a história de vida, considerada como “uma das modalidades de estudo em abordagem qualitativa” (SPINDOLA; SANTOS, 2003, p. 121). Assim como, uma técnica de pesquisa social e de pesquisa de campo que permite mostrar o momento histórico vivido pelo sujeito.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desde o século XIX, a Comunidade Quilombola do Cacau vem passando por mudanças, essas transformações são apreciadas na paisagem numa escala de tempo e espaço. Essa paisagem ganha relevância principalmente pelo aspecto histórico, onde a comunidade foi lugar de refúgio de muitos escravos que foram trazidos ao Brasil, como mão-de-obra do grande Barão de Guajará. Vale ressaltar que, até hoje há resquícios dessa história na paisagem da comunidade, onde são percebidas por meio dos relatos de alguns moradores e também das formas materiais construídas no passado e que hoje são elementos que fazem parte desse conjunto, da paisagem do Cacau.

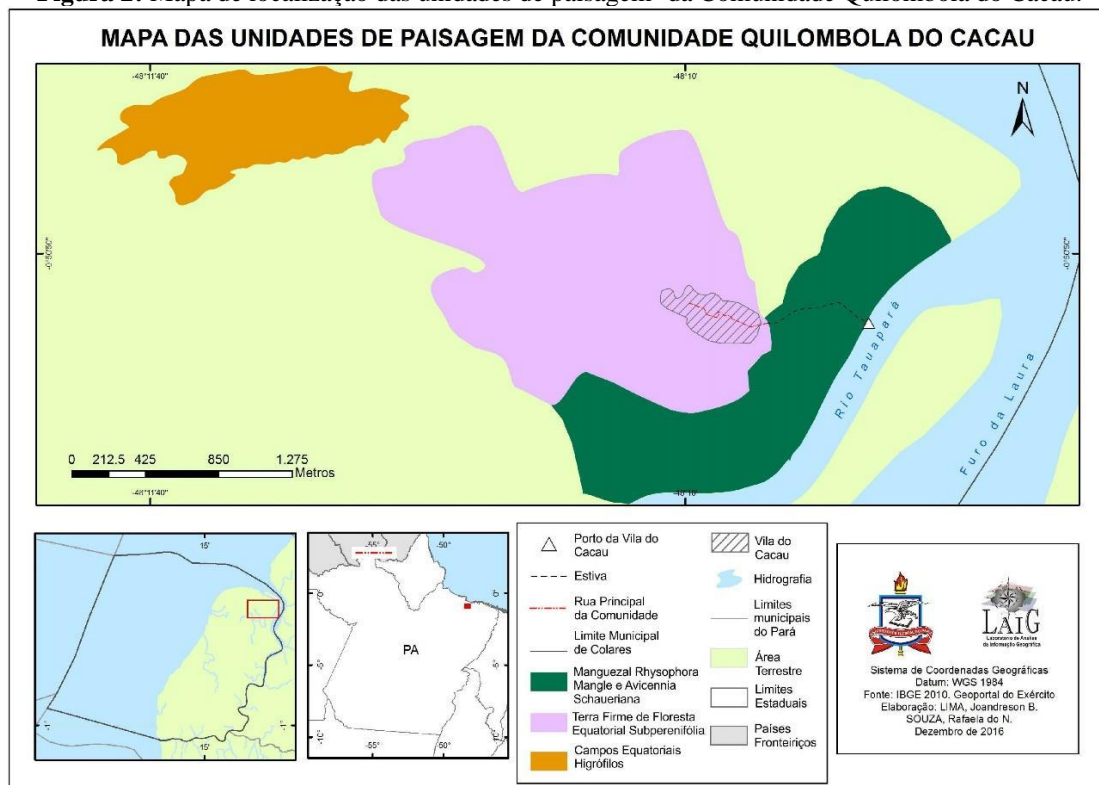
Além disso, a comunidade expressa sua historicidade através da cultura intermediada pela própria paisagem. O carimbó, a roça, a religiosidade são particularidades desse povo, e cada uma dessas características conforma uma representação de identidade, ligadas à própria ocupação e o uso do território.

A comunidade quilombola do cacau, como comunidade tradicional, acompanha padrões oferecidos pela natureza, principalmente nas atividades que desenvolvem de base de subsistência. De tal modo, que a paisagem para eles é tida como entidade espacial e visual. Assim como, a relação com ecossistema envolvente é de dependência, devido a disponibilidade dos recursos naturais e a natureza.

Desta forma, enquanto território quilombola a comunidade ocupa a região há muito tempo como área de uso comunitário. Os moradores apresentam uma relação entre propriedade, trabalho e família, pautando-se, sobretudo, na agricultura familiar e no extrativismo animal e vegetal.

Essas atividades são desenvolvidas em três ecossistemas da comunidade: a terra firme, o manguezal e os campos como podemos visualizar na figura 2. Os três pertencem a uma unidade de paisagem inferior considerada como um geossistema. É nele onde encontramos os elementos contidos na paisagem e os fenômenos naturais e antrópicos.

Figura 2: Mapa de localização das unidades de paisagem¹ da Comunidade Quilombola do Cacau.



Fonte: Elaborado por LIMA, Joandreson B.; SOUZA, Rafaela do N. (Dez. 2016), com dados extraídos de IBGE, 2010. Geoportal do Exército.

Os recursos retirados desses ecossistemas são, em sua maioria, de base de subsistência, os quais são extraídos como necessidade do sistema produtivo da comunidade. Esse sistema se materializa na paisagem por meio dos processos que se estruturam no meio natural da Vila do Cacau. Deste modo, alguns impactos ambientais são observados na paisagem da comunidade, todos relacionados aos usos dos moradores referentes a cada ecossistema. Assim, o ambiente é alterado devido às variadas formas de uso. Esses usos modificam as estruturas físicas e químicas dos solos, danificando também a cobertura vegetal e os componentes bióticos e abióticos dos ecossistemas.

Na terra firme os impactos estão ligados ao desmatamento e a queimada (vide Figura 3 e 4), estas ações são realizadas pelos próprios moradores, devido aos usos que fazem desse

¹ As áreas das unidades representadas no mapa não correspondem à sua totalidade real.

ecossistema, tais como: a produção da agricultura, principalmente da roça, a fabricação do carvão e construção de casas.

Figura 3: Imagem do Desmatamento de espécies nativas.



Fonte: Acervo pessoal da autora, 2021.

Figura 4: Imagem da área de terra firme queimada para a retirada de madeira para o carvão e para o plantio de roça.



Fonte: Acervo pessoal da autora, 2021.

Vale ressaltar que o uso do fogo², em propriedades, só é legal quando o cidadão procura antes o órgão ambiental local, a exemplo a unidade do IBAMA³ mais próxima, antes de atear fogo em seu imóvel.

Essa técnica é utilizada pelos moradores para atender suas necessidades, e também por ser considerada comum na comunidade. Os quilombolas não veem como uma ação de degradação ao meio ambiente e sim como uma prática eficiente com finalidades, como “o aumento da disponibilidade de nutrientes no solo e, conseqüentemente, da sua capacidade produtiva; redução da incidência de pragas, de doenças [...]” (MESQUITA, 2010, p. 6).

Os usos dos recursos da terra firme são usados indiscriminadamente, uma vez que não existem critérios para a seleção de espécies vegetais a serem derrubadas e queimadas para produção do carvão e da plantação de roça.

Recentemente, a comunidade desmatou uma área para a retirada de areia para a abertura de uma estrada, essa estrada dá acesso à Vila e a outras áreas ao entorno da comunidade. Haja vista que, a estrada está inserida entre a terra firme e o ecossistema de manguezal, sendo que essa iniciativa foi por parte dos moradores e quilombolas do Cacau, pois os mesmos ajudaram a desmatar essa área e também a espalhar a terra para o abrimento da estrada. Entretanto, para que o projeto da estrada fosse executado era necessário um alvará dos órgãos responsáveis que deliberasse, porém a Secretária Municipal do Meio Ambiente (SEMA) não permitiu, devido a

² O uso do fogo é disciplinado pela Portaria/IBAMA/ n. 231/88, de 08/08/1988, que regulamenta o Código Florestal Brasileiro.

³ Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais.

área apresentar pequenos cursos de rios e, principalmente, pela existência do ecossistema de manguezal.

Os moradores alegam que essa estrada trará à comunidade um progresso, além de facilitar a circulação por parte dos residentes e também dos visitantes, trará desenvolvimento econômico. Além disso, o manguezal sofre com esse projeto devido ao desmatamento de grande parte desse ecossistema. Assim, SEMADS (2001) destaca que: “o corte da vegetação de mangue, além de destruir a flora, expõe o sedimento ao sol provocando ressecamento e a salinização do substrato resultando na morte de caranguejos e mariscos, como também afetando a produtividade e a pesca de caranguejos, camarões e peixes” (SEMADS, 2001, p. 20)

Logo, os moradores serão afetados devido à atividade que desenvolvem no ecossistema tanto de base de subsistência como de prática econômica. Do mesmo modo que o desmatamento, o manguezal é aterrado para a abertura da estrada e essa ação provoca danos irreversíveis ligados aos fatores bióticos e abióticos do ecossistema. Novamente, SEMADS (2001) pontua sobre esse dispêndio:

morte da maioria dos animais (crustáceos, moluscos e poliquetas) que vivem no sedimento, através de alterações de sua estrutura. Dependendo da espessura da camada de aterro nenhum animal consegue sobreviver; - alteração do padrão de circulação das águas nos manguezais que podem em última instância provocar a sua perda; - aceleração da sedimentação, a qual interferirá na reciclagem dos nutrientes e na troca de gases, devido ao entupimento das lenticelas dos rizóforos e pneumatóforos, podendo causar a mortalidade no bosque (CARMO, 1995 apud SEMADS, 2001, p. 24).

Acredita-se que os moradores não apresentam uma consciência sustentável, sobre esses recursos encontrados em cada ecossistema da comunidade. Essa atitude estaria ligada a não valorização dessas áreas devido ao não conhecimento sobre essas determinadas ações.

Nas áreas de campos da comunidade há presença de erosões com solos empobrecidos, em algumas áreas, devido aos usos que realizam no ecossistema.

Além disso, há áreas com vegetação secundária, impulsionadas pelas plantações de palmito e também de criações de bois. Ambas vindas de um período histórico da comunidade.

Assim como no ecossistema de terra firme e de manguezal, os campos apresentam fatores químicos e biológicos importantes para a estabilidade do mesmo. É importante que os moradores partam de uma consciência de valorização dos recursos de cada um, para que esses recursos e os usos sejam perpetuados por suas gerações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a elaboração deste trabalho foi construído uma síntese de discussão sobre cada capítulo, na tentativa de compreender a pesquisa como um todo.

Nesta pesquisa foram utilizados conceitos necessários ao desenvolvimento teórico da pesquisa, iniciando com uma discussão da paisagem e suas unidades, tendo em vista que é sobre ela que as transformações são apreciadas, contidas principalmente em suas formas e nos conteúdos simbólicos do espaço geográfico.

Nessa perspectiva, a paisagem foi apreendida enquanto elemento que materializa a relação homem-natureza. E a sua utilização corroborou o fato de que a transformação, que vem

ocorrendo na paisagem da comunidade quilombola do Cacau, é ocasionada através dos usos que os moradores e quilombolas fazem de cada unidade.

Desta forma, a comunidade é marcada pela ocupação do território, e o uso dos recursos naturais extraídos da floresta nativa, onde plantavam e realizavam coletas de produtos da mata, como os frutos, as madeiras, a criação de animais e a caça. Além disso, utilizam-se do território para a manifestação de sua cultura como a Festividade de Nossa Senhora do Rosário onde oferecem donativos em agradecimento à santa. E a dança, como forma de demonstrar sua resistência étnica e também de expressar sua identidade.

Entretanto, a comunidade passa por falta de incentivos voltados principalmente à valorização dessa cultura. Assim como, a ausência de políticas públicas voltadas para as comunidades tradicionais, destacando diretrizes que asseguram os direitos legais aos quilombolas, em especial do Cacau.

Vale ressaltar que, a forma de uso dos recursos naturais está relacionada ao modo como exploram, ocupam o ambiente, assim como o impacto que exerce sobre o mesmo. Diante disso, foi possível notar a falta de manejo sustentável dos recursos naturais presentes nas três unidades de paisagem abordadas, isso se dá em decorrência da falta de orientação das entidades responsáveis, junto aos quilombolas, acerca dos usos do território tradicional, visto que, os povos tradicionais necessitam do meio ambiente para a sobrevivência.

Portanto, para haver uma relação equilibrada entre homem e natureza na comunidade quilombola do Cacau é necessária a aplicabilidade de inúmeras políticas públicas pautadas na conservação da natureza e da identidade étnico-cultural dessa comunidade, assim amenizando os impactos socioambientais e contribuindo para a sobrevivência dos quilombolas no território municipal de Colares-PA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, W. **Tauapará**. Vigia de Nazaré: Autor, 2005.

BARBOSA, Estêvão José da Silva. **Unidades de Relevância em Zona Costeira Estuarina: Município de Colares e Santo Antônio do Tauá (PA)**. Dissertação (Mestrado em Geografia) apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Geografia- PPGEQ- – Universidade Federal do Pará. Belém, 2007.

BERTRAND, C. G. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Org.: Messias Modesto dos Passos. Maringá: Massoni, 2009.

BRASIL. Decreto nº 6.040 de 07 de Fevereiro de 2007. **Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais**. Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/topicos/10840334/artigo-3-do-decreto-n-6040-de-07-de-fevereiro-de-2007>. Acesso em 20 de set. de 2016.

FLICK, Uwe. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. Trad. Sandra Netz. – 2. Ed.– Porto Alegre: Bookman, 2004.

GUALBERTO, Antônio Jorge Pantoja. **Embarcações, Educação e Saberes Culturais em um Estaleiro Naval da Amazônia**. Dissertação (mestrado em educação) apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação – da Universidade Federal do Pará. Belém, 2009.

INSTITUTO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO-SOCIAL DO PARÁ. Colares: **Estatística Municipal**. Colares: IDESP, 2014.

KIRSCHBAUM, Charles. **Decisões entre pesquisas quali e quanti sob a perspectiva de mecanismos causais**. Revista Brasileira de Ciências Sociais - Vol. 28, N° 82, jun/2013.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. Ed. – São Paulo: Atlas/2003.

MANZINI, E. J. **A entrevista na pesquisa social**. Didática, São Paulo, v. 26/27, p. 149-158, 1990/1991.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragem e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. 7 ed. – 5. reumpr. – São Paulo: Atlas, 2011.

MENDONÇA, Francisco. **Geografia e Socioambiental**. Revista Terra Livre, São Paulo, n. 16, p. 139-158, 1° semestre/2001.

MESQUITA, A.G.G. **Impactos das queimadas sobre o ambiente e a biodiversidade acreana**. Caminhos da Natureza, Universidade Federal do Acre, 14 págs., 15/Mar/2010.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – SEMADS. **Manguezais: educar para proteger**. Rio de Janeiro: FEMAR: SEMADS, p. 96, 2001.

SOUSA, L. dos S.; SOUZA, R. do N. de. **Sistema de abastecimento de água na comunidade quilombola Terra Amarela em Colares-PA: necessidades e desafios**. Boletim Amazônico de Geografia (ISSN: 2358-7040 - on line), Belém, v. 02, n. 04, p. 61-73. jul./dez. 2015.

SPINDOLA, Thelma; SANTOS, Rosângela da Silva. **Trabalhando com a história de vida: percalços de uma pesquisa (dora?)**. Revista Escola de Enfermagem USP – 2003; 37 (2): 119 – 2C.



ÍNDICES ESPECTRAIS DE ÁGUA NA VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DO RESERVATÓRIO DE SOBRADINHO

Rebecca Borja Gonçalves Gomes de Menezes^(a), Débora Rodrigues Soares^(b), Sylvana Melo dos Santos^(c), Anderson Luiz Ribeiro de Paiva^(d), Leidjane Maria Maciel de Oliveira^(e)

^(a) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, rebecca.borja@ufpe.br

^(b) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, debora.rsoares@ufpe.br

^(c) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, sylvana.santos@ufpe.br

^(d) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, anderson.paiva@ufpe.br

^(e) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, leidjane.oliveira@ufpe.br

Resumo: As técnicas de Sensoriamento Remoto se mostram como uma alternativa para monitoramento e análise espaço-temporal dos mais diversos recursos naturais. Neste estudo, os parâmetros biofísicos processados foram o Índice de Água por Diferença Normalizada (NDWI) e o Índice de Água por Diferença Normalizada Modificado (MNDWI) que foram desenvolvidos para realçar e delinear corpos d'água em imagens de satélite. O presente trabalho tem como objetivo determinar e comparar as mudanças dos índices NDWI e MNDWI, nos anos de 2017 e 2020, analisando a distribuição espaço-temporal do espelho d'água do reservatório de Sobradinho, localizado na bacia hidrográfica do rio São Francisco. A comparação dos dois métodos aplicados a mesma região mostra que ambos apresentam resultados satisfatórios, porém a aplicação do MNDWI proporciona resultados melhores sendo mais fiel a representação da superfície hídrica mapeada.

Palavras-chave: NDWI; MNDWI; Sensoriamento Remoto; Landsat8.

Abstract: The Remote Sensing techniques are shown as an alternative for monitoring and spatio-temporal analysis of the most diverse natural resources. In this study, the biophysical parameters processed were the Normalized Difference Water Index (NDWI) and the Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI) that were developed to highlight and delineate water bodies in satellite images. The present work aims to determine and compare the changes of the NDWI and MNDWI indices, in the years 2017 and 2020, analyzing the spatial-temporal distribution of the water mirror of the Sobradinho reservoir, located in the São Francisco river basin. The comparison of the two methods applied to the same region shows that both present satisfactory results, but the application of MNDWI provides better results being more faithful to the representation of the mapped water surface.

Keywords: NDWI; MNDWI; Remote Sensing; Landsat8.

INTRODUÇÃO

Um recurso básico para a economia do mundo todo é a água. Considerada como insumo fundamental para agricultura, como também para sobrevivência humana e animal. Entretanto, a sua distribuição não se dá de maneira uniforme, tanto espacial quanto ao longo do tempo. Em lugares como no Nordeste do Brasil, a evaporação é elevada e conseqüentemente ocorre o

rápido esvaziamento dos açudes e possibilitando um aumento da salinização, conforme destacado por Melo (2011).

Para Schmidt, Lima e Jesus (2018), monitorar variações na disponibilidade de água no solo é de suma relevância, pois estas alterações estão intrinsecamente ligadas ao comportamento do ciclo hidrológico. Também para os mesmos autores, conhecer o comportamento do regime hídrico e analisar perdas ou acúmulos de água de uma superfície natural é de relevante importância para os campos de conhecimentos científicos, socioeconômicos e culturais.

O crescente aumento na população mundial tornou-se motivo para a construção de reservatórios. Estes surgem como uma alternativa para atender ao aumento substancial na demanda por água, principalmente no Nordeste brasileiro, de acordo com Barbosa (2012). Levando em consideração esse fato, o reservatório de Sobradinho, que tem aproximadamente 320 km de extensão, é um dos maiores lagos artificiais do mundo. Além da função de geração de energia elétrica, é a principal fonte de regularização dos recursos hídricos da região, sendo usado tanto para controle de cheias quanto em períodos de estiagem, permitindo a operação de todas as usinas da CHESF situadas ao longo da cascata do rio São Francisco (CHESF, 2020).

É cada vez mais recorrente monitorar o comportamento hídrico associado a variação da cobertura vegetal com o uso de técnicas de Sensoriamento Remoto (SR) ao redor do mundo, de acordo com Farias *et al.* (2017). Várias aplicações têm sido feitas para o Sertão nordestino, que é caracterizado por longos períodos de estiagem, provocando um cenário de estresse hídrico e, conseqüentemente vegetal, na região, segundo Gordon *et al.* (2005).

Conforme mencionado por Araújo *et al.* (2015), fazer uso de ferramentas do Sistema de Informações Geográficas (SIGs) e SR é uma forma de facilitar a obtenção de dados com mais eficiência e economia para realização de estudos mais completos em grandes áreas.

Dentre os índices espectrais processados com a utilização de imagens orbitais, destacam-se o Índice de Água por Diferença Normalizada (NDWI), concebido por McFeeters (1996), que analisa a variabilidade espacial do ambiente hídrico na paisagem terrestre e, o Índice de Água por Diferença Normalizada Modificado (MNDWI), proposto por Xu (2006), que geoespacializa com mais detalhes as bordas de corpos hídricos, delimitando as áreas em intervalos temporais. Nesse contexto, Barros *et al.* (2020) estudaram o reservatório do Poço da Cruz, localizado no estado de Pernambuco, usando dados orbitais e softwares específicos, a exemplo do satélite Landsat-8 e o software de livre acesso QGIS, onde foram processados índices espectrais que configuram o mosaico terrestre georreferenciado e delimitam em especial os corpos hídricos.

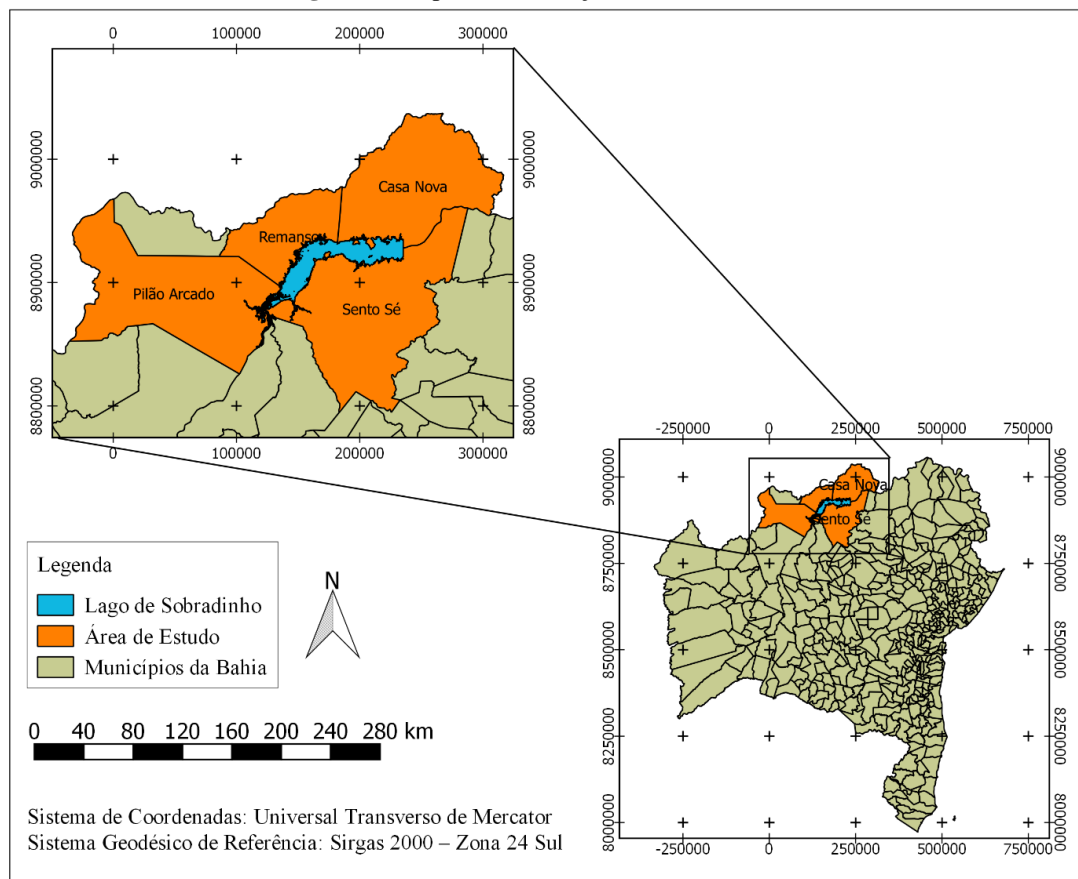
O objetivo deste estudo é determinar e comparar as mudanças dos índices NDWI e MNDWI ocorridas nos anos 2017 (seco) e 2020 (chuvoso), no reservatório de Sobradinho, detectando a variação da lâmina d'água do corpo hídrico, pertencente a bacia hidrográfica do rio São Francisco, localizado no estado da Bahia.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo compreende o lago de Sobradinho (Figura 1) que está situado na região do Submédio do rio São Francisco, a cerca de 40 km da cidade de Petrolina, Pernambuco. A represa em sua cota máxima (máxima operativa normal) de 392,50 m, forma um lago de

aproximadamente 4.214,31 km², com 280 km de comprimento e largura que varia aproximadamente entre 5 e 50 km. Tem capacidade de armazenar 34 bilhões de m³ de água. Segundo Correia (2003), a cota mínima de operação é de 380,50 m. O clima na região apresenta uma variabilidade associada à transição do úmido para o árido, com temperatura média anual variando de 18 a 27 °C, baixo índice de nebulosidade e grande incidência de radiação solar (CBHSF, 2020).

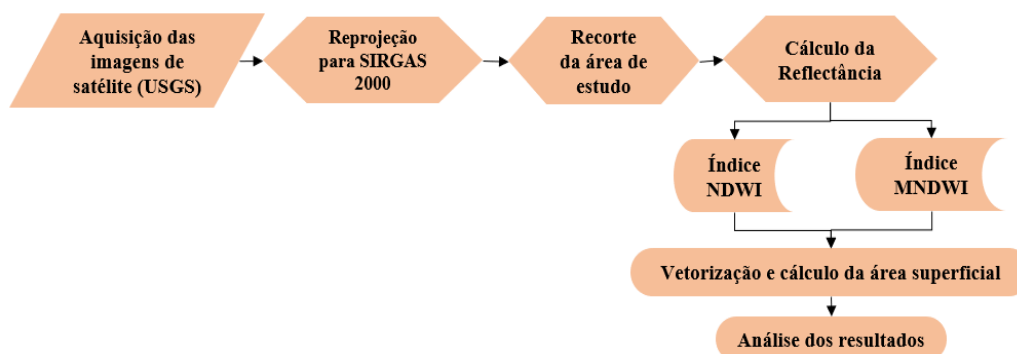
Figura 1: Mapa de localização da área de estudo



Fonte: Autores, 2021.

O fluxograma presente na Figura 2, descreve as etapas da metodologia utilizada, considerando fatores como ampla cobertura e ausência de nuvens para a aquisição das imagens e, o recorte da cena realizado de acordo com a área de interesse para o processamento.

Figura 2: Fluxograma das etapas metodológicas.



Fonte: Autores, 2022.

Para aquisição da reflectância e dos parâmetros biofísicos NDWI e MNDWI utilizou-se a ferramenta “Calculadora Raster” do software gratuito de livre acesso QGIS versão 2.18.22 – Las Palmas. Para o processamento das imagens, foi necessário uso das reflectâncias planetárias no topo da atmosfera das bandas B3 e B5 do sensor OLI e se deu em conformidade com Silva *et al.* (2016), sendo obtida através da Equação 1:

$$\rho_{\lambda i} = \frac{(A_{pi} + M_{pi} * ND_i)}{\cos \cos Z * d_r} \quad (1)$$

em que: $\rho_{\lambda i}$ é a reflectância planetária no topo da atmosfera de cada banda i ; A_{pi} é o fator aditivo de redimensionamento de cada banda; M_{pi} é o fator multiplicativo de redimensionamento de cada banda; ND_i é o número digital correspondente a intensidade do pixel de cada banda; $\cos \cos Z$ é o ângulo zenital solar obtido com base no ângulo de elevação do sol; d_r é a distância Terra – Sol.

O cosseno do ângulo de incidência da radiação solar é obtido a partir do Ângulo de Elevação do Sol (E), sendo em radianos e definido pela Equação 2. O d_r (obtido conforme a distância Terra-Sol – dTS, em unidade astronômica) é calculado utilizando a Equação 3.

$$\cos \cos Z = \cos \cos \left(\frac{\pi}{2} - E \right) \quad (2)$$

$$d_r = \left(\frac{1}{d_{TS}} \right)^2 \quad (3)$$

O Índice de Água por Diferença Normalizada (NDWI), proposto por McFeeters (1996) tem como finalidade detectar águas superficiais em ambientes de zonas úmidas e permitir a medição da extensão da água superficial, calculado conforme:

$$NDWI = \frac{\rho_{verde} - \rho_{Ivp}}{\rho_{verde} + \rho_{Ivp}} \quad (4)$$

em que: ρ_{verde} é a reflectância da banda do verde (banda 3 do OLI) e ρ_{Ivp} é a reflectância da banda do infravermelho próximo (banda 5 do OLI).

Objetivando melhores resultados em regiões que possuem áreas construídas, Xu (2006) propôs uma modificação na equação do método do NDWI, criando o Índice de Água por Diferença Normalizada Modificado (MNDWI) que substitui a banda do infravermelho próximo para a do infravermelho médio, visto que no NDWI as construções muitas vezes se misturam com os corpos d’água. Para o cálculo, foram utilizadas as bandas do verde (ρ_{verde}) e do infravermelho médio (ρ_{Ivm}) que corresponde a banda 6 em vez de uma banda do infravermelho próximo como acontece no NDWI. O processamento se deu pela Equação 5.

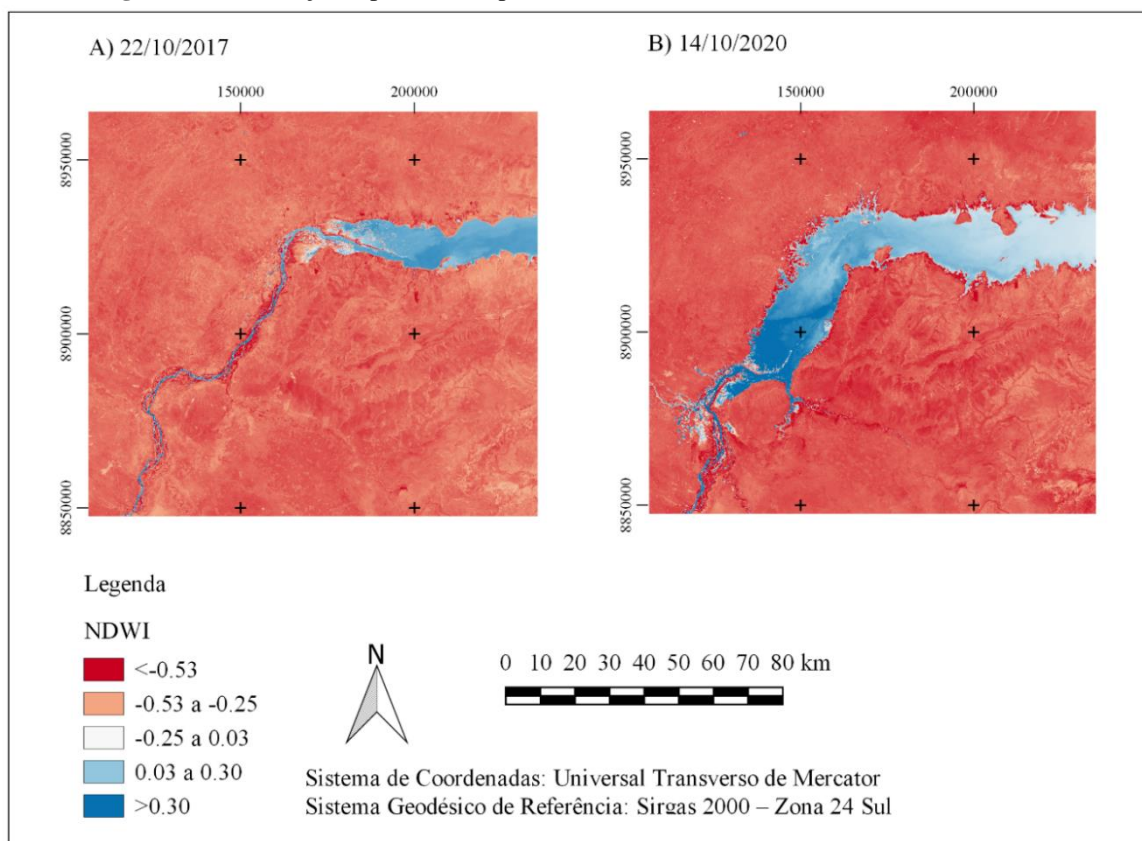
$$MNDWI = \frac{\rho_{verde} - \rho_{Ivm}}{\rho_{verde} + \rho_{Ivm}} \quad (5)$$

Após a obtenção das imagens dos índices espectrais, o raster foi transformado em vetor para o cálculo das áreas identificadas nas duas épocas e a variação entre elas. O procedimento para o cálculo da área superficial do corpo hídrico, consistiu em obter a representação da água com os pixels dos índices maiores que zero, restando assim apenas o que corresponde ao corpo hídrico. Em seguida, o raster foi convertido para vetor e, a feição principal do rio foi selecionada para se obter a lâmina de água superficial, desta forma, através da tabela de atributos com a ferramenta “caixa de diálogo da expressão de área”, foi obtido o somatório de todos os pixels que totalizam a área do espelho de água do reservatório.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 detalhou a carta georreferenciada da distribuição espacial e temporal do índice NDWI nas datas 22/10/2017 e 14/10/2020.

Figura 3: Distribuição espacial e temporal do índice NDWI em 22/10/2017 e 14/10/2020.



Fonte: Autores, 2021.

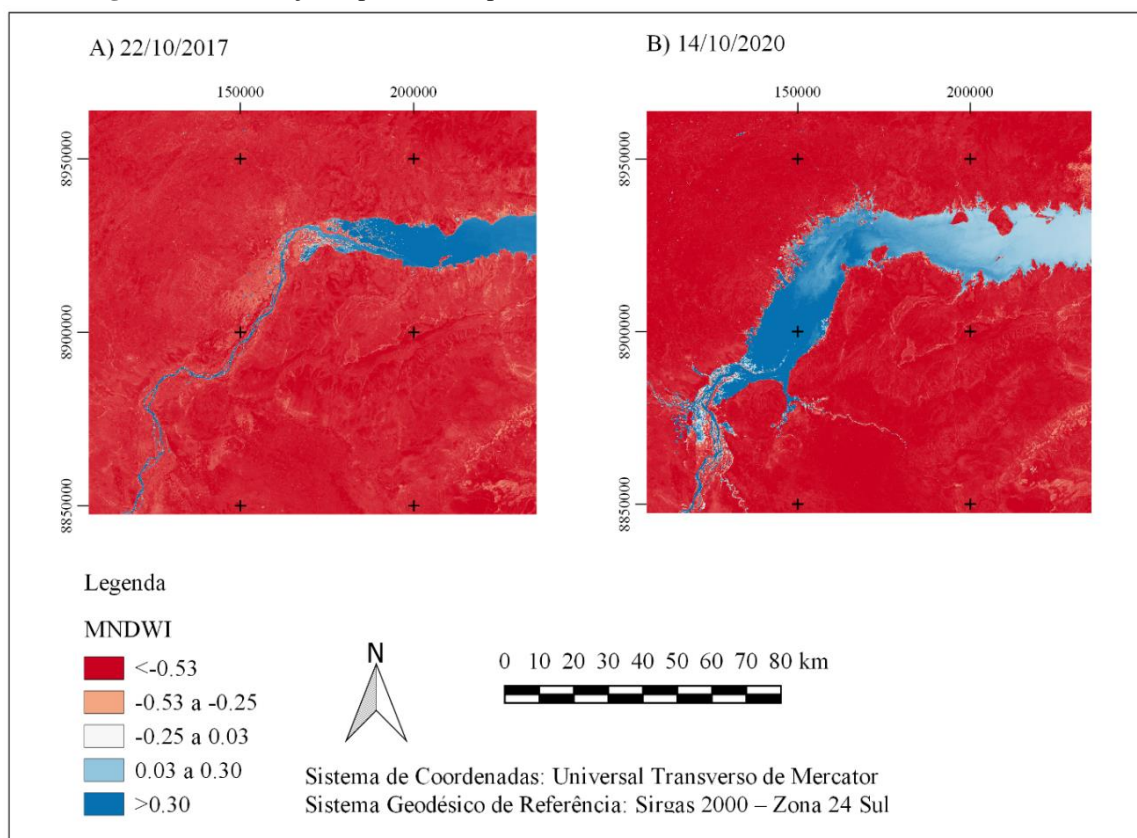
A presença prioritária de números negativos nos valores médios indica que há maior predominância de regiões que correspondem a um baixo valor de umidade na área de estudo, representado prioritariamente pelos tons avermelhados na Figura 3. Nos estudos de Malinconico *et al.* (2021) também se destacaram valores prioritariamente negativos na análise do NDWI proposto por McFeeters (1996), o que corresponde com os resultados desta pesquisa.

Os mapas temáticos para o índice espectral NDWI demonstraram que a área de estudo compreende a presença de regiões secas e corpos hídricos, onde também foi evidenciado por

Brenner e Guasselli (2015), quando identificaram que os maiores valores de NDWI (>0) corresponderam aos corpos hídricos, ressaltando a presença de fluxo e massa d'água.

Para o índice MNDWI, na Figura 4 apresentou-se a carta georreferenciada da distribuição espacial e temporal nas datas 22/10/2017 e 14/10/2020.

Figura 4: Distribuição espacial e temporal do índice MNDWI em 22/10/2017 e 14/10/2020.



Fonte: Autores., 2021.

Nas imagens do MNDWI (Figura 4), observou-se a predominância das cores azul e vermelho com maior intensidade em relação ao NDWI (Figura 3), indicando a melhor identificação das feições. A Tabela 1 expõe os valores estatísticos para comparação entre o NDWI e o MNDWI. Notou-se que o índice modificado por Xu (2006), consegue atingir valores máximos maiores que a versão de McFeeters (1996) para os corpos hídricos. Gil, Padovani e Coelho (2019) constataram que o valores de pixels correspondentes à água atingiram limites mais altos para o MNDWI, comprovando esse estudo, pois os resultados mostraram que o MNDWI produz uma melhor distinção entre as feições água e não água.

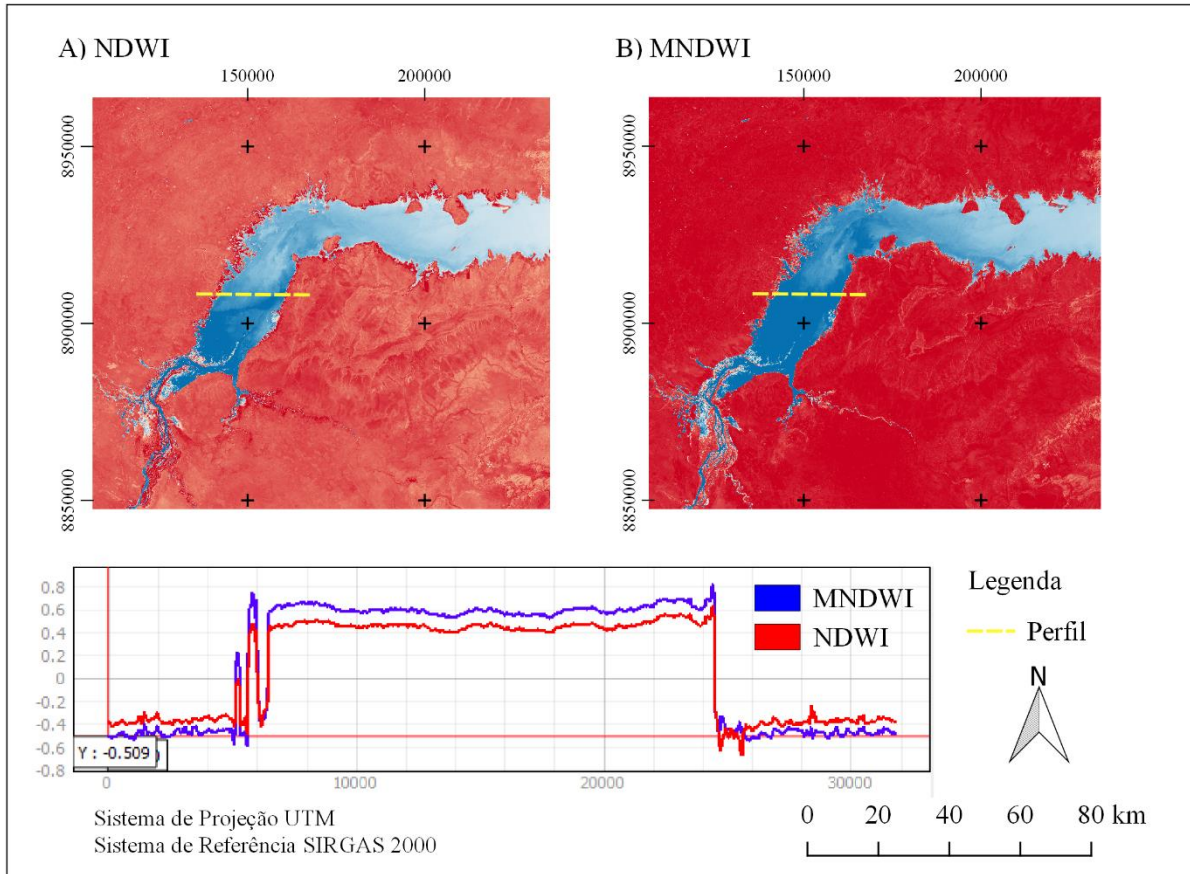
Tabela 1: dados estatísticos dos parâmetros NDWI e MNDWI dos anos 2017 e 2020.

Imagem	Índices	Máximo	Média	Mínimo	Desvio Padrão
22/10/2017	NDWI	0,733	-0,306	-0,747	0,157
	MNDWI	0,883	-0,412	-0,677	0,219
14/10/2020	NDWI	0,827	-0,279	-0,701	0,253
	MNDWI	0,939	-0,358	-0,667	0,341

Fonte: Autores., 2021.

A Figura 5 detalhou o perfil longitudinal do NDWI e MNDWI para a imagem de 14/10/2020, de modo a destacar a variabilidade no valor do índice na região de estudo e no corpo hídrico identificado.

Figura 5: Perfil Longitudinal georreferenciado do NDWI e MNDWI em 14/10/2020.

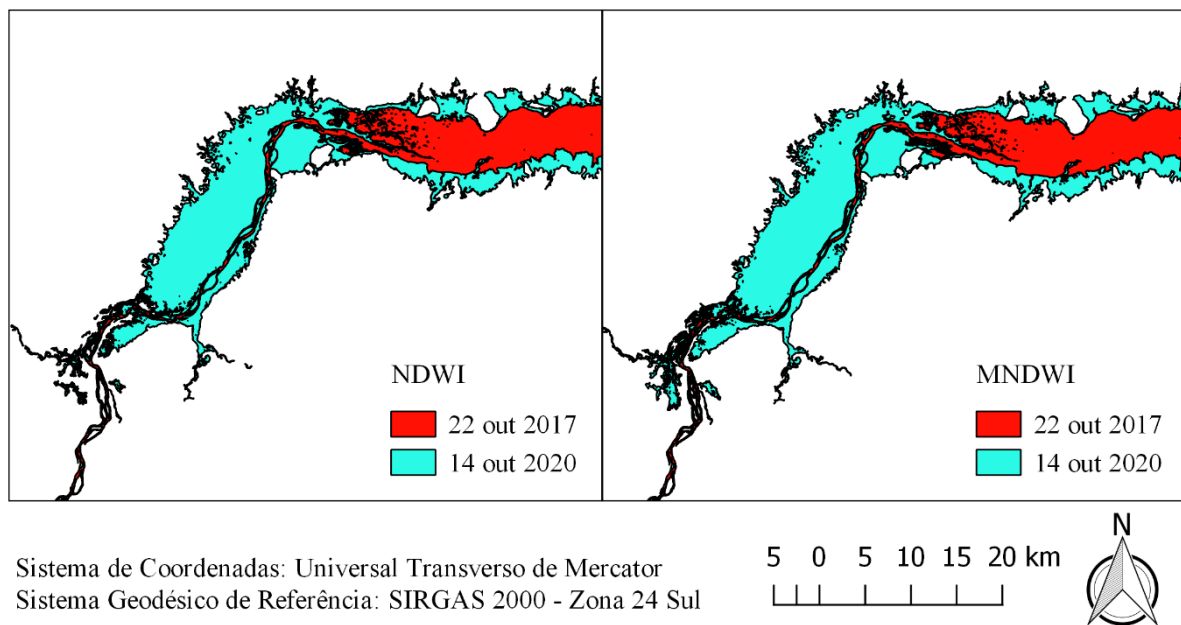


Fonte: Autores, 2021.

Observou-se o destaque maior dos valores dos pixels do MNDWI em relação ao NDWI. O índice MNDWI apresentou valores mais positivos nas regiões onde há presença de corpos hídricos, e mais negativos nas regiões onde não foi detectada a presença de água, compatível com os resultados obtidos por Xu (2006). Nascimento *et al.* (2019), estudando o perfil longitudinal do rio Pajeú, constataram valores de máximo do MNDWI mais positivo em relação ao NDWI e, valor de mínimo mais negativo, isto deve-se ao fato do MNDWI se destacar pela resposta espectral dos alvos na banda do infravermelho médio.

Os resultados de NDWI e MNDWI gerados, que são produtos em formato raster, foram transformados em arquivos vetoriais, possibilitando a quantificação das áreas do espelho d'água do reservatório de Sobradinho para os anos estudados e a variação entre eles. De acordo com Ali *et al.* (2019), MNDWI e NDWI são os métodos mais precisos para detectar, medir e monitorar os corpos d'água superficiais urbanos porque eles podem se aglomerar em duas classes compostas por áreas com água e sem água. A Figura 6 apresentou a vetorização para as áreas com água nos cenários estudados mostrando a variação espacial e temporal do reservatório. A Tabela 2 mostrou a diferença em valores para as áreas de espelho d'água entre os dois índices.

Figura 6: Cenários para quantificação do espelho d'água



Fonte: Autores, 2021.

Tabela 2: dados estatísticos dos parâmetros NDWI e MNDWI dos anos 2017 e 2020.

Imagem	NDWI (ha)	MNDWI (ha)
22/10/2017	66.549,00	68.308,00
14/10/2020	197.282,00	205.422,00

Fonte: Autores, 2021.

Os resultados confirmaram que o MNDWI se mostrou mais eficaz que a versão original apresentando maiores valores para as áreas devido a sua melhor delimitação dos corpos hídricos. Ali *et al.* (2019) analisando corpos d'água superficiais urbanos em distritos da Indonésia, também constataram que o método desenvolvido por Xu (2006) obteve melhor desempenho na quantificação dos corpos hídricos que o de McFeeters (1996), corroborando com os resultados encontrados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os índices espectrais mostraram-se satisfatórios para a detecção de superfícies hídricas. Entretanto, o MNDWI apresentou resultados melhores que o NDWI no que tange à delimitação das superfícies hídricas, possibilitando o melhor delineamento da lâmina d'água e proporcionando uma melhor estimativa para o cálculo da área superficial.

O uso do sensoriamento remoto se mostrou de grande valia para o monitoramento espaço-temporal de reservatórios de grande porte e importância para atividades antrópicas como Sobradinho. Assim, os resultados obtidos do mapeamento constataram a eficácia das técnicas de sensoriamento remoto por sua rapidez, praticidade e aplicabilidade para áreas de diferentes dimensões visando auxiliar na tomada de decisões para gestão e planejamento do uso do recurso hídrico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela concessão da bolsa de Mestrado da primeira autora (Processo nº IBPG-0922-3.01/22) e segunda autora (Processo nº IBPG-1269-3.00/21); ao Projeto de pesquisa "Coberturas vegetal e hídrica de bacias hidrográficas utilizando imagens orbitais no estado de Pernambuco" (processo nº 433914/2018-1) da última autora e; ao United States Geological Survey (USGS) pelas imagens de satélite.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, M. I., *et al.* Detection of Changes in Surface Water Bodies Urban Area with NDWI and MNDWI Methods. **International Journal on Advanced Science Engineering and Information Technology**, 9 (3): 946-951, 2019.

ARAÚJO, F.E., *et al.* Levantamento de áreas verdes no campus da UFPE com uso de geoprocessamento. **Anais... Workshop de Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco**, 7, 2015. Recife: ITEP, 148-158, 2015.

BARBOSA, I. M. B. R. **Planejamento da operação de reservatório Objetivando a melhoria da qualidade da água: estudo de caso no agreste pernambucano.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, Recife-PE, 2012.

BARROS, J. P. M., *et al.* Sensoriamento remoto na delimitação do espelho d'água do reservatório Poço da Cruz - Pernambuco - Brasil. **Anais... do XV Simpósio De Recursos Hídricos Do Nordeste**, 1-10, 2020.

BRENNER, V. C.; GUASSELLI, L. A. Índice de diferença normalizada da água (NDWI) para identificação de meandros ativos no leito do canal do rio Gravataí/RS – Brasil. **Anais... do XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, p. 3693-3699, João Pessoa-PB, Brasil, 2015.

CBHSF. Comitê da Bacia Hidrográfica do São Francisco. **A Bacia.** Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/a-bacia/>. Acesso em: 15 dez. 20.

CHESF. Companhia Hidrelétrica do São Francisco. **Descrição do Aproveitamento de Sobradinho.** Disponível em: <https://www.chesf.gov.br/SistemaChesf/Pages/SistemaGeracao/Sobradinho.aspx>. Acesso em: 25 set. 2020.

CORREIA, M. F.; DIAS, M. A. F. S. Variação do Nível do Reservatório de Sobradinho e seu Impacto Sobre o Clima da Região. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 8 (1): 157–168, 2003.

FARIAS, M. O., *et al.* Variabilidade espaço-temporal da cobertura do solo por índices de vegetação e água no Agreste Pernambucano. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, 7 (3): 91-99, 2017.

GIL, A. P.; PADOVANI, C. R.; COELHO, A. L. N. Comparação entre NDWI e MNDWI para

o mapeamento de áreas inundadas no pantanal do Taquari. **Anais... XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, INPE, Santos-SP, Brasil, 2019.

GORDON, L. J., *et al.* Human modification of global water vapor flows from the land surface. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 102, p. 7612-7617, 2005.

MALINCONICO, C. H. S., *et al.* **Aplicabilidade de geotecnologias na análise espaço-temporal de corpo hídrico no nordeste brasileiro**. Planejando cidades, mitigando riscos. E-book. Volume I, Recife: MapGeo, 2021.

MCFEETERS, S. K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. **International Journal of Remote Sensing**, 17 (7): 1425-1432, 1996.

MELO, C. R.; **Análise do Eixo Leste da transposição do Rio São Francisco face aos cenários de uso previstos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, Recife-PE, 2011.

NASCIMENTO, E. F., *et al.* Comparação de índices de água na identificação de corpo hídrico por sensoriamento remoto. **Anais... XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, INPE, Santos-SP, p. 2686-2689, 2019.

SCHMIDT, D. M.; LIMA, K. C.; JESUS, E. S. Variabilidade Climática da Disponibilidade Hídrica na Região Semiárida do Estado do Rio Grande do Norte. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 41, pp. 483-491, 2018.

SILVA, B. B., *et al.* Procedures for calculation of the albedo with OLI-Landsat 8 images: Application to the Brazilian semi-arid. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 20 (1): 3-8, 2016.

XU, H. Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. **International Journal of Remote Sensing**, 27 (14): 3025-3033, 2006.



GEOTECNOLOGIAS NA SALA DE AULA

POSSIBILIDADES E AVANÇOS

MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCO A DESLIZAMENTO DE TERRA E INUNDAÇÃO NA SEDE MUNICIPAL DE EUNÁPOLIS/BA

João Gabriel de Moraes Pinheiro^(a), Samuel de Amaral Macedo^(b)

^(a) Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Estadual de Santa Cruz, jgmpinheiro.bge@uesc.br

^(b) Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual de Campinas, macedo.samuel@yahoo.com

Resumo: Área de risco é aquela que oferece risco à integridade física do ser humano. Existem diversos tipos de áreas de risco, uma delas é o escorregamento de terra, sendo comum em municípios brasileiros, cujos relevos declivosos sofrem interferência antrópica aumentando a instabilidade solo, principalmente, em cenário de mudanças climáticas extremas. O elevado índice pluviométrico de dezembro de 2021 mostrou que diversos outros municípios baianos também enfrentam o mesmo problema, porém a ausência de dados dificulta a gestão dessas áreas de risco. Visando a gestão de risco, o presente estudo objetivou o mapeamento das áreas de risco do município de Eunápolis/BA, utilizando a proposta metodológica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2015), com uso de dados provenientes do sensoriamento remoto manipulados em ambientes de Sistema de Informação Geográfica com técnicas de geoprocessamento. Assim sendo, foram gerados 13 setores de risco a deslizamento de terra na área urbana de Eunápolis/BA.

Palavras-chave: Gestão do Risco; Planejamento Urbano; Geoprocessamento; SIG; Sensoriamento remoto.

Abstract: Risk area is one that poses a risk to the physical integrity of the human being. There are several types of risk areas, one of them, landslides, is common in Brazilian municipalities, whose sloping reliefs suffer anthropic interference, increasing soil instability, especially in a scenario of extreme climate change. The high rainfall in December 2021 showed that several other municipalities in Bahia also face the same problem, but the absence of data makes it difficult to manage these risk areas. Aiming at risk management, the present study aimed to map the risk areas of the municipality of Eunápolis/BA, using the methodological proposal of the National Institute for Space Research (2015), using data from remote sensing manipulated in System environments. of Geographic Information with geoprocessing techniques. Therefore, 13 landslide risk sectors were generated in the urban area of Eunápolis/BA.

Keywords: Risk Management; Urban planning; Geoprocessing; Geographic Information Systems; Remote sensing.

INTRODUÇÃO

O Ministério das Cidades e Instituto de Pesquisas Tecnológicas conceitua risco como sendo a relação entre a probabilidade de um processo ou fenômeno e a magnitude de danos ou consequências socioeconômicas sobre um determinado espaço, sendo dessa forma, as áreas de risco aquela suscetível de ser confrontada por processos naturais ou induzidos por atividades antrópicas, que tenha como produto efeitos adversos (BRASIL, 2007).

Outrossim, pode-se conceituar áreas de risco geológico as áreas que possuem características naturais que detém maior suscetibilidade a sofrer escorregamentos (JÚNIOR;

CABRAL; 2019). Segundo Tominaga et al. (2015) essas áreas que podem sofrer escorregamento estão intrinsecamente relacionadas como processos de movimentos gravitacionais de massa que está atrelado com os materiais que cobrem as superfícies das vertentes ou encosta, podendo ser rochas, solo, vegetação e construções.

Os escorregamentos têm se tornado cada vez mais constantes por causa da expansão urbana desordenada frente ao crescimento populacional, o que tem despertado a preocupação do poder público e da sociedade, haja vista que essa urbanização irracional tem como produto a ocupação de certos espaços na cidade sem nenhum tipo de planejamento (JÚNIOR; CABRAL; 2019). Essa ocupação irregular é fruto da segregação socioespacial que é característico das cidades capitalistas, na qual a luta de classes bem como a destinação de áreas prioritárias da cidade para as classes dominantes segrega e expropria o direito à cidade e moradia das populações mais pobres e as submetem à condição de submoradia.

A expansão urbana enquanto consequência do modelo desordenado de ocupação têm inserido as cidades na categoria de vulneráveis a riscos geológicos, deixando em evidência a necessidade de adoção e políticas públicas que priorizem ações de prevenção e implantação/implementação de um gerenciamento que seja permanente através da construção de Planos Preventivos de Defesa Civil, dentre os objetivos deste plano destaca-se a redução dos efeitos e consequências desses riscos sobre a população (FIGUEIRA; 2010).

Segundo Figueira (2010) para a efetivação desse gerenciamento das áreas de riscos é necessário que exista uma abordagem que deva ser pautada em dois eixos principais de ação sendo essas a prevenção e preparação. Neste esquema de abordagem devem ser considerados os procedimentos que valorizem a identificação do risco. Para a identificação do risco é necessário englobar essas etapas: análise e mapeamento; legitimação de medidas de prevenção; planejamento para situações emergenciais; informações; divulgações públicas e treinamento que envolva a população residente

Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo fazer o mapeamento das áreas de risco na sede municipal de Eunápolis, no Extremo Sul Baiano através da setorização realizada pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), bem como identificar a distribuição de áreas de risco de inundação e deslizamento e analisar de forma qualitativa e quantitativa as populações mais vulneráveis a esses riscos. Este estudo justifica-se pela necessidade de conhecer o mapeamento de áreas potenciais de serem afetadas e o com esse panorama poder subsidiar o planejamento, com ações de cunho preventivo e de adaptação e reabilitação.

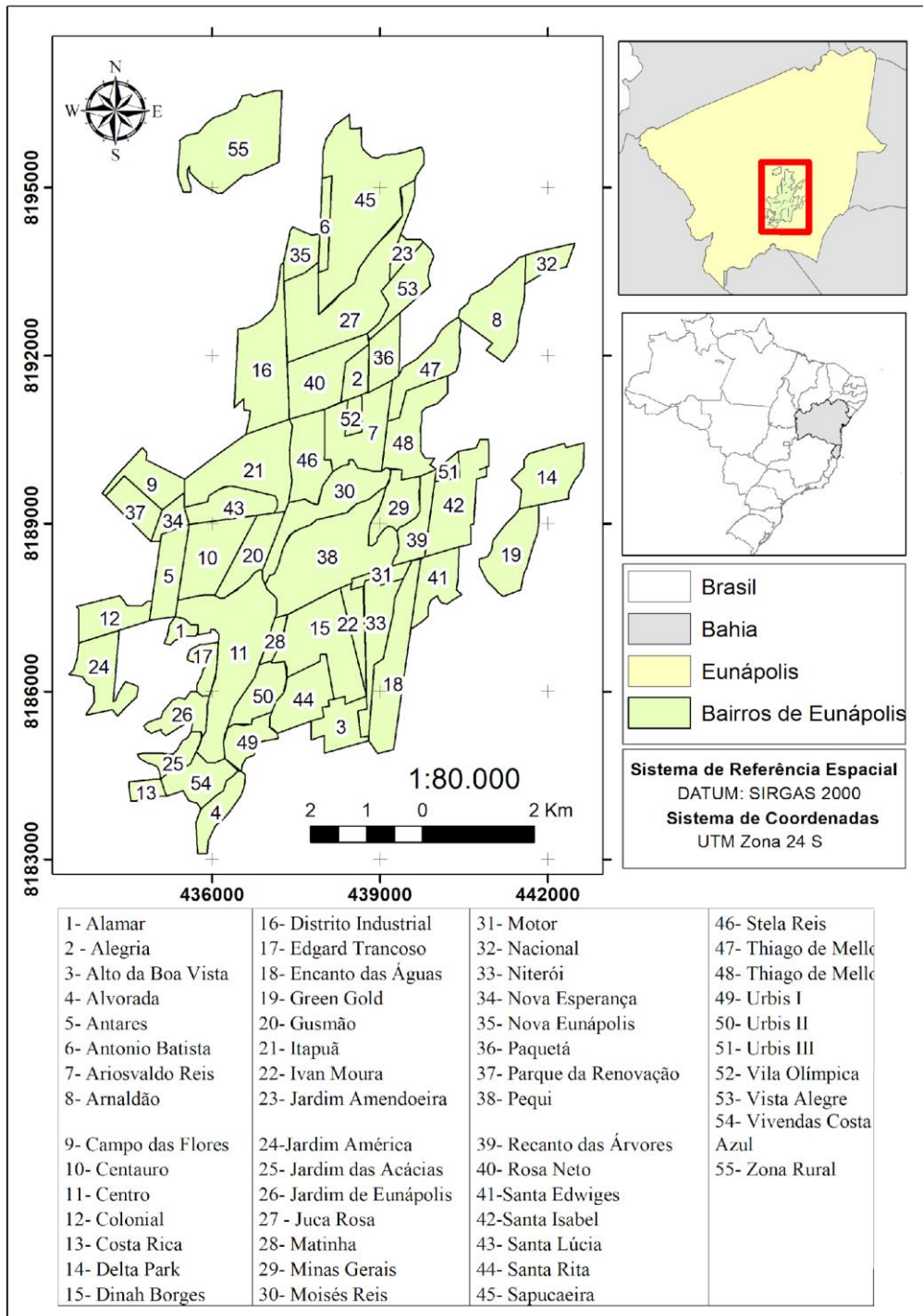
MATERIAIS E MÉTODOS

Características da área de estudo

O município de Eunápolis está localizado no Extremo-Sul do estado da Bahia, sob as coordenadas geográficas Latitude: 16° 22' 23" Sul, Longitude: 39° 34' 30" Oeste, numa altitude de 183 metros, tendo como municípios limítrofes Itabela, Itagimirim, Guaratinga e Porto-Seguro. O município possui uma extensão territorial de 1.179 km², com uma densidade demográfica em 2010 de 84.97 hab/km². A parte urbanizada do município corresponde a 0,85% da área total, sendo dividido em 55 bairros (figura 1) . Segundo o último censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) Eunápolis possuía em 2010

100.196 habitantes, todavia de acordo com a projeção população realizada no ano de 2020 tendo como base o censo de 2010, a população é de 115.365 habitantes.

Figura 1. Mapa de localização dos bairros do município de Eunápolis, Bahia.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

No que concerne às características naturais, o município está inserido no Bioma da Mata Atlântica, na região fitoecológica da floresta ombrófila densa e no Domínio Morfoclimático dos Mares de Morros. Este bioma possui uma grande diversidade, sendo composto por vários ecossistemas florestais e não-florestais, classificados de acordo com

critérios botânicos, fisionômicos, geográficos e geológicos, além disso, a Mata Atlântica é responsável pela regulação dos mananciais hídricos e promoção da fertilidade dos solos (BATALHA-FILHO, MIYAKI; 2011). Referente ao clima, segundo a classificação climática de Köppen-Geiger o município está na categoria Aw possuindo uma temperatura média de 23,5°C e uma pluviosidade média anual de 990 mm. Quanto aos solos o município possui três tipos de acordo com a Classificação Brasileira de Solos (SIBC), a saber: Latossolo Amarelo (85,5%), Latossolo Vermelho-Amarelo (10,8%) e Argissolo Amarelo (2,7%)

Metodologia

Trata-se de um estudo exploratório e descritivo de abordagem qualitativa que objetivou o mapeamento das áreas de risco da sede municipal de Eunápolis. Os dados vetoriais referentes às áreas de riscos foram criados seguindo o mapeamento da CPRM juntamente com os documentos técnicos da mesma, especificando a metodologia utilizadas para a setorização das áreas de risco, levando em consideração a declividade, altitude e quantitativo populacional.

Para a elaboração do mapeamento de declividade do município foi-se utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) Alos Palsar da Alaska Satellite Facility (AFS) da Agência Espacial Americana (NASA) que possui uma resolução de 12,5 metros, os demais dados foram obtidos através do IBGE e do Bahia SEI. Após o recorte do MDE para a área de interesse a mesma foi projetada para o DATUM SIRGAS 2000 zona UTM 24 Sul, assim como todos os arquivos vetoriais utilizados para a confecção dos mapas. Após a projeção, foi-se calculado a declividade em graus utilizando o algoritmo da ferramenta *slope* do ArcMap 10.8

RESULTADOS E DISCUSSÃO

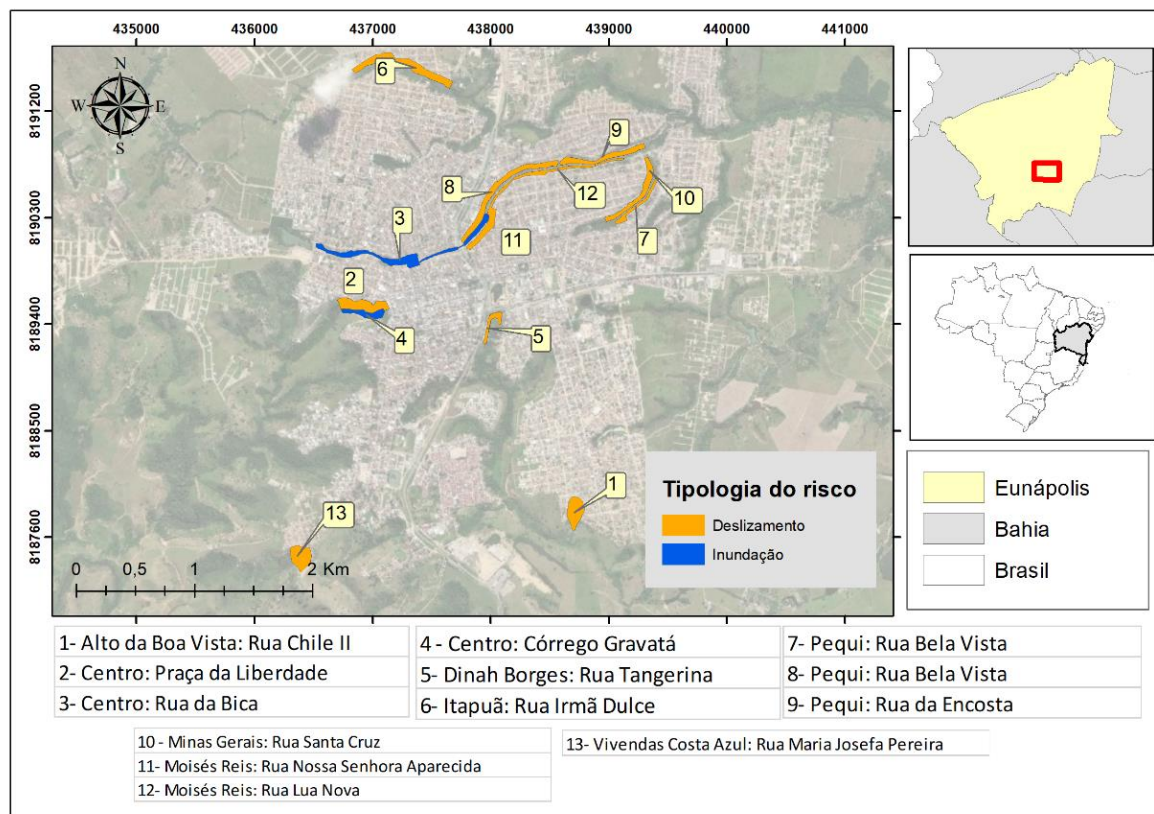
Através da setorização da CPRM e posteriormente o mapeamento foi possível identificar 13 setores de risco (tabela 2) distribuídos em 7 bairros (figura 2).

Tabela 1. Setorização das áreas e risco por bairros do município de Eunápolis, Bahia.

Bairro	Local	Tipologia do Risco	Grau do Risco
Alto da Boa Vista	Rua Chile II	Ravinamento Deslizamento e	Alto
Centro	Praça da Liberdade	Enxurrada	Muito alto
Centro	Rua da Bica	Inundação	Alto
Centro	Córrego Gravata	Inundação	Muito alto
Dinah Borges	Rua Tangerina	Deslizamento	Alto
Itapuã	Rua Irmã Dulce	Deslizamento	Alto
Pequi	Rua Bela Vista	Deslizamento	Alto
Pequi	Rua da Encosta	Deslizamento e Enxurrada	Alto
Pequi	Rua Santa Teresinha	Deslizamento e Enxurrada	Alto
Minas Gerais	Rua Santa Cruz	Deslizamento	Alto
Moisés Reis	Rua Nossa Senhora Aparecida	Deslizamento	Alto
Moisés Reis	Rua Lua Nova	Deslizamento	Alto
Vivendas Costa			
Azul	Rua Maria Josefa Pereira	Deslizamento	Alto

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Figura 2. Mapeamento das áreas de risco do município de Eunápolis, Bahia.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Dos 13 setores de risco mapeados, 11 estão suscetíveis a deslizamentos. Tominaga (2015) define movimento de massa como sendo o movimento do solo, rocha ou vegetação, sob ação direta da gravidade. Os deslizamentos são movimentos que se manifestam de maneira rápida, com volumes definidos, deflagrados em partes inclinadas do terreno (JÚNIOR; CABRAL; 2019). Na classificação de Souza (2015) o autor propõe classificação da declividade estruturadas em cinco classes de acordo com o grau de suscetibilidade a deslizamentos, salienta-se neste caso as duas últimas classes: 30 a 45° que são consideradas de uso restrito pelo Novo Código Florestal Brasileiro por ser muito inclinada e áreas superiores a 45° sendo considerada com Áreas de Preservação Permanente (APP) pelo Código Florestal devido a altíssima declividade (BRASIL, 2012).

Tabela 2. Localização e descrição das áreas de risco potenciais à deslizamento no município de Eunápolis, Bahia.

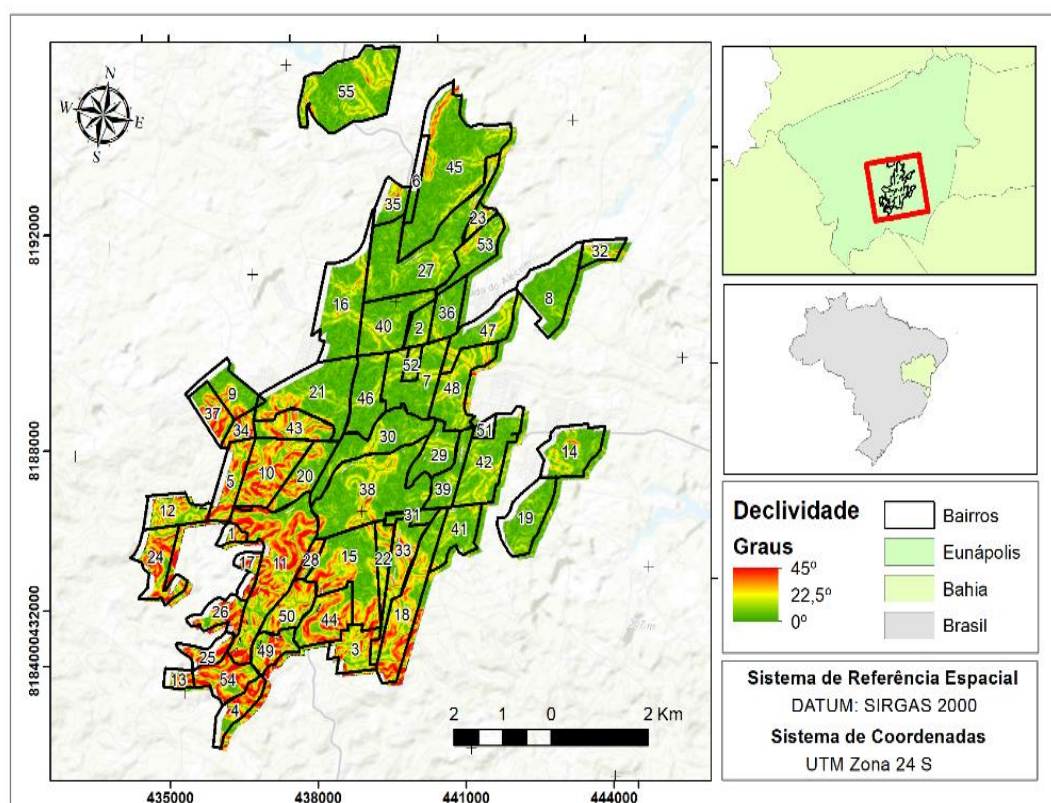
Bairro	Local	Descrição	Inclinação
Alto da Boa Vista	Rua Chile II	Talude natural com 75 metros de altura	70°
Centro	Praça da Liberdade	Encosta densamente ocupada	60°
Dinah Borges	Rua Tangerina	Anfiteatro natural com 20 metros de altura	60°
Itapuã	Rua Irmã Dulce	Talude natural com 75 metros de altura	75°
Pequi	Rua Bela Vista	Talude natural com 15 metros de altura	50°
Pequi	Rua da Encosta	Encosta de pequeno curso d'água	-
Pequi	Rua Santa Teresinha	Talude natural com 15 metros de altura	50°
Minas Gerais	Rua Santa Cruz	Talude natural com desnível de 20 metros	50°

Moisés Reis	Rua Nossa Senhora Aparecida	Casas entre o meio fio da rua e a margem do curso d'água	-
Moisés Reis Vivendas	Rua Lua Nova Rua Maria Josefa	Casas entre o meio fio da rua e a margem do curso d'água	-
Costa Azul	Pereira	Talude natural com 40 metros de altura	> 60°

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da CPRM, 2022.

A ocupação antrópica irregular nestas áreas do município teve como produto o comprometimento da estabilidade das encostas e produzir situações de risco geológico, principalmente deslizamento (CPRM, 2015). Na análise da figura 3 percebe-se que um parte considerável do município de Eunápolis está localizada em área que de acordo com o Código Florestal de 2012 deveria ser área de preservação permanente.

Figura 3. Mapa de declividade do município de Eunápolis, Bahia.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

O risco de inundação no município é secundário e o que menos possui setores de risco (apenas 2) em comparação com o deslizamento. Entende-se por inundação o transbordamento de água de um canal de drenagem, consequentemente atingindo as áreas marginais. Tecnicamente, o que difere inundação de enchente é o fato de o aumento do nível da água ser temporário, atingindo a capacidade máxima do canal, porém sem transbordamento, já as áreas alagadas referem-se a ao acúmulo de água na superfície por problemas de drenagem no solo (BRAGA, et al.; 2020).

Segundo a CPRM os agravantes das áreas de risco são justamente a ocupação de barracos no trecho de drenagem, a carência de redes de esgoto bem como a falta de sistemas de drenagem superficial acaba agravando a situações do leito dos rios e suas adjacências.

Todo o panorama de inundações alertado e setorizado pela CPRM se concretizou no final do ano de 2021 quando os efeitos do fenômeno climático La Niña que é caracterizado pela diminuição da temperatura superficial das águas do oceano Pacífico e conseqüentemente o aumento da pluviosidade nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, deixou boa parte do Sul da Bahia submersa e em especial o município de Eunápolis (figura 4). As áreas antes classificadas como potenciais áreas e inundações foram afetadas pelas fortes chuvas, causando perda de vidas humanas e perda material

Figura 4. Parte do município de Eunápolis inundada devido à alta pluviosidade decorrente do fenômeno da La Niña.



Fonte: A Gazeta Bahia, 2021.

Dessa forma, de acordo com a classificação da CPRM residem em área de Risco Muito Alto 376 pessoas e em áreas de Risco Alto 3.996 pessoas. Dos treze setores um setor é de Risco Muito Alto e os outros doze é Risco Alto. Sendo assim, percebe-se que muitas pessoas residem em áreas que estão vulneráveis a deslizamento e inundações, sendo necessário a intervenção do poder público para conter a ocupação de áreas de risco e a fiscalização periódica das moradias que já estão estabelecidas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através das ferramentas de Geoprocessamento e dos Sistemas de Informação Geográfica foi possível a partir da setorização da CPRM realizar o mapeamento das áreas de risco e os bairros de Eunápolis que estão mais vulneráveis, sendo o Pequi e o Moisés Reis os que possuem maiores áreas de deslizamento e o Centro com áreas de risco de Inundação.

A partir da análise constatou-se que existe a necessidade proeminente pela gestão pública para a construção de um Plano Diretor previsto na Lei 10.257/2001 que abranja e priorize as áreas de risco. Salienta-se também a importância da promoção do direito à moradia e assistência às populações carentes, que devido às condições socioeconômicas acabam tendo como única opção a ocupação de áreas de risco, com moradias feitas no sistema de autoconstrução, sendo este fenômeno um reflexo da segregação socioespacial, falta de saneamento básico e infraestrutura.

Recomenda-se também ações de cunho preventivo e atenuante dos efeitos das áreas de risco a implementação de estratégias educacionais para crianças e jovens, mostrando os perigos de ocupação irregular. É recomendado também pela CPRM a instalação de sistemas de alerta que permitam o rápido deslocamento de moradores. Dessa forma, a gestão do risco deve configurar-se como uma ação permanente e prioritária, não só no município de Eunápolis, mas em todas as cidades (PARIZZI, 2014). Conforme relatado e exposto no trabalho, o município de Eunápolis e os demais centros urbanos estão se expandindo de maneira progressiva, e a ocupação de algumas áreas da cidade está ocorrendo de maneira irregular.

Os esforços e preocupações com os riscos e desastres geológicos poderiam ser direcionados em campanhas sociais e de conscientização (PARIZZI, 2014), colocando em voga a ocupação adequada que contemple a redução da pobreza e da segregação socioespacial, e concomitantemente mitigar a vulnerabilidade nos centros urbanos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATALHA-FILHO, H.; MIYAKI, C. Y. Filogeografia da Mata Atlântica. **Revista da Biologia**, v. 7, p. 31-34, 2011.

BRAGA, S. E. et al. Aplicação da Análise Hierárquica para mapeamento de risco de inundação: O caso no município de Limoeiro (Pernambuco-Brasil). **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 2, n. 1, 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades; IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios**. Ministério das Cidades e IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Brasília, 2007.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei Nº 12.651, de 25 de Maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 02 de maio de 2022.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Serviço Geológico do Brasil. **Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes e Movimentos de Massa Município de Eunápolis – Bahia**. Bahia: Eunápolis, 2015.

FIGUEIRA, R. M. Riscos geológicos e políticas públicas. **ComCiência**, n. 117, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Censo Demográfico de 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 21 de abr. de 2022.

JÚNIOR, H. C.; CABRAL, S. C. Tecnologias no mapeamento de áreas de risco de deslizamento em Teófilo Otoni. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 12, p. e018121353-e018121353, 2019.

PARIZZI, M. G. Desastres naturais e induzidos e o risco urbano. **Geonomos**, v.22, n.1, p. 1 – 9, 2014.

SOUZA, L. A. **Cartografia Geoambiental e Cartografia Geotécnica Progressiva em Diferentes Escalas: Aplicação Na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Carmo, Municípios de Ouro Preto e Mariana**. Minas Gerais. 456p. Ufop. Ouro Preto, 2015.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres Naturais: Conhecer Para Prevenir**. 3 Ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015.

MAPEAMENTO ESPAÇO-TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA ZONA COSTEIRA DA SEDE DO MUNICÍPIO DE ILHÉUS - BA

João Gabriel de Moraes Pinheiro^(a), Samuel de Amaral Macedo^(b), Carlos Matheus Nogueira de Santana Souza Santos^(c), Alisson Costa Silva dos Santos^(d), Gil Marcelo Resuss Strenzel^(e)

^(a) Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Estadual de Santa Cruz, jgmpinheiro.bge@uesc.br

^(b) Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual de Campinas, macedo.samuel@yahoo.com

^(c) Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Estadual de Santa Cruz, cmnssantos.bge@uesc.br

^(d) Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Estadual de Santa Cruz, ascasantos.bge@uesc.br

^(e) Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Estadual de Santa Cruz, gmreuss@uesc.br

Resumo: Atualmente grande parte da população brasileira reside nas zonas costeiras o que gera grande pressão nessas áreas que são consideradas frágeis do ponto de vista ambiental. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é evidenciar os diversos usos e ocupações da terra na zona costeira do município de Ilhéus no Sul da Bahia, estabelecendo comparações entre os anos de 2010 e 2020 com o propósito de identificar as possíveis alterações entre 2010 e 2020. Para o estudo foi-se realizado uma classificação supervisionada atrelado com visitas *in loco* com o objetivo de identificar e determinar as classes do uso e ocupação da terra. Ao longo dos anos analisados houve aumento expressivo da vegetação arbórea e vegetação rasteira/arbustiva o que chama atenção para a preservação de algumas áreas da zona costeira e compatibilização das necessidades urbanas e turísticas com os recursos naturais.

Palavras-chave: Gerenciamento costeiro; Geoprocessamento; Sensoriamento remoto.

Abstract: Currently, a large part of the Brazilian population resides in coastal areas, which generates great pressure in these areas that are considered fragile from an environmental point of view. Thus, the objective of this work is to highlight the different uses and occupation of land in the coastal zone of the municipality of Ilhéus in the south of Bahia, establishing comparisons between the years 2010 and 2020 in order to identify possible changes between 2010 and 2020. In the study, a supervised classification was carried out coupled with on-site visits with the objective of identifying and determining the classes of land use and occupation. Over the years analyzed, there was a significant increase in tree and undergrowth/shrub vegetation, which calls attention to the preservation of some areas of the coastal zone and the compatibility of urban and tourist needs with natural resources.

Keywords: Coastal management, Geoprocessing, Remote sensing.

INTRODUÇÃO

Uma grande parte da população brasileira reside nas zonas costeiras, um modelo de ocupação iniciado no período colonial que prevalece nos dias atuais. Dados recentes mostram que a população residente destes locais vem aumentando, provocado pela múltipla funcionalidade que esses ambientes possuem e expressam, desempenhando sobretudo um papel de grande proeminência para os Estados localizados na costa (LIMA; SOUZA; VIEIRA, 2013).

Segundo dados publicados pelo Plano de Ação Federal da Zona Costeira do Brasil (PAF-ZC) no ano de 2005, aproximadamente 25% da população nacional residem nas áreas litorâneas (o que corresponde a 42 milhões de pessoas) distribuídos numa área total de 324.000 km²(CIRM, 2005).

A Zona Costeira (ZC), é caracterizada pelas recorrentes modificações, que podem ser tanto espaciais quanto temporais, sendo estas transformações culminando em uma diversidade de feições geológicas e geomorfológicas (LIMA; SOUZA; VIEIRA, 2013). Assim sendo, a ZC é o produto de influências mútuas dos processos deposicionais e erosivos que está relacionado com as correntes marítimas, ação das ondas e correntes litorâneas. É justamente nela que acontece a interface entre três sistemas naturais de grande importância no planeta Terra: Atmosfera, Oceanos e Superfície Terrestre, esses sistemas operam de maneira consorciada entre si formando uma área extremamente dinâmica. (DAVIDSON-ARNOTT, 2010).

Do ponto de vista humano essa área possui grande proeminência, pois seu contexto multifacetado promove diversos serviços, como pesca, transporte, recreação, destino de lixo e ocupação residencial (CABRAL; SILVA; GIRÃO, 2014). Todavia, a ocupação desordenada da orla tem desencadeado a degradação ambiental da ZC, que vem se manifestando através da supressão da vegetação nativa (restinga e mangue), extração de areia de origem fluvial e construções comerciais e residenciais.

Por ser áreas de intenso estresse ambiental, devido à ação antrópica, existe a necessidade de haver uma boa caracterização do grau de estabilidade da ZC através do monitoramento dos agentes naturais e antrópicos, a exemplo da atividade turística enquanto força motriz das transformações socioespaciais, devastação dos ecossistemas costeiros e implantação/implementação de ações rígidas de proteção do uso e ocupação da terra litorâneo (RANIERI; EL-ROBRINI, 2016).

Os estudos acerca dos aspectos naturais e antrópicos dos usos da terra da ZC, uma vez entendido subsidia a previsão do comportamento dos ambientes costeiros, bem como identificar condições favoráveis e desfavoráveis para utilização e preservação dos recursos naturais (RANIERI; EL-ROBRINI, 2016). Destarte os diversos usos e ocupações do solo têm suscitado grande discussão em âmbito ambiental, político e social, principalmente porque as leis que regulamentam a ocupação das áreas costeiras não são cumpridas.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é demonstrar os resultados provenientes do mapeamento realizado na sede da zona costeira, localizada no município de Ilhéus, em relação às alterações ocorridas nas classes de uso e ocupação do solo da praia, bem como ressaltar as suas vulnerabilidades e potencialidades entre os anos de 2010 e 2020. Esta pesquisa se justifica pela capacidade dos resultados de subsidiar planejamento e a tomada de decisão futura acerca do uso do solo desta praia, haja vista que a praia da Avenida Soares Lopes é alvo de interesse político e social para a utilização social ou para atender interesses particulares.

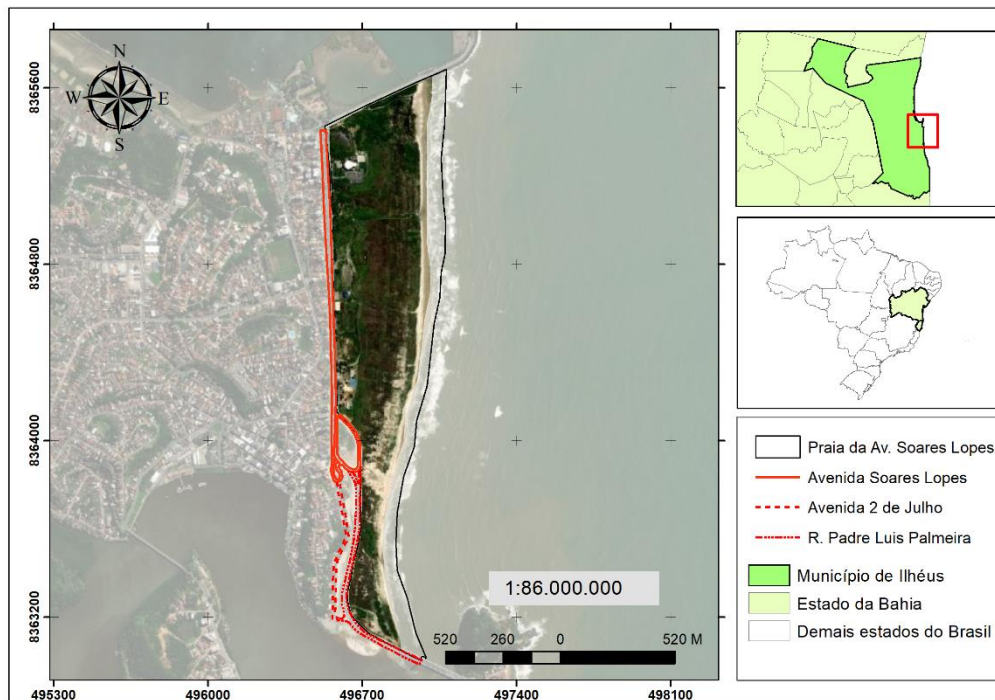
MATERIAIS E MÉTODOS

Características da área escolhida para o estudo

A ZC da sede do município (figura 1) está localizada sob as coordenadas geográficas 14° 47' 00" de latitude Sul e 39° 03' 00" de longitude Oeste do meridiano de Greenwich. No que

concerne a população, segundo o Censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o ano de 2010 o município de Ilhéus possuía 184.236 habitantes, todavia segundo a projeção populacional realizado pelo IBGE para o ano de 2020 tendo como base o censo de 2010, a população é 159.923 habitantes.

Figura 1: Mapa de localização da ZC da sede de Ilhéus – Bahia.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Referente às características naturais, o município está inserido no Domínio Morfoclimático dos Mares de Morros, no bioma da Mata Atlântica e na Região Fitoecológica da Floresta Ombrófila Densa. Este bioma é caracterizado pela altíssima biodiversidade tanto da flora quanto da fauna, todavia devido ao histórico de colonização e exploração do Brasil, este bioma encontra-se degradado, restando apenas 12,4% da vegetação original, segundo dados do relatório anual da mata atlântica para o ano de 2019, sendo necessário a implementação de ações de conservação e recuperação deste bioma. Segundo a escala climática de Köppen-Geiger, o município possui o clima determinado em Af, clima tropical úmido, possuindo uma temperatura média de 24°C e pluviosidade média entre 2.000 a 2.400 mm anuais.

Metodologia

Para o mapeamento de uso e ocupação do solo foram utilizados os trabalhos de Olofsson et al. (2013 e 2014), trabalhos esses que sistematizam uma das etapas a serem cumpridas para que a classificação de imagens tenha maior precisão. Após isso, definiu-se a escala de trabalho, de 1: 100 000 e a escala temporal de 2010 a 2020. Consideramos a limitação ao procurar as imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8 juntamente com as limitações do contexto socioeconômico e do cenário ambiental do município.

Materiais, método e procedimentos técnicos-operacionais

Para a delimitação das classes de uso e ocupação do solo presentes na praia foram escolhidos os anos de 2010 e 2020 com o objetivo de estabelecer um comparativo entre essas duas décadas com o objetivo de identificar as mudanças ocorridas na paisagem e no uso e ocupação do solo da praia. Inicialmente foi realizada uma pesquisa prévia da área de estudo através das imagens de satélite, posteriormente foram selecionadas imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8. O Landsat 5 foi lançado em 1983 tendo a bordo o sensor TM (*Thematic Mapper*) e possuindo sete bandas espectrais operando no visível e no infravermelho. O Landsat 8 entrou em atividade no ano de 2013 e possui nove bandas espectrais operando no sensor *Operational Land Imager* (OLI) e duas bandas operando no sensor infravermelho térmico (TIRS).

Para o mapeamento do uso e ocupação da terra, foram-se utilizadas as imagens referentes aos anos de 2010 e 2020, todas com a composição em cor verdadeira utilizando as bandas RGB (bandas 1, 2 e 3, respectivamente) com o objetivo de melhor identificar os aspectos que compõem a praia. As análises realizadas nas imagens de satélites foram consorciadas com pesquisa *in loco*, na qual foi realizadas visitas de campo com o objetivo de identificar elementos não identificados nas imagens, a exemplo de espécies arbóreas.

Para a delimitação das classes de uso e ocupação da terra foi-se realizada uma Classificação Supervisionada do tipo *Maximum likelihood classification* (Classificação de máxima verossimilhança) que consistiu na coleta de amostras dos diferentes usos e ocupações do solo com o objetivo final de ter como gênese todas as classes de uso do solo. Após a determinação das classes foi-se realizado um filtro majoritário para a limpeza e generalização dos pixels, em seguida as mesmas foram convertidas de arquivo *raster* para arquivo vetorial no formato *shapefile*. Para determinar a acurácia dos mapas, foi estabelecido e utilizado os pontos GPS e fotografias de cada classe, que foram confrontadas para medição da proximidade entre o produto da classificação e a realidade

As classes de uso e ocupação da terra foram projetadas para o sistema de referência espacial SIRGAS 2000 zona UTM 24 Sul, uma vez projetado para o sistema métrico foi possível realizar o cálculo da área em m², sendo todos procedimentos executados no *software* ArcMap 10.8.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

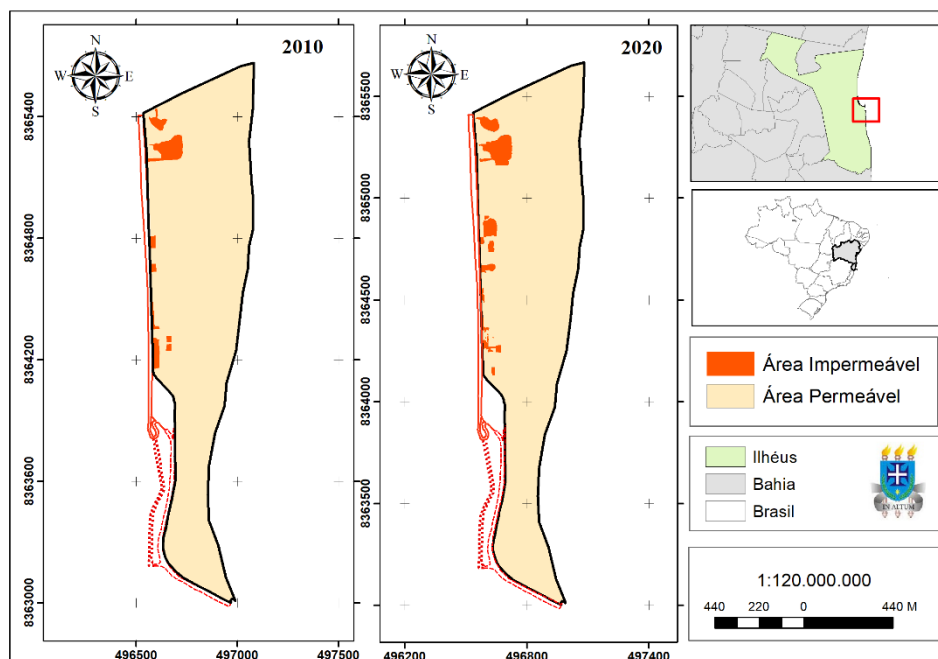
A ZC da sede urbana de Ilhéus possui 922.10 mil m², o que corresponde a aproximadamente 90 campos de futebol. Enquanto parte da planície marinha, a sua formação decorre da dinâmica marítima natural, a qual sofrerá interferência antrópica após a construção do porto do Malhado, o que provocou a intensificação da acreção de sedimento decorrente do assoreamento provocado pela obra.

A partir do mapeamento realizado através das imagens de satélite e da pesquisa *in loco*, foi possível identificar e determinar cinco classes de uso e ocupação da terra, a saber: i) faixa de areia, ii) vegetação rasteira/arbustiva, iii) vegetação arbórea, iv) área urbanizada e v) solo

exposto. Além da delimitação das classes de uso da terra também foi realizado o mapeamento da permeabilidade da área estudada.

Para o ano de 2010 2,9% da ZC da área urbana estava impermeabilizada (correspondendo a 26,9 mil m²), sendo a área permeável ocupando 97,1% da área estudada (correspondendo a 895,2 mil m²). Já para o ano de 2020 a área impermeável passou a ocupar 3,70% da área total (correspondendo a 34,4 mil m²), e as áreas permeáveis passou a ocupar 96,30% (correspondendo a 887,7 mil m²). Dessa forma percebe-se que houve o aumento de 7,5 m² das áreas impermeáveis ao longo dos dez anos (figura 2).

Figura 2: Mapa de permeabilidade da ZC da sede de Ilhéus, Ilhéus – Bahia.

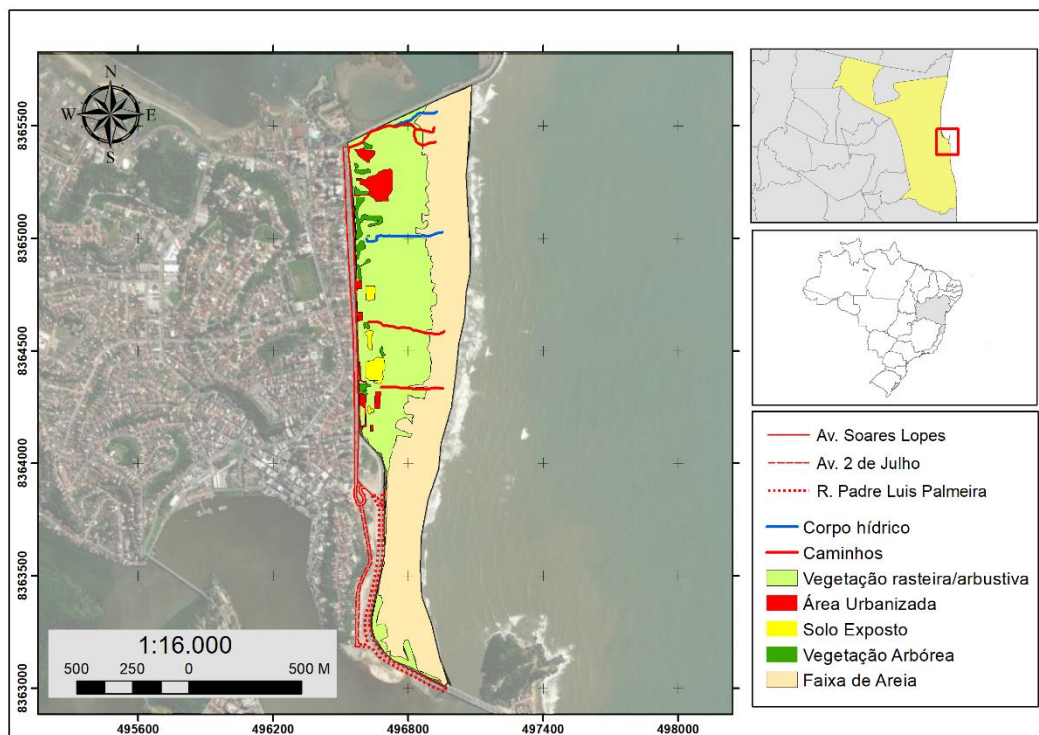


Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Relativo ao uso e ocupação da terra, para o ano de 2010, as duas classes predominantes são faixa de areia e vegetação rasteira/arbustiva. De acordo com dados apresentados na tabela 1 e na figura 3, a faixa de areia correspondia a 50% do total da área da praia, o que era equivalente a 463,4 mil m². A classe de vegetação rasteira/arbustiva correspondia a 44%, o que era equivalente a 400,4 mil m². A vegetação florestal para o ano de 2010 apresentava baixa expressividade apenas 2% da área total, o que era equivalente a 16,5 mil m².

A classe de vegetação rasteira/arbustiva corresponde principalmente a espécies da restinga herbácea e de gramíneas. Segundo Braz et al. (2013) a restinga contempla um conjunto diversificado de comunidades biológicas, que indica as condições do solo, taxa de iluminação e grau de exposição às brisas marinhas. Por estar localizada no litoral, a restinga está entre os ambientes mais ameaçados do bioma Mata Atlântica principalmente devido à especulação imobiliária e ao ascendente fluxo turístico (QUEIROZ et al., 2012). Este panorama apresentado pelo autor supracitado é semelhante ao da área estudada, ao qual a urbanização para fins turísticos está crescendo ao longo dos anos.

Figura 3: Mapa de uso e ocupação da terra da ZC da sede de Ilhéus, 2010.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

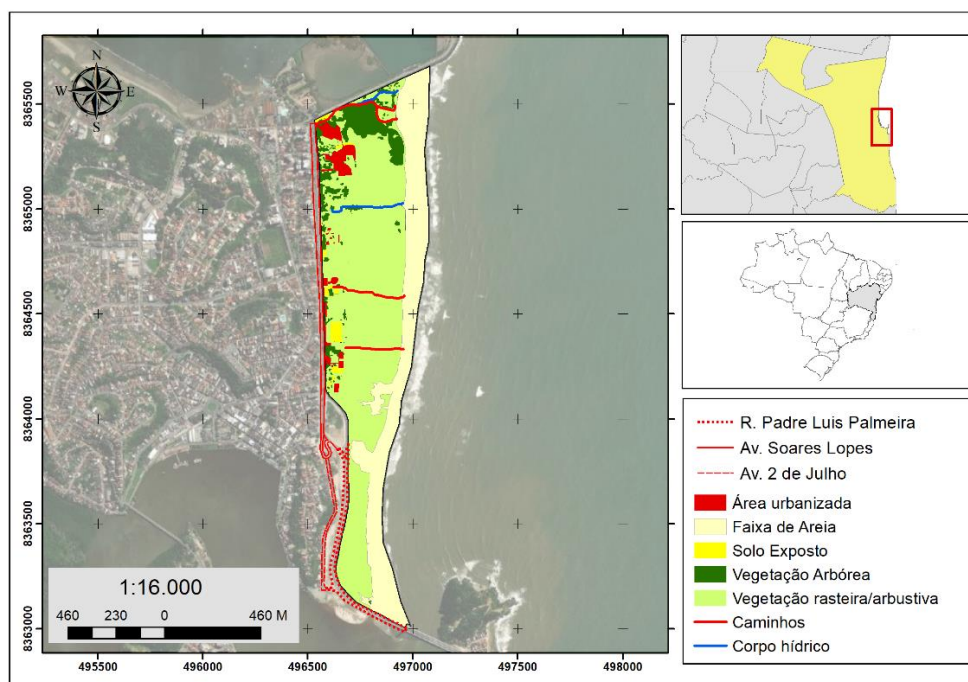
Tabela 1: Quantificação das classes de uso e ocupação da terra da ZC da sede de Ilhéus, 2010.

Classes	Área (m ²)	%
Faixa de areia	463,4	50
Vegetação rasteira/arbustiva	400,4	44
Vegetação arbórea	16,5	2
Área urbanizada	24,3	3
Solo Exposto	12,9	1

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Para o ano de 2020 as duas classes predominantes continuam sendo a faixa de areia e vegetação rasteira/arbustiva. De acordo com dados apresentados na tabela 2 e na figura 4, a faixa de areia corresponde a 32% do total da área da praia, o que era equivalente a 290,9 mil m². A classe de vegetação rasteira/arbustiva correspondia a 54%, sendo equivalente a 498,1 mil m². A vegetação florestal para o ano de 2010 apresentava baixa expressividade apenas 2% da área total, o que equivale a 16,5 mil m².

Figura 4: Mapa de uso e ocupação da terra da ZC da sede de Ilhéus, 2020.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

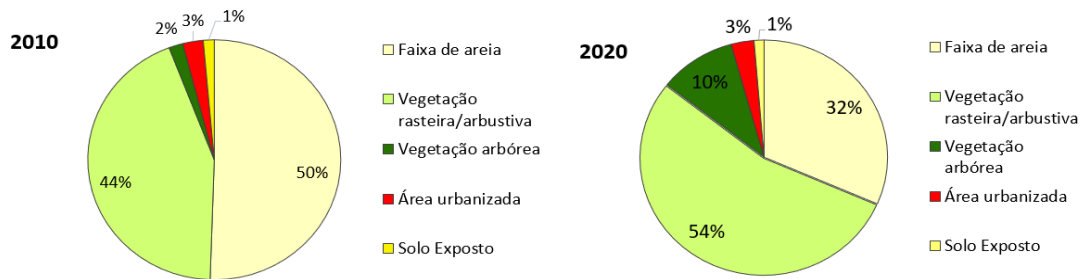
Tabela 2: Quantificação das classes de uso e ocupação da terra da ZC da sede de Ilhéus, 2020.

Classes	Área (m ²)	%
Faixa de areia	290,9	32
Vegetação rasteira/arbustiva	498,1	54
Vegetação arbórea	93,1	10
Área urbanizada	27,9	3
Solo Exposto	12,1	1

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Comparando os anos de 2010 com o ano de 2020 percebe-se que houve o aumento de 10% da área de vegetação rasteira/arbustiva, ao passo que houve uma diminuição de 18% da área de faixa de areia exposta (figura 5), neste caso houve uma sobreposição principalmente da vegetação rasteira/arbustiva sob a faixa de areia cobrindo-a com vegetação halófila-psamófila (plantas adaptadas às condições arenosas e salinas).

Figura 5: Frequência relativa representada em gráfico de setores do uso e ocupação da terra da ZC da sede de Ilhéus, entre 2010 e 2020.

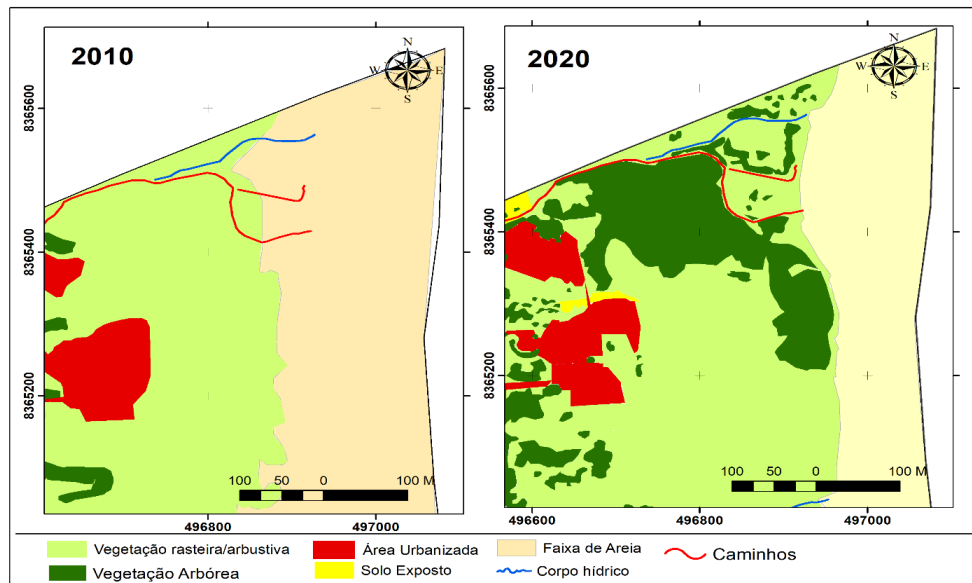


Fonte: Dados da pesquisa, 2022

A classe de solo exposto no período analisado teve uma redução pouco expressiva, compreendendo 1% da área total tanto em 2010 quanto em 2020. Essa classe corresponde às áreas que até o momento do estudo não possuía nenhum tipo de cobertura vegetal e não sendo considerada como faixa de areia, estando o solo exposto contido na classificação de permeável. Relativo à área urbanizada da ZC, houve um aumento na área em m², possuindo em 2010 uma área de 24,3 mil m², enquanto que em 2020 esta mesma classe apresentou 27,9 mil m², correspondendo a 3% da área total em ambos os anos. Esse aumento da urbanização é elucidado através do fenômeno de urbanização turística, que é capaz de produzir características únicas e peculiares na paisagem, caracterizando os espaços turísticos como um lugar que apresenta uma nova morfologia no arranjo espacial (SANTOS, 2011).

Vale ressaltar que em 2010 a vegetação arbórea correspondia a apenas 2% da área total (16,5 mil m²), todavia a mesma área aumentou 8% em uma década, sendo em 2020 a vegetação arbórea possuindo 10% da área total da praia (93,1 mil m²). A classe de vegetação arbórea refere-se às árvores de maior porte, neste caso sendo árvores características da Mata Atlântica adaptadas a viverem em ambientes costeiros. Na área de estudo em questão o maior fragmento de vegetação arbórea encontra-se atrás da Concha Acústica (figura 6), em uma área que pertence a Companhia de Docas do Estado da Bahia (CODEBA). Esta área da CODEBA atualmente encontra-se abandonada, este fator atrelado às condições naturais promoveu o desenvolvimento dessa vegetação mais densa, sendo um indicativo que outras áreas da ZC da sede se submetida a preservação também poderá apresentar maior desenvolvimento arbóreo.

Figura 6: Mapa de crescimento da mancha de vegetação arbórea entre os anos 2010 e 2020 na ZC da sede de Ilhéus, Bahia.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Relativo à urbanização da ZC da sede urbana, percebe-se que este fenômeno está se desenvolvendo ao longo dos anos, todavia as questões relativas à ocupação urbana e turística da Praia da Avenida Soares Lopes vem se demonstrando conflituosa nas últimas décadas. No ano de 1985 com objetivo de ocupar a área assoreada foi contratado o paisagista Burle Marx para a realização de um projeto de urbanização, todavia o projeto não foi executado (MMA, 2007). Um dos maiores problemas referentes a urbanização refere-se à subutilização ou a não utilização de algumas áreas e a falta de conclusão de equipamentos de lazer e esportes previsto no projeto Burle Marx, além disso a área acrescida da praia apresenta restrição de uso devido a legislação (MMA, 2007).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao realizar o mapeamento temporal dos usos da terra da Praia da Avenida Soares Lopes (zona costeira da sede municipal) constatou-se que as duas classes predominantes em ambos os anos (2010 e 2020) é a vegetação rasteira/arbustiva e a faixa de areia, sendo a primeira classe predominante no ano de 2020, ou seja, a matriz da paisagem. O aspecto que mais obteve destaque foi o crescimento exponencial da mancha de vegetação arbórea ao longo dos 10 anos analisados.

Através das imagens de satélite, das ferramentas de geoprocessamento e da validação em campo conseguiu-se obter resultados confiáveis acerca do uso e ocupação da terra, sendo possível verificar as tendências de comportamento das classes de uso e ocupação da terra.

Esta pesquisa sobre o uso e ocupação da terra atual e pretérito colocou em evidência alguns aspectos importantes acerca da gestão desta zona costeira do município de Ilhéus. Embora boa parte da área da praia esteja ocupada com vegetação, chama-se atenção para que a ocupação antrópica está aumentando ao longo dos anos, principalmente para atender demandas turísticas do município, todavia, essa ocupação precisa ocorrer de forma planejada e em

consonância com a legislação vigente, levando em consideração as necessidades humanas com a preservação ambiental.

Neste sentido, tendo em vista a disposição e o comportamento da ocupação da terra da ZC da sede urbana, esta pesquisa tem a capacidade de subsidiar o planejamento e o reordenamento da ocupação atual tendo em vista que esta área é alvo de interesses que perpassam o meio social, econômico e ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAZ, D. M. et al. **Restinga de Praia das Neves, ES, Brasil: caracterização fitofisionômica, florística e conservação.** *Biota Neotropica*, v. 13, p. 315-331, 2013.

CABRAL, C. J.; SILVA, W. F.; GIRÃO, O. **Impactos ambientais derivados do uso e ocupação da linha de costa em trechos das praias de Pau Amarelo e Maria Farinha—município de Paulista/PE: Estudo preliminar.** *Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)*, v. 16, n. 1, 2014.

CIRM. Comissão Interministerial para Recursos do Mar. Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro. **Plano de Ação Federal da Zona Costeira do Brasil.** Brasília, 2005.

DAVIDSON-ARNOTT, R. **Introduction to Coastal Processes and Geomorphology.** New York: Cambridge University Press, 2010.

LIMA, A. C. C.; SOUZA, J. E.; VIEIRA, L. V. L. **Praia do Saco em Estância/SE: análise dos processos de uso e ocupação do solo costeiro.** *Revista Eletrônica da Faculdade José Augusto Vieira*, v. 6, 2013.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Prefeitura Municipal de Ilhéus. **Plano de Gestão Integrada Projeto Orla.** Ilhéus: 2007. Disponível em: <https://nossailheus.org.br/wp-content/uploads/2016/11/projeto-orla-ilheus.pdf>. Acesso em: 11 de set. de 2022.

OLOFSSON, P.; FOODY, G. M.; STEHMAN, S. V.; WOODCOCK C. E. **Making better use of accuracy data in land change studies: Estimating accuracy and area and quantifying uncertainty using stratified estimation.** *Remote Sensing of Environment*, v. 129, 122–131, 2013.

OLOFSSON, P.; HEROLD, M.; STEHMAN, S. V.; WOODCOCK, C. E.; WULDER MA. 2014. **Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change.** *Remote Sensing of Environment*, v. 148, 42–57, 2014.

PEREIRA, L. C. C. et al. **Formas de uso e ocupação na praia de Ajuruteua (PA, Brasil).** *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 13, 2006.

QUEIROZ, E. P.; CARDOSO, D. B. O. S.; SANTOS, M. H. F. **Composição florística da vegetação de restinga da APA Rio Capivara, Litoral Norte da Bahia, Brasil.** *Sitentibus série Ciências Biológicas*, v. 12, n. 1, p. 119-141, 2012.

SANTOS, T. M. S. **Urbanização turística e a produção do espaço nos centros do lazer: um estudo sobre Praia do Forte–Bahia.** Revista Geográfica de América Central, v. 2, p. 1-15, 2011.

RANIERI, L. A.; EL-ROBRINI, M. **Condição oceanográfica, uso e ocupação da costa de Salinópolis (Setor Corvina–Atalaia), Nordeste do Pará, Brasil.** Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management, v. 16, n. 2, p. 133-146, 2016.

MONITORAMENTO DO RESERVATÓRIO ALGODÕES-PE ATRAVÉS DO ÍNDICE DE ÁGUA POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDWI)

Camila Oliveira de Britto Salgueiro^(a), Haylla Rebeka de Albuquerque Lins Leonardo^(b), Anderson Luiz Ribeiro de Paiva^(c), Leidjane Maria Maciel de Oliveira^(d), Sylvana Melo dos Santos^(e)

^(a) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, camila.salgueiro@ufpe.br

^(b) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, haylla.rebeka@ufpe.br

^(c) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, anderson.paiva@ufpe.br

^(d) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, leidjane.oliveira@ufpe.br

^(e) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, sylvana.santos@ufpe.br

Resumo: Problemas referentes à escassez dos recursos hídricos somados ao aumento na ocorrência dos eventos extremos vêm gerando, cada vez mais, impactos ambientais. Dessa forma, o trabalho em questão utiliza o Sensoriamento Remoto (SR) para a análise da área do espelho d'água do reservatório de Algodões, situado no município de Ouricuri – PE, através do Índice de Água por Diferença Normalizada (NDWI), avaliando datas nos meses de setembro/2013, setembro/2019, outubro/2020 e julho/2022, com utilização de imagens advindas do satélite Landsat 8. Em relação aos resultados, foram encontrados valores estatísticos de cada ano, com valores máximos variando 0,7717 e 0,4605 e valores mínimos entre -0,6758 e -0,7229. Observou-se a diminuição da área superficial do reservatório de Algodões entre os anos de 2013 e 2019, devido aos problemas de escassez hídrica, com aumento ao comparar 2019 e 2020, seguido por 2022, em consequência dos maiores índices pluviométricos ocorridos.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto; NDWI; Algodões.

Abstract: Problems related to the scarcity of water resources, added to the increase in the occurrence of so-called extreme events, have been generating more and more environmental impacts. Thus, the work in question uses Remote Sensing for the analysis of the water surface of the Algodões reservoir, located in the municipality of Ouricuri - PE, through the so-called Normalized Difference Water Index (NDWI), evaluating dates in the months of September/2013, September/2019, October/2020 and July/2022, using images from the Landsat 8 satellite. Regarding the results, statistical values were found for each year, with maximum values ranging from 0.7717 and 0.4605 and minimum values between -0.6758 and -0.7229. There was a decrease in the surface water of the Algodões reservoir between 2013 and 2019, due to scarcity problems, with an increase when comparing 2019 and 2020, followed by 2022, thanks to the higher rainfall rates found.

Keywords: Remote Sensing; NDWI; Algodões.

INTRODUÇÃO

De forma geral, o manejo dos recursos hídricos é de fundamental importância para a renovação da vida humana e, sobre isso, cada vez mais, o mesmo tem sido impactado no que concerne os aspectos biológicos, culturais, econômicos e sociais. Follmann (2021) destacou que o Brasil, apesar de dispor de cerca de 12% da água doce do mundo, é um dos países com maior quantidade de problemas envolvendo a atual escassez hídrica, concomitando com uma grande

contradição: apesar de existente, a água não está distribuída de forma adequada, sendo a demanda populacional, em várias regiões, superior à demanda local. O aumento demográfico somado às ações antrópicas tem agravado, ainda mais, a distribuição hídrica no Brasil, interferindo em aspectos relacionados com a quantidade e a qualidade da água. Tal aspecto, observado por diversos autores, e conforme destacado por Oliveira (2007) acarreta um aumento na demanda de água e dos respectivos serviços de infraestruturas. Complementarmente, tem-se o aumento na ocorrência dos eventos extremos, que podem resultar em cenários de déficits e/ou excesso de precipitação. Segundo Farias *et al.* (2012), tais eventos alteram as características da região, tanto em aspectos físicos como sociais, podendo causar grandes transtornos, como, por exemplo, nos períodos de estiagem no Sertão.

Diante do exposto, têm-se no Sensoriamento Remoto (SR) uma oportunidade de avaliação da situação de reservatórios, em que é possível detectar a extensão da água superficial dos ambientes de zonas úmidas, acompanhando eventuais alterações no decorrer do tempo, bem como àquelas resultantes da variação climática no qual os reservatórios estão inseridos. Santos Filho *et al.* (2021) ressaltaram que áreas úmidas constituem um dos ecossistemas mais afetados e ameaçados por ações antrópicas. Por isso, faz-se necessário a elaboração de estudos e mecanismos de delimitação para que tais áreas possam ser protegidas. Utilizando a banda 3 – OLI LandSat8 (verde) e banda 5 – OLI LandSat8 (infravermelho próximo), McFeeters (1996) propôs o Índice de Água Por Diferença Normalizada (*Normalized Difference Water Index - NDWI*) como ferramenta para o monitoramento de espelhos d'água. De acordo com o autor, com o NDWI é possível detectar a presença e realizar a medição da extensão de águas superficiais em áreas úmidas e, assim sendo, tal índice é avaliado neste trabalho.

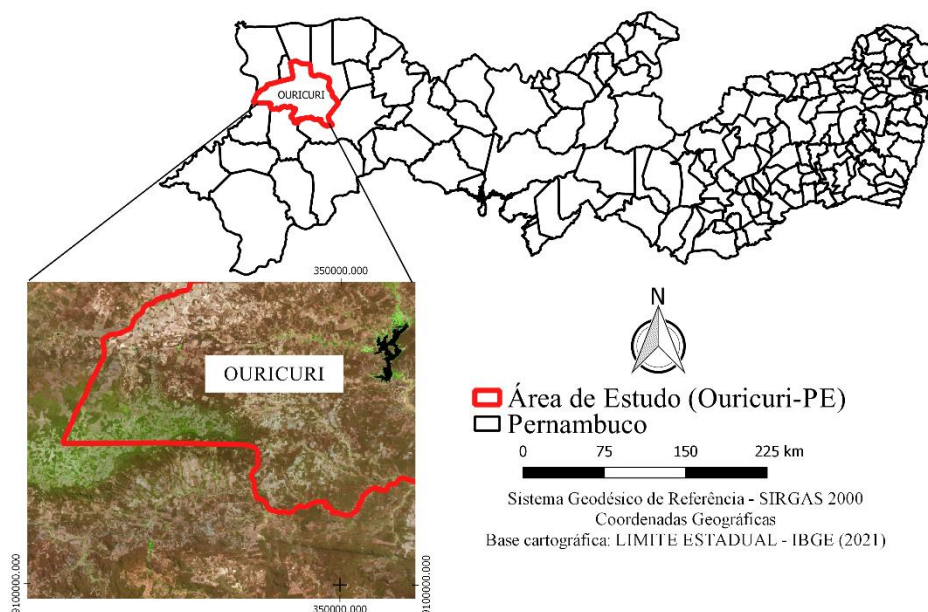
Assim sendo, utilizou-se as imagens obtidas através do Landsat8, considerando o sensor espectral OLI (*Operational Land Imager*), que tem como bandas espectrais B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8 e B9. De acordo com Zhu e Woodcock (2014) e Sothe *et al.* (2017), o sensor OLI fornece imagens ópticas com 30 m de resolução espacial, e sua faixa imageada é de 185 km, com oito bandas espectrais e dezesseis dias de resolução temporal.

O presente artigo utilizou-se da área recortada próxima ao reservatório de Algodões, no município de Ouricuri-PE. Sabe-se que a área em questão está inserida no Sertão pernambucano, e enfrenta um intenso clima de seca, que prejudica o dia a dia dos seus 69.459 habitantes, segundo dados obtidos no IBGE (2010). Dessa forma, é evidente a necessidade de um estudo climático sobre a quantidade de água existente nessa área, inserindo a análise de alterações em escala temporal e respectivas causas, e formas de minimização de possíveis problemáticas. O objetivo deste trabalho é analisar Índice de Água Por Diferença Normalizada (NDWI) processados com o *software* QGIS, a partir de imagens obtidas pelo satélite Landsat 8 nos dias 03 de setembro de 2013, 20 de setembro de 2019, 19 de outubro de 2020 e 18 de julho de 2022 no reservatório de Algodões, situado no município de Ouricuri – PE.

MATERIAIS E MÉTODOS

Como citado anteriormente, foi realizado um recorte no município de Ouricuri, localizado no sertão Pernambucano (Figura 1).

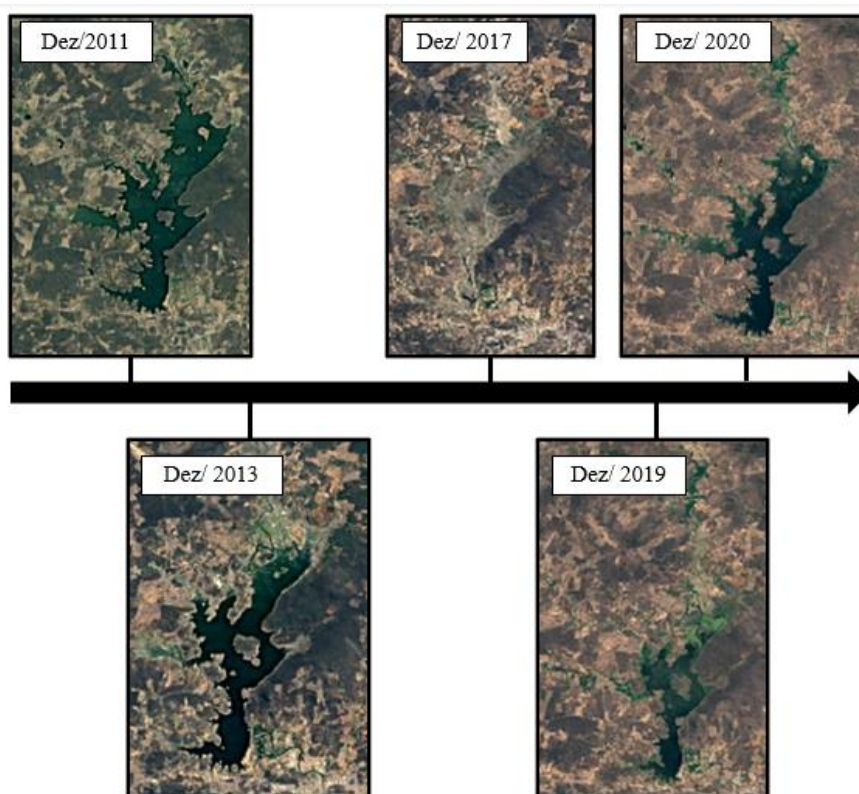
Figura 1: Área de estudo: reservatório Algodões (Ouricuri-PE).



Fonte: Autores (2022).

Inicialmente, buscou-se identificar a ocorrência de possíveis mudanças no espelho d'água do reservatório Algodões em escala temporal (dos principais anos de grandes mudanças entre o período de 2011 até 2020) com o auxílio do *software Google Earth* (2022), resultando no detalhamento apresentado na Figura 2.

Figura 2: Cronologia das modificações do reservatório Algodões-PE.



Fonte: Adaptado do *Google Earth* (2022).

Ao analisar a Figura 2, observou-se a ocorrência de grandes modificações na área do espelho d'água como consequência, possivelmente, da ocorrência de períodos chuvosos e secos. Avaliando as imagens referentes aos meses de dezembro/2011 e dezembro/2013, observou-se a diminuição do volume de água, aspecto confirmado a partir da imagem correspondente ao mês de dezembro/2017, no qual o reservatório apresentou-se seco, se estendendo até 2019. Já entre dezembro/2019 e dezembro de 2020, observou-se um aumento do espelho d'água, representando, possivelmente, a ocorrência de um período chuvoso e consequente acúmulo hídrico.

Somado a isso, foram observados dados de pluviométricos coletados pela Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC, disponível *online* (APAC, 2022), com informações do posto pluviométrico de Ouricuri – PCD (373), localizado próximo ao reservatório de Algodões para os anos de 2011, 2013, 2017, 2019, 2020, 2021 e 2022, visando o maior entendimento das variações pluviométricas da área no decorrer dos anos.

Em seguida, através da plataforma do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 2022), foram obtidas imagens do Satélite *LandSat* 8 (órbita 217 no ponto 66), conforme Tabela 1. O sistema de referência de coordenadas utilizado foi o SIRGAS 2000 / UTM zone 24S e, por isso, foi necessário reprojeter as imagens obtidas para esse Sistema tendo, assim, uma padronização do georreferenciamento do projeto nos dados obtidos.

Tabela 1: Ângulos de Elevação do Sol e Distância Astronômica Terra-Sol para cada data.

Data	Ângulo de Elevação do Sol (E)	Distância Astronômica Terra-Sol (dr)
03/09/2013	58,25470606	1,0086566
20/09/2019	61,88938788	1,0043596
16/10/2020	49,70583641	0,9990139
18/07/2022	49,5296909	1,01628037

Fonte: Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 2022).

De forma geral, com o uso do SR ocorre a presença exorbitante de solos, mesmo em situações nas quais são avaliados outros aspectos, observa-se a influência dos solos nas imagens. Nesse sentido, considera-se a reflectância, que consiste na razão entre a parcela de energia solar que deixa a área no terreno (refletida) e a quantidade de energia incidente naquela área, no mesmo momento. Segundo Demattê *et al.* (2003), a reflectância espectral dos solos tem participação ativa na interpretação dos resultados do SR, como índices de vegetação e modelos de mistura. Em relação à reflectância, Bezerra (2019) citou que, no momento em que a energia eletromagnética entra em contato com algum objeto da superfície terrestre, essa pode ser refletida, absorvida e/ou transmitida, sendo essa capacidade de refletir diretamente ligada com a reflectância do corpo. Ressalta-se que para este cálculo, levou-se em consideração dois parâmetros referentes ao dia no qual a imagem foi captada: o Ângulo de Elevação do Sol (E) e a Distância Astronômica Terra-Sol (dr) de cada imagem (Tabela 1).

Nesse sentido, visando a obtenção do valor correspondente a reflectância, Silva *et al.* (2016) destacaram a aplicação da Equação 1, a seguir, através da ferramenta "Calculadora Raster" presente no QGIS, com uso das reflectâncias planetárias no topo da atmosfera das bandas B3 e B5 do sensor OLI.

$$\rho_{\lambda i} = \frac{(A_{pi} + M_{pi} \times ND_i)}{\cos \cos Z \times d_r} \quad (1)$$

em que: $\rho_{\lambda i}$ é a reflectância planetária no topo da atmosfera de cada banda i ; A_{pi} é o fator aditivo de redimensionamento de cada banda; M_{pi} é o fator multiplicativo de redimensionamento de cada banda; ND_i é o número digital referente a intensidade do pixel de cada banda; $\cos \cos Z$ é o ângulo zenital solar obtido com base no ângulo de elevação do sol; d_r é a distância Terra – Sol.

O cosseno do ângulo de incidência da radiação solar é obtido a partir do Ângulo de Elevação do Sol (E), sendo em radianos e definido pela Equação 2. O d_r (obtido conforme a distância Terra-Sol – dTS, em unidade astronômica) é calculado utilizando a Equação 3.

$$\cos \cos Z = \cos \cos \left(\frac{\pi}{2} - E \right) \quad (2)$$

$$d_r = \left(\frac{1}{d_{TS}} \right)^2 \quad (3)$$

O Índice de Água por Diferença Normalizada (NDWI), proposto por McFeeters (1996) tem como finalidade detectar águas superficiais em ambientes de zonas úmidas e permitir a medição da extensão da água superficial, calculado conforme:

$$NDWI = \frac{\rho_{verde} - \rho_{IVp}}{\rho_{verde} + \rho_{IVp}} \quad (4)$$

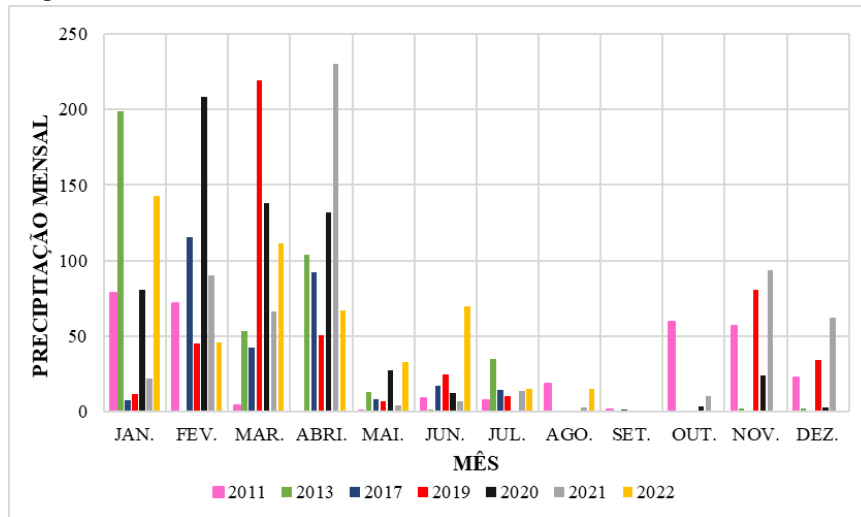
em que: ρ_{verde} é a reflectância da banda do verde (banda 3 do OLI) e ρ_{IVp} é a reflectância da banda do infravermelho próximo (banda 5 do OLI).

Segundo Bezerra (2019), os índices espectrais foram criados para distinguir as informações espectrais das demais superfícies da terra, e são encontrados a partir do cálculo da razão, das diferenças e das somas pela combinação linear das bandas espectrais, em geral por meio das bandas do visível e infravermelho. Pereira *et al.* (2018) ressaltaram que tal método é utilizado para ressaltar diferenças espectrais entre um par de bandas, detalhando feições da curva de assinatura espectral de determinados alvos. Ressalta-se que, segundo Augusto *et al.* (2022), os resultados advindos do índice em questão apresentam valores variando de -1 a 1, sendo que, quanto mais próximo de 1 estiver o valor, maior é quantidade de água no ponto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No que diz respeito às condições pluviométricas da região, tem-se a Figura 3 com os dados pluviométricos mensais dos anos de 2011, 2013, 2017, 2019, 2020, 2021 e 2022. Dos acumulados mensais, observou-se que os maiores valores ocorreram nos primeiros meses do ano (período chuvoso). No que se refere à precipitação acumulada anual, os valores foram: 331,1 mm (em 2011); 412,3 mm (em 2013); 301,6 mm (em 2017); 485,0 mm (em 2019); 629,7 mm (em 2020); 602,7 mm (em 2021); 500,1 mm (em 2022). Assim, pode-se identificar o cenário de escassez hídrica na região para o período de 2011 a 2019. Por outro lado, sendo os valores nos anos investigados (2011, 2013, 2017, 2019) muito próximos, com o valor médio de 382,5 mm, observou-se que as modificações no espelho d'água (Figura 2) estão mais fortemente relacionadas com a distribuição de ocorrência ao longo do ano, do que com precipitação acumulada anual.

Figura 3: Dados pluviométricos da PCD de Ouricuri-PE – anos: 2011, 2013, 2017, 2019, 2020, 2021 e 2022.

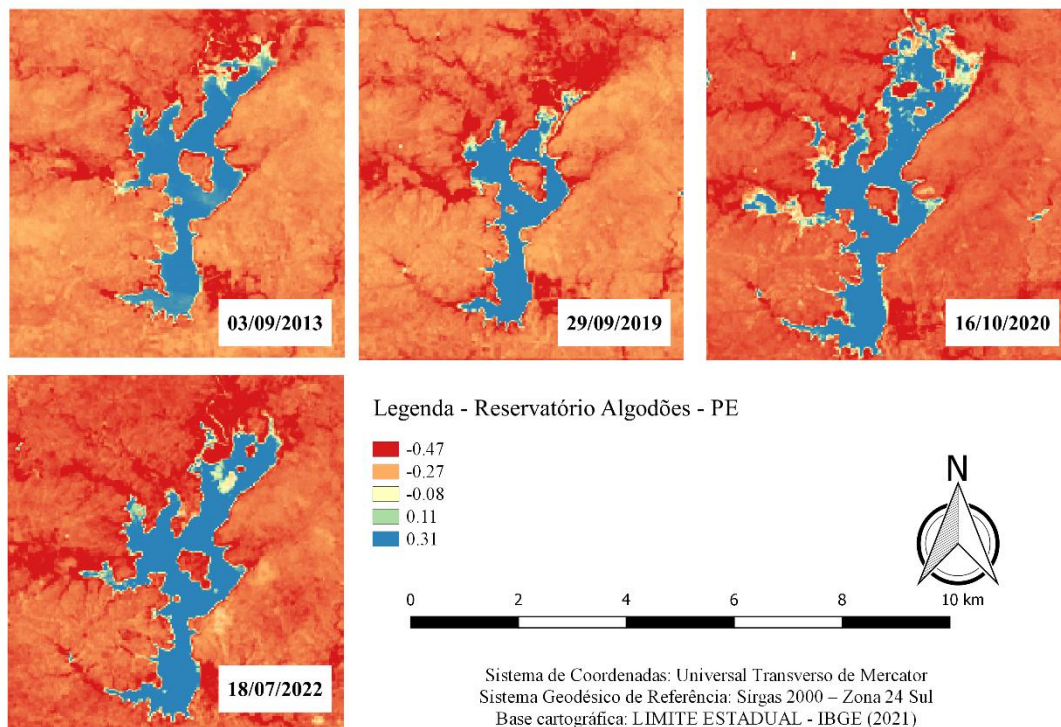


Fonte: Adaptado do APAC (2022).

Levando em consideração que o período de análise para o estudo em questão engloba o período seco, observaram-se grandes variações em relação aos anos em questão, sendo que o ano de 2011 acumulou um total de 138,7 mm acumulados entre os meses de setembro e dezembro, enquanto em 2013 e em 2017 os acumulados foram de 5,1 e 1,6 mm, respectivamente, para o mesmo período, justificando as condições de seca (Figura 2).

Com os índices calculados foi gerada a Figura 4, referente ao NDWI dos anos estudados, com destaque para os valores positivos (cor azul) representando as águas superficiais, permitindo, assim, medir a área de água superficial de cada ano.

Figura 4: Análise comparativa do corpo hídrico referente ao reservatório Algodões-PE.



Fonte: Autores (2022).

Apresenta-se na Tabela 2, os valores estatísticos de cada ano, com valores máximos variando de 0,4605 (03/09/2013) a 0,7717 (18/07/2022) e valores mínimos, entre -0,6758 (20/09/2019) a -0,7229 (03/09/2013).

Tabela 2: Valores estatísticos para os anos estudados.

Data	Máximo	Médio	Mínimo	Desvio Padrão
03/09/2013	0,4605	-0,2982	-0,7229	0,1414
20/09/2019	0,6677	-0,3146	-0,6758	0,1507
16/10/2020	0,6918	-0,3223	-0,6785	0,2139
18/07/2022	0,7717	-0,3295	-0,6838	0,2185

Fonte: Autores (2022).

Ao comparar as imagens dos anos de 2013 e de 2019, observou-se o aumento nas áreas consideradas secas, uma vez que se tem o aumento de pontos na cor vermelha, que representa os valores mais baixos, com diminuição dos resultados positivos, responsáveis por caracterizar áreas de água, na cor azul. Nesse sentido, vale destacar resultados similares nos estudos realizados por Almeida *et al.* (2022), que observaram a diminuição nos valores positivos de NDWI, indicando redução na detecção da água para o reservatório Algodões e no seu entorno, nos meses de setembro/2009, setembro/2014 e setembro/2018. Tal situação é descrita também em Bacalhau *et al.* (2017) que, ao analisar a extensão do corpo hídrico encontrado no reservatório Algodões entre junho/2011 e maio/2016, com volumes de água do reservatório iguais a 10.303,380 m² e 422,730 m², respectivamente, corroborando com a situação de escassez hídrica encontrada nos resultados apresentados na Figura 4. Atribui-se isso à escassez de água na região Semiárida de Pernambuco registrada no período de 2013 até 2019, com situação crítica no ano de 2017, conforme apresentado na Figura 2. Sobre isso, Santos e Farias (2017) analisaram a relação com o abastecimento de água dos 1.113 municípios pernambucanos da região semiárida e observaram que o sistema de distribuição pública de água cobre apenas 60% da população, distribuindo água sob racionamento, com frequência de nove e cinco dias por mês para os moradores das áreas urbanas e rurais, respectivamente.

No que diz respeito à comparação entre os anos de 2019 e 2020, observa-se o aumento em relação aos valores positivos de NDWI, indicando o aumento na área do espelho d'água. Tais resultados vão de acordo com os índices pluviométricos apresentados para a região, com valores totais de precipitação para 2019 e 2020 iguais a 629,7 e 485 mm, respectivamente.

Nesse sentido, foram estudados os perfis longitudinais referentes ao NDWI para os meses de setembro de 2019, outubro de 2020 e julho de 2022, utilizando a linha de análise para os dois pontos detalhados na Tabela 3.

Tabela 3: Coordenadas dos pontos de início e fim da linha de análise para os perfis longitudinais (*Datum* SIRGAS 2000 / UTM zone 24S).

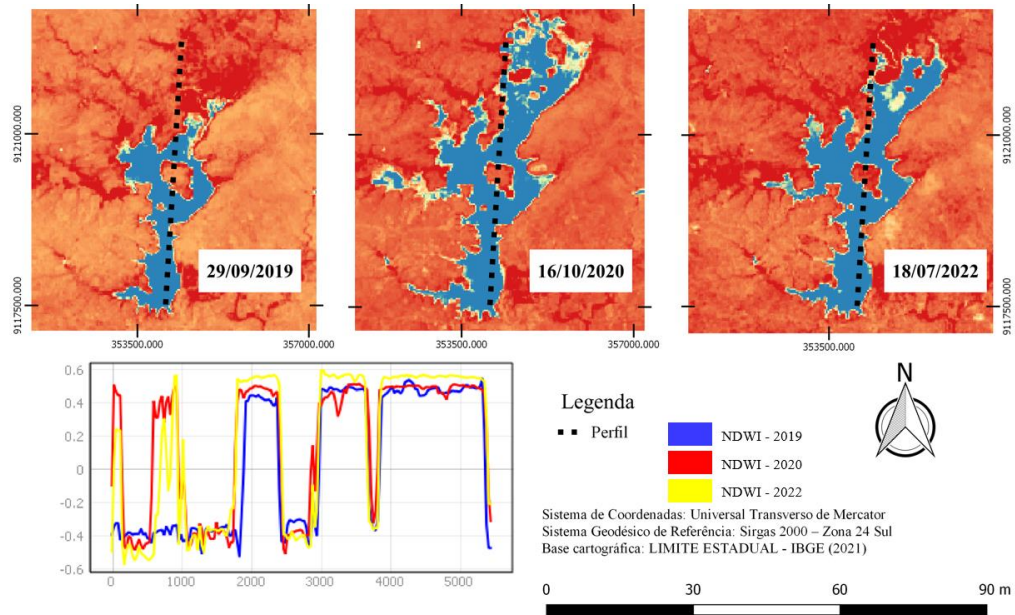
Descrição	Latitude	Longitude
Ponto de Início	9117397.00 S	354050.00 E
Ponto de Fim	9123353.35 S	354551.24 E

Fonte: Autores (2022).

Como resultado, têm-se a Figura 5, sendo importante destacar que os pontos negativos representaram áreas de solo e os positivos de superfícies hídricas. Ainda, observa-se que, para

a mesma área avaliada nos três anos de estudo, ocorreu maior quantidade de pontos negativos (solo) no ano de 2019, indicando maior quantidade de pontos secos quando comparado com 2020 e 2022. Ressalta-se, ainda, para o ano de 2022, um aumento na quantidade de valores positivos (áreas úmidas), destacando o aumento nos índices pluviométricos e impactos no nível do reservatório Algodões-PE. Tais valores condizem com os resultados gerados por Almeida *et al.* (2022) que encontraram valores positivos para regiões com presença de água e negativos para áreas com vegetação e solo exposto.

Figura 5: Perfil longitudinal do Reservatório de Algodões referente ao NDWI (2019, 2020 e 2022).



Fonte: Autores (2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da realização do presente artigo, pode-se constatar a importância do Sensoriamento Remoto na análise da superfície da Terra, principalmente na avaliação do índice NDWI. Em relação à área de estudo, observou-se a diminuição da água superficial do reservatório de Algodões entre os anos de 2013 e 2019, devido aos problemas de escassez. Por outro lado, devido aos maiores índices pluviométricos encontrados, observou-se o aumento da água superficial do reservatório de Algodões entre os anos de 2019 e 2020, seguido por 2022.

Reafirma-se a necessidade de maiores estudos na área e buscar por alternativas de minimização dos problemas ambientais relatados. Dessa forma, têm-se no estudo do Sensoriamento Remoto um mecanismo fundamental de análise de dados que, ao ser alinhada com alternativas de proteção ao meio ambiente, podem vir a constituir uma oportunidade de melhoramento das condições superficiais do planeta.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FACEPE pela bolsa de Doutorado (IBPG-1657-3.01/21) da segunda autora, ao Projeto de pesquisa "Coberturas vegetal e hídrica de bacias hidrográficas utilizando imagens orbitais no estado de Pernambuco" (processo nº 433914/2018-1) da quarta autora, à Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) pelo banco de dados hidrológicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D. N. O. *et al.* Variabilidade Georreferenciada do Reservatório Algodões – PE por Modelagem do NDVI e NDWI. **Anais... XVI Simpósio Recursos Hídricos do Nordeste/15º Simpósio. Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Portuguesa, Caruaru - PE**, 10 p., 2022.

APAC. Agência Pernambucana de Águas e Climas. **Monitoramento pluviométrico**. Disponível em: <http://old.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>. Acesso em: 02/10/2022.

AUGUSTO, R. C. *et al.* Delimitação de zona ripária em planícies através do Índice Normalizado de Diferença da Água (NDWI) e série multitemporal Landsat. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 15 (01): 234-249, 2022.

BACALHAU, J. R., *et al.* Aplicação de índice de vegetação no monitoramento da seca: açude Algodões no sertão pernambucano. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, 2 (3): 283-293, 2017.

BEZERRA, U. A. **Índices Espectrais utilizando os Sensores OLI/Landsat-8 e MSI/Sentinel-2, na Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó-PE**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

DEMATTE, J. A. M., *et al.* Influence of Organic Matter and Iron Oxides on the Spectral Reflectance of Tropical Soils. **Bragantia**, 62 (3): 451-464, 2003.

FARIAS, R. F. L., *et al.* Climatologia de Ocorrência de Eventos Extremos de Precipitação na Mesorregião do Sertão Pernambucano. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, 1 (5): 930 – 941, 2012.

FOLLMANN, J. I. **Ecologia Integral – Abordagens (Im)Pertinentes – Volume 3**. São Leopoldo: Casa Leiria, 2021.

GOOGLE EARTH. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>. Acesso em: 02 out. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 02 out. 2022.

MCFeeters, S. K. The use of normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features. **International Journal of Remote Sensing**, 17 (7): 1425-1432, 1996.

OLIVEIRA, E. W. N. **Telhados Verdes para Habitação de Interesse Social: Retenção das Águas Pluviais e Conforto Térmico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

PEREIRA, L. E., *et al.* Análise Comparativa entre Métodos de Índice de Água por Diferença Normalizada (NDWI) em Área Úmida Continental. **Anuário do Instituto de Geociências**, 41 (2): 654-662, 2018.

SANTOS, S. M.; FARIAS, M. M. M. W. E. C. Potential for Rainwater harvesting in a dry climate: Assessments in a semiarid region in northeast Brazil. **Journal of Cleaner Production**, 164: 1007-1015, 2017.

SANTOS FILHO, H., *et al.* Comparação ótica de NDWI e classificação não supervisionada com resultados de detecção automática de áreas úmidas: estudo de caso de Macapá, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, 7 (4): 40452-40468, 2021.

SILVA, B. B., *et al.* Procedures for calculation of the albedo with OLI-Landsat 8 images: Application to the Brazilian semi-arid. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 20 (1): 3-8, 2016.

SOTHE, C., *et al.* Evaluating Sentinel-2 and Landsat-8 Data to Map Sucessional Forest Stages in a Subtropical Forest in Southern Brazil. **Remote Sensing**, 9 (8): 838, 2017.

USGS. United States Geological Survey. **Landsat 8 (L8) Data Users Handbook**, 2016, LSDS-1574, version 2.0. Sioux USA: USGS EROS. Disponível em <<https://www.landsat.usgs.gov/sites/default/files/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf>> Acesso em: 02 out. 2022.

ZHU, Z.; WOODCOCK, C. E. Continuous change detection and classification of land cover using all available Landsat data. **Remote Sensing of Environment**, 144: 152-171, 2014.



GEOTECNOLOGIAS NA SALA DE AULA

POSSIBILIDADES E AVANÇOS

O AQUECIMENTO GLOBAL E IMPACTOS SOBRE AMAZÔNIA: PROVÁVEIS CENÁRIOS E RISCOS PARA A SOCIEDADE

Michel Felix da Silva^(a)

^(a) Bacharelado em Geografia, Universidade Federal do Acre, Bolsista PET GEOGRAFIA, michelgeoac@gmail.com

Resumo: Este resumo expandido tem como objetivo abordar os prováveis cenários para a sociedade ocasionados pelo aquecimento global, partindo da perspectiva que as mudanças climáticas são reais e oferecem sérios riscos para as próximas gerações. É necessário entender que as mudanças já estão acontecendo e já estão acarretando impactos, quanto maior for a emissão de CO₂, mais impactos veremos futuramente. Impactos como o aumento da temperatura (ocasionado pelas queimadas e desmatamento) e a possível escassez de recursos hídricos. Dessa forma é crucial o aprimoramento das políticas públicas e o cumprimento delas de forma rigorosa, para que sejam diminuídos os impactos ambientais na Amazônia.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas; Amazônia e Impactos.

Abstract: This expanded summary aims to address the likely scenarios for society caused by global warming, from the perspective that climate change is real and poses serious risks for future generations. It is necessary to understand that the changes are already happening and are already causing impacts. The greater the CO₂ emission, the more impacts we will see in the future. Impacts such as the increase in temperature (caused by fires and deforestation) and the possible scarcity of water resources. Thus, it is crucial to improve public policies and strictly comply with them, so that environmental impacts in the Amazon are reduced.

Keywords: Ma Climate Change, Amazon and Impacts.

INTRODUÇÃO

A criação do Painel intergovernamental de mudanças climáticas (IPCC) em 1988. Teve-se a confirmação das hipóteses que realmente estão acontecendo as alterações climáticas e com forte influência antrópica. Em 2013, com o 5^a relatório de IPCC pode ser comprovado de forma mais clara e objetiva que a ação humana tem sim influenciado de forma direta as mudanças climáticas no mundo, uma vez que as queimadas e desmatamentos são responsáveis pelas emissões de CO₂ na atmosfera.

Essas mudanças climáticas observadas desde meados do século XX, de acordo com o relatório do IPCC, são ocasionadas por ações antrópicas, pois sua velocidade diverge das registradas a milênios de anos. Dessa forma se derruba a teoria que estamos apenas em mais uma mudança de fase da terra e nós humanos não temos influência global nessa mudança climática.

A Amazônia tem passado por diversas mudanças ocasionadas por influências humanas, e se continuar nesse ritmo, os piores cenários são esperados para essa região, uma vez que o aquecimento do planeta Terra observado desde 1949 até 2017 varia de 0,6 a 0,7. Mesmo que os dados encontrados variem, em todos os relatórios fornecidos, pode ser observado o aumento da temperatura no século XXI. Diante desses dados fica claro a influência humana, principalmente quando trata-se da Amazônia, que ao decorrer do tempo tem sofrido com as diversas ações humanas.

Os cenários estabelecidos pelo relatório do IPCC, indica que se continuar a emissão de gases de efeito estufa, a temperatura média tende a aumentar 4°C e uma redução de até 40% nas chuvas. Essas mudanças se forem concretizadas, ocasionarão fortes impactos ao ecossistema, proporcionando riscos para a humanidade e para os animais, visto que segundo o Plano Nacional de Adaptação à Mudança de Clima, a América do Sul é o continente com maiores chances de extinção das espécies (23%). A escassez de água também é uma possível consequência das mudanças climáticas na Amazônia, sendo um dos impactos mais temíveis pela sociedade, pois os recursos hídricos têm total influência na sociedade, sendo fator indispensável para um desenvolvimento de um país e com uma possível escassez, a economia terá grandes problemas.

Ao decorrer desse texto estaremos analisando os possíveis impactos ocasionados pela emissão de gases de efeito estufa, dado que esses impactos poderão ser sentidos por toda a sociedade, e principalmente para o povo brasileiro que será o mais prejudicado com essas mudanças climáticas, que segundo os relatórios do IPCC poderá ser observada até 2100.

Inicialmente estaremos abordando as possíveis alterações no ecossistema amazônico e posteriormente as principais causas da ocorrência dessa intensificação da emissão de CO² na atmosfera, que acredita ser os incêndios e desmatamentos. Faremos ainda uma breve abordagem sobre os recursos hídricos que sofrem sérios riscos de escassez por conta dessa problemática. E para encerrar esse resumo expandido, estaremos elencando alguns cenários e riscos para a Amazônia no século XXI.

Estaremos fazendo abordagem bibliográfica, com o objetivo de obter as seguintes respostas: quais as principais causas desse aquecimento na Amazônia, quais os cenários e riscos para a mesma?

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi construído a partir de pesquisas bibliográficas em plataformas que armazenam artigos, dissertações, teses e livros. As plataformas *Scielo* e *Capes* foram as mais utilizadas nas pesquisas, como também os periódicos de Universidades brasileiras. Após a aquisição do material base para o embasamento teórico, foram realizadas leituras e fichamentos. Neste sentido, a pesquisa em questão trata-se de uma revisão bibliográfica acerca do assunto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Alteração no ecossistema amazônico

As mudanças climáticas ocasionadas pelo aquecimento global podem proporcionar demasiadas alterações ao ecossistema, muitas espécies já mudaram suas posições geográficas por conta das alterações ambientais. Na Amazônia não é diferente, as muitas queimadas e desmatamento são fortes influenciadores da emissão de CO², uma vez que a floresta amazônica está repleta de CO², e quando ocorre o desmatamento, a Amazônia fica desprotegida, pois as árvores mais antigas são fatores importantes para a proteção da floresta contra as queimadas. Sendo que o desmatamento ocasiona fortes alterações físicas na vegetação e na relação da atmosfera com a floresta. Dessa forma acontece as alterações na temperatura, umidade e precipitações, visto que esses elementos climáticos são fatores dependentes da relação entre atmosfera e meio ambiente.

É importante pontuar que o aquecimento global é real, mesmo que muitos corroboram a ideia que é apenas uma lenda e não irá acontecer. O fato é, que no Brasil vivemos em geração negacionista, onde os problemas são deixados de lado e desacreditados. Entretanto, mesmo que as mudanças climáticas sejam deixadas de lado, a mesma ainda está acontecendo. Segundo FEANSIDRE (2019), esse negacionismo é visto até mesmo na mídia, fazendo um controle dramático acerca da Rio+20 em 2012.

Desmatamento

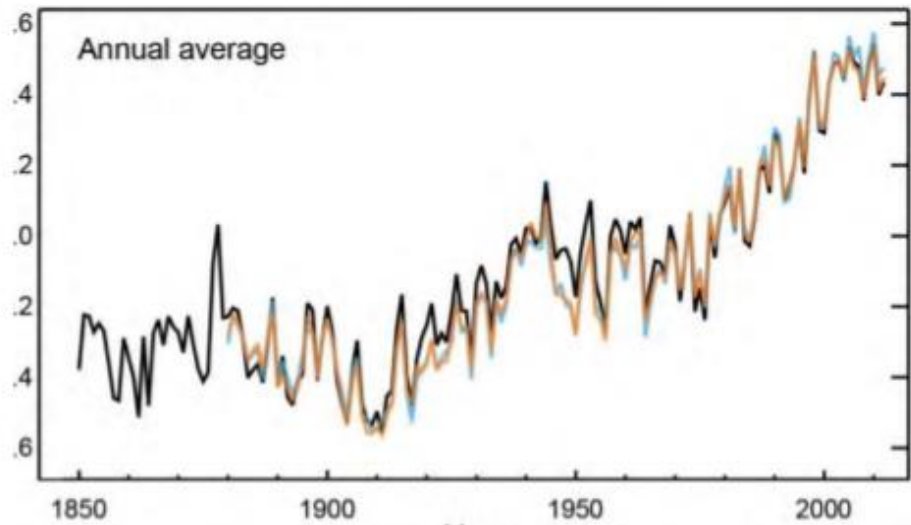
José A. Marengo e Carlos Souza Jr. em seu artigo fazem a seguinte afirmação sobre o desmatamento:

Reduzir o desmatamento de florestas tropicais é uma questão urgente nas agendas ambientais, principalmente no que se refere ao seu importante papel na regulação do clima global e ao seu impacto na diversidade cultural e biológica. (2018, MARENGO E SOUZA JR, p. 5).

Como foi exposto pelos autores acima, o desmatamento tem que ser combatido, uma vez que essa problemática tem forte influência nas mudanças climáticas atuais e nas possíveis alterações de temperatura. Entretanto o desmatamento só tem aumentado, e isso ocasiona uma forte alteração no ecossistema amazônico.

O Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) divulgou no dia 18 de novembro de 2019 dados do período de agosto de 2018 a julho de 2019 que mostram o desmatamento da Amazônia Legal estimado em 9.662 quilômetros quadrados (KM²). Sendo que a área de vegetação nativa teve um percentual de aumento superior a 29% em relação ao período anterior, de agosto de 2017 a julho de 2018.

Ex.: Figura 1: Temperatura global média desde 1850.



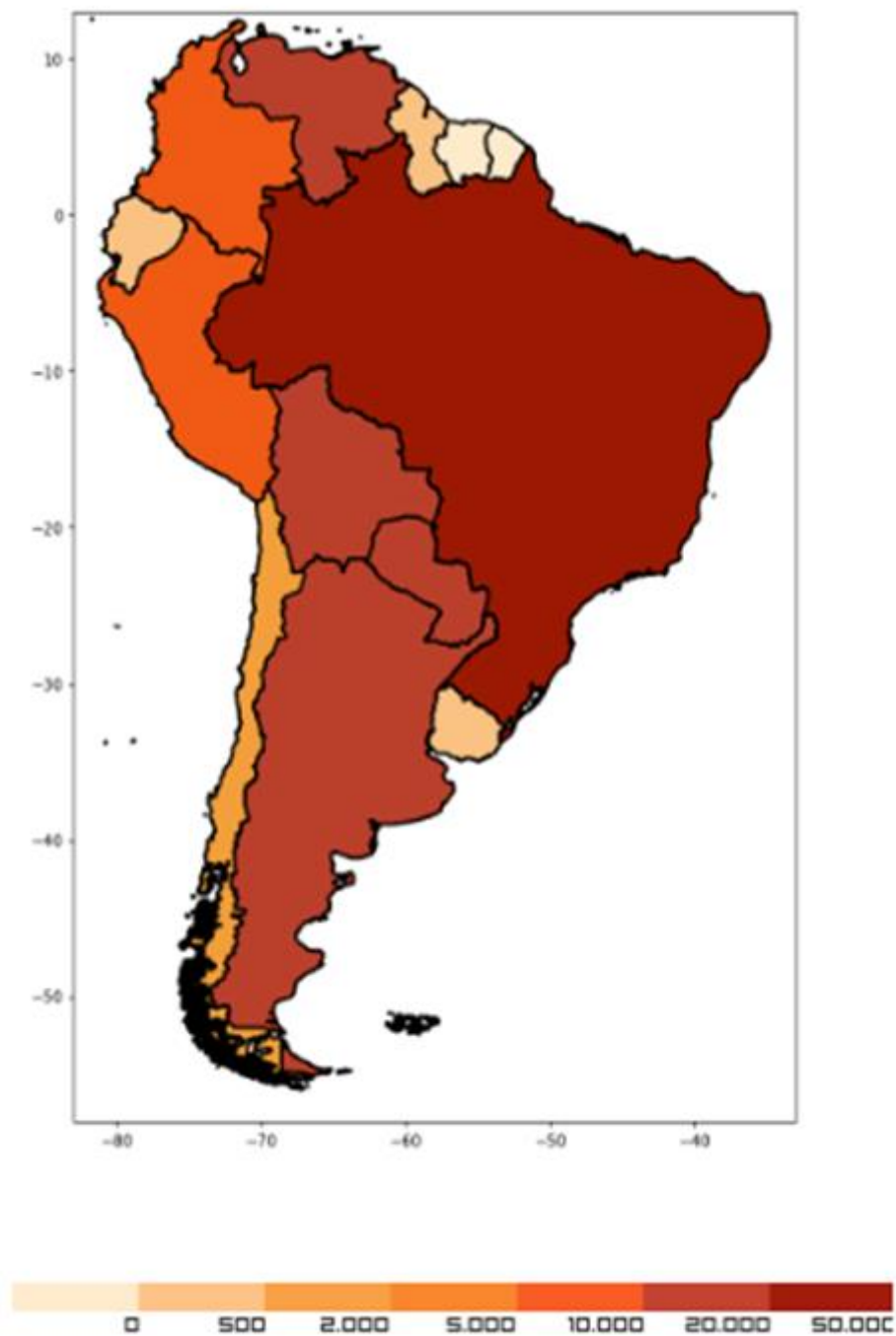
Fonte: FEANSIDRE, 2019.

Incêndios

Os incêndios em tempos de seca se intensificam com maior facilidade, e isso na Amazônia acontece nos meses de julho e setembro. De acordo com o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), nessa época os focos de incêndio detectados pelos satélites do INPE são maiores.

Em tempos onde se discute com bastante intensidade a questão do aquecimento global, aparentemente os dados fornecidos pelo INPE acabam sendo alvos de desconfianças, por conta do aumento das famosas “fake news”, em português notícias falsas. E com isso aumenta a dificuldade no combate contra esses crimes ambientais. Entretanto, esse assunto tem sido discutido em muitos veículos de comunicação e até mesmo foi objeto de debate no G7, onde foi abordado pela União Europeia o cancelamento do tratado de livre comércio com o Mercosul, por conta da irresponsabilidade na questão do combate às queimadas.

Ex.: Figura 1: Representação gráfica da distribuição espacial dos focos de calor na América do Sul.



Fonte: INPE, 2019.

A maior parte dos incêndios florestais são ocasionados por desmatamento ilegal para uso da agricultura e pecuária. Paulo Moutinho, um dos pesquisadores do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) afirmou na entrevista para a Agência Senado em 2019 que é extremamente preocupante dos pontos de vista econômico, agrícola e ambiental a continuidade desse processo de desmatamento da floresta. Ele ainda afirma que:

Há um aumento muito grande de roubo de floresta pública, de áreas públicas na Amazônia hoje para especulação de terras. Talvez esse seja um dos grandes elementos que impulsionam mais recentemente o desmatamento. Uma parte significativa do desmatamento é por ação de ilegalidades, de grupos criminosos que usurpam o bem público que são as florestas públicas. Isso é roubo de patrimônio público, patrimônio de todos os brasileiros. (MOUTINHO, 2019, p.1).

Recursos hídricos

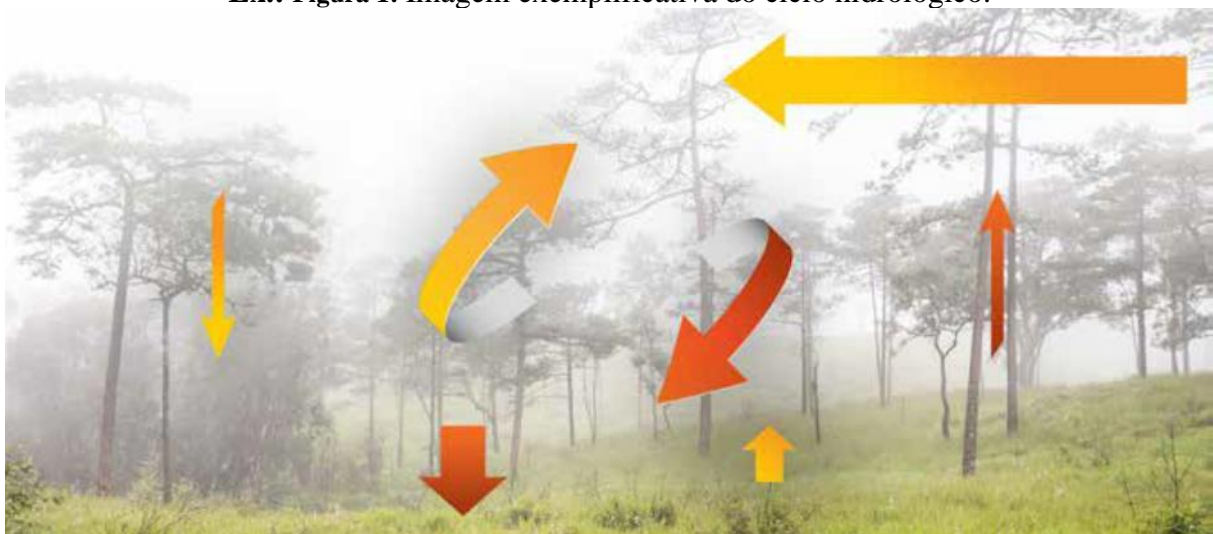
Pesquisas apontam que a Amazônia é um grande armazenador e fornecedor de água, até mesmo a nível global. O especialista Paulo Moutinho na sua entrevista citada no tópico anterior, também ressalta a importância da Amazônia legal para o abastecimento de recursos hídricos:

Estudos científicos mostram que a Amazônia funciona como uma grande usina de bombeamento hídrico, regional e mundial. É uma espécie de coração planetário, que bombeia água para outras regiões do planeta, em especial a América do Sul inteira. A produção agrícola brasileira depende da floresta. Ela produz água para todo o país sem nenhum custo. É importante dar atenção aos alertas da ciência, ouvir a ciência é fundamental. (MOUTINHO, 2019, p.1).

O sistema fluvial amazônico é o maior do mundo, com a extensão de 7.000.000 km², sendo 1/6 da água doce jogada ao mar. E com isso fica claro a importância para o desenvolvimento ecológico da Amazônia, que acontece principalmente por conta dessa vasta capacidade de armazenamento hídrico.

Segundo o estudo de Miller (2005) no relatório do IPCC AR4, ocorrerá uma redução de 10% a 15% de vazão nos rios amazônicos, dessa forma proporcionando impactos para a biodiversidade, transporte e recursos hídricos. Com isso poderá ser observadas alterações consideráveis no modo de vida da sociedade, visto que a água é fonte indispensável para a sobrevivência humana e o desenvolvimento ecológico da floresta amazônica. Posteriormente poderá ser observada a imagem do ciclo hidrológico amazônico:

Ex.: Figura 1: Imagem exemplificativa do ciclo hidrológico.



Fonte: MARENGO, 2018.

Cenários e riscos possíveis para Amazônia do século XXI

Marengo e Souza Jr. em seu artigo que aborda o tema: mudanças climáticas: impactos e cenários para Amazônia faz a seguinte afirmação para essa problemática:

Mudanças no clima da Amazônia: aquecimento global e desmatamento podem afetar o equilíbrio dos ecossistemas e os serviços que eles oferecem. Novas evidências mostram, sem sombra de dúvida, que a Amazônia funciona como o coração da América do Sul em relação a um dos recursos do qual a vida é diretamente dependente, a água. A destruição da floresta amazônica pode já ter passado do limite que permitiria a sua recuperação. Isto implica que, por falta de água, a economia de vários países da região pode ser drasticamente afetada num prazo provavelmente curto. (MARENGO SOUZA JR, 2005, p.4).

São diversos os impactos que poderão ser observados, visto que o possível cenário de escassez de água trará altos riscos para a economia brasileira e continental, uma vez que a Amazônia Legal é considerada o coração da América do Sul, tendo a maioria das águas continentais passando pelo território amazônico.

De acordo com as várias pesquisas relacionadas aos possíveis cenários esperado para o futuro amazônico, o aumento da temperatura e a diminuição das precipitações são riscos com alta probabilidade de ocorrerem, dessa forma ocasionando impactos as espécies e as populações como: 1) na fenologia, 2) nas interações bióticas, 3) nas taxas de extinção e 4) nas distribuições das espécies. Aspectos esses, elencando por Marengo e Souza Jr. (2018).

Essas mudanças climáticas, muito provavelmente, serão responsáveis pela degradação da água doce, haja vista o número cada vez maior de desmatamento nas margens dos rios. Esse impacto proporciona sérios prejuízos ao ecossistema local, como também interfere na distribuição de água potável. Vale ressaltar ainda o fator urbanização, que traz a população para mais perto dos rios e lagos, gerando o acúmulo de poluição nos Rios. Isso acontece, por conta da industrialização e urbanização desordenada.

O Agronegócio sofrerá sérias consequências com as mudanças climáticas, uma vez que o mesmo depende de um alto consumo de água, como também de bons solos. E a degradação dos solos é uma consequência do Aquecimento Global. Segundo o Ministério do Meio Ambiente - MMA (2018), cerca de 140 milhões de hectares de terras brasileiras estão degradadas, o que corresponde a 16,5% do território nacional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de tudo que foi exposto, podemos entender que as principais causas da intensificação do aquecimento global na região amazônica são as queimadas e os desmatamentos, que proporcionam mudanças climáticas com fortes alterações no ecossistema. Muitos geógrafos e estudiosos meteorológicos afirmam que em caso não ocorrer uma diminuição do CO², o planeta terra terá um aumento na temperatura média de aproximadamente 4°C, e isso ocasionaria mudanças climáticas devastadoras. Furacões, tornados e outros eventos atmosféricos seriam mais frequentes, tornando assim a sociedade mais vulnerável a catástrofes, como foi em 2005, uma das piores temporadas de furacões já registradas.

É necessário que o governo responsável pela Amazônia Legal tenha um plano de ação de combate ao desmatamento e aos incêndios, que todo ano tem somente crescido. Esse plano de ação tem que ser cumprido de forma rígida e sistemática, uma vez que já existem vários planos de ação, entretanto não são implantados de forma eficaz.

Podemos concluir que esse artigo é de fundamental importância para o crescimento profissional dos atuantes das áreas científicas e até mesmo para a sociedade em geral, visto que os impactos decorrentes do aquecimento na Amazônia serão sentidos por todos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FEANSIDRE, Phillip. **Amazônia e o Aquecimento Global**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia: Manaus, 2019.

INPE. **Projeto Prodes: Monitoramento da floresta Amazônica Brasileira por satélite**. Instituto de Pesquisa Espacial <http://www.obt.inpe.br/prodes/index.html>, 2016

IPCC. **IPCC Fifth Assessment Report (AR5)** - The physical science basis. IPCC (2013). doi:10.1017/CBO9781107415324.004.

IPCC. **IPCC Fifth Assessment Synthesis Report-Climat  Change 2014 Synthesis Report**. IPCC Fifth Assess. Synth. Report-Climat  Chang. 2014 Synth. Rep. pages: 167, 2014.

MARENGO, J.; NOBRE, C.; BETTS, R.; COX, P.; SAMPAIO, G.; SALAZAR, L. **Aquecimento Global e Mudança Climática na Amazônia**: Retroalimenta o Clima Vegeta o e Impactos nos Recursos Hídricos. American Geophysical Union. São Paulo, n. 186, 2009. p. 273-292.

MARENGO, J.; SOUZA, C. **Mudanças climáticas**: impactos e cenários para Amazônia. Universidade de São Paulo. São Paulo. Artigo 19, 2018.

Ministério do Meio Ambiente, B. **Plano Nacional de Adapta o VolumeII   Mudança do Clima**. Plano Nac. Adapt.   Mudança do Clima Vol. II II, 394, 2015.

SANTOS, Elisângela. Programa fará mapeamento completo dos solos brasileiros. **Embrapa**, 2016. Disponível em: <[https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17550684/programa-fara-mapeamento-completo-dos-solos-brasileiros#:~:text=Dados%20do%20Minist%C3%A9rio%20do%20Meio,Alimenta%C3%A7%C3%A3o%20e%20Agricultura%20\(FAO\).](https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17550684/programa-fara-mapeamento-completo-dos-solos-brasileiros#:~:text=Dados%20do%20Minist%C3%A9rio%20do%20Meio,Alimenta%C3%A7%C3%A3o%20e%20Agricultura%20(FAO).>)> Acesso em: 17/11/2022.



GEOTECNOLOGIAS NA SALA DE AULA

POSSIBILIDADES E AVANÇOS

PADRÃO DE EXFILTRAÇÃO DE NASCENTES NAS ENCOSTAS ORIENTAIS DO PLANALTO DA BORBOREMA

Geovânia Ricardo dos Santos^(a), Lucas Costa de Souza Cavalcanti^(b)

^(a) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, geovaniaricardos@gmail.com

^(b) Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, lucascavalcanti3@gmail.com

Resumo: O objetivo da pesquisa foi caracterizar o padrão de exfiltração de nascentes nas encostas orientais da porção meridional do Planalto da Borborema. As nascentes apresentam diversos contextos no padrão de exfiltração de água, de modo geral, com o cruzamento das informações, nota-se que o processo de exfiltração das nascentes está atrelado a contribuição de ordem de grandeza regional; Dos padrões observados juntamente com a capacidade hídrica, os fatores que imperam significativamente na dinâmica das nascentes são: litologia, seguido de solo e uso e cobertura da terra; As nascentes demonstram boa capacidade hídrica em litros por dia, sobretudo em Santana do Mundaú, onde as maiores vazões ocorreram nas nascentes: 5SM com 2.759.616, 27SM com 950.400, 3SM com disponibilidade de 22.800 e a 2SM com 10.400; Em Correntes, os valores em vazão em litro por dia foram menores, sendo: 22CO com 20.880, 25CO detendo 8.800 e a 21CO com 8.640.

Palavras-chave: Afloramento de água subterrânea; Condicionamento da paisagem; Potencial hídrico

Abstract: The objective of the research was to characterize the pattern of spring exfiltration on the eastern slopes of the southern portion of the Borborema Plateau. The springs present different contexts in the pattern of water exfiltration, in general, with the crossing of the information, it is noted that the process of exfiltration of the springs is linked to the contribution of regional order of magnitude; Of the patterns observed together with the water capacity, the factors that prevail significantly in the dynamics of the springs are: lithology, followed by soil and land use and cover; The springs show good water capacity in liters per day, especially in Santana do Mundaú, where the highest flows occurred in the springs: 5SM with 2,759,616, 27SM with 950,400, 3SM with availability of 22,800 and 2SM with 10,400; In Correntes, the flow values in liter per day were lower, being: 22CO with 20,880, 25CO with 8,800 and 21CO with 8,640.

Keywords: Outcrop of groundwater; Landscape conditioning; water potential.

INTRODUÇÃO

As nascentes são “sistemas ambientais naturais” onde ocorre o afloramento da água subterrânea de modo temporário ou perene, integrando à rede de drenagem superficial (FELIPPE, 2013), manifestações estas, pontuais, das cabeças de drenagens, e são o início das redes de fluxo, fornecendo uma ligação direta entre a paisagem terrestre e os sistemas fluviais e, assim, nesta nuance da paisagem, ditam áreas de origem hidrológica, densidade de drenagem e tempos de viagem da água para a bacia hidrográfica (JULIAN, 2018).

O contexto morfoestrutural e morfoclimático do Planalto da Borborema é quem dita parte do relevo do nordeste oriental (CORRÊA et al. 2010, ANDRADE, 1959). A Borborema é um importante centro de dispersão de parte da rede hidrográfica alagoana; a porção meridional, representadas pelos Planaltos do município de Garanhuns, suas nascentes de cabeceiras são formadores dos rios do Mundaú e Paraíba do Meio e é dos pedimentos meridionais deste planalto que também saem os formadores dos rios Coruripe, São Miguel e Jequiá (ANDRADE, 1959).

Há uma inter-relação hidráulica no armazenamento de água entre os blocos rochosos e os aquíferos. Para este fim, são necessárias análises que forneçam avaliações nas bacias subterrâneas, para caracterizar os padrões de fluxo de águas subterrâneas e manifestações relacionadas às nascentes (TÓTH et al., 2022). O entendimento da formação e do comportamento das nascentes pode ser compreendido quanto à origem e quanto ao fluxo de vazão (VALENTE; GOMES, 2005).

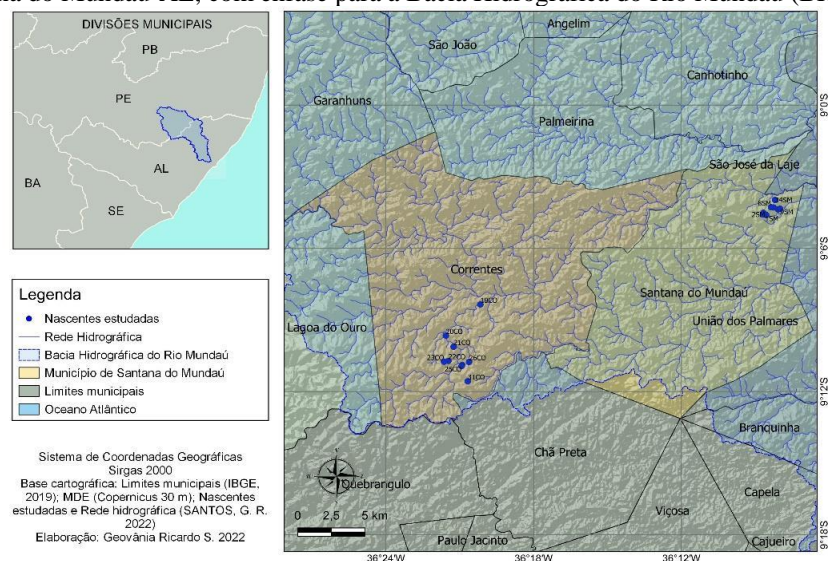
Considerando a importância do tema, a investigação das nascentes em escala local fornece respostas significativas, possibilitando, de modo integrado, compreender a dinâmica das unidades da paisagem espaço-temporal, notando padrões atrelados aos componentes. Nesse sentido, o objetivo da pesquisa foi caracterizar o padrão de exfiltração de nascentes nas encostas orientais da porção meridional do Planalto da Borborema.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A pesquisa foi realizada no município de Correntes, Pernambuco e Santana do Mundaú, Alagoas. Ambos os municípios estão inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú – BHRM (Figura 1) que detém no Estado de Pernambuco 54,90% da área da bacia (2.447,50 km²) e de Alagoas, com 45,10% (2.010,37 km²), totalizando-se uma área de 4457,87 km² e perímetro de 382,68 km (MARCUIZZO et al., 2011). A área de drenagem da BHRM envolve 31 municípios, inseridos em parte ou todo território inserido na bacia.

Figura 1: Localização das áreas de nascentes estudadas, no município de Correntes-PE e Santana do Mundaú-AL, com ênfase para a Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú (BHRM).



Fonte: Os autores, 2022.

A Bacia Hidrográfica do Mundaú drena o território do Estado de Pernambuco e Alagoas, tendo sua cabeceira situada em Pernambuco, um dos principais rios que drenam é o rio Mundaú, desaguando no território de Alagoas, no complexo lagunar Mundaú-Manguaba. O clima da região de estudo é Tropical Chuvoso com Verão Seco (As'), segundo a classificação de Köppen (KÖPPEN; GEIGER, 1928).

A área está inserida num contexto regional do Planalto da Borborema, grande porção de litologia composta por rochas granítica, gnaisses, graníticos, do Modelado Cristalino, responsável pela drenagem das águas de Pernambuco, em direção ao oceano atlântico na parte leste alagoana (CORRÊA et al., 2010; JACOMINE et al., 1975). A vegetação nativa da região é a Floresta Subperenefólia, uma formação densa, com porte na faixa de 20 m a 30 m e a Floresta Subcaducifólia, que tem um porte em torno de 20 m, uma razoável perda de suas folhas no período seco (EMBRAPA, 2012). As classes de solos predominantes são os Argissolos Vermelho-Amarelo e Argissolos Amarelo (EMBRAPA, 2018).

Descrição metodológica

Foram realizados trabalhos de campo de mapeamento das nascentes com GPS Garmin 64x e cada nascente foi catalogada com número e letras relacionadas ao nome da cidade pertencente. Sendo assim, foram observadas na pesquisa, nove nascentes em Correntes (19CO, 20CO, 21CO, 22CO, 23CO, 24CO, 25CO, 26CO e 31CO) e sete nascentes em Santana do Mundaú (1SM, 2SM, 3SM, 4SM, 5SM, 6SM e 27SM).

Foram observadas características pertinentes às zonas das nascentes: 2A) Litologia; 2B) Aspecto do solo, 2C) Unidade geomorfológica, 2D) Relevo, 3A) Vegetação, 3B) Uso do solo e 3C) Proteção/modificação das nascentes. Os dados referentes a litologia, foram extraídos a partir do arquivo *shapefiles* (.shp), da CPRM (2021), os demais são dados de campo.

Após a obtenção dos pontos de localização das nascentes. Os dados foram organizados numa planilha em formato “.csv” e importado para o software de SIG Qgis 3.16.2 <https://www.qgis.org/pt_BR>, sendo assim, possível a criação de um arquivo *shapefile* (.shp) de ponto, e posteriormente, a edição da tabela de atributo para compor as informações.

Também realizou-se a medição da vazão das nascentes que já apresentavam canalização instalada pela população local. A capacidade de vazão foi realizada em todas as nascentes mapeadas em Correntes, com exceção a 31CO, no dia 31 de outubro de 2021. Em Santana do Mundaú, todas as nascentes foram realizadas medições de vazão, no dia 09 de dezembro de 2012, ambos, período de estiagem da região.

Na análise do potencial hídrico da vazão de cada nascente foi empregado o método direto volumétrico (TUCCI e SILVEIRA, 2009), método hidráulico para medição da velocidade de pequenos canais. Foi utilizado um recipiente de 1 L para as nascentes com fluxo de água pequeno, já as nascentes com fluxo rápido optaram-se por ser utilizado recipiente de 10 L. Foi cronometrado o tempo que a água levou para atingir o volume máximo do recipiente; 6 repetições foram realizadas na medição de cada nascente.

De posse dos valores de tempo, o volume em Litros (L), foi convertido para Milímetros cúbicos (m³), correspondendo assim, a 0,001 m³ e 0,010 m³, respectivamente. Os valores foram inseridos na equação 1:

$$Q = (v/t) \sum Q/n \quad (1)$$

Em que: Q - a vazão média; v - o volume do testemunho (em metros cúbicos); t - o tempo (em segundos) e n - o número de repetições das medidas.

Obtidos valores de vazão em Litros por segundo/minuto (L/s), posteriormente foram convertidos para Litros por dia (L/d) e os resultados foram classificados pela magnitude, de acordo com Linsley et al. (1975): Magnitude 1 – Vazão (L/s): >170.000; Magnitude 2 – Vazão (L/s): 17.000 – 170.000; Magnitude 3 – Vazão (L/s): 1.700 – 17.000; Magnitude 4 – Vazão (L/s): 380 – 1.700; Magnitude 5 – Vazão (L/s): 38 – 380; Magnitude 6 – Vazão (L/s): 4 – 38; Magnitude 7 – Vazão (L/s): 0,6 -4; Magnitude 8 – Vazão (L/s): <0,6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das nascentes mapeadas em pesquisa de campo, observou-se padrões de exfiltração sobre diferentes contextos (Figura 2A). Em relação a litologia, nas nascentes de Correntes, a 19CO e 20CO, estão são compostas de Ortognaisse, Metatonalito, Metamonzodiorito, Metagranodiorito, Metagranito (OMMMM), enquanto que as demais, de 21CO a 26CO e 31CO, ocorrem os Monzonito, Quartzo sienito, Granito (MQG). Todas as sete nascentes mapeadas (1SM a 7SM) em Santana do Mundaú, são compostas de material litológico Monzonito, Granodiorito, Granito, Gabro, Diorito (MGGGD) (Figura 2A).

Todas as rochas que compõem o subsolo das nascentes são de origem litológica magmática, do modelado cristalino (CORRÊA et al., 2010), portanto, estas nascentes fazem parte de um contexto regional geológico e geomorfológico. Para revelar e compreender o comportamento e a dinâmica das nascentes, elas precisam ser consideradas no contexto dos sistemas de fluxo de águas subterrâneas em escala de bacia, pois uma caracterização apenas local das nascentes, não pode fornecer informações sobre todo o sistema (TÓTH et al., 2022).

Quanto ao aspecto do solo, em Correntes, a nascente que apresenta aspecto Permeável foi a 22CO, enquanto que as demais são todas semipermeáveis. Em Santana do Mundaú, as que apresentaram característica Permeável, foram as 1SM, 2SM, 3SM, 4SM, 7SM, 9SM, 27SM e 34SM, já as Semipermeáveis, foram as 5SM, 6SM e 8SM (Figura 2B).

Algumas características atreladas ao tipo de solo, vão determinar a drenagem/permeabilidade do solo, como os argissolos vermelho-amarelo é o tipo predominante na região, algumas características particulares vão ser determinantes; geralmente, estes tipos de solo são de profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas, apresentando incremento no teor de argila do horizonte superficial para o horizonte B (EMBRAPA, 2018).

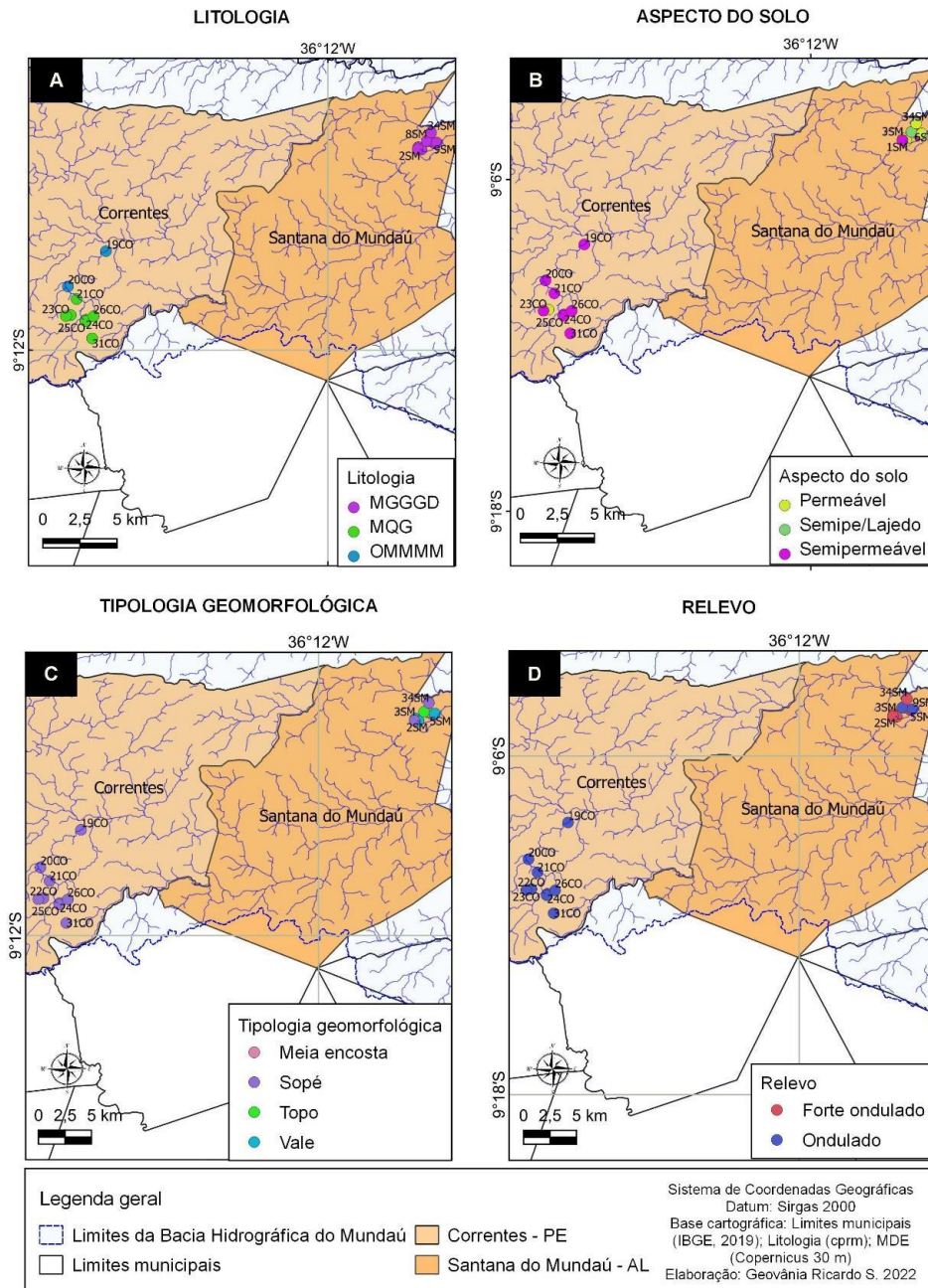
Nas nascentes mapeadas em Correntes, todas estas ocorrem numa tipologia geomorfológica de sopé de encosta (Figura 2C). Em Santana do Mundaú foi variado, as que ocorrem no sopé são as: 1SM, 2SM, 5SM, 27SM e 37SM (Figura 2C). As que ocorrem em vale, são as: 3SM, 4SM, 7SM e 9SM, e na Meia encosta é a nascente 6SM (Figura 2C). No Topo de encosta ocorreu a 8SM (Figura 2C).

Em relação ao relevo, as nascentes de Correntes todas ocorrem em relevo ondulado, já em Santana do Mundaú, as nascentes 8SM e 9SM, ocorrem em relevo ondulado, as demais estão sob relevo Forte ondulado (Figura 2D).

Duas características que vão ser interdependentes: a infiltração de água do solo e relevo. De modo geral, a infiltração de água no solo ocorre de maneiras distintas em cada relevo, quanto

mais declivoso, o escoamento superficial é rápido, comprometendo o processo de infiltração e recarga do lençol superficial, embora, a depender do tipo de solo, há uma capacidade de retenção água (OLIVEIRA et al., 2020).

Figura 2: Padrão espaço-temporal das características litologia (A) (MGGGD - Monzonito, Granodiorito, Granito, Gabro, Diorito; OMMMM - Ortognaisse, Metatonalito, Metamonzodiorito, Metagranodiorito, Metagranito; MQG - Monzonito, Quartzo sienito, Granito), aspecto do solo (B), unidades geomorfológicas (C), relevo (D), associadas a cada área de contribuição das nascentes.



Fonte: Litologia (CPRM, 2021), demais dados de campo (os autores, 2022).

Em relação a vegetação, em Correntes, as nascentes de 19CO a 26CO, apresentam vegetação de porte herbáceo e fragmentos arbóreos de vegetação nativa, que ocorrem distantes. A 22CO, além da configuração anterior, apresenta também algumas plantas de característica

hidrófilas (Figura 3A). A nascente 31CO está em uma área apenas de vegetação herbácea (Figura 3A).

Já em Santana do Mundaú, da nascente 1SM a 4SM, ocorre vegetação de composição hidrófila, herbácea e arbustiva (Figura 3A). As nascentes 5SM, 6SM, 7SM e 8SM, é composta de pequenas espécies vegetais hidrófilas e fragmentos arbóreos nas proximidades (Figura 3A). A nascente 9SM, apresenta apenas vegetação herbácea (Figura 3A). A 27SM com componente herbáceo, com fragmento arbóreo nas proximidades e a 34SM, está inserida num fragmento arbóreo (Figura 3A).

Todas as nascentes que apresentam fragmento arbóreo vegetal, inserida, ou nas proximidades, não acatam a legislação do “Novo Código florestal”, lei número 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), onde definem que as nascentes são Áreas de Preservação Permanente, que devem estar protegidas num raio de 50 metros. A região da Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú tem um contexto histórico de alteração pelo uso e cobertura da terra, desse modo, a paisagem demonstra uma realidade bem diferente do que é estabelecido por lei.

Mesmo que a vegetação não apresente impedimento para a exfiltração das nascentes, é importante em termos de qualidade da água, que haja cobertura vegetal nativa, uma vez que a manutenção e preservação da biodiversidade estará garantida.

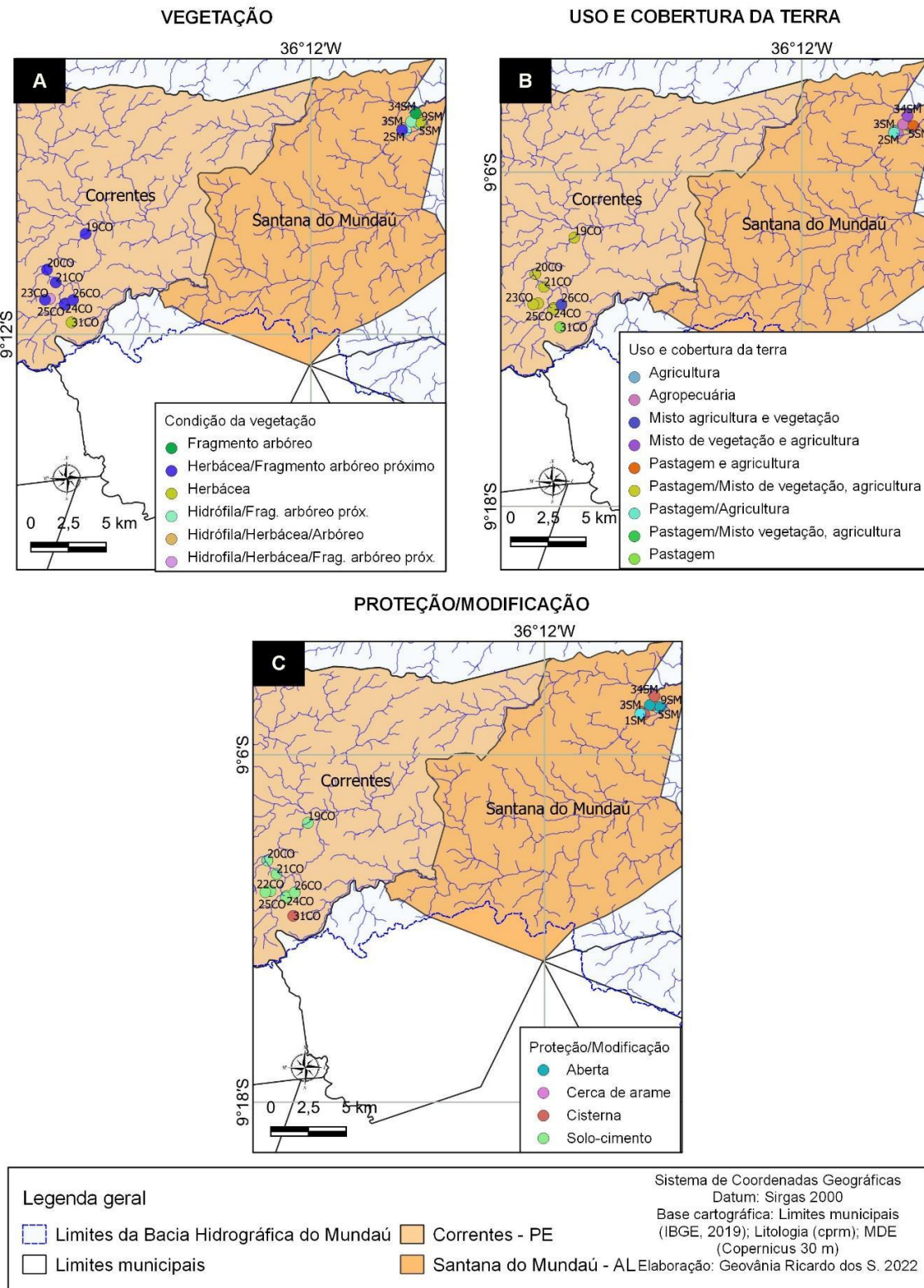
A cobertura vegetal tem funções positivas na reestruturação do meio ambiente, possibilitando, a estruturação e proteção do solo pela contribuição oferecida pelas raízes das plantas, diminuindo a energia do fluxo d’água, controla a erosão, fornece um filtro biológico da água e a recarrega aquíferos (NERES et al., 2022).

No tocante ao uso e cobertura da terra, em Correntes, as nascentes de 19CO a 25CO estão sob a Pastagem e um misto de vegetação e agricultura (Figura 3B). A nascente 26CO apresenta um misto de agricultura e vegetação nativa e a 31CO apenas pastagem (Figura 3B). Em Santana do mundaú, as nascentes de 1SM a 4SM têm apenas agricultura no entorno (Figura 3B). A 5SM está sob Pastagem e Misto de vegetação nativa e agricultura. A 6SM e 34SM, no entorno ocorre um Misto de vegetação nativa e agricultura (Figura 3B). A 7SM e 8SM, apenas apresentam Agropecuária e na 9SM e 27SM, ocorre Pastagem e Agricultura (Figura 3B).

Avaliando-se a questão da proteção ou modificação da sua estrutura da nascente, no município de Correntes, entre 19CO a 26CO, apresentam a estrutura modificada com solo-cimento e a 31CO foi transformada em cisterna (Figura 3C).

Na área de estudo de Santana do Mundaú, as nascentes 1SM, 5SM e 27SM estão cercadas com arame, mas o cercamento se dá próximo a área de exfiltração. As nascentes 2SM, 3SM, 8SM e 9SM, seu acesso é aberto, sem nenhum tipo de proteção, embora apresente indícios de modificação humana, como por exemplo, a ampliação da nascente com ferramentas manuais (Figura 3C). As nascentes 4SM, 6SM, 7SM e 34SM, foram modificadas para uma cisterna (Figura 3C). Estas modificações são realizadas pelos moradores locais, como modo de poder proteger a água para consumo.

Figura 3: Padrão espaço-temporal das características, vegetação (A) e uso e cobertura da terra (B) e modificação na estrutura das nascentes (C), associadas a cada área de contribuição das nascentes.



Fonte: Os autores, 2022

A partir das medidas de vazão em Correntes e Santana do mundaú, que compreende o período de equinócio de primavera, observou-se elevado potencial hídrico das nascentes, em litros por dia e segundo (Tabela 1). As nascentes apresentaram magnitude de vazão que variam

de 6, 7 e 8, como consta na Tabela 1. E de modo geral, nota-se que mesmo em locais de configuração extremamente alterada pelo uso e cobertura da terra, as nascentes em Correntes e Santana do Mundaú, continuam seu processo de exfiltração de água.

Os altos valores em litros por dia (L/d), nas nascentes mapeadas em Correntes, foram a 22CO com 20.880, 25CO com 8.800 e a 21CO obteve 8.640 (Tabela 1). Observando-se as particularidades no padrão de exfiltração destas nascentes com maiores vazões, localizam-se em áreas de sopé de encosta, de relevo ondulado, com aspecto de solo de Semipermeável e Permeável. Estas, além de apresentarem um componente de vegetação herbácea, nas proximidades há fragmentos de vegetação de porte arbóreo. Numa escala ampla, são ambientes de contraste entre áreas de pastagem, agricultura e fragmentos isolados de vegetação nativa.

Em relação a capacidade em litros por dia, nas nascentes mapeadas em Santana do Mundaú, quatro apresentaram maiores valores, foram: 5SM com capacidade de 2.759.616, 27SM com 950.400, 3SM obtendo 22.800 e 2SM com 10.040 (Tabela 1). O padrão das nascentes mais volumosas, se configuram, em aspecto do solo, que variam de semipermeável, para as nascentes 5SM e 27SM e permeável para as nascentes 3SM e 2SM. Ocorrem em áreas de sopé, as nascentes 5SM, 2SM e 27SM, enquanto que a 3SM ocorre em área de vale e todas precedem um relevo forte ondulado.

No que diz respeito à vegetação, as nascentes mais volumosas (5SM e 27SM), apresentavam pelo menos um fragmento arbóreo nas proximidades, enquanto que a 2SM e 3SM, apenas apresentaram vegetação herbácea e arbustiva. Em todas as quatro nascentes citadas, pelo menos ocorreu uma espécie vegetal hidrófila, característica de áreas úmidas. O uso da terra nessas nascentes é bem variado. A nascente 5SM, ocorre em área de Pastagem, Misto de vegetação nativa e agricultura. A 27SM, na área de Pastagem e Agricultura e a 2SM e 3SM em áreas de Agricultura.

De modo geral, percebe-se com o cruzamento dos padrões observados em campo que os altos valores de vazão nas nascentes pesquisadas em Correntes e em Santana do Mundaú, estão associados a características de grandeza maior, sobretudo a disposição litológica no subsolo, seguindo de solo e uso e cobertura da terra.

Outra característica que está associada a um alto potencial de vazão é os fluxos superficiais concentrados de encosta “*Channel heads*”, onde, além da contribuição de água subsuperficial, as nascentes recebem pelo transporte superficial (JULIAN, 2018). Essa característica é particular, a geomorfologia então vai contribuir com a ordem de descarga e pode fornecer tipos de nascentes definitivos (TÓTH et al., 2022).

Tabela 1. Média de vazão das nascentes estudadas no mês de outubro de 2021, em Correntes e dezembro de 2021, em Santana do Mundaú.

Municípios	Nascentes mapeadas	Litros/dia	Litros/segundo	Magnitude da vazão
Correntes	19CO	6.487	0,08	7
	20CO	4.083	0,05	8
	21CO	8.640	0,10	6
	22CO	20.880	0,24	6
	23CO	3.480	0,04	8
	24CO	3.428	0,04	8
	25CO	8.800	0,10	6
	26CO	1.806	0,02	8
	31CO	-	-	-
Santana do Mundaú	1SM	4.894	0,06	8

	2SM	10.040	0,12	6
	3SM	22.800	0,26	6
	4SM	4.952	0,06	7
	5SM	2.759.616	31,94	6
	6SM	3.553	0,04	8
	27SM	950.400	11,00	6

Fonte: Os autores, 2022

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As nascentes apresentam diversos contextos no padrão de exfiltração de água, de modo geral, com o cruzamento das informações, nota-se que o processo de exfiltração das nascentes está atrelado a contribuição de ordem de grandeza regional;

Dos padrões observados juntamente com a capacidade hídrica, os fatores que imperam significativamente na dinâmica das nascentes são: litologia, seguido de solo e uso e cobertura da terra;

As nascentes demonstram boa capacidade hídrica em litros por dia, sobretudo em Santana do Mundaú, onde as maiores vazões ocorreram nas nascentes: 5SM com 2.759.616, 27SM com 950.400, 3SM com disponibilidade de 22.800 e a 2SM com 10.400;

Em Correntes, os valores em vazão em litro por dia foram menores, sendo: 22CO com 20.880, 25CO detendo 8.800 e a 21CO com 8.640.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo a Ciência e a Tecnologia de Pernambuco - FACEPE, pela concessão da bolsa de estudo. A ONG Amigos do Rio Correntes pela parceria de campo, de modo especial, Mavial Rosa dos Santos, Edileuza Santos e Júnior Matias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, M. C. B. **Os rios do açúcar do Nordeste oriental**. 1. ed. Recife: Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais, 1959. 96 p.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, n. 102, p. 1, 28 mai. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm. Acesso em 20 Out. 2021.

CORRÊA, A. C. B.; TAVARES, B. A. C.; MONTEIRO, K. A.; CAVALCANTI, L. C. S.; LIRA, D. R. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 31, n. 1-2, p. 35-52, 2010.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. (2008). Mapa Geológico da Província da Borborema [Mapa]. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/22508>. Acesso em: 15 de outubro de 2022.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília: EMBRAPA, 2018. 374 p.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Zoneamento agroecológico de Alagoas**: levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Alagoas. 1. ed. Recife: EMBRAPA, 2012. 238 p.

FELIPPE, M. F. *et al.* Nascentes antropogênicas: processos tecnogênicos e hidrogeomorfológicos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Curitiba, v. 14, n. 4, p. 279-286, out/dez, 2013.

JACOMINE, P. K. T. CAVALCANTI, A. C.; PESSÔA, S. C. P.; SILVEIRA, C. O. da. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Alagoas**. 1. ed. Recife: EMBRAPA, 1975, 532 p.

JULIAN, J. P. Channel Heads. **Earth Systems and Environmental Sciences**, Arábia Saudita, v. 2, n. 1, p. 1-5, jul. 2018.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. 1.ed. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. 379 p.

LINSLEY, R. K.; KOHLER, M. A.; PAULHUS, J. L. H. **Applied Hidrology**. 1. ed. New Delhi: Macgraw-Hill, 1975. 689 p.

MARCUZZO, F. F. N.; ROMERO, V.; CARDOSO, M. R. D. Detalhamento hidromorfológico da Bacia do Mundaú. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 19, 2011, Maceió. **Anais...** Maceió, 2011. p. 1-19.

NERES, P. D.; LIMA, J. A.; RODRIGUES, C. R. Análise do uso de vegetação na contenção de taludes. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 11, n. 6, p. 1-9, jun. 2022.

OLIVEIRA, A. S de; SILVA, A. M. da; MELLO, C. R. de. Dinâmica da água em áreas de recarga de nascentes em dois ambientes na região Alto Rio Grande, Minas Gerais. **Eng. Sanit Ambiental**, v. 25, n. 1, São Paulo, p. 59-67, jan/fev. 2020.

TUCCI. C. E. M.; SILVEIRA, A. L. L. da. **Hidrologia**: Ciência e aplicação. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS. 2009. 943 p.

TÓTH, Á. *et al.* Springs regarded as hydraulic features and interpreted in the contexto of basin-scale groundwater flow. **Journal of Hydrology**, Connecticut, v. 610, n. 4, p. 1-14, 2022.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. **Conservação de nascentes**: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras. 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil. 2005. 210 p.

POTENCIAL HÍDRICO DE NASCENTES EM ÁREAS URBANAS, NO MUNICÍPIO DE GARANHUNS E PALMEIRINA, PERNAMBUCO*Geovânia Ricardo dos Santos^(a), Lucas Costa de Souza Cavalcanti^(b)*

^(a) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, geovaniaricardos@gmail.com

^(b) Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, lucascavalcanti3@gmail.com

Resumo: O objetivo da pesquisa foi avaliar o potencial hídrico das nascentes, do município de Garanhuns e Palmeirina, Pernambuco. Foram estudadas duas nascentes em Garanhuns e três em Palmeirina. Foram realizadas avaliações de contexto local e regional do uso e cobertura da terra, medições de vazão da água e dos parâmetros físico-químicos da água. O uso e cobertura da terra não demonstrou comprometer o processo de exfiltração da água, entretanto em relação a qualidade da água, este é preocupante; As cinco nascentes avaliadas indicam diferentes contextos pelo uso e cobertura da terra, com predominância no entorno, da Pastagem, Formação savânica, Infraestrutura urbana e Mosaico de agricultura e pastagem; As nascentes mensuradas, 32GA, 28PA e 29PA, apresentam grande potencial hídrico, com valores de 475.200, 19.400 e 86.400 litros por dia, respectivamente; Os valores de pH, temperatura, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos encontram-se conformidade com os padrões estabelecidos pelo órgão público regulador.

Palavras-chave: Afloramento de água subterrânea. Vazão de água. Método volumétrico direto. Uso e cobertura da terra. Qualidade da água.

Abstract: The objective of the research was to evaluate the water potential of the springs, in the municipality of Garanhuns and Palmeirina, Pernambuco. Two springs in Garanhuns and three in Palmeirina were studied. Assessments of local and regional context of land use and land cover, measurements of water flow and physical-chemical parameters of the water were carried out. The use and land cover has not shown to compromise the water exfiltration process, however in relation to water quality, this is worrying; The five sources evaluated indicate different contexts by land use and cover, with predominance in the surroundings, the Pasture, Savannah Formation, Urban Infrastructure and Mosaic of agriculture and pasture; The measured springs, 32GA, 28PA and 29PA, present great water potential, with values of 475,200, 19,400 and 86,400 liters per day, respectively; The values of pH, temperature, electrical conductivity and total dissolved solids are in accordance with the standards established by the public regulatory agency.

Keywords: Outcrop of groundwater. Water flow. Direct volumetric method. Land use and cover. Water quality.

INTRODUÇÃO

As nascentes são sistemas de fluxo, entidades integradas, que apresentam condições ambientais diferenciadas, já que estão na interface entre a forma de águas superficiais, ao mesmo tempo, proveniente do subsolo (TÓTH et al., 2022). A interferência humana sobre os processos geomorfológicos, de retirada direta de cobertura pedológica superficial, ou de

implantação de infraestrutura construída, como manilhas, valas ou taludes de estrada, têm alterado efetivamente as condições hidrogeomorfológicas das nascentes (FELIPPE et al., 2013).

Diferentes padrões de uso e cobertura da terra causam contrastes consideráveis nas estruturas de micro-habitat e nascentes, sendo assim, o uso da terra como uma propriedade ecológica de mesoescala, têm impacto nas estruturas ecohidrológicas e na biodiversidade em microescala. Esta consideração implica que a integração das abordagens e o mapeamento da dinâmica das nascentes in loco, são essenciais, é um importante parâmetro integrador para se compreender as diferentes configurações das paisagens onde ocorrem as nascentes (REISS e CHIFFLARD, 2015).

A exfiltração de água das nascentes é um fenômeno de ordem que ocorre pela diferença de elevação da carga hidráulica do aquífero e da superfície terrestre naquele ponto, neste caso, a geologia é um quesito importante na formação dos aquíferos e, conseqüentemente, na acumulação e movimentação das águas subterrâneas, além de estar relacionada à qualidade das águas subterrâneas locais, devido às interações rocha-água (KHADKA e RJAL, 2020).

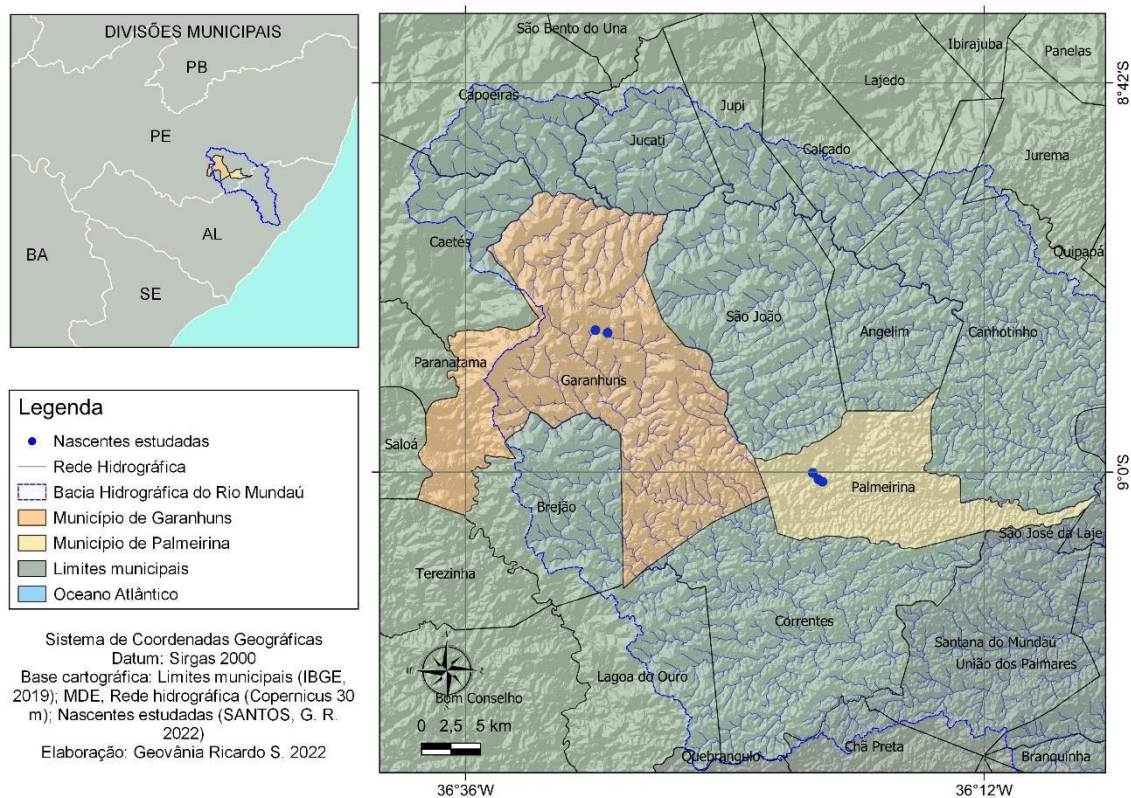
O mapeamento e caracterização das nascentes são melindrosos, áreas de difícil acesso que requer tempo de investigação e uma abordagem multidisciplinar, devido a dinâmica espaço-temporal. Diante da importância do objeto e tema de pesquisa, objetivou-se avaliar o contexto do potencial hídrico de nascentes em áreas urbanas, do município de Garanhuns e Palmeirina, Pernambuco.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A pesquisa foi realizada em duas nascentes, no município de Garanhuns e três nascentes, no município de Palmeirina, Estado de Pernambuco. Ambos os municípios estão inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú – BHRM (Figura 1) que detém no Estado de Pernambuco 54,90% da área da bacia (2.447,50 km²) e de Alagoas, com 45,10% (2.010,37 km²), totalizando-se uma área de 4457,87 km² e perímetro de 382,68 km (MARCUIZZO et al., 2011). A área de drenagem da BHRM envolve 31 municípios, inseridos em parte ou todo território inserido na bacia.

Figura 1: Localização das áreas de nascentes estudadas, nos municípios de Garanhuns e Palmeirina-PE, com ênfase para a Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú (BHRM).



Fonte: Os autores, 2022.

As nascentes localizadas na porção de Pernambuco, sobretudo em Garanhuns têm importância no contexto de Bacia Hidrográfica, já que, são a partir destas que se formam os canais hidrográficos principais contribuintes do rio Mundaú. As nascentes estudadas, 32GA (conhecida como nascente de Vila Maria) (Figura 2A) e 33GA (conhecida como Pau Pombo) (Figura 2B), em Garanhuns, localizam-se em áreas de solo compactado, composto de vegetação rasteira, circundado por área urbana e as nascentes 28PA e 30PA (Figura 2C e 2F), estão localizadas próximo a área urbana da cidade de Palmeirina, de solo compactado e vegetação herbácea, enquanto que a nascente 29PA (Figura 2D e 2E), está inserida dentro da área urbana, de solo impermeabilizado no seu entorno e no ponto de exfiltração o solo tem aspecto compactado e vegetação pontual de porte herbáceo-arbustivo.

Figura 2: Zonas de exfiltração de nascentes das nascentes 32GA (A) e 33GA (B) em Garanhuns, nascente 28PA, transformada em cisterna em área de pastagem (C), nascente 29 PA, transformada em cisterna em área urbana (C e D) e nascente 30 PA, transformada em cisterna em área de pastagem com lixo no entorno (F) em Palmeirina.



Fonte: Acervo de campo da primeiro (a) autor (a), 2021-2022.

O clima que ocorre na região de Garanhuns é o Mesotérmico com verão seco e quente continental (Cs'a) e em Palmeirina é Tropical Chuvoso com Verão Seco (As'), segundo a classificação de Köppen (KÖPPEN; GEIGER, 1928). A ocorrência da configuração de clima diferenciado em Garanhuns se dá pelo contexto geológico-geomorfológico regional, já que Garanhuns se encontra na cimeira da Planalto da Borborema.

O Planalto da Borborema é uma megaestrutura regional, de litologia composta por rochas granítica, gnaisses, graníticos, do Modelado Cristalino, responsável pela drenagem das águas de Pernambuco, em direção ao oceano atlântico na parte leste alagoana (CORRÊA et al., 2010; JACOMINE et al., 1973). A vegetação nativa de Garanhuns encontram sob o domínio de vegetação de Contato (ecótono e enclave), região predominante por áreas de transição de vegetação, onde a ocorrência é de Contato Savana estépica "Caatinga hiperxerófila"/Floresta Estacional Semidecídua "Floresta Subcaducifólia" e, em Palmeirina há a ocorrência de Floresta Subcaducifólia, de acordo com o sistema de levantamento da vegetação do Brasil (IBGE, 2012). As classes de solos da região, em Garanhuns é o Latossolo Amarelo Distrófico são os Argissolos Vermelho-Amarelo Distrófico e Argissolos Vermelho-Amarelo Eutrófico (EMBRAPA, 2018).

Descrição metodológica

Foram estudadas duas nascentes em Garanhuns e três nascentes em Palmeirina, obtidas coordenadas geográficas UTM com GPS Garmin 64x, anotados características ambientais pertinentes as zonas de exfiltração das nascentes e posteriormente foram identificadas com um

número e letra referente ao nome do município de localização para facilitar nas discussões do trabalho.

Os dados foram organizados numa planilha em formato “.csv” e importado para o software de SIG Qgis 3.16.2 <https://www.qgis.org/pt_BR> para espacialização no mapa de localização.

Foram avaliados dados de uso e cobertura da terra - UCT, do Mapbiomas, Coleção 5, o arquivo raster foi obtido na plataforma GEE (Google Earth Engine), no contorno da Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú – BHRM, previamente criada com MDE Copernicus 30 m, no Qgis. Em software SIG, o arquivo raster foi convertido para vetor e posteriormente realizado os ajustes para extrair as informações e elaboração do mapa de UCT.

Realizou-se avaliação da vazão das nascentes na nascente 32GA e na 28PA e 29PA, já que estas encontram-se com modificação e uma captação de água implantada pela população. Também foram realizadas medições na água superficial do: a) pH, calibrado com solução em 7.01; b) Temperatura (°C); c) Condutividade elétrica (EC) e d) Sólidos Totais Dissolvidos (TDS), com calibração em 1413 µS/cm, com medidor multiparâmetros Hanna Instruments HI9811-5. As análises ocorrem em janeiro de 2022 em Palmeirina e em fevereiro de 2022 em Garanhuns, correspondente ao período de estiagem da região.

Foi utilizado o método direto volumétrico (TUCCI e SILVEIRA, 2009) para medição da média de vazão da água; método hidráulico para medição da velocidade de pequenos canais. Foi utilizado um recipiente de 1 L para as nascentes com fluxo de água pequeno, já as nascentes com fluxo rápido optaram-se por ser utilizado recipiente de 11 L. Foi cronometrado o tempo que a água levou para atingir o volume máximo do recipiente, seis repetições foram realizadas na medição de cada nascente.

De posse dos valores de tempo, o volume em Litros (L), foi convertido para Milímetros cúbicos (m³), correspondendo assim, a 0,001 m³ e 0,010 m³, respectivamente. Os valores foram inseridos na equação 1:

$$Q = (v/t) \sum Q/n \quad (1)$$

Em que:

Q - a vazão média;

v - o volume do testemunho (em metros cúbicos);

t - o tempo (em segundos);

n - o número de repetições das medidas.

Obtidos valores de vazão em m³/segundo os valores foram novamente convertidos para Litros por segundo/minuto (L/s), posteriormente foram convertidos para Litros por dia (L/d) para criação de gráfico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das duas nascentes avaliadas, em relação a morfologia de exfiltração, as nascentes 32GA e 33GA, ocorrem em áreas de vale, as nascentes 28PA e 29PA, exfiltração em local de sopé de encosta e a nascente 30PA numa área de meia encosta (Tabela 1). No que diz respeito ao uso e cobertura da terra no contexto local, as nascentes 32GA, 33GA e 29PA, encontram-se circundadas por área urbana no entorno, e pontualmente, o solo é compactado, com presença de pastagem e é desprovido de vegetação de porte arbóreo significativo, a exceção da nascente

33GA, que apresenta um pequeno fragmento de vegetação arbórea, provida do Parque Ecológico Rubervan Der Linden, área anexa a área de contribuição da nascente (Tabela 1).

Enquanto que a nascente 28PA e 30PA, ocorrem em locais de solo compactado, com presença de pastagem (Tabela 1). Observou-se também, nas nascentes 32GA e 30PA, deposição de lixo e animais de pastejo que acessam o lugar facilmente, o que pode comprometer consideravelmente a qualidade da água (Tabela 1).

Observa-se que mesmo estas nascentes ocorrendo em locais completamente alteradas pela ação humana e tendo sua estrutura natural modificada para cisterna, como as nascentes 28PA e 29PA (Tabela 1), as nascentes continuam seu processo de exfiltração, levando-se a compreender que o processo de armazenamento na recarga de água e de ordem de grandeza maior, identificando aqui a importância e complexidade do “fenômeno nascente”. Reiss e Chiffard (2015) mencionam que as nascentes estão ligadas a processos bem maiores na paisagem, como: as modificações do uso da terra, material rochoso de origem do solo, posição e inclinação do talude, bem como estruturas hidrológicas como tipo de nascente (regime de fluxo), rugosidade da superfície, vegetação/estruturas florestais e textura do solo, que determinam os tipos de substrato e sua composição.

As nascentes de descarga natural podem ser as únicas fontes de dados hidrogeológicos de todo um sistema de fluxo que está interligada a uma escala de bacia hidrográfica (TÓTH et al., 2022), áreas de fronteira entre diferentes habitats, que geralmente são pequenas (alguns metros quadrados de exfiltração de água), mas que a estruturas e funcionalidade no ecossistema, estão integradas na paisagem (REISS e CHIFFLARD, 2015).

Tabela 1: Síntese da estrutura de morfologia de exfiltração, uso e cobertura da terra no entorno e modificação das nascentes.

Nascentes	Morfologia de exfiltração	Uso e cobertura da terra no entorno	Ocorrência de resíduos sólidos	Modificação das nascentes
32GA	Vale	Urbano com solo compactado e vegetação rasteira	Sim	Aberta
33GA	Vale	Urbano com solo compactado e misto de agricultura e vegetação nativa	Não observado nas proximidades	Aberta
28PA	Sopé	Pastagem e solo compactado	Não observado nas proximidades	Cisterna
29PA	Sopé	Urbano e Solo compactado	Não observado nas proximidades	Cisterna
30PA	Meia encosta	Pastagem e Solo compactado	Sim	Aberta

Fonte: Os autores, 2022.

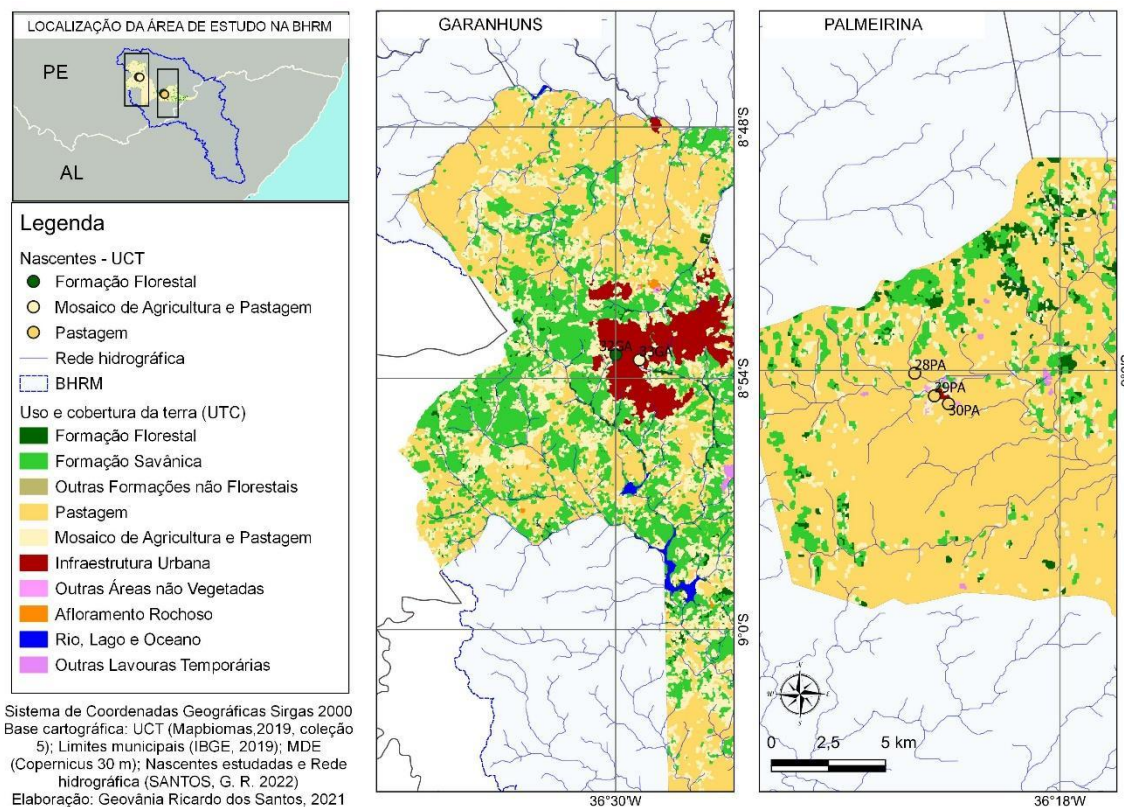
Avaliando-se o contexto de uso e cobertura da terra a nível regional, particularmente, no entorno das nascentes mapeadas, parcialmente no município de Garanhuns e Palmeirina (Figura 3), observou-se que as nascentes 32GA consta em classe de Formação Florestal e a nascente 33GA em classe de Mosaico de Agricultura e Pastagem (Figura 3). Enquanto as

nascentes 28PA, 29PA e 30PA em Palmeirina, contam-se em predominância da classe de Pastagem (Figura 3). Em escala local, realidade diferente, como já observado na tabela 1.

Das duas nascentes mapeadas, localizadas em Garanhuns, ocorre no entorno um contexto urbano, como consta na Figura 3. Já nas três nascentes mapeadas em Palmeirina, apesar de constarem-se num contexto de Pastagem, há uma exceção, a nascente 29PA, encontra-se inserida dentro da área urbana da cidade. Apesar de algumas nascentes encontrarem-se com aparatos de construção como modo de proteção, isto não impede que haja contaminação por esgoto doméstico no subsolo.

Outras classes de UCT também que sobressaem, como a Formação savânica em ambos municípios, sobretudo em Garanhuns (Figura 3). Alguns fragmentos de Formação florestal e a classe Mosaico de agricultura e pastagem (Figura 3). Estes fragmentos de vegetação savânica e florestal são importantes no tocante da proteção e conservação da biodiversidade restante e das áreas de nascentes e outros corpos hídricos, deste modo, são áreas que merecem atenção pelo poder público, já que a vegetação nativa melhora as condições de qualidade e quantidade da água. Além de que, de acordo com a lei nº 12.651 “Novo código florestal” (BRASIL, 2012), é obrigatoriedade compor um raio de 50 metros em torno das nascentes.

Figura 3: Contexto regional do uso e cobertura da terra (UCT) das nascentes mapeadas e no entorno, parcialmente nos municípios de Garanhuns e Palmeirina, em Pernambuco.

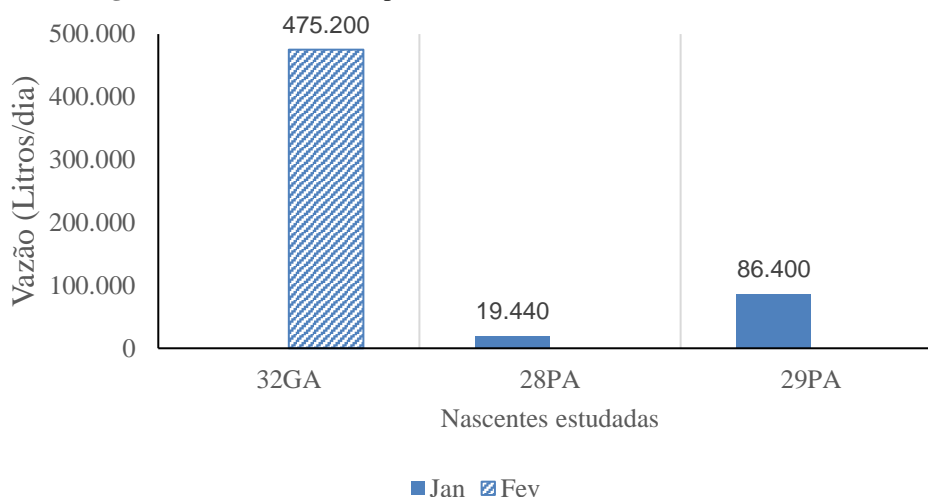


Fonte: Os autores, 2021.

A partir das mensurações realizadas em campo, observou-se de modo geral um alto potencial hídrico nas nascentes avaliadas de Garanhuns e Palmeirina, obtendo-se valores que variam na margem entre 0,23 m³ e 6,00 m³ por dia.

A nascente 32 GA apresentou valor 475.200 L/d, enquanto as nascentes 28PA e 29PA, foram de 19.400 e 86.400 L/d, respectivamente (Figura 4). Segundo relatos de moradores da região, não houve períodos de interrupção na exfiltração da água. Em volumes por segundo notou-se alto potencial hídrico em cada nascente avaliada, em comparação a outro estudo de potencial hídrico de nascentes realizados em Santana do Mundaú, Alagoas, por Santos e Cavalcanti (2021), que encontraram nascentes com potencial de vazão em torno de 14.360 L/d.

Figura 4: Vazão em Litros por dia, das nascentes 32GA, 28PA e 29PA.



Fonte: Os autores, 2022.

Avaliando-se os parâmetros físico-químicos da água superficial, mensurados no momento da coleta, estimou-se valores de pH entre 5,1 e 6,8 para as nascentes, temperatura (°C) 25,7 e 28,5, condutividade elétrica entre 140 e 480 e sólidos totais dissolvidos entre 110 e 410 (Tabela 2), valores estes em conformidade com os padrões de potabilidade de água estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005). Estes parâmetros não indicam a qualidade integral da água, outros parâmetros se fazem necessários para compor a avaliação.

Tabela 2: Determinações dos parâmetros físico-químicos para as amostras nas nascentes 32GA, 28PA, 29PA e 30PA.

Parâmetros	Amostras de água das nascentes			
	32GA	28PA	29PA	30PA
pH	6,8	6,1	6,0	5,1
Temperatura (°C)	28,5	25,7	25,9	25,8
Condutividade elétrica (µS)	280	390	140	480
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	410	190	240	110

Fonte: Os autores, 2022.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso e cobertura da terra não demonstrou comprometer o processo de exfiltração da água, entretanto em relação a qualidade da água, este é preocupante;

As cinco nascentes avaliadas indicam diferentes contextos pelo uso e cobertura da terra, com predominância no entorno, da Pastagem, Formação savânica, Infraestrutura urbana e Mosaico de agricultura e pastagem;

As nascentes mensuradas, 32GA, 28PA e 29PA, apresentam grande potencial hídrico, com valores de 475.200, 19.400 e 86.400 litros por dia, respectivamente;

Os valores de pH, temperatura, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos encontram-se conformidade com os padrões estabelecidos pelo órgão público regulador.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo a Ciência e a Tecnologia de Pernambuco - FACEPE, pela concessão da bolsa de estudo. Ao Cícero Lourenço de Lima “de Palmeirina” pela parceria de campo, na localização das nascentes no município de Palmeirina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, n. 102, p. 1, 28 mai. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em 20 Out. 2021.

BRASIL. **Resolução nº 357 de 17 de marco de 2005**. Conselho Nacional do Meio Ambiente–CONAMA, Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2005.

CORRÊA, A. C. B.; TAVARES, B. A. C.; MONTEIRO, K. A.; CAVALCANTI, L. C. S.; LIRA, D. R. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 31, n. 1-2, p. 35-52, 2010.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília: EMBRAPA, 2018. 374 p.

FELIPPE, M. F. *et al.* Nascentes antropogênicas: processos tecnogênicos e hidrogeomorfológicos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Curitiba, v. 14, n. 4, p. 279-286, out/dez, 2013.

IBGE-Instituto Brasileiro Geográfico e Estatístico. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271 p.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; PESSÔA, S. C. P.; SILVEIRA, C. O. da. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco**. 1. ed. Recife: EMBRAPA, 1973, 352 p.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. 1.ed. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. 379 p.

KHADKA, K.; RIJAL, M. L. Hydrogeochemical assessment of spring water resources around Melamchi, Central Nepal. **Water Practice & Technology**, Londres, v. 15, n. 3, p. 748-758, jul. 2020.

MARCUZZO, F. F. N.; ROMERO, V.; CARDOSO, M. R. D. Detalhamento hidromorfológico da Bacia do Mundaú. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 19, 2011, Maceió. **Anais...** Maceió, 2011. p. 1-19.

REISS, M.; CHIFFLARD, P. Hydromorphology and biodiversity in headwaters – na eco-faunistic substrate preference assessment in forest springs of the german subdued mountains. In: BLANCO, J. A.; LO, Y. H.; ROY, S. (ed.) **Biodiversity in Ecosystems: Linking Structure and Function**. London: Intech Open, 2015. p. 205-240.

SANTOS, G. R.; CAVALCANTI, L. C. de S. Avaliação preliminar da vazão hídrica no período chuvoso, em seis nascentes da sub-bacia do rio mundaú, em Santana do Mundaú – Alagoas. In: XVI Encontro Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia, 168, 2021, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande, 2021. p. 1-12.

TÓTH, Á. *et al.* Springs regarded as hydraulic features and interpreted in the context of basin-scale groundwater flow. **Journal of Hydrology**, Connecticut, v. 6

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA EM NASCENTES, EM SANTANA DO
MUNDAÚ-ALAGOAS*Geovânia Ricardo dos Santos^(a), Lucas Costa de Souza Cavalcanti^(b)*

^(a) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, geovaniaricardos@gmail.com

^(b) Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, lucascavalcanti3@gmail.com

Resumo: Os protocolos de avaliações rápidas é um instrumento de avaliação da condição ambiental da paisagem, demonstrando-se pertinente à investigação das nascentes. O objetivo foi avaliar a qualidade ambiental das nascentes pelo protocolo de avaliação rápida, em Santana do Mundaú - Alagoas. Para análise e compreensão da paisagem das nascentes foi empregado o Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) em nove nascentes. Das nove nascentes avaliadas, a 1SM, 2SM, 3SM e 27SM, apresentam indicativo de área conservada, a 3SM, 5SM, 6SM e 7SM, receberam conceito de área alterada e a 9SM, designou-se como área impactada; A conscientização ambiental das comunidades locais é um fator importante, para contribuir com a qualidade ambiental das nascentes; A avaliação pelo protocolo de avaliação rápida não delimita especificamente uma causa de impacto e alteração, mas reúne um conjunto de questionamentos acerca da interface entre o ambiente terrestre e aquático das nascentes.

Palavras-chave: Condição ambiental; Afloramento de água subterrânea; Áreas de conservação ambiental.

Abstract: The rapid assessment protocols are an instrument for assessing the environmental condition of the landscape, proving to be relevant to the investigation of springs. The objective was to evaluate the environmental quality of the springs by the rapid assessment protocol, in Santana do Mundaú - Alagoas. To analyze and understand the landscape of the springs, the Rapid Assessment Protocol (PAR) was used in nine springs. Of the nine springs evaluated, 1SM, 2SM, 3SM and 27SM show an indication of a conserved area, 3SM, 5SM, 6SM and 7SM received a concept of altered area and 9SM was designated as an impacted area; The environmental awareness of local communities is an important factor to contribute to the environmental quality of the springs; The assessment by the rapid assessment protocol does not specifically delimit a cause of impact and change, but it brings together a set of questions about the interface between the terrestrial and aquatic environment of the springs.

Keywords: Environmental condition; Outcrop of groundwater; Environmental conservation areas.

INTRODUÇÃO

Os Protocolos de Avaliação Rápidas (PAR's) são relatórios metodológicos úteis na avaliação da conservação das nascentes. A abordagem destas ferramentas são direcionadas às diversas áreas de pesquisas, a nível nacional e internacional (MACHADO et al., 2018).

O PAR foi criado a partir do relatório "Surface Water Monitoring: a Framework for Change", da Environmental Protection Agency – EPA, dos Estados Unidos, o desenvolvimento dos protocolos, chamado inicialmente "Rapid bioassessment protocols (RBPs)", foram projetados para fornecer dados básicos da vida aquática para fins de gerenciamento da

qualidade da água, como triagem de problemas, classificação de locais e monitoramento de tendências (BARBUOR et al., 1999).

Desde então os protocolos têm sido adaptados de acordo a pertinência da pesquisa, a exemplo das adaptações realizadas em pesquisas no Brasil: Silva (2019) que avaliou os processos de eutrofização das águas superficiais em Bacias Hidrográficas, na Ilha de Santa Catarina, de Rodrigues e Castro (2008) que adequaram o protocolo de avaliação rápida para trechos de rios de alto e baixo curso inseridos em campos rupestres, no Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto-MG e, Callisto et al. (2002) que utilizou protocolo de avaliação rápida como ferramenta de atividade de ensino e pesquisa para compreensão da diversidade de habitats em ambientes fluviais.

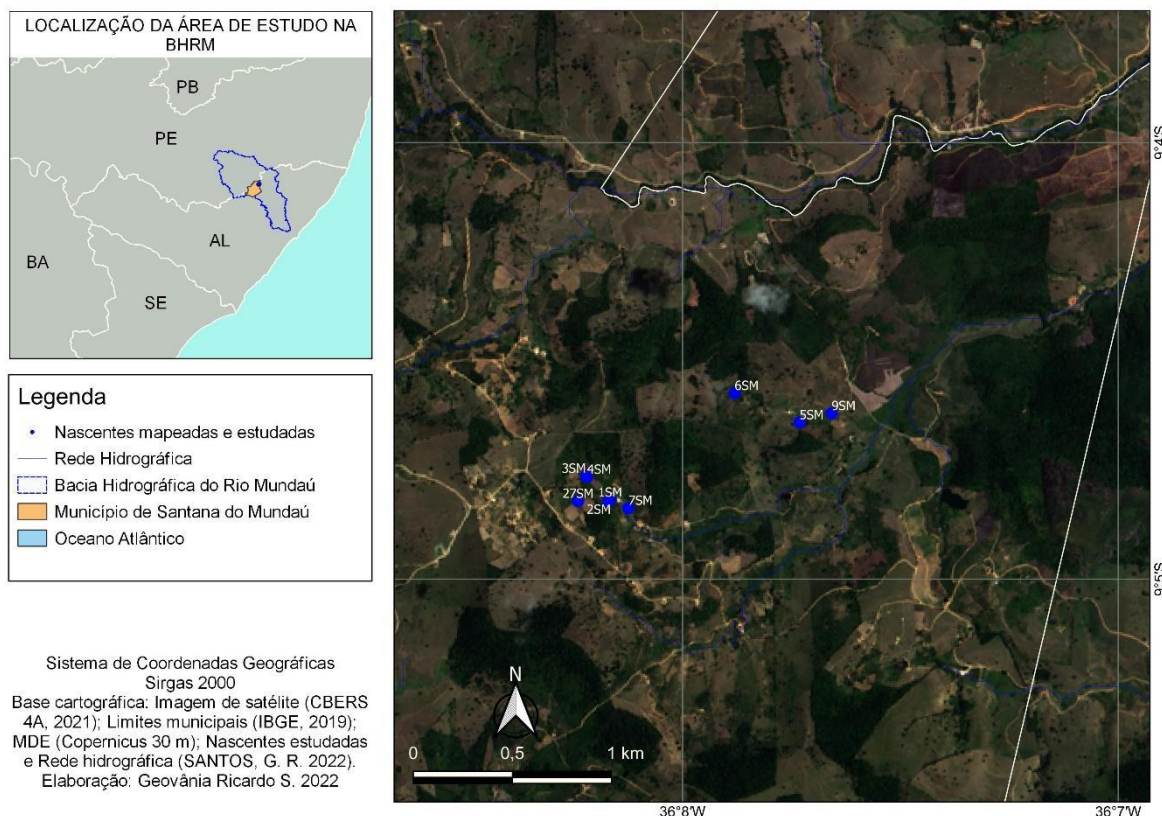
É neste contexto que se inserem os PAR's, instrumentos úteis que levam em consideração a análise integrada da qualidade da água, com uma metodologia fácil, simples e viável para a aplicação por pessoas treinadas. Em uma avaliação onde os aspectos físicos do habitat são priorizados, parâmetros relacionados a geomorfologia, ecomorfologia, hidrologia e sedimentologia, também são necessários (RODRIGUES e CASTRO, 2008) conjuntamente com a proposta, que é pertinente na relação dos variados parâmetros. Nesse sentido, o objetivo da pesquisa, foi avaliar a qualidade ambiental das nascentes pelo protocolo de avaliação rápida, em Santana do Mundaú-Alagoas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

As áreas de nascentes pesquisadas estão localizadas em ambiente rural do município de Santana do Mundaú, Estado de Alagoas (Figura 1), Região Geográfica Intermediária de Maceió e Região Geográfica Imediata de União dos Palmares (IBGE, 2017). As nascentes encontram-se no povoado Duas Barras. Nesta região encontram-se diversos pontos de minadouros de água, que são utilizadas pela população local no consumo diário, para irrigação de pequenas áreas de cultivo e no abastecimento animal.

Figura 1: Mapa de localização do município de Santana do Mundaú, Alagoas, com ênfase para a Bacia hidrográfica do rio Mundaú.



Fonte: Os autores, 2022.

A área experimental está inserida numa região geomorfologicamente caracterizada por morros de origem do cristalino, de relevo residual, lajedos e blocos desagregados. As nascentes fazem parte da Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú, um dos principais que drenam o território alagoano em direção ao Oceano Atlântico. A bacia do Rio Mundaú está localizada na região central do extremo Leste do Estado e tem sua cabeceira situada no Estado de Pernambuco, no município de Garanhuns.

O clima regional é o Tropical Chuvoso com Verão Seco (As'), segundo a classificação de Köppen (JACOMINE et al., 1975). As médias históricas de precipitação pluvial são de 1.550,9 mm/ano e de temperatura do ar de 24,3 °C ao ano (UFCG, 2020).

A vegetação nativa da região é a Floresta Subperenefólia que é uma formação densa, com porte na faixa de 20 m a 30 m. Juntamente com a presença da Floresta Subcaducifólia, que possui um porte em torno de 20 m e possui uma razoável perda de suas folhas no período seco (EMBRAPA, 2012)(EMBRAPA, 2012).

As classes de solos predominantes são os Argissolos Vermelho-Amarelo e Argissolos Amarelo (EMBRAPA, 2014). A área está inserida nas unidades geomorfológicas do Planalto da Borborema e do Modelado Cristalino, responsável drenagem das águas em direção ao oceano Atlântico na parte leste alagoana (CORRÊA et al., 2010; JACOMINE et al., 1975).

Descrição da pesquisa

As nascentes foram mapeadas com GPS Garmin 64x, catalogadas com números e letras relacionadas ao nome da cidade. Para análise e compreensão da paisagem das nascentes foi empregado o Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), investigação visual do estado de qualidade e conservação ambiental da água (SILVA, 2019; SILVA, 2015; VAGAS, 2012; CALLISTO et al., 2002; PLAFKIN et al., 1989). O PAR foi adaptado (Quadro 1) ao contexto das nascentes; o questionário foi aplicado em dezembro de 2021 para as nascentes previamente mapeadas (1SM, 2SM, 3SM, 4SM, 5SM, 6SM, 7SM, 9SM e 27SM), correspondendo ao período de estiagem da região e as observações da paisagem encontrada *in loco*.

Os valores finais do PAR foram arrançados a partir do somatório dos valores atribuídos a cada parâmetro, referente às condições encontradas no ambiente no dia da análise de campo. As pontuações 6, 3 e 0 foram atribuídas para cada questionamento dado ao parâmetro e obtido o somatório final, onde 6 - se refere a boas condições, 3 - a condições parciais e 0 - péssimas condições. Os questionamentos dados nestas pontuações foram suprimidos no quadro 1. Os valores obtidos nas pontuações do PAR foram dados somatórios e as seguintes classificações empregadas: 0 a 48 - área impactada (AI), 49 a 67 - área alterada (AA) e 68 a 75 - área conservada (AC), a partir dos questionamentos levantados para cada nascentes avaliadas (Figura 2).

Figura 2: Questionário com os parâmetros do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) para cada nascente avaliada.

NÚMERO	PARÂMETROS DO PAR
1	Aspecto/Transparência da água
2	Odor da água
3	Despejo de esgoto doméstico
4	Presença de resíduos sólidos
5	Proteção/Cercamento com arame
6	Presença de vegetação nativa de porte alto (maior que 18 m)
7	Modificação/alteração do tipo estrutural
8	Presença de fauna
9	Presença de eutrofização (macrófitas na lâmina d'água)
10	Presença de vegetação de pequeno a médio porte "plantas aquáticas"
11	Uso de fertilizantes/pesticidas próximo da nascente
12	Expansão da mancha urbana próxima da nascente
13	Canalização da água das nascentes para agricultura
14	Canalização da água das nascentes para abastecimento humano
15	Erosão do solo próximo as nascentes
16	Entorno da nascente
17	Pisoteio das nascentes por animais de grande porte
18	Consciência ambiental pela população do entorno

Fonte: Os autores, 2022, a partir de adaptação de Callisto et al., 2002.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento indicou a condição ambiental das nascentes no período avaliado, indicando assim o estágio momento do dia avaliado da nascente. Foram avaliadas nove nascentes e aplicado 18 parâmetros de PAR (Tabela 1). Das nove nascentes avaliadas, quadro demonstraram conceito de AC (área conservada), nas nascentes 1SM, 2SM, 3SM e 27SM (Tabela 1). Estas nascentes, mesmo inseridas num contexto de constante alteração periodicamente, pelo uso e cobertura da terra, encontram-se com níveis de conservação mediana em virtude da população do entorno, que consome água das nascentes, ter consciência ambiental no tocante da qualidade de água, demonstrando aqui a importância dos diversos agentes da sociedade como zelador da condição das nascentes. Fonseca e Gontijo (2021) mencionam que cabe ao poder público direcionar medidas de demarcação, recuperação e preservação das nascentes; há necessidade de conscientizar a população do entorno, de modo a instruir para a preservação da água das nascentes

As nascentes com indicativo AA (Área Alterada) foram as 3SM, 5SM, 6SM e 7SM, enquanto que a 9SM, designa-se como AI (Área Impactada) (Tabela 1). Assim como as demais nascentes, todas estão em locais de interferência humana, embora, ocorrendo conscientização ambiental, algumas destas não apresentaram muitos indícios de cuidados, como a 3SM e 9SM, devido ao não consumo da água pelos moradores do entorno, sendo utilizadas para outros fins diversos, com exceção da nascente 5SM, da qual, mesmo com indicativo de eutrofização por macrófitas a água é consumida. Como diversos contextos foram considerados nos parâmetros (Figura 2) a avaliação não delimita especificamente uma causa de impacto e alteração, mas reúne um conjunto de questionamentos acerca da interface entre o ambiente terrestre e aquático das nascentes.

A abordagem interdisciplinar na compreensão das nascentes é importante, na medida que permite a indicação do potencial de conservação destes ambientes, permitindo potencializar ações de conservação, recuperação com enfoque na participação e envolvimento comunitário, possibilitando ações e projetos futuros de tomada de decisão, respeitando o contexto local (MACHADO et al., 2018). A aplicação do PAR permite compreender a realidade presente e futuramente indicar padrões na configuração da paisagem e posteriormente a tendência futura da qualidade ambiental dos corpos hídricos.

Tabela 1: Parâmetros do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) para as nascentes avaliadas em Santana do Mundaú.

Nº dos Parâmetros	Nascentes avaliadas								
	1SM	2SM	3SM	4SM	5SM	6SM	7SM	9SM	27SM
1	6	6	3	6	0	6	6	0	3
2	6	6	3	6	3	6	6	3	3
3	6	6	6	6	6	6	3	6	6
4	3	6	6	6	6	6	6	6	6
5	3	0	3	3	3	0	0	0	3
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	3	3	3	0	3	0	0	3	3
8	6	3	3	0	3	3	0	0	3

9	6	6	0	6	0	6	6	0	6
10	3	3	3	3	0	3	3	0	3
11	3	3	3	3	3	3	3	0	3
12	3	6	6	6	3	6	6	6	6
13	6	6	6	6	6	6	6	6	3
14	3	3	3	3	3	3	3	6	6
15	3	6	6	6	6	6	6	6	6
16	3	3	3	3	3	3	3	3	3
17	6	6	6	6	6	6	6	3	6
18	3	3	3	3	3	3	3	0	3
Somatório	72	75	66	72	57	72	66	48	72
Avaliação	AC	AC	AA	AC	AA	AA	AA	AI	AC

Fonte: Os autores, 2022.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Das nove nascentes avaliadas, a 1SM, 2SM, 3SM e 27SM, apresentam indicativo de área conservada, a 3SM, 5SM, 6SM e 7SM, receberam conceito de área alterada e a 9SM, designou-se como área impactada;

A conscientização ambiental das comunidades locais é um fator importante, para contribuir com a qualidade ambiental das nascentes;

A avaliação pelo protocolo de avaliação rápida não delimita especificamente uma causa de impacto e alteração, mas reúne um conjunto de questionamentos acerca da interface entre o ambiente terrestre e aquático das nascentes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo a Ciência e a Tecnologia de Pernambuco - FACEPE, pela concessão da bolsa de estudo. Aos moradores locais pela parceria de campo e gentileza de contribuir com informações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D.; STRIBLING, J. B. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish**. 2. ed. Washington D.C.: U.S. Environmental Protection Agency, 1999. 337 p.

CORRÊA, A. C. B.; TAVARES, B. A. C.; MONTEIRO, K. A.; CAVALCANTI, L. C. S.; LIRA, D. R. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 31, n. 1-2, p. 35-52, 2010.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO P.; GOULART M.; PETRUCIO M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividade de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**. v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 4. ed. Brasília: EMBRAPA, 2014. 374 p.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Zoneamento agroecológico de Alagoas**: levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Alagoas. 1. ed. Recife: EMBRAPA, 2012. 238 p.

FONSECA, A. R.; GONTIJO, R. A. N. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade microbiológica das águas em nascentes da área urbana de Santo Antônio do Monte – MG. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Curitiba, v. 10, n. 20, p. 1-15, jan/jun. 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro Geográfico e Estatístico. **Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias 2017**. 1. ed. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Geografia, 2017. 82p.

JACOMINE, P. K. T. CAVALCANTI, A. C.; PESSÔA, S. C. P.; SILVEIRA, C. O. da. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Alagoas**. Recife: EMBRAPA, 1975, 532 p.

MACHADO, L. C.; SELVA, V. S. F.; SANTOS, S. M. Proposta metodológica interdisciplinar como ferramenta para o potencial de conservação de nascentes. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, Recife, v. 3, n. 1, p. 008-023, set/dez. 2018.

PLAFKIN, J. L.; BARBOUR, M. T.; PORTER, K. D.; GROSS, S. K.; HUGHES, R. M. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: benthic macroinvertebrates and fish**. EPA: Assessment and Watershed Protection Division, 1989.

RODRIGUES, A. S. de L.; CASTRO, P. de T. A. Protocolo de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 161-170, jan/jun. 2008.

SILVA, A. R. da. **Avaliação do processo de eutrofização das águas superficiais, do cenário nacional ao local: estudo de caso nas bacias hidrográficas costeiras dos rios Ratonas, Itacorubi e Tavares (Ilha de Santana Catarina, Brasil)**. 2019. 309 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

SILVA, A. R. da. **Avaliação da qualidade ambiental e do processo de eutrofização na bacia hidrográfica do Papaquara, Ilha de Santa Catarina, SC**. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina, 2015. 123p.

UFCEG-Universidade Federal de Campina Grande. **Dados climatológicos do Estado de Alagoas**. Campina Grande: CTRN/DCA, 2020. Disponível em: <www.dca.ufcg.edu.br>. Acesso: julho de 2020.

VARGAS, J. R. A.; FERREIRA JÚNIOR, P. D. Aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida na caracterização da qualidade ambiental de duas microbacias do Rio Guandu, Afonso Cláudio, ES. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 161-168, 2012.



GEOTECNOLOGIAS NA SALA DE AULA

POSSIBILIDADES E AVANÇOS

RELAÇÃO ENTRE O ÍNDICE DE VEGETAÇÃO E A TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE NA CIDADE DE CARUARU NO ANO DE 2020

Rodrigo Quirino de Albuquerque^(a), Júlia Isabel Pontes^(b)

^(a) Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, rodrigo.qalbuquerque@ufpe.br

^(b) Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, julia.pontes@ufpe.br

Resumo: Existem tamanhos de alterações no ambiente (ilha de calor urbano), micro, meso e macro, as do tipo micro afetam localmente o local, mas não necessariamente por serem fenômenos de proporções pequenas e focais eles ocorrem sem interação com o entorno, existem diferentes tipos de tecnologias (SIG, satélites, câmeras) as quais conseguem ajudar o ser humano a identificar as áreas e por consequência os motivos dessas mudanças.

Palavras-chave: Clima urbano; Caruaru; vegetação; ilha de calor; temperatura.

Abstract: There are sizes of changes in the environment (urban heat island), micro, meso and macro, the micro type locally affects the place, but not necessarily because they are small and focal phenomena they occur without interaction with the surroundings, there are different types of technologies (GIS, satellites, cameras) which can help the human being to identify the areas and consequently the reasons for these changes.

Keywords: Urban climate; Caruaru; vegetation; heat island; temperature.

INTRODUÇÃO

A intensa expansão demográfica ocorrida nos últimos 200 anos, devido ao crescimento das atividades econômicas e ao desenvolvimento das tecnologias, propiciou um forte processo de crescimento urbano que tem desencadeado uma gama de problemas ambientais. Dentre esses problemas ambientais, ressalta-se a alteração do clima local, clima urbano, como reflexo do impacto da ocupação (NASCIMENTO, 2011). Estudos de MONTEIRO (1976) mostram que a cidade gera um clima próprio, resultante da interferência de todos os fatores que processam sobre a camada de limite urbano e que agem no sentido de alterar o clima em escala local.

Apesar das diferenças de climas regionais, cidades do mundo desenvolveram características comuns, ilha de calor urbana, ou seja, as áreas urbanas que contém temperaturas do ar e da superfície maior do que nos ambientes circunvizinhos e rurais (ARNFIELD *et al.*, 2003). A ilha de calor representa o fenômeno mais significativo do clima urbano e sua intensidade depende das condições micro e mesoclimáticas locais de cada cidade (BRANDÃO, 1996). Por outro lado, a Temperatura da Superfície Terrestre (TST) é de primordial importância para o ambiente urbano, pois o seu papel é essencial no balanço energético da superfície, pois

ajuda a determinar o clima interno, como também, influencia as trocas de energia que afetam o conforto dos moradores da cidade (WANG *et al.*, 2004).

Para tanto, o sensoriamento remoto auxilia cada vez mais em análises e na aquisição de informações da superfície terrestre. Com sensores que são sensíveis a radiação é possível monitorar características térmicas da paisagem (Lima e Amorim, 2011). Para MONTEIRO (2011), às técnicas do sensoriamento remoto, a partir do canal infravermelho, subsidiam o mapeamento térmico das cidades, considerado um dos pontos de partida para outros fenômenos do clima urbano. O clima urbano, considerado como a alteração do clima local decorrente do processo de urbanização, é produto da ação do homem sobre o meio ambiente, (NASCIMENTO, 2011).

Desde os anos 1970, dados provenientes de satélites, como a série do programa Landsat, têm sido usados para obter a temperatura da superfície terrestre e gerar índices de vegetação, tais como o Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). O NDVI não só mapeia a presença de vegetação numa base de pixel, mas também proporciona uma medida da quantidade de vegetação ou condição dentro de um pixel, que promove a compreensão dos impactos de mudanças de cobertura em relação a temperatura na superfície terrestre (ORHAN *et al.*, 2014).

Lima e Amorim (2011), aplicaram as informações da temperatura da superfície adquiridas através de técnicas de sensoriamento remoto com o uso do canal termal do Landsat 7, e percebeu-se a influência e a importância da vegetação para o aumento ou não da temperatura da superfície ao analisar a classificação do índice de vegetação através do NDVI e das temperaturas apresentadas na carta de isotermas. Segundo Mendonça (2009, p.175), foi a partir da Revolução Industrial na Inglaterra que tiveram início os estudos sobre a qualidade do ar na cidade, enquanto no Brasil, esta preocupação foi mais recente, tendo sido a “partir da década de 1970 que os estudos do clima urbano passaram a ser desenvolvidos mais amíúde no Brasil”, estando relacionada ao período no qual a população urbana ultrapassou a rural. Neste contexto, este estudo tem por finalidade avaliar a variação de temperatura de diferentes estações do ano, relacionado com o Índice de Vegetação Normalizado NDVI, considerando o município de Caruaru-PE.

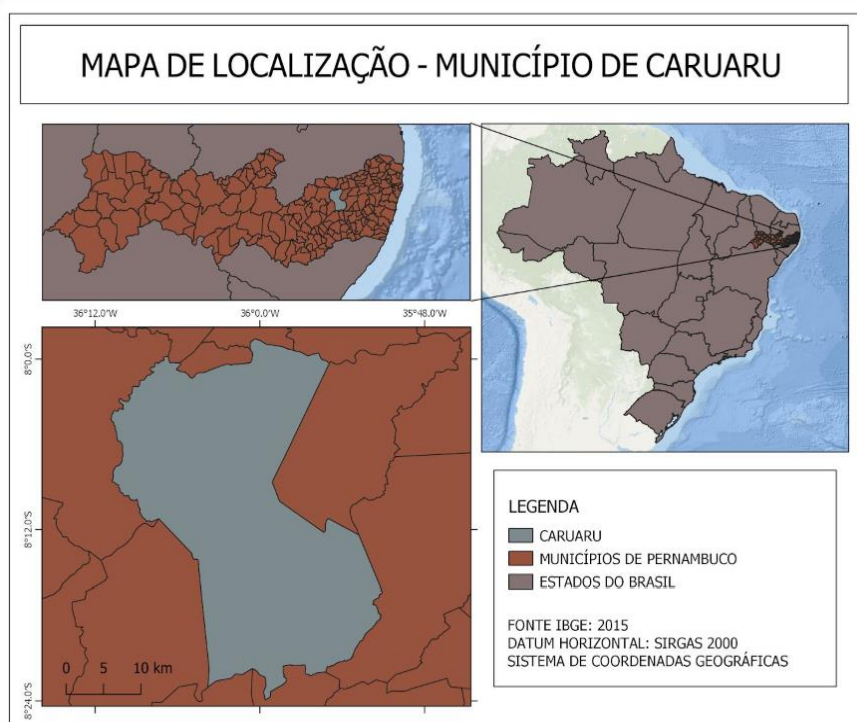
O objetivo desta pesquisa é analisar a temperatura da superfície correlacionando com o Índice de Vegetação Normalizado NDVI, do município de Caruaru, considerando duas estações do ano: Inverno e Verão.

MATERIAIS E MÉTODOS

- *Área de estudo*

O município de Caruaru está localizado na mesorregião Agreste e na Microrregião do Vale do Ipojuca do Estado de Pernambuco, limitando-se a norte com Toritama, Vertentes, Frei Miguel e Taquaritinga do Norte, a sul com Altinho e Agrestina, a leste com Bezerros e Riacho das Almas, e a oeste com Brejo da Madre de Deus e São Caitano. A área municipal ocupa 920,610 km² e representa 0,94% do Estado de Pernambuco, com densidade demográfica de 342,07 hab/km². A sede do município tem altitude de 554 metros e coordenadas geográficas de 08°17'S latitude e 35°58'W de longitude, distando 140,7 km da capital. A figura 1 apresenta um mapa de localização do município em relação a Pernambuco e ao Brasil.

Figura 1: Mapa de localização



Fonte: De autoria própria, 2020.

A precipitação média anual no município é de 573,5 mm com 105 anos de observações e registros (APAC, 2018). O tipo climático dominante na área de estudo é Bsh, possuindo verões quentes e secos e invernos amenos e chuvosos de acordo com a classificação de Köppen (1928) e de acordo com Alvarez *et al.* (2014) e Medeiros *et al.* (2018). A estação chuvosa se inicia em janeiro/fevereiro com término em agosto, a estação seca ocorre entre os meses de setembro a dezembro.

- **Materiais**

Para o desenvolvimento deste trabalho, são utilizados os seguintes materiais:

I. Dados orbitais:

As imagens utilizadas foram do satélite Landsat 8, sensor TM (Thematic Mapper), as bandas 4 e banda 5 para a geração do NDVI e a banda 10 para geração do mapa termal. Considerando as datas de 20/03/2020 e 20/09/2020, e órbita ponto 214/66.

II. Softwares:

Para manipulação dos dados orbitais, foi utilizado o software livre Qgis, a calculadora raster e o plugin *terrain profile* para obtenção de perfil da Temperatura e do NDVI.

- **Métodos**

A metodologia se iniciou com a obtenção das imagens através do site: earthexplorer.usgs.gov. Para o cálculo da temperatura de superfície foi utilizada a bandas 10 do Landsat 8 TM. Foi necessário para a obtenção da temperatura aparente a transformação do sinal digital proveniente do satélite em radiância, o qual foi convertido em temperatura como descrito por Qin *et al.* (2001), pelas fórmulas a seguir:

$$T = K_2 / \ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)$$

Onde: T - temperatura de brilho aparente em graus kelvin (K); L_λ - reflectância no topo da atmosfera (Watts/(m² * srad* μ m)); K1- constante de conversão K1 específica para cada banda; K2- constante de conversão K2 específica para cada banda, também denominada de constante térmica, disponível no arquivo de metadado.

Ainda foi feita a conversão: Tc = T - 273 (Conversão de Kelvin para Celsius).

Para a elaboração do cálculo do Índice de Vegetação Normalizado (NDVI) aplicou-se a fórmula (CHOUDHURY *et al.*, 1987):

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_R}{\rho_{NIR} + \rho_R}$$

Onde: ρ_{NIR} e ρ_R - Reflectância no infravermelho próximo e Reflectância no vermelho, nm. A aplicação desta fórmula faz com que a vegetação na imagem seja evidenciada com valores próximos a +1, enquanto que a não presença de vegetação ou vegetação com características de urbanização sejam apresentadas com valores próximos a -1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao escrever sobre a temáticas as quais envolvem a vegetação de Caruaru é importante ressaltar a presença significativa de unidades taxonômicas que tem prevalência em locais úmidos (SALES *et al.* 1998 apud ALCOFORADO-FILHO; SAMPAIO3; RODAL, 2003) logo existe um indício para destacar o município entre os demais da região, pois dessa forma essa porção do território é mais úmida, em comparação às demais, do semiárido nordestino (ALCOFORADO-FILHO; SAMPAIO3; RODAL, 2003).

- **Mapas: perfil de temperatura e NDVI**

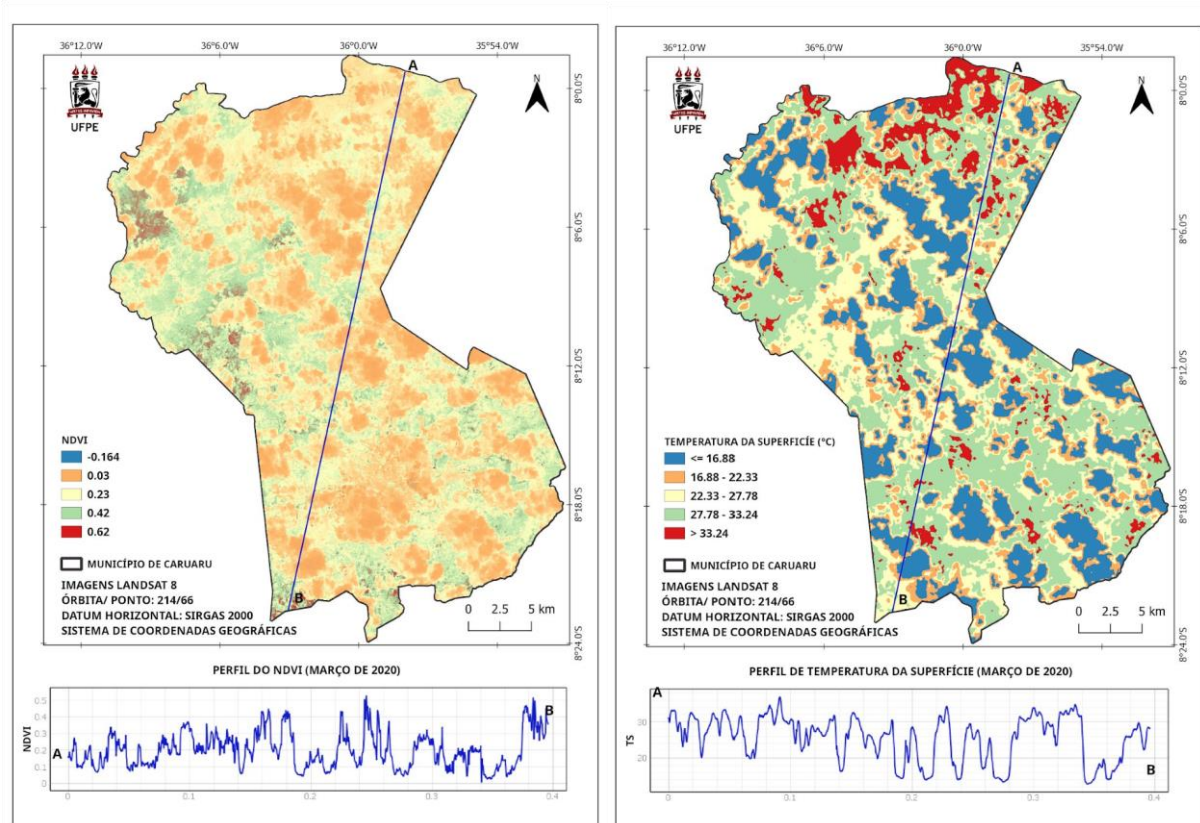
- MARÇO 2020

A princípio foi escolhida uma reta AB, que cobrisse maior área, a qual foi utilizada em todas as imagens e épocas a fim de trazer maior confiabilidade na análise e comparação dos

dados. Esta reta apresenta o comportamento e variação de valores de acordo com a localidade. Sabe-se que o período que compreende os meses de Janeiro a Agosto é caracterizado por intensas chuvas na região. Sendo assim, através das imagens utilizadas, pode-se perceber uma grande quantidade de nuvens, comprometendo os resultados.

Todavia, através da figura 2 (A) podemos perceber que o índice do NDVI variou de -0,164 a 0,62; já a temperatura da superfície variou entre 33,24°C e 16,88 °C, sendo as menores temperaturas correspondentes a áreas com nuvens.

Figura 2: Perfil do NDVI (A) e Perfil de Temperatura (B)

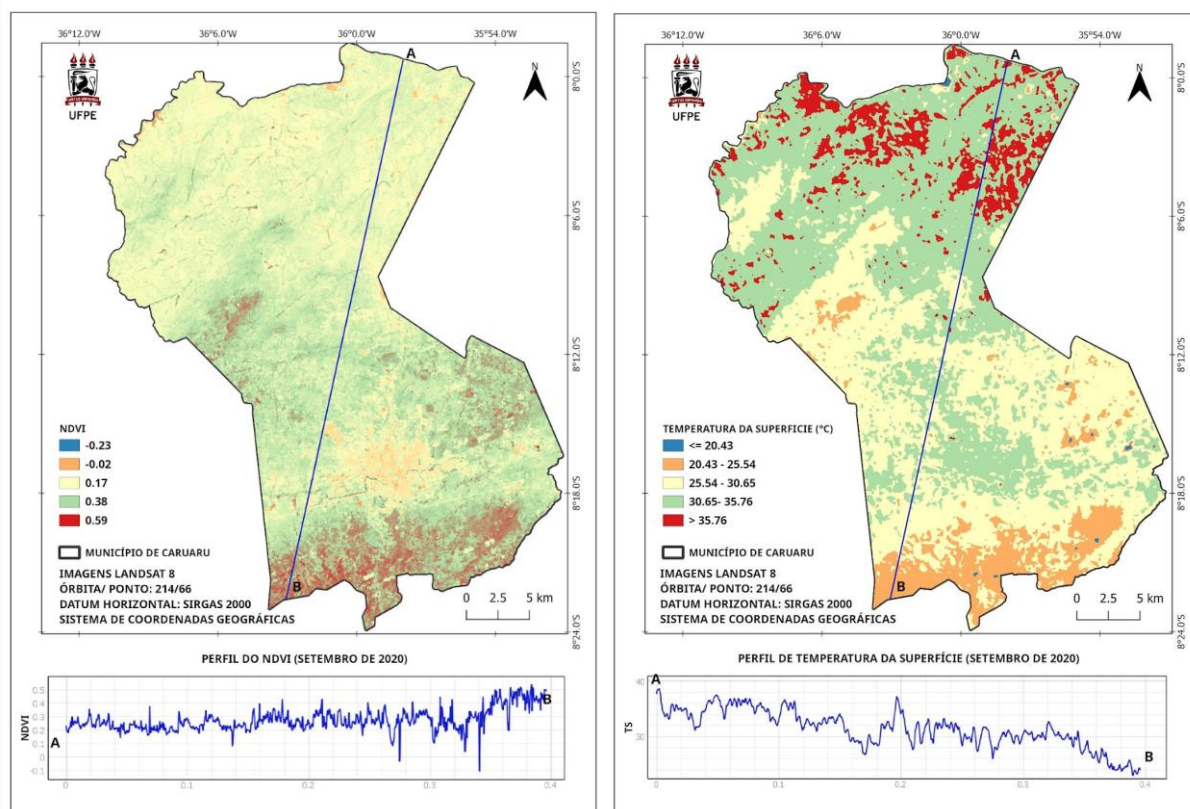


Fonte: De autoria própria, 2020.

○ SETEMBRO 2020

Na Figura 3 é ilustrado a distribuição da estimativa de temperatura da superfície (B) e o NDVI (A) para a área de estudo. A distribuição das temperaturas no mapa oscilou entre 35,76°C e 20,43°C, temperaturas mais quentes que as encontradas para o mês de março. O Índice de vegetação variou entre -0.23 a 0.59. Comparando os perfis, podemos notar que a localização dos valores mais altos de NDVI correspondem a temperaturas mais baixas, o que é esperado tendo em vista que valores do NDVI mais próximos a 1 estão associados a presença de concentração de vegetação.

Figura 3: Perfil do NDVI (A) e Perfil de Temperatura (B)



Fonte: De autoria própria, 2020.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste estudo, concluímos que, por meio da utilização da imagem do satélite Landsat-TM 8 no canal termal, que o município possui diferenças significativas em relação à temperatura de sua superfície, considerando as estações: inverno e verão. Considerando resposta térmica da área de estudo, percebemos que os baixos índices de vegetação estão relacionados às altas temperaturas, gerando ilhas de calor em alguns locais. A quantidade de nuvens na imagem durante verão comprometeu de certa forma nos resultados e análises de dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, [S.L.], v. 22, n. 6, p. 711-728, 1 dez. 2013. Schweizerbart. <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa et al. Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de presidente prudente (brasil) e rennes (frança). *Confins*, [S.L.], v. 0, n. 7, p. 0-0, 28 out. 2009. OpenEdition. <http://dx.doi.org/10.4000/confins.6070>. Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/6070>. Acesso em: 22 nov. 2022.

APAC. Agencia Pernambucana de água e clima, 2017. Recife.

ARNFIELD, A. John *et al.* Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. **International Journal Of Climatology**, [S.L.], v. 23, n. 1, p. 1-26, jan. 2003. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/joc.859>.

BRANDAO, Ana Maria de Paiva Macedo. **Clima urbano da cidade do rio de janeiro**. 1996. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996. Acesso em: 22 nov. 2022.

CHOUDHURY, Bhaskar J. *et al.* Relationships between vegetation indices, radiation absorption, and net photosynthesis evaluated by a sensitivity analysis. **Remote Sensing Of Environment**, [S.L.], v. 22, n. 2, p. 209-233, jul. 1987. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257\(87\)90059-9](http://dx.doi.org/10.1016/0034-4257(87)90059-9).

ALCOFORADO FILHO, Francisco Guedes; SAMPAIO, Everardo Valadares de Sá Barretto; RODAL, Maria Jesus Nogueira. Acta Botanica Brasilica. **FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA DE UM REMANESCENTE DE VEGETAÇÃO CADUCIFÓLIA ESPINHOSA ARBÓREA EM CARUARU, PERNAMBUCO**, [s. l.], v. 17, ed. 2, p. 287-303, 2003.

MEDEIROS, Raimundo Mainar de *et al.* CLIMATE CLASSIFICATION IN KÖPPEN MODEL FOR THE STATE OF PERNAMBUCO - BRAZIL. **Revista de Geografia**, [S.L.], v. 35, n. 3, p. 219, 13 set. 2018. Universidade Federal de Pernambuco. <http://dx.doi.org/10.51359/2238-6211.2018.229388>.

MONTEIRO C. A de F. **Teoria e clima urbano**. Série Teses e Monografias, São Paulo:USP/Igeog, n 25. 1976.

MONTEIRO, C. A. F. MENDONÇA, F. **Clima Urbano. São Paulo: Contexto, 2011**. 2ª edição.

NASCIMENTO, D. T. F. **Emprego de técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento na análise multitemporal do fenômeno de ilhas de calor no município de Goiânia-GO (1986/2010)**. 2010. 98 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2011.

ORHAN, Osman *et al.* Use of Landsat Land Surface Temperature and Vegetation Indices for Monitoring Drought in the Salt Lake Basin Area, Turkey. **The Scientific World Journal**, [S.L.], v. 2014, p. 1-11, 2014. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/142939>.

QIN, Z. *et al.* A mono-window algorithm for retrieving land surface temperature from Landsat TM data and its application to the Israel-Egypt border region. **International Journal Of Remote Sensing**, [S.L.], v. 22, n. 18, p. 3719-3746, jan. 2001. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/01431160010006971>.

WANG, W *et al.* An analysis on spatial variation of urban human thermal comfort in Hangzhou, China. **Journal of Environmental Sciences**, v. 16, n. 2, p. 332-338, 2004.

USO DE IMAGENS DE SATÉLITE LANDSAT NA CARACTERIZAÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA DO PROJETO DE ASSENTAMENTO CAQUETÁ, PORTO ACRE – ACRE – BRASIL.

Cassia Mara do Nascimento Barros^(a), Karla da Silva Rocha^(b), Silvio Simione da Silva^(c), Abib Alexandre de Araújo^(d)

^(a) Universidade Federal do Acre, Laboratório de Geoprocessamento - LAGEOP/UFAC, mara.ufac2016@gmail.com

^(b) Universidade Federal do Acre, Laboratório de Geoprocessamento - LAGEOP/UFAC, karla.rocha@ufac.br

^(c) Universidade Federal do Acre, Departamento de Geografia - UFAC, silvio.simione@ufac.br

^(d) Instituto Federal do Acre – IFAC/Campus Rio Branco Avançado Baixada do Sol, abib.araujo@ifac.edu.br

Resumo: O estudo da dinâmica do uso e cobertura da terra tem relevância no entendimento dos processos que envolvem a ocupação e consolidação do território na região amazônica, visto que é possível obter um conjunto de informações referentes aos processos de ocupação e suas transformações. Este trabalho analisa a dinâmica da paisagem do assentamento Caquetá no período de 20 anos utilizando imagens dos satélites Landsat 5 sensor TM (1997, 2007) e Landsat 8 sensor OLI (2017). O estudo permitiu identificar significativas transformações, nas quais podemos destacar a perda da cobertura natural em que foi convertida em sua maior parte em pastagem. Resultados mostraram que a área de pastagem aumentou de 4,80% para 44,21% ao longo do período de 20 anos. A classificação de uso e cobertura da terra foi avaliada utilizando o cálculo do índice Kappa (IK) e acurácia global, obtendo-se assim valores iguais a 0,97% e 98%, respectivamente, valores estes considerados excelentes.

Palavras-chave: Análise espacial; Sensoriamento remoto; Dinâmica da paisagem; Uso e cobertura da terra; Assentamentos rurais.

Abstract: The study of land use and land cover dynamics is relevant in understanding the processes that involve the occupation and consolidation of the territory in the Amazon region, since it is possible to obtain sets of information referring to the occupation processes and their transformations. This work analyzes the dynamics of the landscape of the Caquetá settlement over a period of 20 years using images from the Landsat 5 sensor TM (1997, 2007) and Landsat 8 sensor OLI (2017) satellites. The study allowed us to identify significant transformations, of which we can highlight the loss of natural cover, which was mostly converted into pasture. Results showed that the pasture area increased from 4.80% to 44.21% over the 20 years. The classification of land use and land cover was evaluated using the calculation of the Kappa index (IK) and global accuracy, thus obtaining values equal to 0.97% and 98% respectively, values considered excellent.

Keywords: Spatial analysis; Remote Sensing; Landscape dynamics; land use and coverage; Rural settlement.

INTRODUÇÃO

A dinâmica do uso e cobertura da terra tem importância na compreensão dos processos que envolvem a ocupação e consolidação do território (XAUD & EPIPHANIO, 2015). Estes processos de ocupação têm deixado diversas cicatrizes na superfície terrestre, requerendo assim formas de gerenciar as transformações na mesma velocidade. Estas mudanças podem ser

identificadas facilmente através dos padrões homogêneos observados na superfície terrestre utilizando imagens de satélites (LEITE & ROSA 2012) e técnicas de interpretação de imagens.

Atualmente, a expansão da fronteira agropecuária tem sido considerada um dos principais fatores de mudanças de uso da terra, onde tem se observado taxas de desmatamento crescente (CARVALHO, 2012). De acordo com dados do PRODES/INPE (2020), a Amazônia perdeu 700.000 km² de sua cobertura florestal, o correspondente a 17%, e deste total aproximadamente 300.000 km² aconteceram nos últimos 20 anos. Duarte *et al.* (2020) mencionam que no Estado Acre as maiores porções de desmatamento ocorreram na região do Baixo Acre, composta pelos municípios de Acrelândia, Bujari, Plácido de Castro, Porto Acre, Rio Branco e Senador Guiomard, onde cerca de 48% desta região já se encontrava desflorestada em 2018. Nessa região se concentra a maioria dos assentamentos rurais e fazendas agropecuárias do Estado do Acre (ROCHA *et al.* 2015). O município de Porto Acre, onde está localizada a área de estudo, até o ano de 2017, apresentou uma área de desflorestamento de 1.336,9 km² correspondendo a quase 50% da sua área total (PRODES/INPE, 2020).

Neste sentido, esse trabalho visa avaliar a dinâmica do uso e cobertura da terra do Projeto de Assentamento Caquetá no período temporal de 20 anos (1997 a 2017), com intervalos de 10 anos, utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto. Para Florenzano (2007), sensoriamento remoto é uma tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida ou emitida. Jensen (2009) um dos pioneiros na literatura sobre Sensoriamento Remoto define como a arte e ciência da obtenção de informação sobre um objeto sem contato físico. Com uso de sensoriamento remoto, é possível realizar o monitoramento do desmatamento e a identificação temporal das mudanças de uso e cobertura do solo.

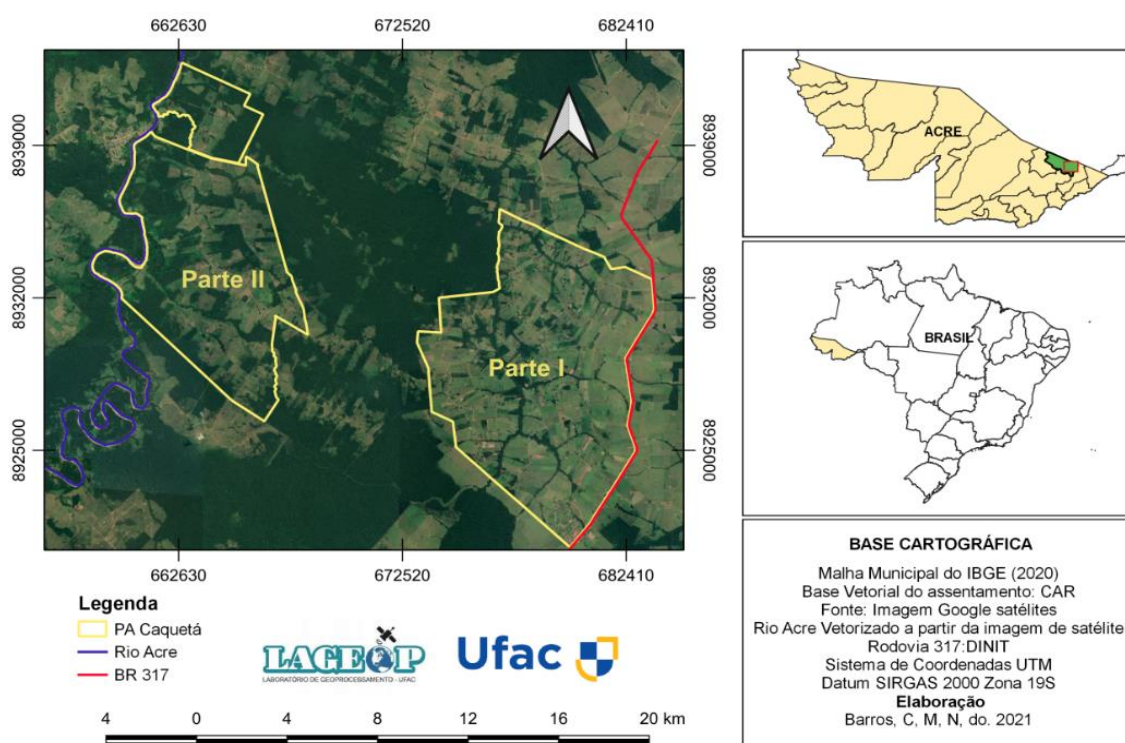
Para que haja percepção das mudanças do uso e cobertura é fundamental confrontar as imagens adquiridas de uma mesma localidade em períodos diferentes. O conhecimento sobre a condição do uso e cobertura da terra torna-se assim, uma informação imprescindível para avaliar várias funções, seja ela social ou ambiental, bem como avaliar gestão e planejamento de recursos (FARINA, 2006). Do exposto, fica clara a importância de se monitorar o uso e cobertura da terra em diferentes recortes espacial e temporal.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

Projeto de Assentamento – PA Caquetá está localizado no município Porto Acre no Estado do Acre, região do Baixo Acre, distante 57 km da sede municipal entre as margens da BR- 317 e o Rio Acre (Figura 1). O projeto foi criado em 10 de março de 1997, por meio da Portaria/INCRA nº 09/1997, e conta com uma área de 17.631,9230 hectares com capacidade para assentar 623 famílias, com lotes variando de 12 a 60 hectares (GUIMARÃES, 2019). O PA Caquetá, objeto de estudo desta pesquisa, é dividido em duas partes com certificações independentes, tais como: Certificado SNCI nº 141707000004-81 (parte I) e certificação SNCI nº 141707000003-09 (parte II), com data de criação fixada em 25.07.2017.

Figura 1: Localização do Projeto de Assentamento Caquetá.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Aquisição e processamento de imagens

Para a realização do estudo, foram utilizadas imagens do satélite Landsat para os anos 1997, 2007 e 2017. As imagens dos dois primeiros anos são referentes ao satélite Landsat 5/TM e a imagem de 2017, referente ao satélite Landsat 8/OLI. As imagens foram adquiridas de forma gratuita através do site Glovis (<https://glovis.usgs.gov/app>). A escolha das datas das imagens foi determinada levando em consideração o período de baixa ocorrência de nuvens na região, ou seja, o mês de julho, e considerando um período temporal de análise com um intervalo de dez anos. A Tabela 1 destaca os satélites utilizados, tipos de sensores, órbita/ponto e data de obtenção de cada imagem.

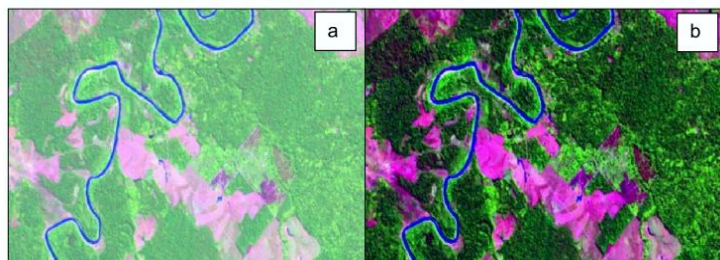
Tabela 1 - Cenas utilizadas no estudo.

Satélite	Sensor	Órbita/ponto	Data
LANDSAT 5	TM	002/067	19/07/1997
LANDSAT 5	TM	002/067	29/07/2007
LANDSAT 8	OLI	002/067	10/07/2017

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Correção Atmosférica – Foi realizada para atenuar os efeitos atmosféricos da radiação, visto que a atmosfera afeta a radiação refletida pela superfície que é captada pelo sensor (GAIDA *et al.* 2020). Esse método consiste na correção do espalhamento atmosférico onde a interferência da atmosfera é estimada a partir dos números digitais (ND) da imagem, sendo ignorada a absorção da atmosfera (SANCHES *et al.* 2011). A Figura 2, mostra o resultado do processo de correção atmosférica das imagens utilizadas.

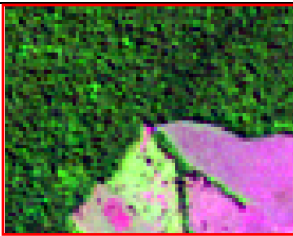

Figura 2: Composição R5G4B3 sem correção atmosférica (a) e com correção atmosférica (b).



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Composição Colorida – Após a correção atmosférica foi realizado a composição colorida RGB, utilizando R–red, G–green e B–blue cor natural simulada que consiste no empilhamento de três bandas espectrais, sendo: bandas R5 G4 B3 para o Landsat 5/TM (Figura 3) e R6 G5 B4 para o Landsat8/OLI (Figura 3). As bandas utilizadas na composição pertencem às bandas do Infravermelho Médio, Infravermelho Próximo e Vermelho respectivamente.

Figura 3: Composição RGB para os satélites Landsat 5 TM, Landsat 8 OLI.

Bandas	Landsat5/TM	Landsat8/OLI
Cor natural simulada		

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Fusão – O processo de fusão consiste em combinar imagens de diferentes características espectrais e espaciais para obtenção de uma imagem com uma melhor resolução do que a imagem multiespectral original (BENVINDO & ROCHA, 2020). A fusão foi realizada na imagem do satélite Landsat 8 utilizando a banda 8 (pancromática) que apresenta uma resolução espacial de 15m. O resultado da fusão pode ser observado na Figura 4. Após o processo de fusão a imagem da composição R6 G5 B4, apresentou ganhos visuais significativos em detalhes.

Figura 4: Imagem fusionada resolução 15 m (a) e imagem multiespectral resolução 30 m (b)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Classificação – A classificação é um processo muito importante para o mapeamento de uso e cobertura da terra (NOGUEIRA & ROCHA, 2020). Para classificação foi realizado

coletas de amostras para cada classe identificada, tais como: Floresta Primária, Floresta Secundária, Solo Exposto, Corpos Hídricos e Pastagem. Após a coleta de amostras, obteve-se como resultado as classificações de uso e cobertura da terra para os 3 anos em análise. Em seguida foram gerados os mapas temáticos da área de estudo com as devidas classes de uso e cobertura da terra para cada período temporal analisado.

Validação – com o intuito de verificar a acurácia dos dados levantados, foi gerada uma Matriz de Confusão. A matriz permite avaliar a qualidade da classificação por meio da correlação das informações. Este procedimento estatístico consiste em determinar a acurácia por classe de uso e cobertura da terra e total. O coeficiente Kappa (Tabela 2) é uma das variáveis estatísticas que podem ser obtidas após gerar a matriz de confusão. Este índice retrata o grau de concordância entre os dados (PRINA & TRENTIN, 2015). O resultado obtido pelo coeficiente Kappa, varia entre 0 a 1, sendo que quanto mais próximo a 1, melhor a qualidade dos dados classificados, quanto mais próximo de 0 menos confiável é o resultado (LANDIS & KOCH, 1997).

Tabela 2: Agrupamento qualitativo do coeficiente Kappa.

Índice Kappa	Desempenho
>0	Péssimo
$0 < k \leq 0,2$	Ruim
$0,2 < k \leq 0,4$	Razoável
$0,4 < k \leq 0,6$	Bom
$0,6 < k \leq 0,8$	Muito Bom
$0,8 < k \leq 1,0$	Excelente

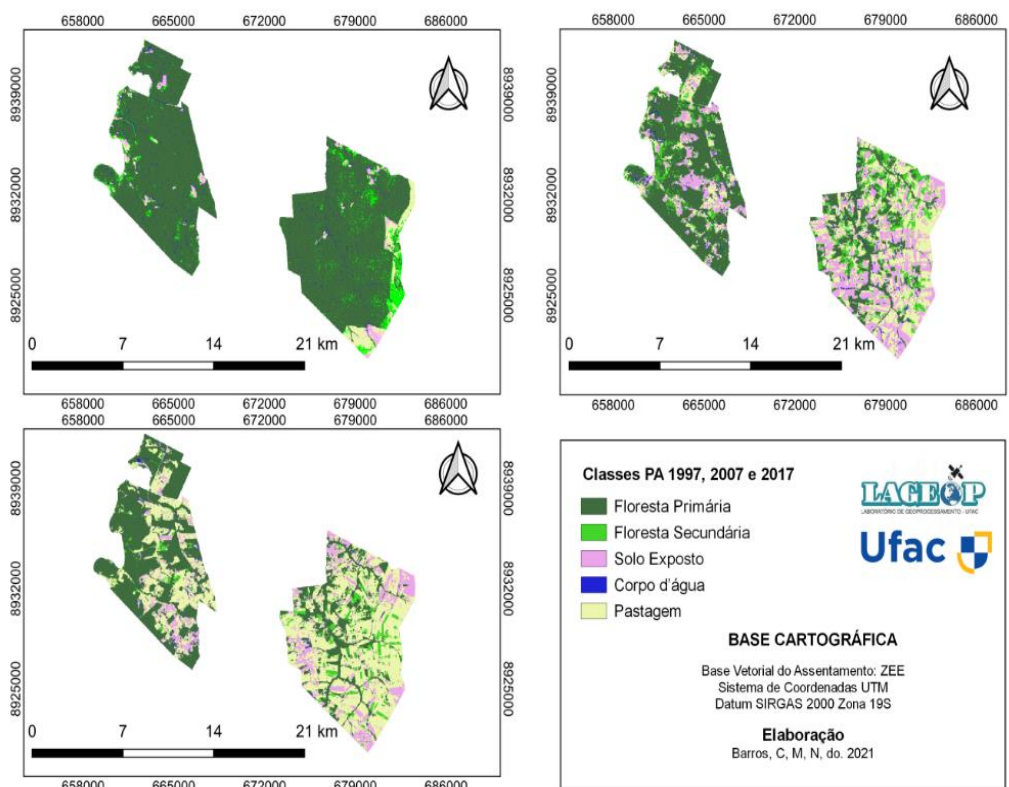
Fonte: Adaptada de Landis & Koch (1977).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A obtenção de dados de uso e cobertura da terra, através de imagens de satélite, possibilita por meio da classificação representar e comparar uma mesma área com resolução temporal diferente utilizando técnicas de sensoriamento remoto. Esta técnica permitiu mapear e quantificar as mudanças ocorridas ao longo dos 20 anos no projeto de assentamento Caquetá. A Figura 5 mostra os mapas de uso e cobertura da terra no PA Caquetá para os anos de 1997, 2007 e 2017 respectivamente.

Para os três períodos analisados, seguiu-se o mesmo número de classes (Floresta Primária, Floresta Secundária, Solo Exposto, Corpo d'água e Pastagem). Considerou-se as definições para cada classe de acordo com (IBGE, 2006 e BROWN & LUGO, 1990), sendo: Floresta Primária, estrutura florestal que não sofreu influência direta ou indiretamente pelo ser humano; Floresta Secundária, resultante da regeneração da cobertura vegetal decorrente de ação antrópica; Solo Exposto, áreas que não possuem nenhuma cobertura vegetal, podendo ser natural ou artificial; Corpo d'água, são “cursos de águas naturais, lagos, reservatórios ou oceanos no qual a água residuária, tratada ou não, é lançada” e; Pastagem, áreas cobertas por vegetação natural ou semeada, introduzida e adaptada, utilizada para o pastoreio dos animais.

Figura 5: Classificação do uso e cobertura da terra (PA) Caquetá 1997, 2007 e 2017.



Fonte: Cassia Barros, 2021.

As análises mostraram a ocorrência de transformações na paisagem decorrentes, sobretudo das atividades antrópicas. Em 1997, a área tinha uma cobertura florestal bastante significativa, representando aproximadamente 85,50% da área do assentamento. Neste período, havia pouca interferência humana no assentamento por se tratar do período de criação. A Tabela 3, destaca as mudanças de uso e cobertura da terra para o período analisado. Foi possível constatar uma redução da classe floresta nos primeiros 10 anos de aproximadamente 50%. A redução da cobertura florestal neste período está associada à construção de benfeitorias pelos proprietários (formação de pasto, agricultura e pomares e instalação de moradia). Nota-se, portanto, que esta diferença reduziu bastante nos últimos 10 anos, passando de 39,60% (2007) para 37,52% em (2017), representando aproximadamente 2% de redução.

Tabela 3: Classes do uso e cobertura da terra no PA Caquetá 1997, 2007 e 2017.

	Classes	1997/ha	1997	2007/ha	2007	2017/ha	2017
1	Floresta Primária	14952,15	85,50%	6922,69	39,60%	6560,50	37,52%
2	Floresta Secundária	1075,25	6,15%	2008,85	11,40%	912,59	5,22%
3	Solo Exposto	309,25	1,85%	3770,9	21,60%	2048,7	11,71%
4	Corpo d'água	305,33	1,70%	348,59	2,0%	232,34	1,32%
5	Pastagem	841,90	4,80%	4432,85	25,40%	7729,75	44,21%
	Total	17483,88	100%	17483,88	100%	17483,88	100%

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Com relação à classe de floresta secundária, diferentemente da área de floresta primária, ela apresentou um aumento de aproximadamente 5%, passando de 6,15% (1997) para 11,40% (2007), voltando a cair novamente em aproximadamente 5% em 2017. Estes valores demonstram o uso de pouso da terra para exploração agrícola, onde o agricultor deixa a terra formar capoeira para recuperar o solo, voltando a produzir na mesma área após determinado período. O solo exposto apresentou um aumento de aproximadamente 20% nos primeiros 10 anos, isto pode ser decorrente tanto da limpeza de área de floresta primária como de área de capoeira para atividades agropecuária.

De 2007 para 2017, houve uma redução desta área de solo exposto indo de 21,60% para 11,71%, representando uma diferença de 14%. Esta diferença pode estar associada ao tipo de atividade agrícola instalada na área de solo exposto, uma vez que após 10 anos a vegetação saudável ou fotossinteticamente ativa reflete mais energia na faixa espectral do infravermelho próximo diferenciando-se assim de solo exposto. A classe Corpo d'água manteve-se relativamente igual no período analisado apresentando apenas uma pequena variação, que pode estar associada a uma confusão espectral, tendo talvez que aumentar o número de amostras coletadas para o processo de classificação. A única classe que manteve um aumento constante no período de 20 anos foi a área de pastagem indo de 4,8% para 25,40% (1997 – 2007) e de 25,40% para 44,21% (2007 – 2017). Isto destaca o interesse por parte das famílias que ali vivem pela atividade pecuária, na qual consideram a criação de gado como uma poupança.

Avaliação da classificação - Nessa etapa houve a geração da matriz de confusão, por meio da correlação existente entre as amostras obtidas para cálculo da verdade terrestre e para a imagem classificada (CELINSKI, 2008), conforme demonstram as Tabelas 4, 5, 6. Os dados de referência, tidos como verdade terrestre, estão representados pelas colunas. Estes dados foram correlacionados com os dados classificados representados nas linhas e nas diagonais, representam os acertos da classificação (MASCARO & FERREIRA, 2003). Para o ano de 1997 houve confusão entre as classes floresta primária e corpo d'água, pois dos 99 pixels tidos como verdade terrestre 2 foram classificados na classe corpo d'água. Já na classe pastagem, dos 155 pixels 3 foram classificados com solo exposto e 1, como floresta secundária. No ano de 2007 houve confusão entre as classes solo exposto e corpo d'água, pois dos 128 pixels de referência tidos como verdade 2 foram classificados como corpo d'água. Em 2017, houve confusão entre as classes solo exposto e pastagem, dos 48 pixels tidos como referência solo exposto 1 foi classificado como pastagem.

Tabela 4: Matriz de confusão 1997.

Classes	Verdade Terrestre					Acerto Usuário	Erro de Inclusão
	Floresta Primária	Floresta Secundária	Solo Exposto	Corpo d'água	Pastagem		
Floresta Primária	97	0	0	0	0	100	0
Floresta Secundária	0	18	0	0	1	94,7	5,3
Solo Exposto	0	0	39	0	3	92,8	7,2
Corpo d'água	2	0	0	4	0	66,6	33,4
Pastagem	0	0	0	0	151	100	0
Acerto	99,9	100	100	100	97		
Erro de omissão	2,1	0	0	0	2,6		
Acurácia global	98,0%						

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Tabela 5: Matriz de Confusão 2007.

Classificação	Verdade Terrestre							
	Classes	Floresta Primária	Floresta Secundária	Solo Exposto	Corpo d'água	Pastagem	Acerto usuário	Erro de inclusão
Floresta Primária	15	0	0	0	0	0	100	0
Floresta Secundária	0	53	0	0	0	0	100	0
Solo Exposto	0	0	126	0	0	0	100	0
Corpo d'água	0	0	2	7	0	0	77,7	22,3
Pastagem	0	0	0	0	66	0	100	0
Acerto	100	100	98,4	100	100			
Erro de omissão	0	0	1,6	0	0			
Acurácia global	99.2%							

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Tabela 6: Matriz de confusão 2017.

Classificação	Verdade Terrestre							
	Classes	Floresta Primária	Floresta Secundária	Solo Exposto	Corpo d'água	Pastagem	Acerto usuário	Erro de inclusão
Floresta Primária	13	0	0	0	0	0	100	0
Floresta Secundária	0	9	0	0	0	0	100	0
Solo Exposto	0	0	47		0	0	100	0
Corpo d'água	0	0	0	38	0	0	100	0
Pastagem	0	0	1	0	175	0	99,4	0,60
Acerto	100	100	97,9	100	100			
Erro de Omissão	0	0	2,1	0	0			
Acurácia global	99.6%							

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Além de gerar a correlação de dados através da matriz de confusão, também foi calculado o Índice Kappa. Este índice expressa o grau de concordância entre a verdade terrestre e a classificação (PRINA & TRENTIN, 2015). O índice apresentou um resultado 0.97%, resultado considerado excelente segundo o agrupamento qualitativo do coeficiente proposto por Landis & Koch (1977), e uma Acurácia Global de 0,98%. A Tabela 7 demonstra o coeficiente Kappa entre a verdade terrestre e a classificação. Entre as classes analisadas, os corpos d'água foram os que apresentaram menores valores em 1997 e 2007, ficando abaixo de 90%.

Tabela 7: Índice Kappa para os anos 1997, 2007 e 2017.

Índice Kappa			
Classes	1997	2007	2017
Floresta Primária	1	1	1
Floresta Secundária	0.94	1	1
Solo Exposto	0.91	1	1
Corpo d'água	0.66	0.77	1
Pastagem	1	1	0.98
Kappa Geral	0.97	0.98	0.99

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As técnicas de sensoriamento remoto se mostraram bastantes eficazes para se avaliar as mudanças no espaço temporal. Destaque pode ser dado a técnica de fusão de imagem que permitiu uma melhor identificação e distinção entre as classes através da melhoria da resolução espacial. Com isto, foi possível detectar e mensurar diferentes classes de uso do solo tais como: Floresta Primária, Floresta Secundária, Solo Exposto, Corpo d'água e Pastagem. Sendo as maiores alterações identificadas nas classes de Floresta e Pastagem. Assim, diante dos resultados, reafirma-se a importância do sensoriamento remoto como uma ferramenta auxiliar na gestão do uso e cobertura da terra. Vale ressaltar que o objetivo do trabalho não se resume em transformar a ferramenta em fiscalização ou punição para as famílias que vivem na área de estudo, mas sim reafirmar que esta ferramenta pode ser utilizada para identificar áreas que necessitam incentivo para recuperação de áreas degradadas e reflorestamento, como por exemplo, a introdução de sistemas silvipastoril e agroflorestais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENVINDO, F. D, Rocha K S da. **Avaliação da Técnica de Fusão de Imagens do Satélite Lansat 8 sensor OLI com ORFEO Monteverdi**. Anais do Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Catalão- GO, 2019.

CARVALHO, A C, (2012) **Expansão da fronteira agropecuária e a dinâmica do desmatamento florestal na Amazônia Paraense**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas. Acesso em 10 de setembro de 2021.

CELINSKI, T, M. (2008) **Classificação de cobertura do solo utilizando árvores de decisão e sensoriamento remoto**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/101691>. Acesso em 21 de outubro de 2021.

DUARTE, M.L. et al. **Padrões e causas do desmatamento no Baixo Acre, região oeste da Amazônia brasileira**. Journal of Environmental Analysis and Progress v.05, n.01(2020) p.117-127.

FARINA, F.C. **Abordagem sobre as técnicas de geoprocessamento aplicadas ao planejamento e gestão urbana**. Cad. EBAPE. BR, 4, 1-13, 2006.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de Satélites para Estudos Ambientais**. São Paulo. Oficina de textos. 2002.

GAIDA, W., et al. **Correção Atmosférica em Sensoriamento Remoto: Uma Revisão**. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.13, n.01 229-248, 2020.

GUIMARÃES, D. M. N. **Avaliação dos impactos do plano nacional de agroecologia e produção orgânica nos serviços de assistência técnica no âmbito da reforma agrária nos estados do Acre e Pará**. Dissertação de Mestrado Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019.

JENSEN, J. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres**. Tradução: EPIPHANIO, J. C. N. (coordenador). São José dos Campos, SP: Parênteses editora, 598. (Prentice Hall Series in Geographic Information Science). Tradução de: Remote Sensing of the environment: an earth resources perspective, 2009.

LANDIS, J. R; KOCH, G, G. **The measurement of observer agreement for categorical data**. *Biometrics*, 33, 159- 154, 1997.

LEITE, E. F; ROSA, R. **Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio formiga**, Tocantins. OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia, v.4, n.12, 90-106, 2012.

MASCARO, S. A de; FERREIRA, M. C. **Análise comparativa entre algoritmos de classificação digital de imagem com base na exatidão do mapeamento do uso e cobertura do solo: um exemplo na área de influência do reservatório de Jurumirim – SP**. Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil. 1365-1372, 2003.

NOGUEIRA, R. S da, ROCHA, K. S da. **Avaliação do Desempenho da Classificação do Uso e Cobertura da Terra a Partir de Imagens Landsat 8/OLI na Área de Proteção Ambiental – APA do Amapá, Rio Branco – AC – Brasil**. In: Franco, A, de Oliveira & Bento, V R. da S. (Org) Áreas Naturais Protegidas Brasileiras: Gestão, Desafio, Conflitos e Reflexões, 2020.

PRINA, B. Z; TRENTI, R. **GMC: Geração de Matriz de Confusão a partir de uma classificação digital de imagem do ArcGIS**. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 2015.

PRODES - Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia. índice de desmatamento no município porto Acre, 2020.

ROCHA, K. S da., *et al.* **Land tenure, road and deforestation patterns in southeast State of Acre – Brazil**. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 2015.

ROCHA. K. S da., *et al.* **Image processing and land-cover change analysis in the tri-national frontier of Madre de Dios (Peru), Acre (Brazil), and pando (Bolivia) -MAP: an increasing demand for data standardization**. In. XVI Simpósio Bras. Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2013.

SANCHES, I. D. A., *et al.* **Análise comparativa de três métodos de correção atmosférica de imagens Landsat 5 - TM para obtenção de reflectância de superfície e NDVI**. In. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, 2011.

XAUD, M. R; EPIPHANIO, J. C. N. **Análise da dinâmica das conversões de uso e cobertura da terra na região sudeste de Roraima - Amazônia**. Revista Agroambiente On-line, v. 9, n. 4, p. 465-475, 2015.

Este e-book é resultado do III Simpósio de Geotecnologias do Nordeste & V GISday, intitulado, para esta edição, Geotecnologias na sala de aula – possibilidades e avanços. O evento contou com mais de 1000 inscritos do Brasil e do mundo. Foi realizado entre 16/11/2022 e 19/11/2022 no Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). A temática “geotecnologias na sala de aula” foi concebida para compreender as atuais, e necessárias, mudanças dentro da sala de aula, além de permitir a compreensão de como as geotecnologias podem atuar frente aos avanços educacionais.

Esta obra é a quarta organizada pela Ej MapGeo: Mapeamentos e Soluções Geográficas em parceria com o Laboratório de Geomorfologia e Geotecnologias (GEOTEC) e os Grupos de Pesquisa ENPLAGEO (Geotecnologias Aplicadas a Geomorfologia de Encostas e Planícies) e GEODEC (Estudos em Mapeamento Geomorfológico e do Quaternário Continental) todos da UFPE. Está composta por 34 capítulos escritos por pesquisadores de todos os estados brasileiros, nas seguintes áreas do conhecimento: ensino da Geografia, proposição e práticas pedagógicas, metodologias ativas, espaço urbano e rural, relações de uso e ocupação da terra, processos atmosféricos e geomorfológicos, impactos socioambientais, mapeamento de áreas de risco, entre outros. Tais diferenças temáticas permitem ao leitor um amplo leque multidisciplinar de possibilidades e avanços dentro de uma perspectiva geográfica de análise.

ISBN: 978-65-00-70559-1



EDITORA

