



REVISTA DA ACADEMIA DE CIÊNCIAS DO PIAUÍ

Vol. 3, nº 04, agosto a dezembro de 2022



DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

ISSN: 2675-9748



EDITOR-CHEFE

Antonia Valtéria Melo Alvarenga

COMISSÃO EDITORIAL

Matemática: Paulo Alexandre Araújo Sousa e Barnabé Pessoa Lima; **Ciências Físicas:** Helder Nunes da Cunha e Jônathas de Barros Nunes; **Ciências Biológicas:** Antônio Alberto Jorge Farias Castro e Fabrício Pires de Moura Amaral; **Ciências da Saúde:** Viriato Campelo e Luiz Ayrton Santos Júnior; **Ciências da Terra:** Érico Rodrigues Gomes e Francisco Lages Correia Filho; **Ciências da Engenharia:** Ivan Saraiva Silva e Paulo de Tarso Cronemberger Mendes; **Ciências Sociais:** Iracilde M. de Moura F. Lima e Dante Ponte de Brito; **Ciências Biomédicas:** Paulo Henrique da C. Pinheiro e José Guilherme Ferrer Pompeu; **Ciências Químicas:** Edson Cavalcanti da S. Filho e Josy Antevelli Osajima Furtini; **Ciências Agrárias:** Rômulo José Vieira e João Batista Lopes

CONSELHO CIENTÍFICO

Matemática: Glaydston de Carvalho Bento (UFG), Gregório Pacelli Feitosa Bessa (UFC), Eyder Franco Sousa Rios (UESPI) e Victor Augusto Giraldo (UFRJ); **Ciências Físicas:** Ildeu de Castro Moreira- (UFRJ), Rodolpho Carvalho Leite (IFPI), Roberto Mendonça Faria (USP), **Ciências Químicas:** Eduardo Rezende Tribonier (USP) Gilvan, Moreira da Paz (IFPI), Keiko Takashima (UEL), Maria Amparo F. Faustino (Univ. de Aveiro/Portugal), Maria Gardennia da Fonseca (UFPB) e Edvani Curti Muniz (UFPI); **Ciências Biológicas:** Antônio Alberto Jorge Farias Castro (UFPI), Francisca Soares de Araújo (UFC), Fernando Roberto Martins (UNICAMP), Guilherme Barroso (UFPI), Luciano Figueiredo (UESPI) e Clautina Ribeiro de Moraes da Costa (IFPI); **Ciências da Saúde:** Lígia Regina F. Sansigolo Kerr (UFC) Josimario Silva (UFPE), Jacenir Reis dos S. Mallet (FIOCRUZ /PI) e Maurício Pires de Moura do Amaral (UFPI); **Ciências da Terra:** Afonso Cesar Rodrigues Nogueira (UFPA), Luiz Fernando C. Leite (Embrapa Meio Norte) e Marcondes Lima da Costa (UFPA); **Ciência da Engenharia :** Paulo de Mattos Pimenta (USP) e Ricardo Augusto da Luz Reis(UFRS); **Ciências Sociais:** Raimunda Ribeiro (UESPI) , Nize da Rocha S. Paraguassu Martins (UESPI) , José James G. Pereira (EJUD-PI/TJ-PI), Marcelo de Sousa Neto (UESPI), Marcia Maria Menendes Motta (UFF) , Nelson Juliano Cardoso Matos (UFPI) e Cristina Helena R. Rocha Augustin (UFMG); **Ciências Biomédicas:** Cláudio Heliomar Vicente da Silva (UFPE) e Marcoeli Silva de Moura (UFPI); **Ciências Agrárias:** Alexandre Rodrigues, Silva (UFERSA–RN), Carminda Sandra B. Salmito Vanderley (UECE), José Evando Aguiar Beserra Júnior (UFPI), José Ferreira Nunes (Veterinária/UECE), Josélio de Andrade Moura (UDF), Sebastião Medeiros Filho (UFC) e William Gomes Vale (UFPA)



**REVISTA
DA ACADEMIA
DE CIÊNCIAS
DO PIAUÍ**

EDITOR DE LAYOUT

Francicleiton de Pinho Cardoso

APOIO TÉCNICO

Aline Maria Silva Sousa
Josias Gomes dos Santos Neto

COORDENADOR DA EDIÇÃO

Prof. Dr. Juan Carlos Cisneros
Prof. Dr. Cesar Ulisses Vieira Veríssimo
Prof. Dr. Érico Rodrigues Gomes
Prof. Dr. Afonso Cesar Rodrigues Nogueira

PARECERISTAS DESSA EDIÇÃO

Dra. Valdira de Caldas Brito Vieira
Profa. Dra. Giovana Mira de Espindola
Prof. Dr. Reurysson Chagas de
Sousa Morais
Prof. Dr. Antonio Joaquim da Silva

FICHA CATALOGRÁFICA

Revista da Academia de Ciências do Piauí, Ano 3, Nº 04, Jul a Dez.
de 2022.

ISSN: 2675-9748

Semestral

Publicação On line

1.Ciência 2. Multidisciplinaridade. 3 .Tecnologia. 4. Cultura.
Academia de Ciência do Piauí. Fundação de Amparo a Pesquisa
do Estado do Piauí . Universidade Federal do Piauí.



SUMÁRIO

EDITORIAL.....I - IV

ARTIGOS:

**MAPEAMENTO DO USO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE ÁGUA
BRANCA-PI.....05 – 12**

Marcio Neres dos Reis;
Valdira de Caldas Brito Vieira.

**ANÁLISE MORFOESTRUTURAL DAS PROVÍNCIAS
KIMBERLÍTICAS DE GILBUÉS E PICOS, PIAUÍ,
BRASIL.....13 – 27**

Gabriela Meireles Rosa;
Renata Matos Amaral Cadorini;
Jackson Alves Martins;
José de Araújo Nogueira Neto.

**ENSINO DE QUÍMICA: ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS
ALTERNATIVOS PARA ALUNO CEGO DO INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO MARANHÃO CAMPUS
CAXIAS.....28 – 38**

Juliana Carvalho Torres;
Milena Raquel Pereira Silva;
Érica Letícia Moreira Silva;
Jhone Ferreira de Castro;
Eduardo Borba Alves;
Pedro Alberto Pavão Pessoa

**A GEODIVERSIDADE DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIACHO
DO MUTUM E DO RONCADOR, PIAUÍ.....39 – 59**

Francisco Wellington de Araujo Sousa;
Ítalo José Pereira Sobral;
Sidineyde Soares de Lima Costa.

**O TURISMO COMO FERRAMENTA PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO
PARQUE NACIONAL SERRA DA CAPIVARA, PIAUÍ.....60 – 74**

Vinícius Lima de Oliveira;
Ítalo José Pereira Sobral;
Rita de Cássia Araújo de Sousa;



· Francisco Wellington de Araujo Sousa.

**ANÁLISE LOCACIONAL DOS SETORES PRODUTIVOS NA RIDE DA
GRANDE TERESINA.....75 - 91**

Reginaldo Muniz Soares

**ANÁLISE DE SIMULAÇÃO E DELIMITAÇÃO DAS MANCHAS DE
INUNDAÇÃO DO RIO POTI NA CIDADE DE TERESINA-PI92 – 105**

Francisco das Chagas Paiva Silva;
Amanda Bezerra Matias

**ANÁLISE DA SITUAÇÃO NA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DO
RIO PARNAÍBA, NO PERÍMETRO URBANO DE TIMON-MA, A PARTIR DE
IMAGENS DO SATÉLITE CBERS-4A.....106 – 122**

Eduarda e Silva da Cunha,
Francílio de Amorim dos Santos,
Jacqueline Ribeiro Alcântara,
Maria da Conceição Dias do Nascimento ,
Patrícia Priscila da Silva Simões.

**ENTREVISTA COM PROFESSOR DR PAULO BORGES DA
CUNHA.....123 – 125**

Dr. Paulo Henrique Gomes Lima

**RESENHA: UMA POLÍTICA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO PARA
O NORDESTE.....126 –133**

MAPEAMENTO DO USO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE ÁGUA BRANCA-PI

MAPPING LAND USE IN THE MUNICIPALITY OF ÁGUA BRANCA-PI

Marcio Neres dos Reis ^{1*}, Valdira de Caldas Brito Vieira²

¹ Discente de Pós-Graduação do Instituto Federal do Piauí, Campus Teresina Central, marciorneres@hotmail.com; ORCID: 0000-0001-9276-1197

² Professora Dra., Instituto Federal do Piauí, Campus Teresina Central, valdirabrito@ifpi.edu.br; ORCID: 0000-0002-1067-0628

RESUMO: A aplicação do sensoriamento remoto para a produção de mapas, configura-se em importante metodologia para observação dos diferentes tipos de usos da Terra, tais como, áreas urbanizadas, áreas com diferentes tipos de vegetação, corpos hídricos, pastagens, focos de queimadas dentre outros usos. As análises relacionadas ao uso da Terra consistem, principalmente, em saber como estão sendo utilizadas as áreas de interesse, permitindo assim uma melhor definição das interações antrópicas com o espaço, constituídas por uma representação espacial de tais interações. A presente pesquisa objetivou mapear e avaliar os diferentes usos da Terra no município de Água Branca/PI, que fica localizado na microrregião do Médio Parnaíba Piauiense. Para o mapeamento foram utilizadas ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), utilizando-se o *software* QGIS 3.22, imagens do satélite LANSAT 8, sensor OLI e informações da base de dados do IBGE. Os resultados mostraram que os usos mais presentes no município são áreas urbanas (37,51%), vegetação arbustiva (26,78%), vegetação arbórea (22,95%), Pastagens (10,84%), queimadas (1,69%), corpos hídricos (0,23%). Diante disso, verificou-se que as análises aplicadas implicam em uma ferramenta de auxílio a tomadas de decisões, considerando que existe uma grande contribuição da pesquisa no que confere ao planejamento territorial e ambiental do município.

Palavras-chave: Água Branca/PI. Sensoriamento Remoto. Uso da Terra.

ABSTRACT: The application of remote sensing to produce maps is an important methodology for the observation of different types of land use, such as urbanized areas, areas with different types of vegetation, water bodies, pastures, fires and other uses. The analyses related to land use consist mainly in knowing how the areas of interest are being used, thus allowing a better definition of anthropic interactions with space, constituted by a spatial representation of such interactions. The present research aimed to map and evaluate the different land uses in the municipality of Água Branca/PI, which is located in the microregion of Médio Parnaíba Piauiense. For the mapping, Geographic Information Systems (GIS) tools were used, using the QGIS 3.22 software, LANSAT 8 satellite images, OLI sensor and information from the IBGE database. The results showed that the most present uses in the municipality are urban areas (37.51%), shrub vegetation (26.78%), tree vegetation (22.95%), pastures (10.84%), fires (1.69%), water bodies (0.23%). Therefore, it was verified that the applied analyses imply in a tool to help decision making, considering that there is a great contribution of the research in what concerns the territorial and environmental planning of the municipality.

Keywords: Água Branca/PI. Remote Sensing. Land Use.

1 Introdução

Ao analisar o desenvolvimento das tecnologias de informações que se expandiram a partir da renovação tecnológica ocorrida no início do século XXI, percebe-se que tal avanço possibilitou um considerável crescimento em todas as áreas do conhecimento, principalmente no que confere ao desenvolvimento e rapidez nas quais são desenvolvidas as informações, dessa forma ampliaram-se as possibilidades de estudos em um tempo consideravelmente mais reduzido. Ressaltando as análises espaciais, em especial a relação sociedade x espaço, um grande exemplo do avanço nessa respectiva área é o melhoramento dos Sistemas de Informação Geográficas (SIGs).

Nos últimos anos, com o desenvolvimento, e implementação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) juntamente ao desenvolvimento tecnológico, é importante frisar que estes cresceram exponencialmente. Os SIGs tornaram-se uma ferramenta importante da indústria, sendo utilizados pelo setor privado como por exemplo firmas de consultoria e de engenharia, e pelo setor público, como exemplo órgãos governamentais, autarquias e universidades. Segundo Prina, Trentin, Ziani, (2016, p. 1218) nesse foco, “as ferramentas de geoprocessamento são extremamente importantes, principalmente no que tange a identificação, mapeamento e estimativa dos usos da terra, facilitando o entendimento de todo um território”. Assim se se expressa a utilização do sensoriamento remoto na identificação das feições terrestres e dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), úteis no gerenciamento dos planos.

Conforme Fitz (2008, p.23) que define os SIGs como “um sistema constituído por um conjunto de programas computacionais, o qual integra dados, equipamentos e pessoas como o objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados”. Portanto os SIGs atrelados as técnicas de sensoriamento remoto estão vindo a contribuir como uma excelente ferramenta que desenvolve diversas ações que podem ser direcionadas as medidas tanto de preservação ambiental bem como de avaliação de áreas que sofrem degradações.

O sensoriamento remoto e o geoprocessamento podem ser compreendidos como a utilização de técnicas que são fundamentais para a manutenção de apontamentos que definem o uso da terra no decorrer do tempo. Segundo Moraes, (2002, p.7) “o sensoriamento remoto pode ser entendido como um conjunto de atividades que permite a obtenção de informações dos objetos que compõem a superfície terrestre sem a necessidade de contato

MAPEAMENTO DO USO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE ÁGUA BRANCA-PI

direto entre eles”. A utilização de imagens de satélite, tanto em meio digital ou impresso, é de grande importância e utilidade, pois permitem analisar e compreender as diversas transformações que ocorrem na paisagem de uma região e num dado período, registrando a cobertura vegetal em cada momento ou época.

Considerando a utilização dos mapas de uso e de ocupação do solo, compreende-se que estes possuem uma considerável importância pelo fato de exemplificarem a partir da exposição de imagens provenientes de satélites uma melhor verificação das áreas que são de fato ocupadas por elementos que compõe o ambiente. Adentrando a essa respectiva questão, Amaral e Rios (2012, p. 2) destacam que o “levantamento do uso e ocupação do solo é imprescindível para analisar as maneiras nas quais um determinado espaço está sendo ocupado”. Ao que se refere a essa questão, é relevante ressaltar que o conhecimento das fisionomias do uso da terra de uma área, contribuí como um auxílio para os respectivos gestores, uma vez que estes são os responsáveis por estabelecer diretrizes de políticas públicas quanto à utilização correta dos respectivos usos da terra.

A presente pesquisa objetivou mapear e avaliar os diferentes usos da Terra no município de Água Branca/PI, utilizando ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs),

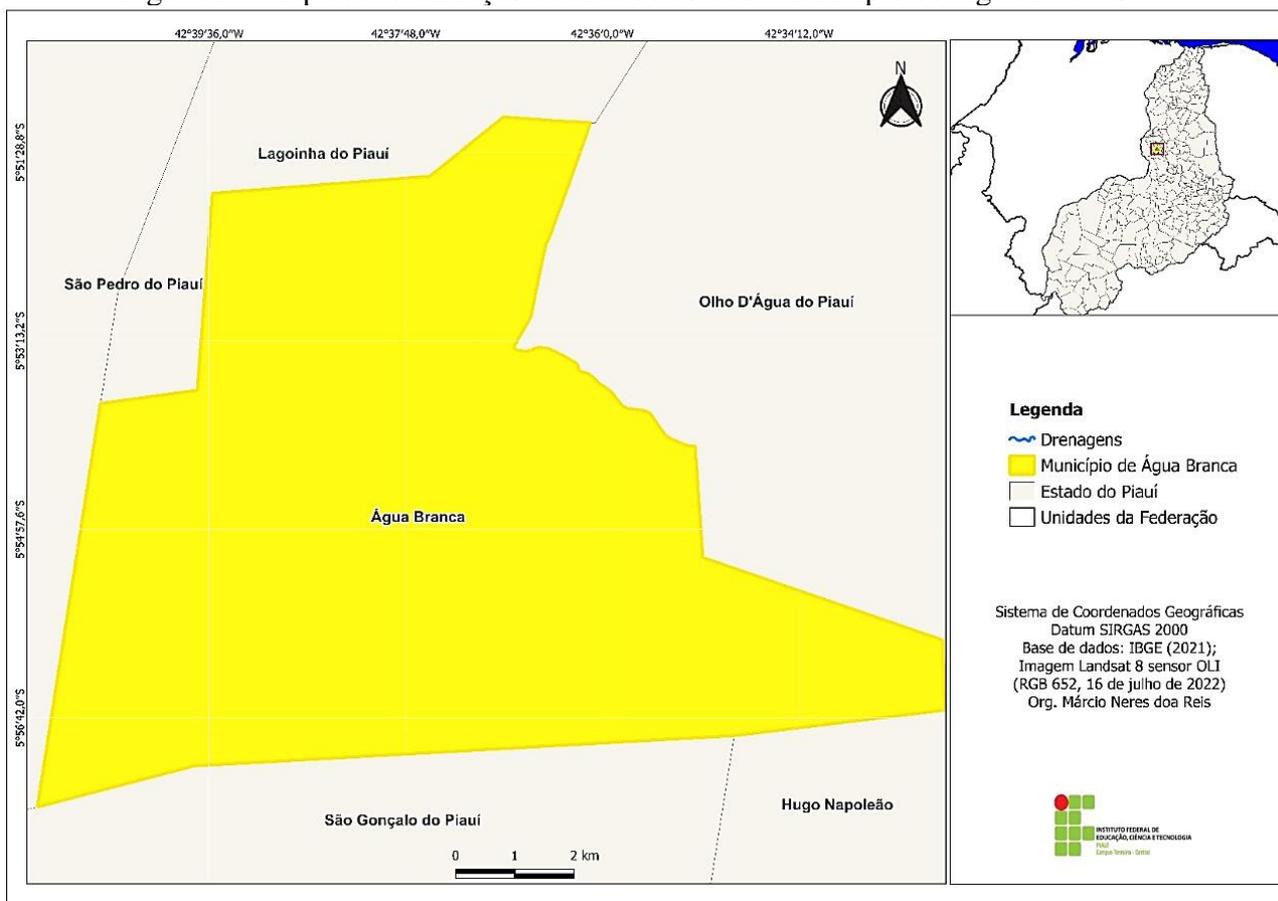
Ressalta-se que essa pesquisa emerge da necessidade de uma melhor compreensão acerca da capacidade produtiva, ambiental e na escala socioeconômica, de forma a gerar informações que possam subsidiar a gestão pública.

2 Material e métodos

2.1 Localização

O município de Água Branca/PI, foi criado pela Lei Estadual Nº 979, de 30 de abril de 1954. Localiza-se entre as coordenadas 05°53’32’’ e 42°38’10’’, na microrregião do Médio Parnaíba, a 97 Km da capital Teresina (Figura 1). Limita-se ao norte com a cidade de Monsenhor Gil, ao sul com os municípios de São Gonçalo e Hugo Napoleão, ao leste com Barro Duro e a oeste com Agricolândia e São Pedro do Piauí. O município possui 16.451 habitantes e 96,843 km² (IBGE, 2010). O clima é o Tropical, alternadamente úmido e seco, com duração do período seco de seis meses, temperaturas médias entre 26°C a 37°C (CEPRO, 2000).

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo: Município de Água Branca/PI



Fonte: Autor, (2022).

2.2 Metodologia

Para o mapeamento foram utilizadas ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), utilizando-se o *software* QGIS 3.22, imagens do satélite LANSAT 8, sensor OLI, com resolução espacial de 30 metros, obtidas no portal *online* do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS-*United States Geological Survey*), e informações da base de dados do IBGE.

Foram escolhidas imagens datadas de 16 de julho de 2022, sem a presença de nuvens, utilizando-se uma composição colorida RGB com as bandas 6,5,2, para a classificação supervisionada, que foi realizada no *software* QGIS, versão 3.22, pelo método da máxima verossimilhança ou de *Maxver*, (algoritmo de classificação supervisionada). Segundo Fitz (2008, p.134) esse método “baseia-se na seleção de áreas com as quais possam ser representações de determinadas feições habituais”.

MAPEAMENTO DO USO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE ÁGUA BRANCA-PI

A análise considerou as classes: Urbanização/Solo exposto; Vegetação Arbustiva/Graminosa; Vegetação Arbórea; Pastagem/Lavoura Temporária; Queimadas; Corpos Hídricos.

3 Resultados e discussão

Ao pensar o solo como um dos meios naturais de grande serventia para o homem, é necessário à sua utilização de maneira adequada, segundo a (EMBRAPA, 2003) uma área que apresente alterações não significa que a mesma esteja degradada, até porque algumas alterações podem ter sua capacidade melhorada, conservada ou diminuída em relação ao sistema. Analisando a ocupação antrópica das terras através de usos múltiplos indica a sua complexidade e obstáculos na elaboração de propostas para a gestão territorial e ambiental, tanto em nível local como regional.

Segundo Carvalho (2008) a interferência da ação do homem por meio de suas atividades pode ser considerada tanto benéfica bem como danosa para si próprio. Desta forma entender a realidade do uso e da ocupação da terra, perpassa por relacionar os diversos usos que ocorrem, estabelecendo dessa forma uma relação produtiva para aqueles que dependem, que gerenciam e coordenam ações no território, buscando melhorar e diversificar os usos, e reduzir assim os impactos.

Considerando o uso e ocupação do município piauiense de Água Branca, analisando o mapa da (figura 2), este apresenta considerável área de urbanização, e grandes áreas em mosaico formadas por áreas de vegetação, pastagens, destacando-se as lavouras, e demais corpos hídricos.

A área urbana e solo exposto, predominam com cerca de 37,51% do total da área com 34,78 km², essa área abriga a zona principal do município que é o perímetro urbano juntamente a sede do município, que possui população de 16.451 habitantes.

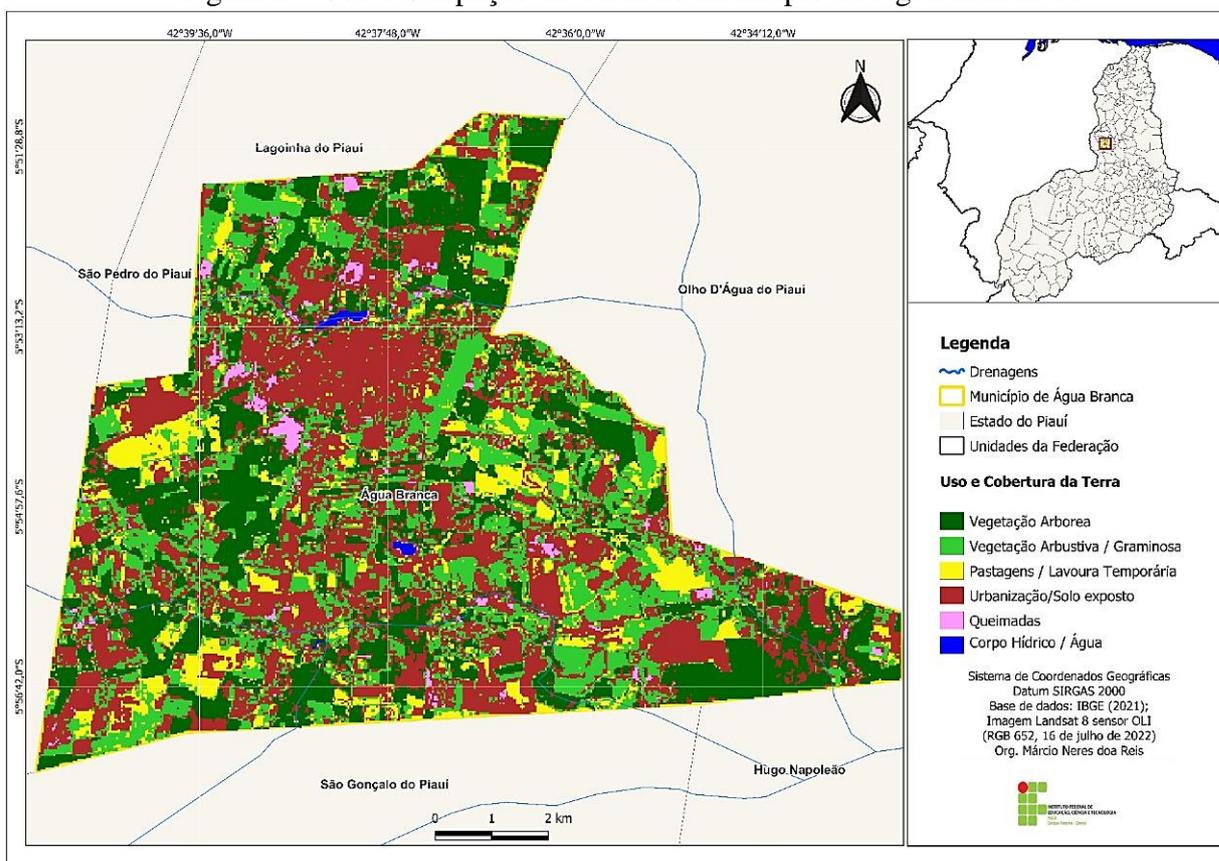
Quanto às áreas de vegetação, estas foram divididas em Vegetação Arbustiva/Graminosa com 26,78% e Vegetação Arbórea com 22,95% da área do município. Somadas, essas classes representam 46,11 Km² do uso do Terra, Destacando-se Campos, Cerrado e Floresta Decidual Secundária Mista.

As áreas representadas pelas lavouras temporárias representam cerca de 10,84% da área, sendo definidas a partir do uso do solo pela agricultura que representa uma atividade econômica bastante representativa, como a produção de alimentos (Arroz, Mandioca,

Melancia, Milho, Tomate), que são produtos utilizados na comercialização local e para consumo próprio.

Também foi possível observar focos de queimadas que correspondem a 1,69% do uso total. E, por fim, a presença de corpos hídricos com 0,23% correspondendo a uma área de aproximadamente 0,21 km², correspondendo respectivamente ao rio Berlingas, aos riachos da região (Vaca Morta e São Francisco) e a lagoa de Santo Antônio.

Figura 2 – Uso e Ocupação da Terra no município de Água Branca-PI



Fonte: Autor, (2022).

A tabela 1, e o gráfico 1, mostram as respectivas classes e a porcentagem % do uso de cada uma.

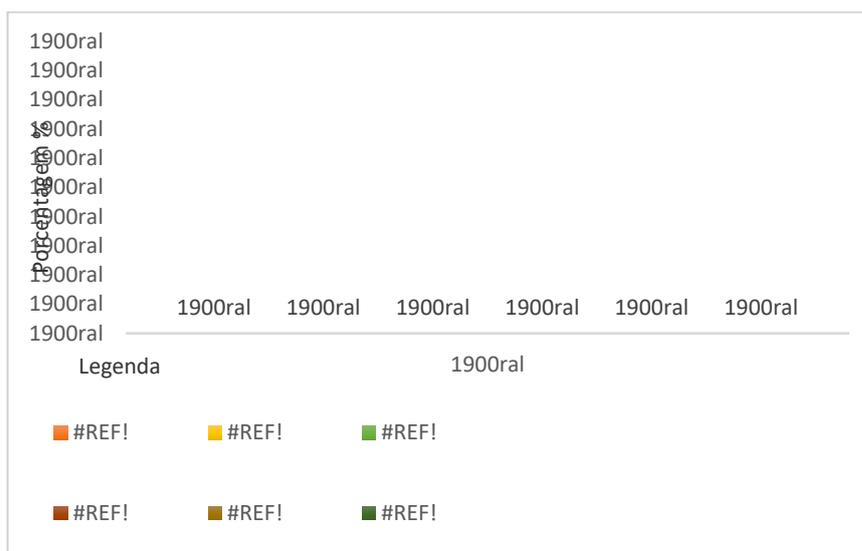
MAPEAMENTO DO USO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE ÁGUA BRANCA-PI

Tabela 1 – Área e porcentagem das classes de uso e ocupação da terra no município de Água Branca/PI

Tipo de Uso	Área (Km ²)	Porcentagem (%)
Urbanização/Solo Exposto	34,78 Km ²	37,51%
Vegetação Arbustiva/Graminosa	24,83 Km ²	26,78%
Vegetação Arbórea	21,28 Km ²	22,95%
Pastagem/Lavoura Temporária	10,05 Km ²	10,84%
Queimadas	1,57 Km ²	1,69%
Corpos Hídricos	0,21 Km ²	0,23%

Fonte: Autor, (2022).

Gráfico 1 - Área e porcentagem das classes de uso e ocupação da terra no município de Água Branca/PI



Fonte: Autor, (2022).

4 Considerações finais

A utilização de ferramentas tecnológicas para o gerenciamento e gestão de territórios, confere ao geoprocessamento e ao sensoriamento remoto a possibilidade de melhor descrever os processos e caracterizações espaciais de uma região. A realização de levantamentos por imagens de satélite permite uma análise mais detalhada da condição atual que determinadas áreas possuem, sendo assim uma excelente possibilidade de aplicação de

estudos mais aprofundados e eficazes que proporcionem o conhecimento mais aprofundado de áreas degradadas e principalmente no que confere ao ordenamento territorial.

Quanto ao mapeamento de caracterização e definição do uso e da ocupação da terra no município de Água Branca, espera-se que esta pesquisa possa vir a contribuir com a realização de mais estudos que são necessários, para uma melhor gestão territorial local, e aplicação de medidas que sejam eficazes na identificação da exploração dos recursos naturais.

A análise do uso e ocupação da terra nos permite conceber uma percepção real da forma de como as ações antrópicas se apresentam e se relacionam com o espaço geográfico, sendo de considerável relevância na medida em que os efeitos do seu mau uso proporcionam um desequilíbrio ao ambiente, além de buscar recursos às estratégias de uso e ocupação territorial, junto as análises apresentadas visam à recuperação e preservação destes espaços.

Referências

AMARAL, A. B.; RIOS, A. de S. GEOPROCESSAMENTO: Mapeamento do uso e ocupação do solo no alto curso do Rio Piedade. **Revista de Geografia - PPGeo** - v. 2, nº 1 (2012).

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. 2. ed., rev., atual. e ampliada. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010: características da população e dos domicílios: resultados do universo. In: **IBGE**. Sidra: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>> Acesso em 21 set. 2022.

CEPRO. Diagnóstico socioeconômico do município de Água Branca- PI. **Carta Cepro**. 2011. Disponível em: <http://www.cepro.pi.gov.br/download/201102/CEPRO16_ba5a098f56.pdf> Acesso em 21 de set. 2022.

EMBRAPA. Paulo Guilherme Salvador Wadt (ed.). **Práticas de Conservação do Solo e Recuperação de Áreas Degradadas**. Rio Branco/AC: Embrapa, 2003. 32 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/498802/1/doc90.pdf>. Acesso em: 27 set. 2022.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação**. Oficina de textos, 2018.

MORAES, E, C. Capítulo 1. **fundamentos de sensoriamento remoto**. 2002.

PRINA, B. Z.; TRENTIN, R.; ZIANI, P. **Ferramentas de Geoprocessamento aplicado no mapeamento do uso da terra no município de Jaguari/RS**. *Ciência e Natureza*. 2016;38(3):1217-1227. [fecha de Consulta 23 de setembro de 2022]. ISSN: 0100-8307. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467547716008> Acesso em 21 set. 2022.

ANÁLISE MORFOESTRUTURAL DAS PROVÍNCIAS KIMBERLÍTICAS DE GILBUÉS E PICOS, PIAUÍ, BRASIL

Morphostructural Analysis in the Gilbués and Picos Kimberlites Provinces, Piauí, Brasil

Gabriela Meireles Rosa ^{1*}, Renata Matos Amaral Cadorini²,
Jackson Alves Martins ³ e José de Araújo Nogueira Neto⁴

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Pedro II, Rua Manoel Jorge da Cruz, Nº 750, Engenho Novo, 64.255-000, Pedro II, Piauí, Brasil; gabrielameirelesrosa@ifpi.edu.br;

ORCID: 0000-0002-7060-9589

²Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Campus do Pici, Bloco 912, 60.455-760, Fortaleza, Ceará, Brasil; renatacadorini@yahoo.com.br;

ORCID: 0000-0002-8702-9783

³Universidade Federal do Ceará, Laboratório de Geofísica de Prospecção e Sensoriamento Remoto, Campus do Pici, Bloco 1011, 60.455-760, Fortaleza, Ceará, Brasil.; jackson_geologia@yahoo.com.br;

ORCID: 0000-0002-9451-1156

⁴Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Rua Mucuri, s/n, Setor Conde dos Arcos, 74.968-755, Aparecida de Goiânia, Goiás, Brasil.; jose.araujo@ufg.br;

ORCID: 0000-0003-3706-2443

RESUMO: Os avanços das geotecnologias e a disponibilidade de informações possibilitam maior confiabilidade e rapidez nas delimitações litológicas e estruturais dos corpos kimberlíticos. O artigo objetiva correlacionar morfoestruturalmente as Províncias Kimberlíticas de Picos (PKP) e Gilbués (PKG) através do sensoriamento remoto e com base nos aspectos morfológicos superficiais existentes. A pesquisa foi embasada na aquisição de material bibliográfico e dados cartográficos, além das imagens do satélite Landsat 8, e dos dados provenientes da missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). Os mapas de relevo sombreado e modelo digital de terreno indicam um forte padrão de drenagem nas PKP e PKG, com forma de relevo mais preservada na PKP. Os lineamentos mostram um padrão semelhante nas duas províncias, com um *trend* regional NE-NW. As imagens de satélite apresentaram maior eficiência para a PKP, apresentando seus corpos kimberlíticos realçados pela cor verde escuro. Geologicamente, admite-se que os kimberlitos dessas províncias, estejam alojados em rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba, e que temporalmente, os kimberlitos de Picos sejam mais jovens que os kimberlitos de Gilbués.

Palavras-chave: Diamantes. Kimberlitos. Sensoriamento Remoto.

ABSTRACT: Advances in technology and the availability of information enable greater reliability and speed in lithological and structural boundaries of kimberlitic bodies. The article aims to correlate lithostructural the Picos (PKP) and Gilbués (PKG) Kimberlites Provinces through remote sensing and based on existing geological features. The research was based on the acquisition of publications and cartographic data, in addition to satellite images of Landsat 8, and data from the SRTM mission (*Shuttle Radar Topography Mission*). The shaded relief maps and digital terrain model indicate strong drainage pattern in PKP and PKG, with form of relief more preserved in the PKP. The guidelines show a similar pattern in the two provinces, with a regional trend NE-NW. The satellite images showed greater efficiency for PKP, presenting their kimberlitic bodies highlighted by dark green color. Geologically, it is assumed that these provinces of kimberlites are housed in sedimentary rocks of the Parnaíba Basin, and temporally, the Picos kimberlites are younger than the Gilbués kimberlites.

Keywords: Diamonds. Kimberlites. Remote Sensing.

1 Introdução

São conhecidos em escala mundial, até o presente momento, mais de 5000 corpos kimberlíticos, dos quais cerca de 20 são lavrados (Helmstaedt, 2002). Os kimberlitos diamantíferos estão predominantemente confinados aos crátons arqueanos estáveis no mundo. Em escala global menos de 1% dos kimberlitos contêm diamante suficiente para serem econômicos, e somente cerca de quinze *pipes* constituem minas de classe mundial (Fipke et al., 1995). Para fazer parte desse seleto grupo, o conhecimento geológico desses corpos é determinante na descoberta da origem das mineralizações diamantíferas. Em escala nacional, destacam-se no Estado do Piauí duas províncias kimberlíticas: i) Picos (PKP), localizada na porção centro-leste do estado; e ii) Gilbués (PKG), localizada no sudoeste do estado.

A região de Gilbués, nordeste do Brasil, surgiu como região diamantífera há 73 anos, tendo sido ativamente garimpada no início da descoberta do diamante, em 1946. Embora existam diversas referências assinalando a descoberta de kimberlitos no Brasil já no início do século XX (Draper 1911, 1923; Riman 1917, Barbosa 1951), na realidade, o primeiro kimberlito descoberto foi o Redondão em Gilbués, em 1965, no sul da Bacia do Parnaíba. Sua descoberta foi feita casualmente, pela Petrobrás, quando se efetuavam estudos com vista à avaliação do potencial da bacia no que concerne a petróleo (Correia, 1990). A região de Picos, teve a descoberta recente de suas ocorrências kimberlíticas, em meados dos anos 80, e foi designada como Província Kimberlítica de Picos por Correia (1990). Segundo informações da CPRM (2010) existem ocorrências diamantíferas na região, mas que ainda estão sendo alvo de estudos mais detalhados.

Com o surgimento de novas tecnologias, como o sensoriamento remoto e o processamento digital de imagens, cresceram consideravelmente os estudos de corpos ígneos intrusivos, com representação de feições geomorfológicas semicirculares na superfície. Fotografias aéreas e imagens orbitais têm sido utilizadas não só na identificação destas estruturas, como também, no seu detalhamento morfoestrutural, análises estruturais, definição de vales e terraços de aluviões diamantíferos e principalmente na integração com dados de geofísica e imagens de satélite para identificação e *follow up* de anomalias (Pereira, 2001).

O objetivo deste artigo é correlacionar morfoestruturalmente as duas províncias (PKG e PKP) com base em dados de Modelo Digital do Terreno provenientes de imagens SRTM

ANÁLISE MORFOESTRUTURAL DAS PROVÍNCIAS KIMBERLÍTICAS DE GILBUÉS E PICOS, PIAUÍ, BRASIL

(*Shuttle Radar Topography Mission*) e imagens do satélite Landsat 8, considerando seus aspectos morfológicos superficiais.

2 Desenvolvimento

2.1 Contexto geológico

Nos anos 70-80 foram descobertos no Estado do Piauí corpos kimberlíticos, os quais estão agrupados em sete clusters distintos: Apicuns, Belmont, Sete Lagoas, Redondão, Moana, Tinguins e Vale Verde. Estes campos compõem as Províncias kimberlíticas de “Gilbués e Picos” (SOPEMI-De Beers, relatórios internos). Além desses campos de kimberlitos, merecem destaque as ocorrências de diamantes da região de Gilbués, onde a mineralização está hospedada em terraços e aluviões cenozoicos, cujo substrato é formado por rochas da Bacia do Parnaíba (CPRM, 2010).

No total, já foram estudados 51 corpos, dentre eles, kimberlitos aflorantes ou não, alojados em rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba. Esses corpos intrudem na borda leste e sul da Bacia do Parnaíba, cortando, na maioria dos casos, arenitos da Formação Cabeças e ocasionalmente, rochas das formações Pimenteira, Longá, Piauí e Pedra de Fogo. Normalmente ocorrem na forma de *pipes* e diques em relevos negativos em relação às encaixantes, mostrando bordas de arenitos alçados e cozidos, com tufos e brechas. Na porção central dessas estruturas circulares, afloram rochas kimberlíticas alteradas, esverdeadas e ou amarronzadas. No solo podem ser observados minerais como olivina alterada, ilmenita, granada e cromita. Alguns corpos não afloram e apresentam-se com cobertura arenosa, às vezes laterítica (CPRM, 2010).

Os municípios de Gilbués, Currais, Baixa Grande do Ribeiro e Santa Filomena compõem a Província Kimberlítica de Gilbués, onde ocorre o mais famoso corpo kimberlítico diamantífero do Brasil, o Redondão, o qual apresenta forma semicircular e relevo negativo em relação às rochas encaixantes, intrudindo rochas das formações Piauí e Pedra de Fogo. No centro da estrutura circular afloram rochas kimberlíticas alteradas, compostas por brechas e tufos, de coloração esverdeada, onde ainda podem ser observados minerais como olivina, granada, ilmenita e mais raramente zircão. Observações de campo e amostras de mão indicam que o nível de erosão atual das intrusões expõe rochas

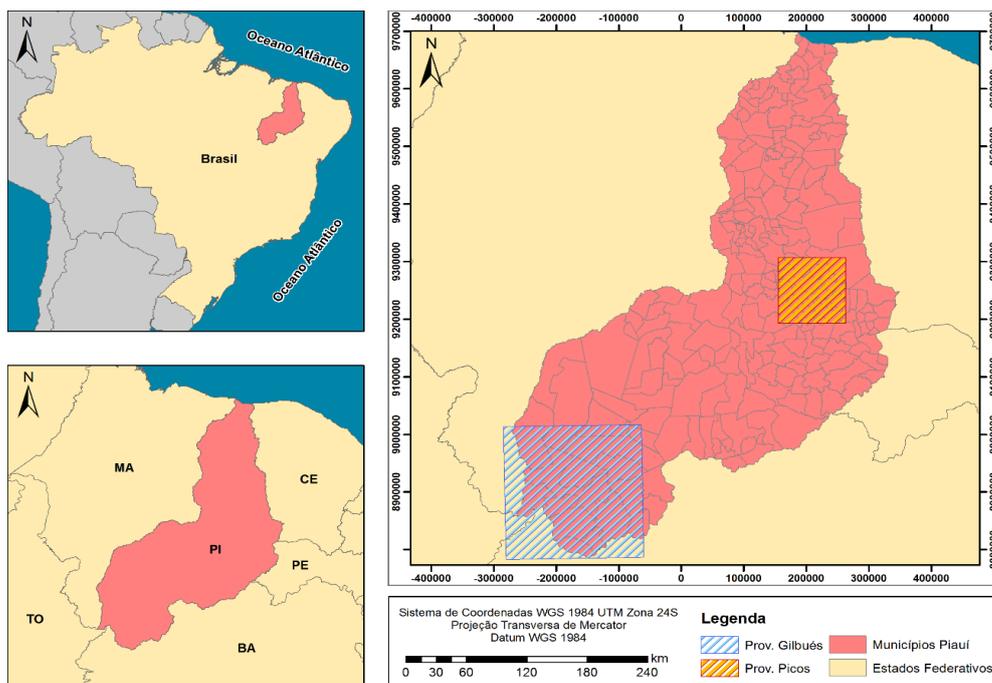
possivelmente relacionadas ao fácies diatrema, conforme sugerem as feições texturais e estruturais primárias e a mineralogia encontrada (CPRM, 2010).

Segundo informações verbais, na PKP, a qual abrange os municípios de Ipiranga do Piauí, Inhuma, D. Expedito Lopes, Lagoa do Sítio, São João da Canabrava, São João da Varjota, São José do Piauí, Elesbão Veloso, Jardim do Mulato, Oeiras e Regeneração, pelo menos dois desses corpos são diamantíferos, um dos quais é a intrusão denominada Moana (CPRM, 2010).

A PKP apresenta uma área de aproximadamente 12 mil km² e a PKG, que está localizada a cerca de 700 km da província anterior, apresenta uma área de aproximadamente 73 mil km² (Figura 1).

No Brasil há diversas províncias diamantíferas em fase de pesquisa, principalmente nos Estados de Mato Grosso, Rondônia, Mato Grosso do Sul, Bahia e Minas Gerais. Segundo informações do Projeto Diamante (CPRM, 2017) existem 20 campos diamantíferos, 804 ocorrências e 142 garimpos no País. Já os campos kimberlíticos foram 23, contendo 1.325 corpos mapeados pelo projeto (Figura 2).

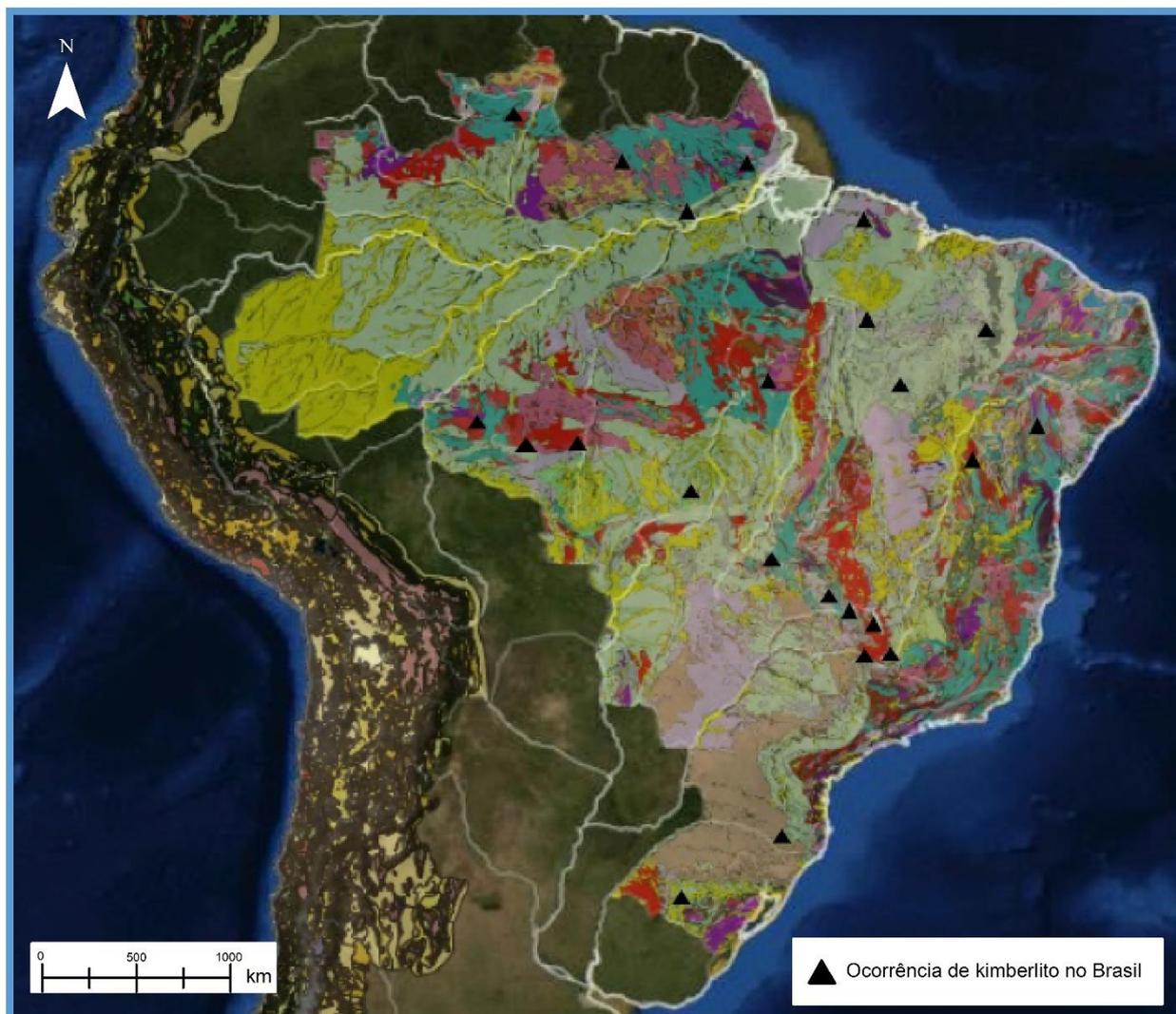
Figura 1. Mapa de localização das Províncias Kimberlíticas de Picos e Gilbués, Piauí, Brasil.



Fonte: Autores.

ANÁLISE MORFOESTRUTURAL DAS PROVÍNCIAS KIMBERLÍTICAS DE GILBUÉS E PICOS, PIAUÍ, BRASIL

Figura 2. Principais campos kimberlíticos do Brasil.



Fonte: Autores.

2.2 Metodologia

A pesquisa foi inicialmente embasada na aquisição de material bibliográfico e de dados cartográficos, além das imagens do sensor OLI (Operation Land Imager) do satélite Landsat 8, disponibilizadas gratuitamente através do site da instituição United States Geological Survey (USGS), e dos dados provenientes da missão SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). As informações foram tratadas e manipuladas nos softwares ArcGIS 10.2 e ENVI 5.0.

O processamento das imagens utilizadas foi derivado de técnicas variadas partindo da sua reprojeção para o hemisfério sul, seguindo o processo de rescale (conversão radiométrica), onde as imagens são convertidas do range de 16 bits para 8bits, e composição de bandas na RGB 432 cor natural e RGB 764 falsa cor, com realce por manipulação de histograma. As imagens obtidas por radar (SRTM) possuem pixels de 1 arco-segundo, aproximadamente 30 metros e apresenta-se como uma ferramenta potencial de análise estrutural devido a uma melhor visualização da superfície de análise. Dessa forma, foi estabelecido o tipo de insolação, seu azimute de incidência, e sua inclinação em relação ao horizonte

2.3 Análise morfoestrutural

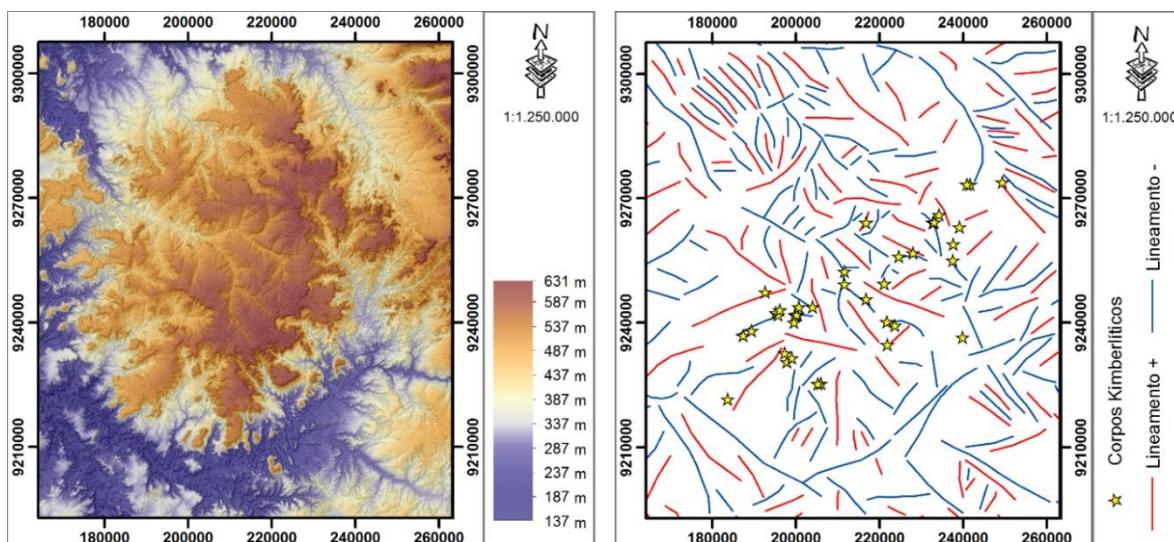
As técnicas de sensoriamento remoto possibilitam um estudo indireto por meio das imagens obtidas, visando ressaltar os lineamentos ou até mesmo o registro de novas feições.

Nos mapas de relevo sombreado foram empregados um plano bidimensional para melhor visualização das superfícies elevadas e rebaixadas. A escala de cor promove o destaque de diferentes altitudes e o sombreado evidencia as formas de relevo.

No mapa de relevo sombreado da Província Kimberlítica de Picos (Figura 3), é evidente uma rede hidrográfica densa no entorno de uma estrutura morfológica concêntrica, onde os corpos kimberlíticos estão distribuídos preferencialmente na base de tal estrutura, não ultrapassando 455m de altitude, salvo algumas exceções. No mapa de relevo sombreado da Província Kimberlítica de Gilbués é perceptível uma drenagem densa margeando a porção litológica de relevo moderado, onde estão inseridos os corpos kimberlíticos, com altitudes inferiores se comparadas às da PKP. O processo de desertificação da região é bastante intenso, indicando um forte estado erosivo do material rochoso (Figura 4).

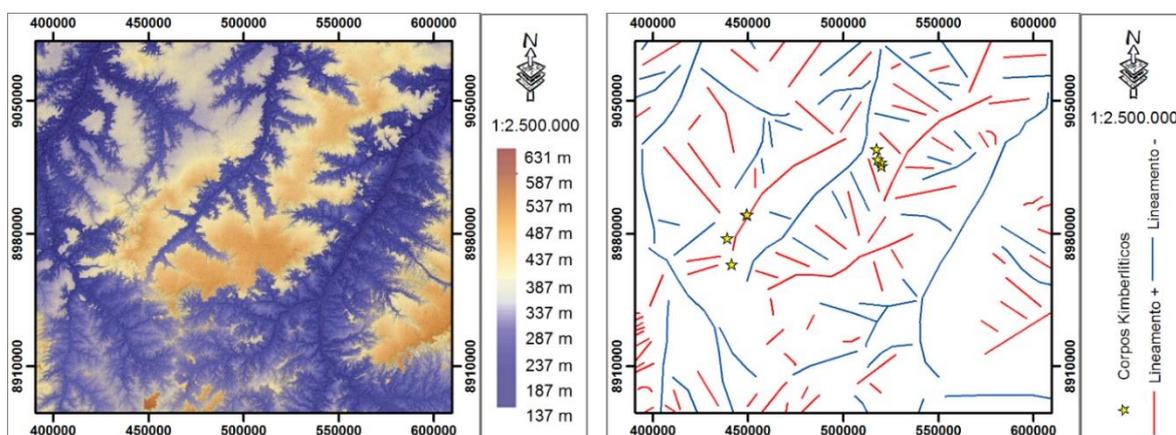
ANÁLISE MORFOESTRUTURAL DAS PROVÍNCIAS KIMBERLÍTICAS DE GILBUÉS E PICOS, PIAUÍ, BRASIL

Figura 3. Mapa de relevo sombreado e representação dos lineamentos (-) e (+) da Província Kimberlítica de Picos.



Fonte: Autores.

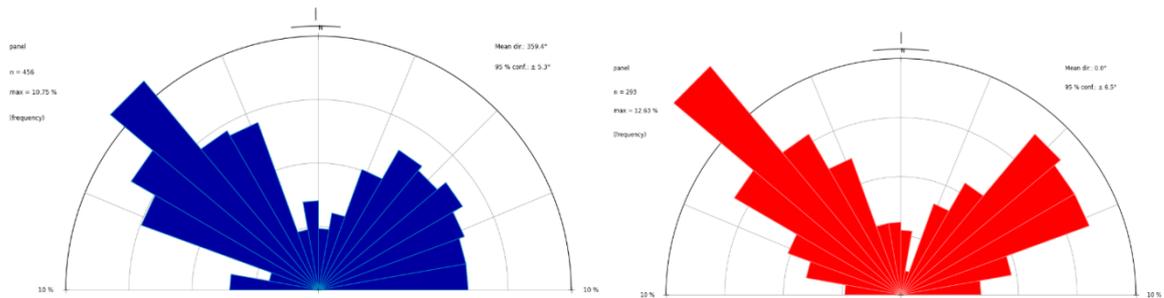
Figura 4. Mapa de relevo sombreado e representação dos lineamentos (-) e (+) da Província Kimberlítica de Gilbués.



Fonte: Autores.

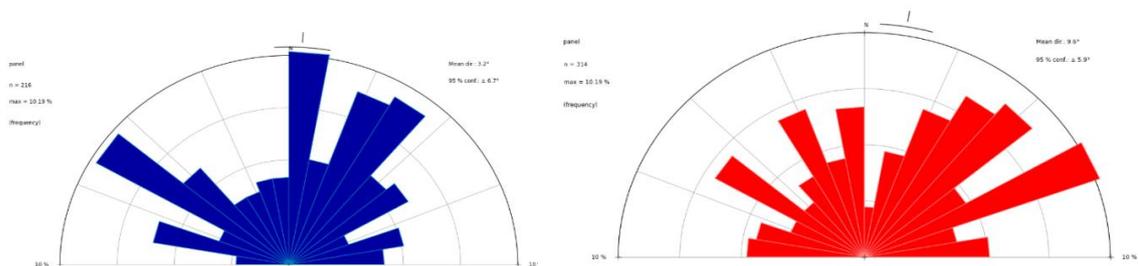
A representação traçada dos lineamentos positivos e negativos confirma o comportamento do relevo nas PKP e PKG, onde foi utilizado para o realce a direção 315/70Az, acentuando o plano de foliação dessas províncias (Figuras 3 e 4). Os diagramas de roseta apresentam uma direção do plano foliação NE-NW para ambas as Províncias (Figura 5 e 6).

Figura 5. Diagramas de roseta indicando um trend NE-NW para a Província Kimberlítica de Picos.



Fonte: Autores.

Figura 6. Diagramas de roseta indicando um trend NE-NW para a Província Kimberlítica de Gilbués.



Fonte: Autores.

Através das imagens de Landsat 8, foram utilizadas as composições em RGB 432 cor natural e RGB 764 falsa cor, para delimitar as feições geológicas e estruturais das Províncias Kimberlíticas de Picos e Gilbués.

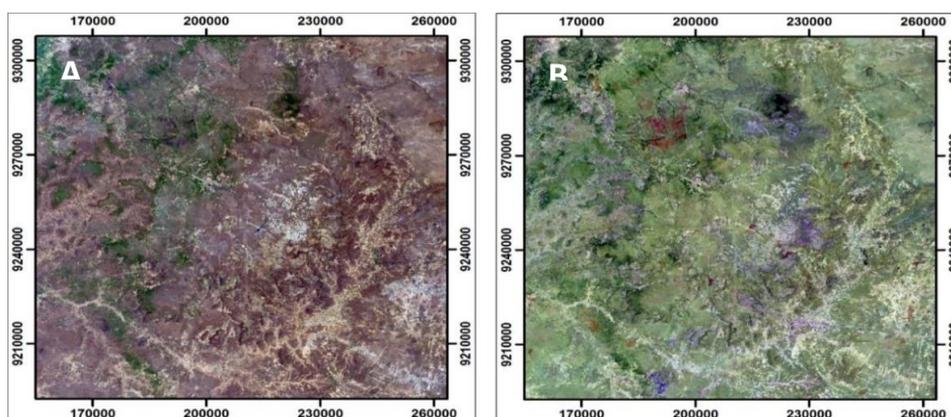
A utilização da composição RGB 432 cor natural indica feições destacadas pela cor verde escuro para os principais corpos kimberlíticos da PKP, ao passo que anomalias de vegetação constituem o principal critério na detecção direta de kimberlitos (Figura 7 – A). Na composição RGB 764 falsa-cor é potencialmente favorável à discriminação de produtos de alteração hidrotermal, portanto pode-se inferir que os corpos kimberlíticos encontram-se

ANÁLISE MORFOESTRUTURAL DAS PROVÍNCIAS KIMBERLÍTICAS DE GILBUÉS E PICOS, PIAUÍ, BRASIL

destacados na cor verde escuro em contato com encaixantes representadas pela cor lilás para a PKP (Figura 7. A e B).

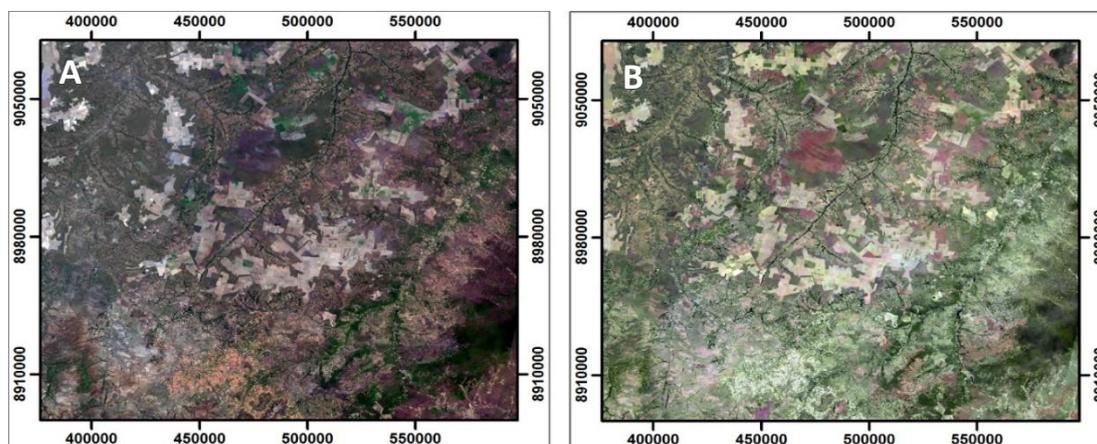
Os kimberlitos da PKG apresentam feições não tão proeminentes nessas composições, devido a ação intensa da mineração praticada no local há mais de 70 anos, porém, observa-se os principais corpos kimberlíticos distribuídos em zonas de cor verde escuro, assim como na PKP (Figura 8. A e B). Os modelos digitais dos terrenos da PKP e da PKG representados na Figura 9. A e B, determinam o padrão de drenagem e declividade das duas províncias.

Figura 7. (a) Imagem Landsat 8, composição RGB 432 - cor natural, com resolução espacial de 30m; e (b) Imagem Landsat 8, composição RGB 764 - falsa cor, com resolução espacial de 30m, da Província Kimberlítica de Picos.



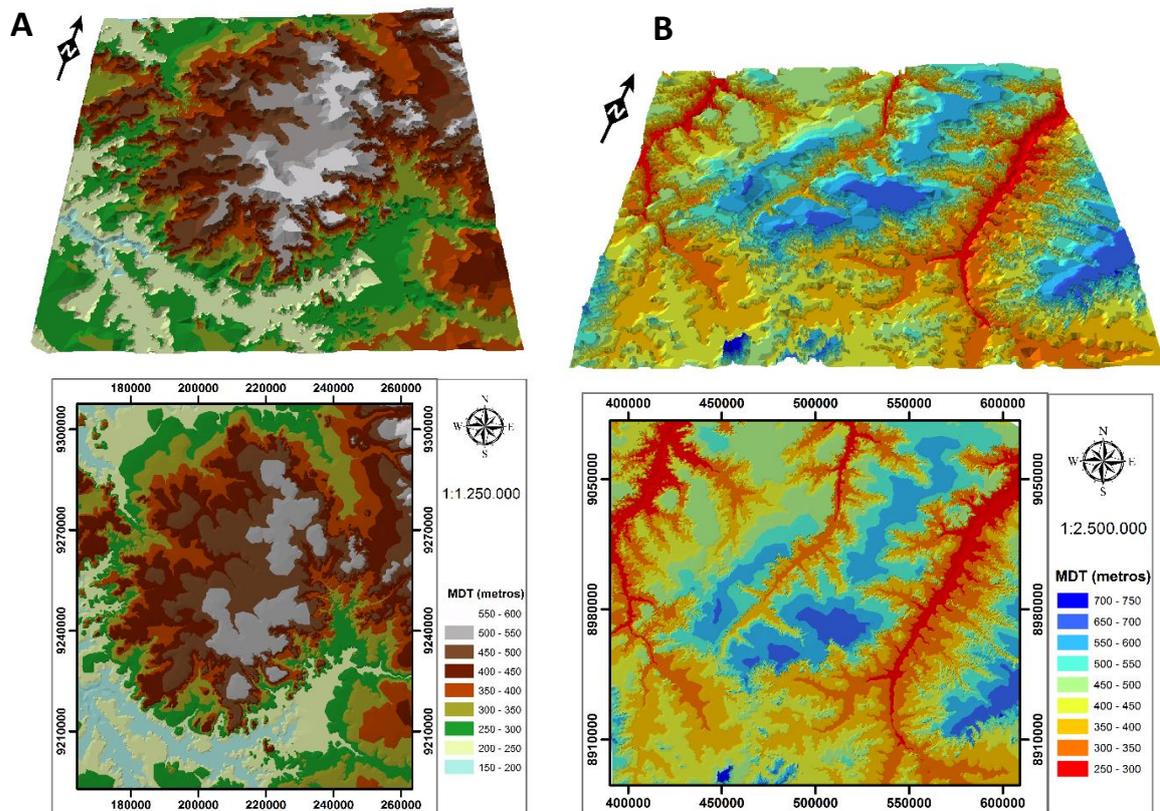
Fonte: Autores.

Figura 8. (a) Imagem Landsat 8, composição RGB 432 - cor natural, com resolução espacial de 30m; e (b) Imagem Landsat 8, composição RGB 764 - falsa cor, com resolução espacial de 30m, da Província Kimberlítica de Gilbués.



Fonte: Autores.

Figura 9. (a) Modelo digital do terreno (MDT) da Província Kimberlítica de Picos; e (b) Modelo digital do terreno (MDT) da Província Kimberlítica de Gilbués.



Fonte: Autores.

2.4 Resultados e discussões

A análise de imagens a partir do sensoriamento remoto é uma das técnicas mais utilizadas na caracterização do arcabouço geológico-estrutural, pois através do traçado de lineamentos é possível identificar estruturas em diferentes escalas.

As feições geológicas da Província Kimberlítica de Picos encontram-se bem demarcadas, com um relevo principal proeminente de forma ovalada, mas com indícios de erosão moderada. A drenagem pode ser classificada como dendrítica, apresentado um padrão falhado em direções variáveis. Os kimberlitos tendem a ocorrer nas depressões dos vales das linhas de água, corroborando com o que foi descrito por Correia (1990), com uma concentração de anel de rochas mais resistentes, constituindo uma feição morfológica positiva para as rochas encaixantes. As ocorrências kimberlíticas dessa província apresentam um controle estrutural dominado pelos grandes alinhamentos e falhamentos da região, com *trend* local NE-NW demonstrado através dos diagramas de roseta. Segundo Correia (1990), os kimberlitos de Picos situam-se, praticamente, no cruzamento dos alinhamentos Senador

ANÁLISE MORFOESTRUTURAL DAS PROVÍNCIAS KIMBERLÍTICAS DE GILBUÉS E PICOS, PIAUÍ, BRASIL

Pompeu (NE-SW), Canindé (NW-SE) e Paraíba (E-W) e das faixas de distensão NE-SW e NW-SE.

Na Província Kimberlítica de Gilbués o padrão de drenagem também pode ser caracterizado como dendrítico e o processo erosivo extremamente intenso é visível no mapa de relevo sombreado e no MDT. Os corpos kimberlíticos estão devastados devido a atividade de garimpo do diamante que ocorre há algumas décadas na região, e apresentam diâmetros da ordem de 1 km. Segundo Correia (1990), quanto a morfologia dos corpos, como por exemplo, do kimberlito Redondão, sua forma foi imposta pela erosão diferencial. As ocorrências kimberlíticas dessa província apresentam um controle estrutural dominado pelos grandes alinhamentos e falhamentos da região, com *trend* local NE-NW demonstrado através dos diagramas de roseta. Esta província kimberlítica situa-se no centro-sul da Bacia Sedimentar do Parnaíba, nas nascentes do rio Uruçuí Preto, na área de cruzamento de duas importantes e extensas faixas de fraqueza estrutural definidas pelos alinhamentos Transbrasiliano e Belmonte-Xambioá, com direções NE-SW e NW-SE, respectivamente (Correia, 1990).

A utilização das imagens Landsat 8 com as composições em RGB 432 cor natural e RGB 764 falsa cor, e das imagens SRTM, foram imprescindíveis para delimitar tais feições, assim como, para revelar através do realce da cor, a presença dos corpos kimberlíticos. Conforme Vivela (1998) e Costa (1999), este tipo de composição é recomendado nos estudos de interpretação visual, porque permitem caracterizar os dados existentes em imagens de satélite, e ainda obter diagnósticos de alguns parâmetros de classificação visual, por meio de critérios como: cor, tonalidade, textura, forma e tamanho.

Os diamantes podem estar presentes ou não em kimberlitos, sendo considerados como acessórios raros destes magmatitos (Dawson 1980). Na PKP são reconhecidas as intrusões nomeadas de Moana, Tinguins e Vale Verde, destacando-se a denominada Moana. Na PKG são reconhecidas as intrusões nomeadas Redondão, Largo, Riachão e Cabeceiras, destacando-se a denominada Redondão, alvo de pesquisas há várias décadas.

Segundo dados divulgados pela CPRM (2017), através do Projeto Diamante, amostras coletadas em concentrados de bateia não indicam a presença dessas gemas na PKP. Porém, a empresa Five Star Diamonds, que atualmente controla uma posição dominante no setor brasileiro de diamantes, detém a licença desde o final do ano de 2017 para exploração de diamantes na PKP.

3 Considerações finais

Os estudos das feições geológicas através dos mapas de relevo sombreado indicam um forte padrão de drenagem do tipo anelar e radial, presente tanto na Província Kimberlítica de Picos quanto na Província Kimberlítica de Gilbués. Morfológicamente, a forma de relevo mais preservada foi evidenciada na PKP. Os lineamentos mostram um padrão semelhante nas duas províncias, com um *trend* regional NE-NW. A análise dos lineamentos das duas províncias demonstra que o modelo digital de terreno foi o produto que melhor caracterizou as estruturas e feições lineares.

O processamento de imagem é importante para realçar as feições pois tanto os dados SRTM como as imagens Landsat 8 são eficazes na identificação dos lineamentos estruturais proporcionando um maior detalhamento nos mapeamentos geológicos. Apesar de saber que essa técnica é eficaz, deve-se ter cautela quanto a metodologia utilizada porque existe uma limitação da imagem referente ao ângulo azimutal de iluminação no momento da aplicação, que pode mascarar ou evidenciar estruturas.

As imagens de satélite apresentaram maior eficiência para a Província Kimberlítica de Picos, apresentando seus corpos kimberlíticos realçados pela cor verde escuro e as encaixantes pela cor lilás, fato esse, reforçado pelo seu grau de preservação. Considera-se que na Província Kimberlítica de Gilbués o processo de desgaste natural possa ter sido secundário em relação ao fator antrópico, devido a extração desenfreada de kimberlitos diamantíferos ao longo de várias décadas, além da intensa prática agrícola e pecuária na região.

Geologicamente, admite-se que os kimberlitos dessas províncias, aflorantes ou não, estejam alojados em rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba. Normalmente ocorrem na forma de *pipes* e diques em relevos negativos em relação às encaixantes. Temporalmente, acredita-se que os kimberlitos de Picos sejam mais jovens que os kimberlitos de Gilbués.

Referências bibliográficas

ABREU, P. M. **Estudos Geofísicos (Magnetotelúrico e Eletromagnético Transiente) da Porção Leste da Bacia do Parnaíba: Contribuição ao conhecimento Hidrogeológico.** Dissertação de Mestrado. Ministério da Ciência e Tecnologia. Observatório Nacional. Pós-graduação em Geofísica. 122p, 2002.

ANÁLISE MORFOESTRUTURAL DAS PROVÍNCIAS KIMBERLÍTICAS DE GILBUÉS E PICOS, PIAUÍ, BRASIL

ALMEIDA, F.F.M.. **O Cráton do São Francisco**. Revista Brasileira de Geociências 7, p. 364-394, 1977.

BARBOSA, O. **Diamante no Brasil: Histórico, Ocorrência, Prospecção e Lavra**. CPRM, 1991.

CLIFFORD, T.N. **Tectono-metamorphic Provinces of Africa**. Earth Planet.Sci.Letters, 1 : 421-434, 1966.

CORDANI, U. G., Neves, B. B. B., Fuck, R. A., Porto, R. , Thomaz, A. & Cunha, F. M. B.. **Estudo Preliminar de Integração do Pré-Cambriano com os Eventos Tectônicos das Bacias Sedimentares Brasileiras**. Rio de Janeiro, Petrobrás, 70 pag. (Ciência-Técnica – Petróleo, 15.), 1984.

CORREIA, E. A. **Diamantes e Kimberlitos do Sul e Leste da Bacia do Parnaíba (Brasil)**. Tese de Doutorado. Porto, 1990.

COSTA, T. C. C. **Avaliação de estratégias de Classificação de Imagens Orbitais em Mapeamento de Uso e Cobertura da Terra**. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 109f, 1999.

CUNHA, F. M. B.. **Evolução Paleozóica da Bacia do Parnaíba e seu Arcabouço Tectônico**. Rio de Janeiro, Instituto de Geociência, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 107 pag. Dissertação de Mestrado, 1986.

DAWSON, J.B. **Kimberlites and their Xenoliths**. Springer Verlag, New York (N.Y.). 250pp, 1960.

DNPM. **Diamante**, L. C. Danese e M. B. M. Carlotto, Mato Grosso, Brasil, 2007.

FIPKE, C.; GURNEY, J.J.; MOORE, R.. **Diamond Exploration Techniques Emphasizing Indicator Mineral Geochemistry and Canadian Examples**. Geological Survey of Canada, Bulletin 423, 85p, 1995.

GURNEY, J.J.; HARRIS, J.W.; RICKARD, R.S. & MOORE, R.O.. **Inclusions in Premier Mine Diamonds**. Trans. Geol. Soc, South Africa, 88: 301-310, 1985.

HELMSTAEDT, H.H. & GURNEY, J.J.. **Geotectonic Controls on the Formation of Diamonds and their Kimberlitic and Lamproitic Hot Rocks: Applications to Diamond Exploration**. In proceedings volume, Fifth International Kimberlite Conference, Araxá, Brazil. Edited by H.O.A. Meyer and, O.H. Leonardos, Diamonds: Characterization Genesis and Exploration. CPRM Special Publication 1/B, p. 236-250, 1994.

MEYER, H.O.A. & SVISERO, D.P.. **Mineral Inclusions in Brazilian Diamonds**. Phys.Chem.Earth, 9 : 785-796, 1975.

NIXON, P.H., KNORRIG, O.von & ROOKE, J.M.. **Kimberlites and Associated Inclusions: A Mineralogical and Geochemical Study**. Am.Mineralog. 48: 1090-1132, 1963.

Gabriela Meireles Rosa , Renata Matos Amaral Cadorini, Jackson Alves Martins e José de Araújo Nogueira Neto

SACHS, L. L. B.; & SILVEIRA, F. V.. **Kimberlitos do Estado do Piauí**. Anais/ V Simpósio Brasileiro de Geologia do Diamante. Tibagi, PR. CPRM, 70-71p, 2010.

SVISERO, D. P. & CHIEREGATI, L. A. **Contexto Geológico de Kimberlitos, Lamproítos e Ocorrências Diamantíferas do Brasil**. Bol. IG-USP, Publicação especial n.º.9, São Paulo, nov. 1991.

SVISERO, D.P. & MEYER, H.OA. **New Occurrences of Kimberlites in Brazil**. In: INTERNATIONAL KIMBERLITE CONFERENCE, 4th, Ext. Abst., Perth, Australla, 16:145-147, 1986.

SVISERO, D. P.; MEYER, H.O.A.; HARALYI, N.L.E. & HASUI, Y.. **A Note on the Geology of Some Brazilian Kimberlites**, (J.Geo)., 92: 331-335, 1984.

SVISERO, D.P.; MEYER, O.H. & TSAI, H.M.. **Kimberlite Minerais from Vargem (Minas Gerais) and Redondão (Piauí) Diatremes, Brazil: And Garnet Lherzolite Xenolith from Redondão Diatreme**. Rev.Bras.Geociênc. 7: 1-13, 1977.

THOMAZ, L. V. **Estudo Petrográfico e Química Mineral da Intrusão Kimberlítica Régis, NO Oeste de Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado-USP, São Paulo, 2009.

VILELA, M. F. **Uso de diferentes métodos de retificação geométrica e Classificação Digital de uma Imagem TM/Landsat-5**. 1998. 118f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1998.

Agradecimentos: Os autores externam seus agradecimentos ao Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará (UFC), ao Instituto Federal do Piauí (IFPI), ao apoio financeiro do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT/CNPq) e à CAPES.

EDITORIAL

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL PELA PAZ, SUPERAÇÃO DA POBREZA, DAS DISCRIMINAÇÕES E PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE E AO CLIMA.

O planeta Terra vem passando por grandes transformações, decorrentes do avanço do projeto iluminista que alcançou, com seus princípios e fundamentos, todas as dimensões da vida animal, vegetal, fungos, protistas, arqueas e bactérias. Na dimensão socioeconômica esse processo tem sido acelerado com o fenômeno da globalização, que promoveu mudanças nas diversas fronteiras do mundo, produzindo impactos ambientais e ciclos de crises econômicas e financeiras mais extensos e próximos, resultando no crescimento das desigualdades sociais, da miséria e no aumento dos excluídos, situação que priva milhares de seres vivos do gozo dos direitos fundamentais.

Dados negativos expressando esses efeitos sobre o mundo contemporâneo, são expostos todos os dias por milhares de agências e pessoas que entendem a urgência de projetos de desenvolvimento social e econômico, que estejam fundamentados em valores como a paz, a equidade, a não violência e a inclusão de todos os seres vivos, em conformidade com suas necessidades e potencialidades. É sobre esse projeto que trata a Revista da Academia de Ciências do Piauí. Embora cada edição/dossiê possa trazer uma temática específica, o conjunto dessas singularidades objetiva contribuir para a inclusão dos mais de 1 (um) bilhão de pessoas que, segundo a Organização Mundial de Saúde (2011), encontra-se em dupla situação de vulnerabilidade, considerando que a pobreza extrema é geralmente o destino social destes sujeitos; participar de uma jornada pelo desenvolvimento econômico que considere as necessidades humanas, sem, contudo, destruir a natureza.

Assim sendo, a Revista da ACIPI levanta a bandeira do desenvolvimento sustentável que inclua nas suas pautas tanto as questões relacionadas às novas tecnologias e ao meio ambiente, quanto as que digam respeito ao bem-estar social e econômico das

pessoas. Perseguindo esse objetivo, para esse número foram selecionados 09 (nove) artigos que tratam da educação inclusiva, do turismo sustentável, dos setores produtivos na urbe teresinense, da geodiversidade dos mananciais nordestinos, dos impactos dos desastres ambientais sobre as cidades e das consequências da ação humana nos processos que levam à degradação ambiental.

Além dos artigos do dossiê, o V.03, número 04, da Revista da ACIPI trouxe uma resenha sobre importante documento produzido em 1959 pelo Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste – GTDN, sob a coordenação do economista Celso Furtado. A produção teve como finalidade identificar os problemas responsáveis pelo atraso da região, e propor soluções para superação de suas permanentes crises. A temática relaciona-se com a perspectiva do industrialismo nordestino do século XX, com importantes reflexões sobre a sustentabilidade regional. Completando a lista das publicações, tem-se uma entrevista com o Magnífico Reitor do Instituto Federal do Piauí – IFPI, Professor Dr. Paulo Borges da Cunha, concedida ao Secretário Executivo da ACIPI e Pró-Reitor de Desenvolvimento Institucional, Prof. Dr Paulo Henrique Gomes de Lima. A conversa girou em torno da importância da popularização da ciência, bem como a respeito das estratégias desenvolvidas pelo IFPI para contribuir com esse escopo no Estado. Passaremos, a seguir, a realizar uma breve apresentação de cada artigo do dossiê, solicitando ao leitor a dispensa de, na próxima seção deste texto, voltar a falar da resenha e da entrevista nele publicadas, por entendermos ter prestados as informações iniciais sobre os dois tópicos, nestas considerações iniciais.

Em “**Ensino de química: análise da contribuição de materiais alternativos para aluno cego do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – Campus/Caxias**”, os autores Juliana Torres, Milena Raquel Silva, Érica Letícia Silva, Jhone Castro, Eduardo Alves e Pedro Pessôa, trouxeram para o debate a questão sobre a inclusão de pessoas com deficiência física nos ambientes escolares. Nele ressaltam a importância de melhor adequação dos Cursos de Química para pessoas com deficiência visual, destacando a necessidade de mudanças desde a formação dos professores que estão propensos a lidar com alunos com esse perfil, até a superação das limitações de infraestrutura pedagógicas apresentadas pelas instituições públicas de ensino, com vista a garantir o direito de inclusão de todos previsto na Lei de Diretrizes e Bases Nacional – LDB.

Na relação economia, educação e desenvolvimento sustentável tem-se o artigo “**O turismo como ferramenta para a educação ambiental no Parque Nacional Serra da Capivara – Piauí**” escrito por Vinícius Oliveira, Ítalo Sobral, Rita de Cássia de Sousa e Francisco Wellington Sousa. Os autores realizam uma discussão sobre a função pedagógica do turismo em unidades de conservação. Destacam que o Parque, além de ser um patrimônio histórico pelos muitos achados de vestígios de antigos povos da América, é possuidor de uma “diversidade de ambientes naturais que se refletem principalmente na geodiversidade (aspectos geológico-geomorfológicos) e, pela rica biodiversidade do bioma caatinga, que caracteriza a região”.

Em “**Geodiversidade das microbacias hidrográficas do riacho do Mutum e do Roncador-Piauí**”, Francisco Wellington Sousa e Ítalo José Sobral realizam as análises das microbacias dos riachos do Mutum e Roncador, mostrando a geodiversidade desses cursos de águas. Os resultados da pesquisa registraram a existência de três geossítios, os quais foram caracterizados e avaliados quanto aos valores da geodiversidade, demonstrando a necessidade da realização de estudos que possam produzir estratégias para conservação desse patrimônio. Os autores Gabriela Rosa, Renata Cadorini, Jackson Martins e José Nogueira Neto, no artigo “**Análise morfoestrutural das províncias kimberlíticas de Gilbués e Picos, Piauí, Brasil**”, correlacionam morfoestruturalmente as províncias kimberlíticas de Picos e Gilbués usando imagens do satélite Landsat 8 e dados provenientes da missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) para caracterizar as estruturas e feições lineares.

Em uma abordagem que envolve produção cultural, meio ambiente e economia, tem-se um conjunto de textos que construíram seus objetos em torno da urbe moderna ou em processo de modernização. Estes são os casos dos artigos “**Análise locacional dos setores produtivos na ride da grande Teresina**”, que o autor Reginaldo Soares, tendo como base a classificação do IBGE em Grandes Setores como Indústria, Construção Civil, Comércio, Serviços e Agropecuária, estabeleceu uma cartografia das áreas produtivas da capital do Piauí; Em “**Mapeamento do uso da terra no município de Água Branca-PI**”, que os autores Marcio Neres e Valdira Brito avaliam os diferentes usos da Terra nesse município, utilizando as tecnologias de geoprocessamento e sensoriamento remoto; “**Análise de simulação e delimitação das manchas de inundação do rio Poti na cidade de Teresina-PI**”, escrito pelos pesquisadores Francisco das Chagas Paiva Silva e Amanda Bezerra

Revista da Academia de Ciências do Piauí, Volume 3, Número 4, p. xxxxxxxx, julho/dezembro de 2022.
ISSN: 2675-9748 DOI: XXXXXXXXXXXX

”, refletiu sobre os riscos produzidos por inundações, e a respeito das graves perdas econômicas, ecológicas e sociais causadas às comunidades ribeirinhas como Teresina, decorrentes de fenômenos naturais.

Dando continuidade ao item anterior, em **“Geoprocessamento aplicado ao estudo do processo de urbanização e seus efeitos em Teresina, Piauí”**, com autoria de Gabriel Camêlo e Geovana Pereira, foi realizado um debate sobre os efeitos da industrialização dos espaços urbanos na mudança de temperatura dessas áreas, notadamente quando são afetadas por práticas predatórias, a exemplo de grande subtração das áreas verdes. Finalmente, **“Análise da situação na área de preservação permanente do Rio Parnaíba, no perímetro urbano de Timon-Ma, a partir de imagens do satélite CBERS-4^a**, dos pesquisadores Eduarda Cunha, Francílio Santos, Jacqueline Alcântara, Maria da Conceição Nascimento e Patrícia Simões, realiza um estudo sobre a Área de Preservação Permanente do rio Parnaíba, no trecho delimitado pelo perímetro urbano de Timon – MA, constatando a alteração realizada pelo homem na degradação de parte da sua riqueza natural.

Convidamos a comunidade acadêmica e demais interessados nestas temáticas a fazerem leitura desses trabalhos, interagir com os autores através da área destinada ao leitor no portal da Revista, e contribuir enviando artigos para os números subsequentes que poderão ser tanto na temática do dossiê, quanto de artigos livres. Boa Leitura e proveitosas reflexões.

Antonia Valtéria Melo Alvarenga
ORCID: 0000-0002-5684-6473
Valdira de Caldas Brito Vieira
ORCID: 0000-0002-1067-0628



ENSINO DE QUÍMICA: ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA ALUNO CEGO DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO MARANHÃO CAMPUS CAXIAS

CHEMISTRY TEACHING: analysis of the contribution of alternative materials to the blind student of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Maranhão Campus Caxias

**Juliana Carvalho Torres¹, Milena Raquel Pereira Silva²,
Érica Letícia Moreira Silva³, Jhone Ferreira de Castro⁴,
Eduardo Borba Alves⁵, Pedro Alberto Pavão Pessoa^{6*}**

¹ Licenciada em Química; juliana.quimicaedu@gmail.com; ORCID: 0000-0002-7765-9511

² Licenciada em Química; milena.raquel@acad.ifma.edu.br; ORCID: 0000-0001-8937-8840

³ Licenciada em Química; erica.leticia@acad.ifma.edu.br; ORCID: 0000-0003-2309-0961

⁴ Mestrando em Química; jhonestro3@gmail.com; ORCID: 0000-0002-1868-4813

⁵ Mestrando em Química; eduardo.borba@acad.ifma.edu.br; ORCID: 0000-0002-1778-7001

^{6*} Professor Doutor no Instituto Federal do Maranhão - Campus Caxias; pedro.pessoa@ifma.edu.br; ORCID: 0000-0002-9651-1184

RESUMO: A inclusão de pessoas com necessidades especiais na sociedade, é uma realidade cada vez mais concreta, pois, as leis e diretrizes que garantem esse direito tiveram efetiva contribuição ao longo dos anos. Porém, no ensino de Química aos cegos, percebe-se um número reduzido de aprendizado, oriundo de fatores como falta de recursos, professores desqualificados, além da própria dificuldade do aluno com a disciplina. Assim, o objetivo da pesquisa é a análise da contribuição do uso de materiais alternativos, para o ensino de hidrocarbonetos em uma turma de 3º ano do ensino médio do IFMA- Caxias. Nesse contexto foi trabalhado as observações das aulas, aplicados questionários e elaborados materiais adaptados utilizando: placas de isopor, transcrição em braille dos hidrocarbonetos e estruturas moleculares adaptadas, bolas de isopor e cola em alto relevo. Os questionários foram direcionados aos alunos e à professora vidente para avaliação das aulas e aprendizagem, e após análise de dados, ocorreu avaliação dos materiais produzidos com o discente cego. Observou-se que os alunos conseguiram, por meio dos recursos selecionados, compreender e assimilar os conteúdos de Hidrocarbonetos, evidenciando que o ensino de química na perspectiva da inclusão é possível, principalmente quando alinhado ao uso de recursos adaptados.

Palavras-chave: Ensino de química. Inclusão. Materiais alternativos.

ABSTRACT: The inclusion of people with special needs in society is an increasingly concrete reality, as the laws and guidelines that guarantee this right have had an effective contribution over the years. However, in the teaching of Chemistry to the blind, a reduced number of learning is perceived, arising from factors such as lack of resources, unqualified teachers, in addition to the student's own difficulty with the discipline. Thus, the objective of the research is to analyze the contribution of the use of alternative materials to the teaching of hydrocarbons in a 3rd year high school class at IFMA- Caxias. In this context, the observations of the classes were worked, questionnaires were applied and adapted materials were elaborated using: styrofoam plates, transcription in Braille of the hydrocarbons and adapted molecular structures, styrofoam balls and high relief glue. The questionnaires were directed to the students and the sighted teacher to evaluate the classes and learning, and after data analysis, the materials produced with the blind student were evaluated. It was observed that the students managed, through the selected resources, to understand and assimilate the contents of Hydrocarbons, showing that the teaching of chemistry from the perspective of inclusion is possible, especially when aligned with the use of adapted resources.

Keywords: Chemistry Education. Inclusion . Alternative Materials.

1 Introdução

A Química é uma ciência que está presente no nosso cotidiano, através de muitos fenômenos, como a chuva e a fotossíntese das plantas, desta forma, os princípios da Química devem ser interpretados como uma parte fundamental da construção do conhecimento e assim, estar ativamente em contínuo movimento de mudança e em coerência com os postulados de natureza ética (BRASIL, 1996). Contudo, durante o nível médio, a disciplina Química é caracterizada, pelos alunos, como árdua e trabalhosa, sobretudo para alunos com deficiência visual, porque impõe habilidades como decodificação de símbolos, fórmulas e experimentos que necessitam da visão para percepção e construção do conhecimento.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a visão é o sentido mais utilizado pela sociedade, pois 80% das situações são capturadas pela amplitude e abrangência do campo visual, porém 18,6% da população brasileira possui algum tipo de deficiência visual (DV), que limita à apreensão de informações (BRASIL, 2010). Os autores Nunes e Lomônaco (2010), descrevem que essa deficiência pode ocorrer de duas formas: a cegueira congênita, na qual o indivíduo perde a visão antes dos cinco anos de idade; a cegueira adquirida que se manifesta após os cinco anos e a baixa visão uma condição que a perda de visão que não pode ser corrigida por métodos convencionais.

Ressalta-se, que a deficiência visual não deve ser abordada apenas como uma limitação, mas como uma nova possibilidade de ensino e aprendizagem, uma vez que, para o aluno com DV, as demais habilidades sensoriais, a linguagem, o uso de materiais táteis, o Braille e recursos didáticos adaptados assumem um importante papel no acesso às informações, desta forma, convém equilibrar e superar a deficiência passando a proporcionar condições necessárias para o ingresso, permanência e evolução na formação acadêmica. Para isso, tanto os sistemas educacionais, quanto os docentes, precisam reorganizar sua prática de ensino considerando outras alternativas de aprendizagem, a fim de descaracterizar o paradigma da inclusão escolar (MAZZOTTA, 2011).

Porém, existem vários fatores externos ao processo pedagógico que prejudicam a motivação dos professores a buscarem novos conhecimentos e novas alternativas para o ensino de alunos com deficiências, dentre eles: a precariedade da infraestrutura escolar, o aviltamento salarial e a carência na formação inicial e continuada que não permite uma interação efetiva na construção de saberes e práticas no ensino inclusivo das ciências exatas, tornando assim, a idealidade da inclusão na prática um pouco distante das prerrogativas legais existentes.

ENSINO DE QUÍMICA: ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA ALUNO CEGO DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO MARANHÃO CAMPUS CAXIAS

Em decorrência desta realidade, essa pesquisa utiliza-se dessas lacunas para contribuir com as discussões sobre a qualidade do ensino inclusivo, buscando atender as características de todos os alunos, incluindo aquelas evidenciadas pelos alunos com necessidades educacionais especiais. Seu objetivo principal foi analisar o ensino ofertado aos alunos com deficiência visual no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - Campus Caxias, sugerindo como material de intervenção, um recurso didático adaptado à alunos cegos e com baixa visão, para o ensino de Química, sendo este um material de baixo custo, de fácil manipulação e resistente.

2 Metodologia

Este trabalho trata-se de uma pesquisa de cunho quanti-qualitativo (GIL, 2017), estruturada em definição do âmbito da pesquisa, determinação do público-referência, levantamento de dados, análise dos dados à luz dos teóricos, pesquisa de materiais e elaboração de recursos, utilização dos recursos, análise avaliativa e conclusões.

A definição da população amostral ocorreu com a escolha de uma sala inclusiva com discente cego, sendo essa uma turma do 3º ano do Ensino Médio no Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Maranhão - IFMA, Campus Caxias, composta por 37 alunos videntes e uma professora de Química regente. Como instrumento de coleta de dados, utilizou-se: observações das aulas de Química, a aplicação de questionários, contendo perguntas objetivas e subjetivas, aos alunos videntes e a professora de Química.

Os questionários tiveram por intenção conhecer a relação dos alunos com a disciplina e a metodologia utilizada em sala pela docente com os educandos videntes e com o aluno cego. Além de conhecer a experiência da professora atuante em turmas inclusivas e sua relação com o discente cego e sua disponibilidade para utilizar novos métodos de ensino para alunos cegos.

Com o aluno cego realizou-se um questionário e uma entrevista estruturada, o questionário visava analisar o vínculo do mesmo com a disciplina, a metodologia utilizada pela docente e que sugestão o aluno acrescenta para melhoria do seu aprendizado em Química. E a entrevista diagnóstica para análise do desempenho do aluno cego diante o uso do recurso didático e dos conhecimentos do conteúdo trabalhado em sala de aula.

Os dados coletados mediante as observações e os questionários nessa primeira etapa, foram tabulados e direcionados para a análise, culminando na segunda etapa da pesquisa: a

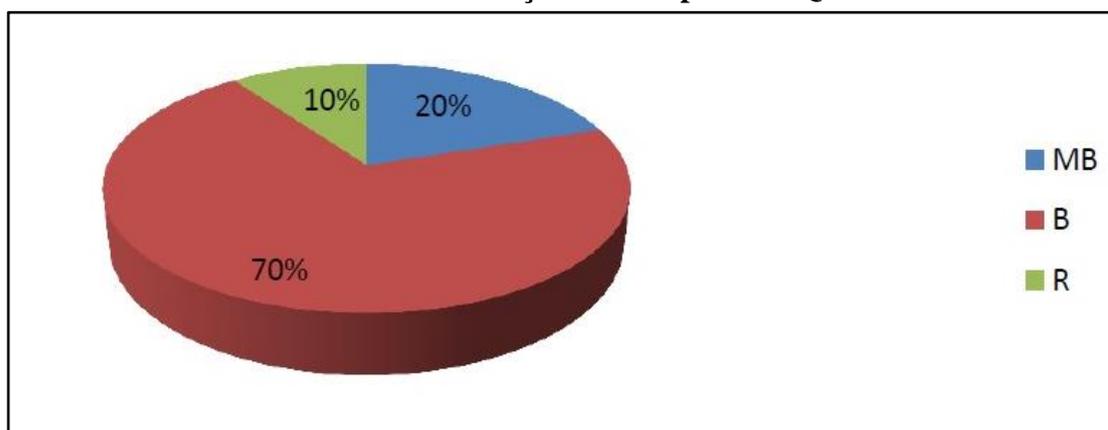
busca e elaboração de materiais de diferentes texturas e de recursos didáticos voltados para o ensino de Química Inclusiva especificamente para cegos. A escolha do conteúdo a ser abordado partiu das observações realizadas na sala de aula do(a) professor(a) regente e do nível de complexidade para o aluno com DV.

Após a produção, ministrou-se uma aula somente para o discente cego no Núcleo de Apoio às Pessoas com Necessidades Específicas de Aprendizagem (NAPNE) utilizando os materiais confeccionados e ao final desse momento foi realizada a entrevista avaliativa, para que o aluno pudesse apresentar quais suas limitações e o vantagem do material produzido. Posterior a análise da avaliação pelo discente cego, os materiais foram apresentados em sala de aula para os alunos videntes e para a professora atuante, para que os mesmos fizessem a análise do material, terminada a coleta dos dados avaliativos dos recursos em sala, direcionou-se à validação com base nos referenciais teóricos.

3 Resultados e discussão

A primeira categoria de análise se refere às percepções, aprendizagens e conhecimentos dos participantes da pesquisa, nela notou-se que o processo de aprendizagem entre o alunos de uma mesma sala, ocorrem de formas diversas, uma vez que, o aluno com deficiência visual, avaliou a disciplina como regular, ressaltando sua dificuldade nos conteúdos da disciplina, enquanto 70% dos alunos videntes, avaliaram a disciplina de Química como boa demonstrando o anseio em aprender, conforme apresentado no gráfico 1 abaixo:

Gráfico 1. Avaliação da disciplina de Química



Fonte: autores (2020)

É comum que os alunos cegos não consigam seguir o ritmo de aprendizagem dos alunos videntes na disciplina de química, muitas vezes por causa da falta de memória visual,

ENSINO DE QUÍMICA: ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA ALUNO CEGO DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO MARANHÃO CAMPUS CAXIAS

que restringe a capacidade imaginativa dos esquemas de reações químicas, das estruturas e formas moleculares, tornando-a assim, desagradável e complexa para o aluno deficiente visual.

Na concepção de Mazzotta (2011) cada indivíduo possui características, interesses, habilidades e necessidades de aprendizagem únicas, por isso cabe aos sistemas educacionais e aos profissionais de educação, levar em conta a vasta diversidade durante o processo de ensino, para que o estigma de complexidade que acompanha as disciplinas exatas como a Química, seja reduzido. Em relação a essas dificuldades para compreender a disciplina, todos os alunos, incluindo o aluno com deficiência visual, apontaram os conteúdos como confusos exigindo um nível maior de raciocínio, sendo ressaltado pelo aluno cego, a necessidade de decorar os conceitos trabalhados.

De forma similar, 27 % dos alunos videntes também reconhecem que os conteúdos de Química são memorizados e/ou decorados apenas para responder às atividades e provas, contra 73% que afirmam aprender e aplicar os mesmos em situações cotidianas, apesar de respostas contrárias, verifica-se que os alunos ainda seguem a tendência de apenas memorizar os símbolos, nomes, fórmulas, em virtude das abstrações com a realidade.

Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e atualmente a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL,2021), a aprendizagem científica deve contribuir não apenas ao conhecimento técnico, mas à cultura ampla, no sentido de desenvolver a interpretação dos fatos naturais e a compreensão do cotidiano social e profissional. No caso de alunos com deficiência visual, essa aprendizagem deve ser assimilada por meio de estímulos dos sentidos remanescentes e pela interação mediada com o uso da linguagem e materiais alternativos, a fim de reduzir a prática de memorização, sobretudo no ensino de Química (BENITE et al., 2017).

Tendo em vista o uso de materiais alternativos, questionou-se ao aluno com DV, qual a principal metodologia de ensino utilizada pelo(a) professor(a), sendo destacado o uso de quadro, pincel e livro didático, essa metodologia foi confirmada por 95% dos alunos videntes, que mencionam o livro didático como material literário mais utilizado em sala de aula, os demais estudantes apontaram o uso de jogos, revistas e pesquisas encontrados na biblioteca da instituição (5%). Esses dados deixam evidentes o tradicionalismo na prática pedagógica do professor(a) de Química, que pode ser reflexo de uma formação inicial

insuficiente para estruturar sua prática pedagógica de modo atender às distintas formas de aprendizagens presentes na sala de aula.

Referente a isso, os autores Gonçalves et al (2013), destacam que, apesar dos direitos da pessoa com deficiência estarem previstos em legislações brasileiras, como Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (BRASIL, 2008) e a Lei Brasileira de Inclusão (BRASIL, 2015), às discussões das universidades e instituições de ensino superior são poucas, principalmente voltadas à pedagogia, legislações, as metodologias, avaliações, características e as causas de sucesso e de insucesso de alunos com deficiências e isso demanda na necessidade de pesquisas voltadas para formação de professores no ensino inclusivo de Química.

Nesse contexto, concorda-se com os autores sobre a importância de uma formação docente que abranja os preceitos da educação inclusiva, porém sabe-se que somente uma formação não é suficiente para assegurar a inclusão no sistema escolar, é imprescindível a construção de uma relação entre as universidades formativas e as escolas, para ofereça-lhe as condições mínimas que garanta a educação inclusiva nos aspectos sócio-educacionais e também estruturais, pois atualmente, há uma preocupação crescente quanto às condições de acessibilidade das escolas e instituições públicas de ensino, a fim de garantir a mobilidade, permanência e desenvolvimento dos alunos com necessidades educacionais específicas.

Visto isso, questionou-se aos participantes sobre o processo de inclusão do discente cego em sala de aula e no ambiente da instituição de ensino, obtendo-se que: 50% dos alunos videntes, não acreditam que o colega cego está bem adaptado na escola, 5% acredita que sim e 45% em parte, conforme apresentado no gráfico 2 abaixo.

Gráfico 2. Inclusão do aluno Cego na Instituição e nas aula de Química



Fonte: autores (2020)

ENSINO DE QUÍMICA: ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA ALUNO CEGO DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO MARANHÃO CAMPUS CAXIAS

Na percepção do aluno cego, o instituto atende alguns itens básicos de acessibilidade em sua estrutura, como rampas e indicações de sentidos e caminho na forma de pisos táteis. Possui no laboratório de Química uma tabela periódica em braille que auxilia na compreensão das fórmulas, além de ter uma bancada eletrônica e estruturas em EVA, disponíveis no Núcleo de Apoio à Pessoa com Necessidades Específicas – NAPNE.

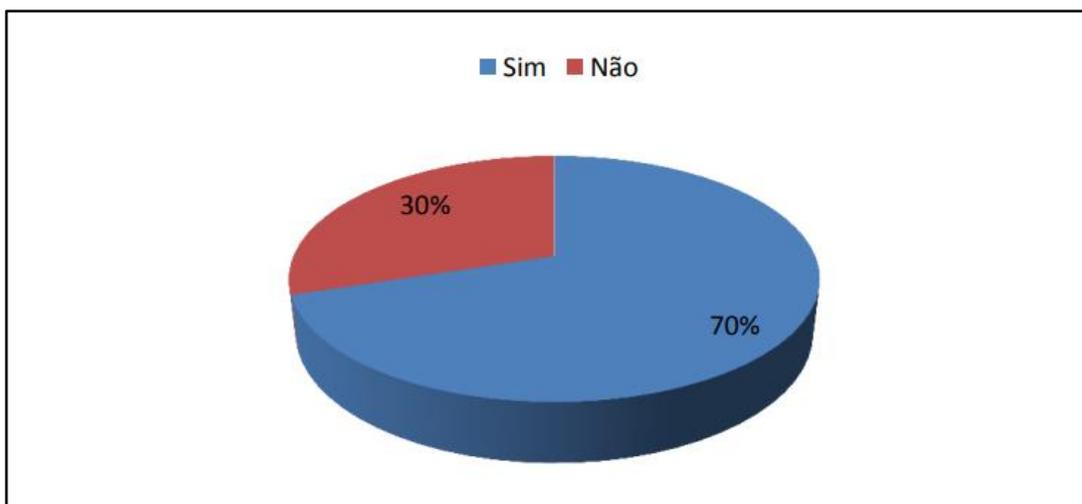
Um dos objetivos do NAPNE é facilitar a inclusão do aluno que apresenta necessidades especiais, oferecendo condição ao mesmo de desenvolver suas atividades da melhor forma possível, no núcleo tanto o professor quanto o aluno contam com apoio de psicóloga, pedagoga e do revisor de textos em Braille, responsável pela adaptação e ampliação dos textos, atividades e aulas conforme a necessidade.

Nota-se então que a efetividade da assistência estudantil permite que muitos estudantes com deficiência permaneçam e finalizem seus cursos, especialmente, quando aliada às adaptações estruturais e educacionais, pois promove a inclusão escolar e contribui na aprendizagem dos educandos. Conforme Andrade (2014), às relações de ensino, são marcadas pela ênfase no funcionamento de toda atividade humana, nos processos de participação na produção do conhecimento, não basta apenas o discente está no sistema de ensino regular é necessário que ele protagonize no ensino suas habilidades e competências, e isso somente é possível quando a escola estabelece altos parâmetros de acessibilidade escolar.

Em relação a inclusão do aluno com DV nas aulas de Química, 46% dos alunos videntes disseram que muitas atividades realizadas pelo professor(a) de Química em classe não são apropriadas ou inclusivas para o aluno, 21% disse que sim e 33% afirmaram que as aulas são inclusivas às vezes. O aluno cego disse não saber o que acrescentar para que as aulas com seu professor melhorassem.

Em paralelo a essa questão, pediu-se que os alunos videntes descrevessem como é a relação professor/aluno e professor/aluno DV. A maioria dos alunos videntes afirmaram que mantém uma boa relação com o(a) professor (a) de Química, como demonstrado no Gráfico 3, para eles essa relação contribui para um melhor desempenho em atividades e trabalhos, despertando interesse na disciplina pela aproximação com o docente em sala.

Gráfico 3. Relacionamento professor/alunos videntes



Fonte: autores (2020)

Acerca da relação professor/aluno com DV, 24% dos participantes responderam que o(a) docente dá atenção ao mesmo, 67% menciona que o docente tenta manter uma conversa e 9% que o professor(a) faz atividades e provas mais fáceis para esse aluno. Sabe-se que a relação professor/aluno com e sem deficiência, contribui para o desenvolvimento e participação em sala, porém essa ação pode enfrentar alguns obstáculos, oriundos da falta de problematização dos professores de química em assuntos vinculados à educação e inclusão. Para Ribeiro e Benite (2010) o professor tem que estar preparado para lidar com as diferentes necessidades de aprendizagem de cada aluno, inclusive os deficientes, e a formação para a educação inclusiva deve ser parte integrante de seus estudos complementares.

É importante esclarecer que promover a inclusão em classe não significa realizar atividades mais fáceis para o aluno com deficiência, ao contrário, diferenciar o ensino significa estruturar últimas estratégias e recursos que favoreçam a aprendizagem de todo alunado dentro de suas particularidades. Desse modo, durante a segunda etapa desta pesquisa desenvolveu-se como recursos e suportes, alguns exemplos de materiais que podem favorecer tanto ao aluno com deficiência visual, quanto aos alunos videntes na apropriação do contexto de ensino e da atividade para que de forma autônoma construa o conhecimento científico.

Durante a busca bibliográfica dos artigos, verificou-se poucas publicações na área de materiais inclusivos ligados à Química Orgânica, assim, o conteúdo do 3º ano abordado no recurso didático foram os conceitos de hidrocarbonetos, por permitir a produção de modelos táteis que auxiliam e facilitam a assimilação dos conceitos abstratos. Considerando que os alunos com deficiência podem necessitar de mais tempo para de dedicação ao estudo de

ENSINO DE QUÍMICA: ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA ALUNO CEGO DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO MARANHÃO CAMPUS CAXIAS

química, um dos aspectos bastante acentuados nos recursos didáticos desenvolvidos foi a durabilidade para que possam ser utilizados e armazenados por um longo período de tempo, sem que haja a necessidade de trocá-los constantemente,

Desta forma, na confecção dos recursos didáticos acessíveis utilizou-se materiais de fácil acesso e que fossem confortáveis quando fossem tratados sendo eles: uma placa de isopor, folhas de EVA com diferentes texturas, cola em alto relevo, tintas coloridas e bolas de isopor de tamanhos distintos para diferenciar os átomos de cada molécula, como o Carbono e Hidrogênio.

Para representação das ligações químicas, da fórmula estrutural plana dos alcanos, alcenos, alcinos e alcadienos, usou-se o alto relevo de EVA e palitos de dentes. A nomenclatura dos hidrocarbonetos foi feita em português e em braille através de alfinetes, o principal objetivo do recurso foi permitir que o aluno com deficiência, possa acompanhar o conteúdo através da percepção tátil e da leitura em braille, o uso do material colorido tem por finalidade chamar a atenção de um aluno com visão subnormal e com baixa-visão, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1. Recursos Didáticos sobre Hidrocarbonetos



Fonte: autores (2020)

Durante a avaliação do material produzido explicou-se com o aluno o que são hidrocarbonetos, qual sua classificação, sua nomenclatura, exemplos de alceno, alceno e

alcinos e sua aplicabilidade no cotidiano. Nesse momento ele retirou suas dúvidas perante as perguntas, realizou a leitura em braile dos conteúdos e tateou os exemplos em alto relevo. Em sua concepção o recurso pedagógico e a metodologia de ensino, permitiram compreender com mais clareza os assuntos trabalhados, resultando em uma aprendizagem significativa.

Questionado sobre a possibilidade do uso do recurso didático durante a sala de aula, o mesmo afirmou que seria válido. Para os autores Silveira; Faêda e Guanãbens (2022) uma das vantagens da utilização de materiais didáticos para o ensino de Química é apresentar aos alunos elementos, informações e saberes de forma distintas, concreta e dinâmicas, promovendo no decorrer do processo de ensino, uma aprendizagem efetiva.

Na percepção do(a) docente tal medida permite não só o aluno com deficiência um melhor rendimento, mas também contribui para que todos os alunos videntes alcancem resultados significantes nos conteúdos de Química. Entretanto, para que eles beneficiem o processo de ensino e aprendizagem é essencial planejar sua utilização, tendo em mente seu objetivo, as habilidades e competências que pretende-se desenvolver em seus alunos.

Corroborando com essa prerrogativa, afirma-se ser necessário associar o uso de recursos didáticos adaptados, a atenção e relacionamento do professor com os alunos, para que as aulas sejam desenvolvidas por meio do diálogo pois a condução do aprendizado com pretensões formativas e acúmulo de didáticas específicas, contribui para o aprendizado dos alunos e contribui positivamente para o aperfeiçoamento contínuo da formação do docente. De forma geral, reforça-se a importância do professor desenvolver práticas adaptadas e colaborativas, pois a proposta didática desenvolvida favoreceu a acessibilidade à linguagem química levando a uma aprendizagem dos conteúdos de Química Orgânica tanto para o aluno com deficiência visual, quanto para os alunos videntes.

4 Considerações finais

Ao analisar o processo da inclusão em nossa sociedade, percebe-se uma trajetória de acontecimentos ocorridos desde a época do governo imperial e por conseguinte no decorrer dos anos, com ações particulares e governistas que promoveram o assistencialismo de indivíduos com necessidades específicas. Conforme o passar dos anos esse ideal se caracterizou por unir as pessoas, em âmbito familiar, escolar, profissional, religioso e contudo social, diante do exposto as ressignificações sobre educação inclusiva, se caracterizam como uma condição de escolarização que contempla todos os níveis de

ENSINO DE QUÍMICA: ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA ALUNO CEGO DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO MARANHÃO CAMPUS CAXIAS

aprendizagem, independente da necessidade específica: cego, surdo, deficiente físico ou mental.

O Ensino de Química na perspectiva da inclusão de alunos cegos, apresenta compatibilidade ao atender discentes com necessidades específicas, desta forma conclui-se que a realidade da inclusão de alunos cegos na rede pública, existe uma carência de recursos adaptados para esses discentes, além de estrutura física, o educando precisa de estrutura humana capacitada para o exercício ao seu direito de uma educação de qualidade. Propõem-se então que os profissionais da escola onde há discente com necessidade educacional especial, tenham oportunidade de obter um curso onde possam se capacitar, de acordo com necessidade; E a elaboração e uso de recursos didáticos, que promovam a interação do aluno cego ou de baixa visão com videntes, pois os materiais alternativos utilizados na pesquisa, contribuíram na aprendizagem do aluno cego e proporcionou, à docente e aos colegas da turma mais interação com o conteúdo.

Referências bibliográficas

ANDRADE, Joana de Jesus de. Evidências para além de enxergar: Vivências e Significação Conceito de Reação Química entre alunos com baixa visão. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 37, n° 2, p. 143-152, maio. 2015. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_2/11-AF-03-13.pdf> . Acesso em: 09 ago 2022

BENITE, Claudio Roberto Machado; BENITE, Anna Maria Canavarro; BONOMO; Fernanda Araujo França; VARGAS, Gustavo Nobre; ARAÚJO, Ramon José de Souza; ALVES, Daniell Rodrigues. Observação inclusiva: O uso da tecnologia assistiva na experimentação no ensino de Química. **Revista Experiências Em Ensino De Ciências**. v.12, n.2, p.94-103, 2017. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/610>. Acesso em: 09 ago 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC/SEB, 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso: 19 jun 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm>. Acesso em: 01 set 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2015. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm>. Acesso: 19 ago 2022.

Revista da Academia de Ciências do Piauí, Volume 3, Número 4, p. 27-38, julho/dezembro, 2022.
ISSN: 2675-9748 DOI: 10.29327/261865.3.4-3

BRASIL. Ministério da Educação. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Inclusão Escolar**. Brasília; MEC. SEMESP. 2008. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=16690-politica-nacional-de-educacao-especial-na-perspectiva-daeducacao-inclusiva-05122014&Itemid=30192>. Acesso: 19 jun 2022.

GIL, Antonio C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Grupo GEN, 2017.

GONÇALVES, Fábio Peres. REGIANI Anelise Maria. AURAS, Samuel Rohling. SILVEIRA, Thiele Schwerz. COELHO, Juliana Cardoso. HOBMEIR, Ana Karina Timbola. A Educação Inclusiva na Formação de Professores e no Ensino de Química: A Deficiência Visual em Debate. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 35, n° 4, p. 264-271, novembro. 2013. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_4/08-RSA-100-11.pdf>. Acesso em: 01 set. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 01 set. 2022.

MAZZOTTA, Marcos J. S. **Educação especial no Brasil: história e políticas públicas**. 6 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

NUNES, Sylvia da Silveira; LOMÔNACO, José Fernando Bitencourt. O aluno cego: preconceitos e potencialidades. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 55-64, jan/jun. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pee/v14n1/v14n1a06>>. Acesso em: 04 set 2022.

RIBEIRO, Eveline Borges Vilela. BENITE, Anna Maria Canavaro. A educação inclusiva na percepção dos professores de química. **Revista Ciência & Educação**, v. 16, n. 3, p. 585-594, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pee/v14n1/v14n1a06>>. Acesso em: 04 ago 2022.

SILVEIRA, Ingrid Machado; FAÊDA, Felipe Moreira; GUANÃBENS, Patrícia Ferreira Santos. Recursos e materiais didáticos voltados para a educação inclusiva de alunos com deficiência visual no ensino médio integrado. **Cadernos de Educação Básica**, v. 7, n. 1, p. 55-76, 2022. Disponível em: <<https://cp2.g12.br/ojs/index.php/cadernos/article/view/2781/2276>> . em: 04 set 2022.



A GEODIVERSIDADE DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIACHO DO MUTUM E DO RONCADOR, PIAUÍ

The geodiversity of the hydrographic microbasins of the Mutum and Roncador river, Piauí

Francisco Wellington de Araujo Sousa^{1*}, Ítalo José Pereira Sobral²

^{1*} Instituto Federal do Piauí; wellingtongeo88@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2667-3206>.

² Universidade Federal do Piauí; italojoseps@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5993-4367>.

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo realizar a caracterização da geodiversidade das microbacias do riacho do Mutum e Roncador, a partir da identificação dos geossítios e sítio de geodiversidade. As duas microbacias localizam-se na Região Geográfica Imediata de Teresina, totalizando uma área de 107,97 km², envolvendo o território dos municípios de Teresina, Nazária, Demerval Lobão e Lagoa do Piauí. Os procedimentos metodológicos se fundamentaram em pesquisa bibliográfica, mapeamento temático e pesquisa de campo. Os resultados apontam três geossítios (Afloramento fossilífero do Paiol, Afloramento fossilífero do Parque Vitória e Ponte de Pedra do Mutum) e um sítio de Geodiversidade (Chapada do Cocho), os quais foram caracterizados e avaliados quanto aos valores da geodiversidade. Logo, a área apresenta uma notável geodiversidade, sendo essencial a realização de estudos mais aprofundados para subsidiar o uso sustentável dos locais, no que diz respeito a realização de estratégias para conservação desse patrimônio.

Palavras-chave: Geodiversidade. Geossítio. Patrimônio Geológico/Geomorfológico.

ABSTRACT: The present study aimed to characterize the geodiversity of the Mutum and Roncador stream microbasins, based on the identification of geosites/geodiversity sites. The two watersheds are located in the Immediate Geographical Region of Teresina, totaling an area of 107.97 km², involving the territory of the municipalities of Teresina, Nazária, Demerval Lobão and Lagoa do Piauí. The methodological procedures were based on bibliographic research, thematic mapping and field research. The results point to three geosites (Fossiliferous Outcrop of Paiol, Fossiliferous Outcrop of Parque Vitória and Ponte de Pedra do Mutum) and a Geodiversity site (Chapada do Cocho), which were characterized and evaluated for geodiversity values. Therefore, the area presents a remarkable geodiversity, being essential to carry out more in-depth studies to subsidize the sustainable use of the places, with regard to the realization of strategies for the conservation of this heritage.

Keywords: Geodiversity. Geosite. Geological/Geomorphological Heritage.

RESEMEN: El presente estudio tenía como objetivo caracterizar la geodiversidad de las microcuencas de los arroyos Mutum y Roncador, a partir de la identificación de geositos/sitios de geodiversidad. Las dos cuencas están ubicadas en la Región Geográfica Inmediata de Teresina, totalizando un área de 107,97 km², involucrando el territorio de los municipios de Teresina, Nazária, Demerval Lobão y Lagoa do Piauí. Los procedimientos metodológicos se basaron en la investigación bibliográfica, mapeo temático e investigación de campo. Los resultados apuntan a tres geositos (Afloramiento Fossilífero de Paiol, Afloramiento Fossilífero de Parque Vitória y Ponte de Pedra do Mutum) y un sitio de Geodiversidad (Chapada do Cocho), que fueron caracterizados y evaluados para valores de geodiversidad. Por lo tanto, el área presenta una geodiversidad notable, siendo imprescindible realizar estudios más profundos para subsidiar el uso sustentable de los lugares, en lo que se refiere a la realización de estrategias para la conservación de este patrimonio.

Palabras clave: Geodiversidad. Geosito. Patrimonio Geológico/Geomorfológico.

1 Introdução

De acordo com Jorge e Guerra (2016, p. 152), “a geodiversidade sempre teve um papel fundamental nas atividades dos seres vivos”, todavia “ao contrário da biodiversidade, o conceito de geodiversidade é pouco conhecido e, conseqüentemente é pouco divulgado pela sociedade” (NASCIMENTO; RUCHKYS; MANTENSSO-NETO, 2008, p. 16).

Desse modo, o menosprezo ao geo e a supervalorização do bio se deve “a uma visão parcial e distorcida daqueles que trabalham com a natureza e da problemática associada à sua conservação” (NASCIMENTO, 2005, p. 05). A partir de 1990 há uma mudança de perspectiva. Embora não se saiba precisar onde foi a primeira vez que o termo geodiversidade veio à tona, Gray (2004) coloca que o mais provável é que tenha sido na Tasmânia (Austrália), através dos estudos de Sharples (1993), Kiernan (1994, 1996, 1997) e Dixon (1995, 1996), como também em estudos de conservação geológica e geomorfológica, sendo utilizado posteriormente, Sharples (2002) e a *Australian Heritage Commission* (2002).

Nascimento, Ruchkys e Mantensso-Neto (2008, p. 10) colocam que: “A geodiversidade, de forma simples, consiste em toda a variedade de minerais, rochas, fósseis e paisagens que ocorre no Planeta Terra”. Vale reforçar que geodiversidade e biodiversidade devem ser preservados, o presente estudo representa um esforço de elucidar a importância do geo, tendo em vista que esse é visto muitas vezes como um mero recurso econômico, e geralmente é pouco valorizado. “A geodiversidade é tão importante quanto a biodiversidade, porém as ações que contribuem para a conservação da natureza estão preocupadas basicamente com a fauna e flora” (NASCIMENTO, 2005, p. 05).

Surge nesse contexto o que se define por geoconservação, que se refere “a preservação da diversidade natural (ou geodiversidade) de significativos aspectos e processos geológicos (substrato), geomorfológicos (formas de paisagem) e de solo, pela manutenção da evolução natural desses aspectos e processos” Sharples (1995; 2002 citado por Nascimento, Ruchkys e Mantensso-Neto 2008, p. 21). Tal patrimônio geológico e geomorfológico pode ser entendido como “parte da geodiversidade, mas nem toda geodiversidade é considerada um patrimônio geológico” (NASCIMENTO; RUCHKYS; MANTENSSO-NETO, 2008, p. 11).

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo realizar a caracterização da geodiversidade das microbacias do riacho do Mutum e Roncador, a partir da identificação dos geossítios/sítios de geodiversidade.

A GEODIVERSIDADE DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIACHO DO MUTUM E DO RONCADOR, PIAUÍ

2 Fundamentação Teórica

No presente, o debate em volta do conceito de geodiversidade encontra em uma gama de autores uma tentativa acalorada em busca de um consenso do que viria a ser a geodiversidade. Sharples (1995, p. 37) apresenta o conceito de geodiversidade como sendo [...] a diversidade geológica (formações rochosas), geomorfológica (formas da terra) e de feições do solo, bem como suas formações, sistemas e processos. Conforme Gray (2004), a geodiversidade consiste no equivalente abiótico da biodiversidade, definida como a variedade natural de feições geológicas (onde se inclui rochas, minerais e fósseis), a diversidade geomorfológica (paisagens, processos) além da variedade de solos.

De maneira geral, a geodiversidade “corresponde aos aspectos abióticos (não vivos) do Planeta Terra, com exemplos não só do passado geológico como os fósseis, mas também com exemplos pretéritos e atuais de minerais e rochas” (NASCIMENTO; RUCHKYS; MANTESSO-NETO, 2008, p. 15). Pereira e Ruchkys (2016, pags. 210 e 211), ressaltam que a geodiversidade,

[...] tem várias aplicações permitindo, por exemplo, identificar em um dado território, áreas prioritárias para geoconservação ou com maior potencial para o desenvolvimento do geoturismo, segmento do turismo que faz uso do geopatrimônio como atrativo.

Desse modo, entende-se que a preservação dos elementos da geodiversidade é imprescindível para manutenção da biodiversidade, tendo em vista a íntima relação entre ambos. Constatam-se assim uma mudança de cenário, no qual a geodiversidade é referida como patrimônio geológico e dotada de valores (intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional, científico e educativo), conforme ressaltam Gray (2004), Brilha (2005) e Pereira (2006).

O patrimônio geológico é entendido conforme Brilha (2005, p. 52), como sendo o “conjunto de geossítios inventariados e caracterizados numa determinada área ou região” onde esse patrimônio vai integrar “todos os elementos notáveis que constituem a geodiversidade, incluindo o patrimônio paleontológico, o patrimônio mineralógico, o patrimônio geomorfológico, o patrimônio hidrogeológico entre outros”

Nesse contexto, cabe inserir o conceito de geossítio e sítio de geodiversidade. Brilha (2005, p. 52) esclarece que o geossítio compreende a “ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade [...], bem delimitado geograficamente e que apresente valor singular do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico ou outro”.

Os sítios de geodiversidade segundo Brilha (2015) correspondem áreas compostas pelas feições e pelos processos naturais da geodiversidade, que se destacam devido ao alto valor didático ou turístico.

Nesse sentido, numa busca pela sustentabilidade, fala-se em geoconservação, isto é, conservação da geodiversidade, constantemente ameaçada pelo seu desconhecimento, pela “alteração e destruição dos sítios por construção de grandes obras, tais como estradas, barragens e urbanização, mas que, por outro lado, permitem o conhecimento da geologia de um local por tornar os afloramentos rochosos acessíveis” (NASCIMENTO; RUCHKYS; MANTESSO-NETO, 2008, p. 20).

De acordo com Sharples (2002) a geoconservação está relacionada à preservação da geodiversidade de significativos aspectos e processos geológicos (substrato), geomorfológicos (formas de paisagem) e de solo, pela manutenção da evolução natural desses aspectos e processos.

3 Metodologia

Inicialmente cabe destacar que o estudo apresenta um caráter descritivo e uma natureza qualitativa, pois descreve e interpreta as características dos fenômenos analisados, particularmente ligados aos aspectos da geodiversidade. Desse modo, considera-se nessa pesquisa que o “[...] ambiente natural é fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é instrumento chave. [...]” (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 70).

As etapas de pesquisa foram: levantamento bibliográfico, elaboração de mapas com uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG) e trabalhos de campo. A pesquisa bibliográfica foi realizada conforme leitura e fichamentos de livros, artigos e outras fontes que destacam os temas abordados e discutidos no trabalho, principalmente relacionado à geodiversidade, geoconservação, patrimônio geológico, geossítio e sítio de geodiversidade.

Foi feito a caracterização geográfica e física da área de estudo, com base na produção dos mapas de localização, geologia e das áreas identificadas, a partir da base cartográfica disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), com escala 1:250.000. Os produtos cartográficos foram elaborados no *software* livre Qgis 2.18.1.

A inventariação dos locais com relevante geodiversidade na área de estudo foi feita com base em um inventário de reconhecimento. Os trabalhos de campo foram realizados em dois períodos: durante os meses de julho e agosto de 2020, e maio de 2021. Nessa etapa, foram utilizadas fichas para avaliação e caracterização dos geossítios e sítio da

A GEODIVERSIDADE DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIACHO DO MUTUM E DO RONCADOR, PIAUÍ

geodiversidade adaptada dos trabalhos de Oliveira (2015), assim como os seguintes instrumentos: aparelho GPS para obter as coordenadas geográficas e aparelho *smartphone* para registro fotográfico dos pontos identificados.

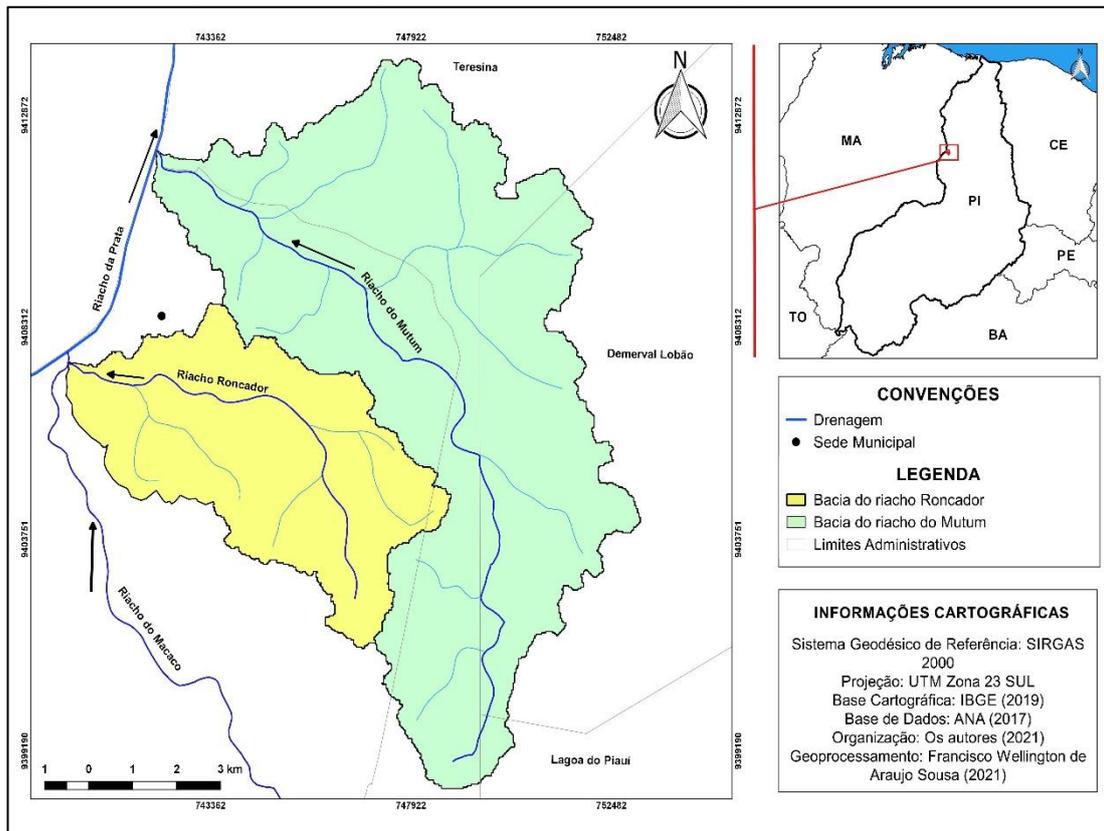
Após a realização da etapa de campo foi feita a espacialização dos locais inventariados, usando o *software* QGis 2.18 e imagens de satélite disponíveis no programa *Google Earth Pro*. Nesta pesquisa foi possível inventariar e mapear 3 geossítios e 1 sítio da geodiversidade, considerando os atributos geológicos e geomorfológicos mais representativos.

4 Resultados e Discussão

4.1 Localização Geográfica da área de estudo

As microbacias do riacho do Mutum e do Roncador estão localizadas na porção Centro-Norte do estado do Piauí, em trecho das pequenas bacias difusas do médio Parnaíba. A microbacia do riacho Mutum possui uma área de 77,79 km² (LIMA, 2013), enquanto a microbacia do riacho Roncador tem área aproximada de 30,18 km² (SOUSA; SOUSA; LIMA, 2022). A área de estudo engloba parte dos municípios de Teresina, Demerval Lobão, Nazária e Lagoa do Piauí, conforme se observa no mapa da Figura 1.

Figura 1. Mapa de localização das microbacias hidrográficas do riacho Mutum e



Fonte: ANA (2017); IBGE (2019). Organização: Os autores (2021).

Com uma extensão de aproximadamente 19,19 km, o riacho do Mutum tem sua nascente localizada na zona rural do município de Teresina, a uma altitude de 140 metros (LIMA, 2013). Apresenta direção geral no sentido sul-noroeste, desaguando no rio Parnaíba, na localidade Sumaré, limite dos municípios de Nazária e Teresina.

O Roncador tem sua nascente localizada no povoado Piaçaba, zona rural do município de Nazária, a uma altitude de aproximadamente 87 metros. Esse riacho possui uma extensão de aproximadamente 10,29 km, desaguando no riacho do Macaco, afluente do rio Parnaíba (SOUSA; SOUSA; LIMA, 2022).

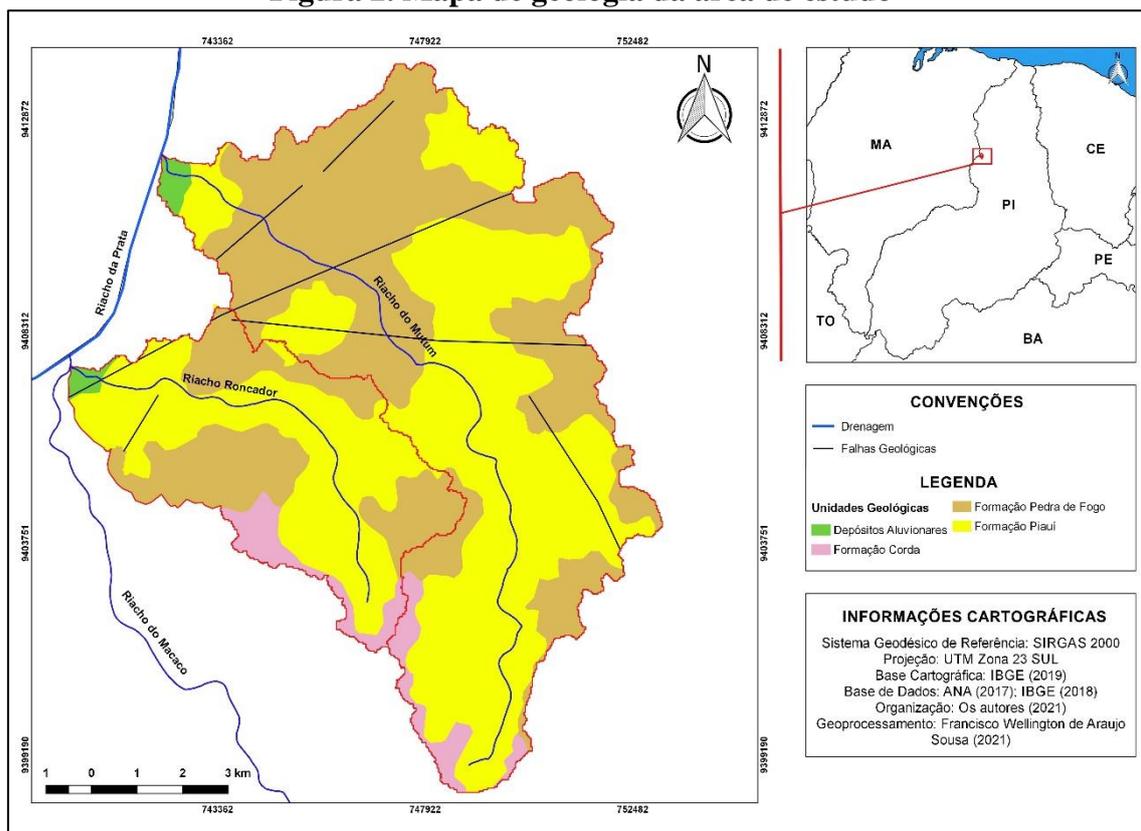
4.2 Características da Geodiversidade

A geologia da área de pesquisa se caracteriza pelas coberturas sedimentares Paleozoicas da Bacia Sedimentar do Parnaíba (Formação Piauí e Formação Pedra de Fogo), assim como há ocorrência de rochas sedimentares da Bacia das Alpercatas datadas do Mesozoico (Formação Corda) e dos depósitos recentes da era Cenozóica (Depósitos Aluvionares). A Figura 2 mostra as unidades geológicas que caracterizam a área de estudo.

A GEODIVERSIDADE DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIACHO DO MUTUM E DO RONCADOR, PIAUÍ

Na base tem-se a Formação Piauí, posicionada no Carbonífero Superior da era Paleozóica. Essa formação provém de ambientes continental e litorâneo, com intercalações marinhas. As características de sua composição predominam na parte superior uma sequência de folhelhos e argilitos de cor variegada, com intercalações subordinadas de dolomito. Já na parte inferior predominam bancos espessos de arenito fino a médio, pouco argiloso e de coloração rósea a avermelhada (CPRM, 2006; LIMA; BRANDÃO, 2010).

Figura 2. Mapa de geologia da área de estudo



Fonte: ANA (2017); IBGE (2018). Organização: Os autores (2021).

De idade permiana da era Paleozóica, a Formação Pedra de Fogo foi depositada em ambientes marinho raso e litorâneo. Sua coloração é bem diversa, predominando as cores creme e avermelhada. Essa formação é constituída por arenitos superiores litorâneos e arenitos inferiores eólicos, folhelhos e arenitos depositados em planície de maré. Ocorrem ainda intercalações de calcários, silixitos e evaporitos (CPRM, 2006; LIMA; BRANDÃO, 2010; LIMA, 2013).

Formada no período Jurássico, com ambiente de sedimentação do tipo desértico, a Formação Corda apresenta em sua constituição “arenitos avermelhados com granulometria

bimodal, em sequências separadas por superfícies limitantes onde há deposição de argila” (Silva *et. al*, 2003, p. 69).

Dados do Holoceno do período Quaternário, os Depósitos Aluvionares, compreendem os sedimentos recentes que se localizam nas proximidades da foz dos principais cursos de água das microbacias. Possuem em sua composição areias, cascalhos e níveis de argila (CPRM, 2006).

No que concerne as características geomorfológicas, a área de estudo encontra-se inserida nas unidades de relevo, superfície intensamente retrabalhada pela drenagem com Morros Residuais, que corresponde as formas modeladas sob intensos processos erosivos, com uma faixa de altitudes entre 70 e 100 metros (LIMA, 2011).

Também ocorrem a unidade dos Terraços e Planície Fluviais, que compreendem feições de acumulação por processos fluviais, em faixas de 50 a 70 metros de altitude. Já a unidade das mesas com topos achatados limitados por escarpas são formas erosivas e encostas íngremes com níveis de altitude situados entre 170 a 250 metros. (LIMA, 2011),

4.3 Caracterização dos locais com relevante Geodiversidade

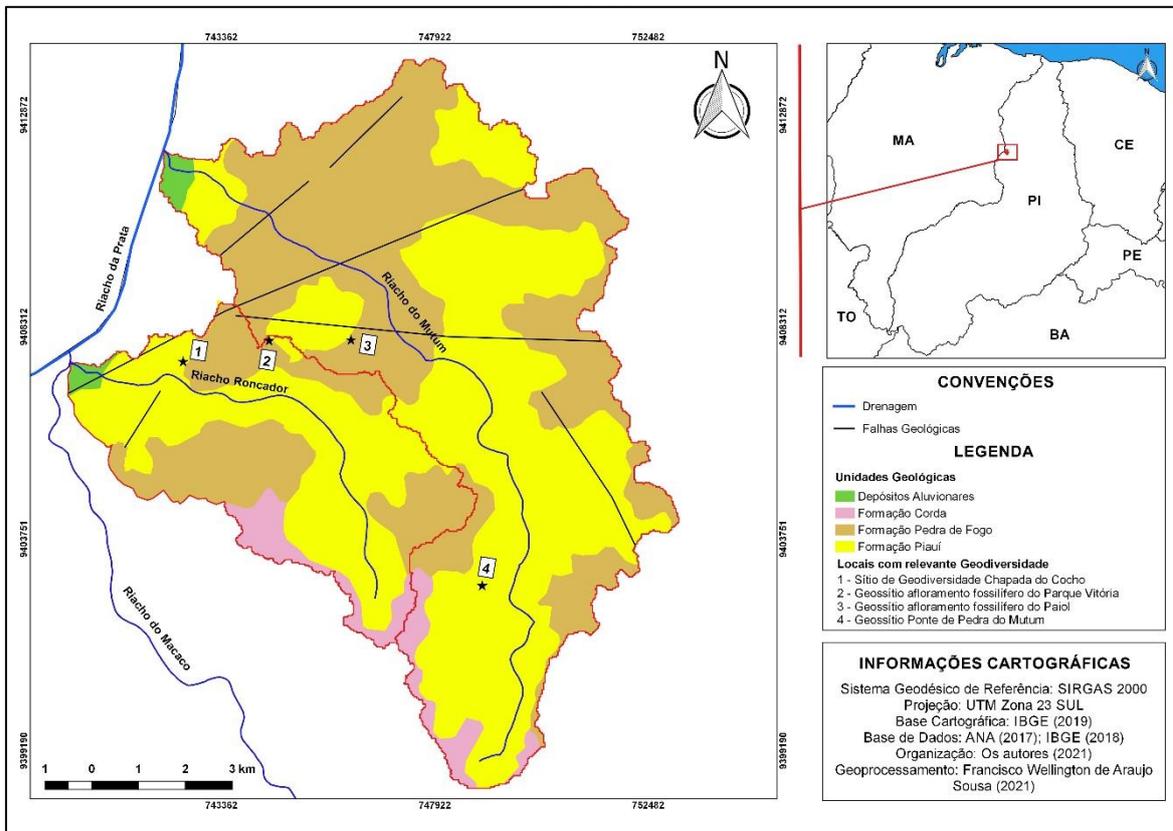
Os quatro locais inventariados na área de estudo foram classificados neste trabalho como geossítios e sítio de geodiversidade, pela relevância quanto aos aspectos geológicos, geomorfológicos e paleontológicos, uma vez que os valores estético, científico, didático, ecológico e turístico se mostram elevados nestes locais.

As nomenclaturas utilizadas para os geossítios e sítio de Geodiversidade nesta pesquisa advêm de toponímias/denominações locais já utilizadas para os mesmos, pela população residente na região e/ou visitantes.

A seguir são apresentados e caracterizados os locais com relevante geodiversidade, são eles: Sítio de Geodiversidade Chapada do Cocho, Geossítio Ponte de Pedra do Mutum, Geossítio afloramentoossilífero do Parque Vitória e Geossítio afloramentoossilífero do Paiol. A Figura 3 apresenta a localização dos pontos na área de estudo.

A GEODIVERSIDADE DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIACHO DO MUTUM E DO RONCADOR, PIAUÍ

Figura 2. Mapa de localização dos locais com relevante geodiversidade da área de estudo



Fonte: ANA (2017); IBGE (2018). Organização: Os autores (2021).

Sítio de Geodiversidade da Chapada do Cocho

O sítio de Geodiversidade Chapada do Cocho localiza-se na zona urbana do município de Nazária, bairro Parque Marina, nas coordenadas 5°21'26.36" Sul e 42°48'32.88" Oeste (Figura 4). O local encontra-se situado em uma propriedade privada.

A geologia é caracterizada por rochas sedimentares da Formação Piauí, composta principalmente por arenitos, siltitos e calcários. Possui um elevado valor estético tendo em vista a beleza cênica natural do local, que proporciona aos visitantes uma visão panorâmica da cidade de Nazária (SOBRAL; SOUSA; AQUINO, 2021).

O sítio de Geodiversidade Chapada do Cocho possui um elevado valor turístico, sendo que o local já recebe um bom número de visitantes ao longo do ano, principalmente da população local. As pessoas visitam esse sítio principalmente para fins de apreciação de sua beleza cênica, bem como para a prática de trilhas e observar o pôr do sol no fim da tarde.

Figura 4. Visão panorâmica da cidade de Nazaria/PI



Fonte: Francisco Wellington (agosto de 2020).

Conforme Sobral, Sousa e Aquino (2021, p. 2015) “o local apresenta uma boa infraestrutura que auxilia o público visitante, como por exemplo escadarias, além de sinalização das trilhas. No entanto, não existe um controle do fluxo de pessoas”.

Figura 5. Fotos da estrutura do Sítio de Geodiversidade Chapada do Cocho



Fonte: Francisco Wellington (agosto de 2020).

A acessibilidade ao sítio é moderada devido algumas dificuldades existentes no percurso até o local, principalmente relacionado às vias de circulação, sendo feito por uma estrada carroçável. Ressalta-se que em alguns pontos existem processos erosivos que dificultam a acessibilidade, sem contar a ocorrência de vegetação no entorno do sítio de geodiversidade analisado.

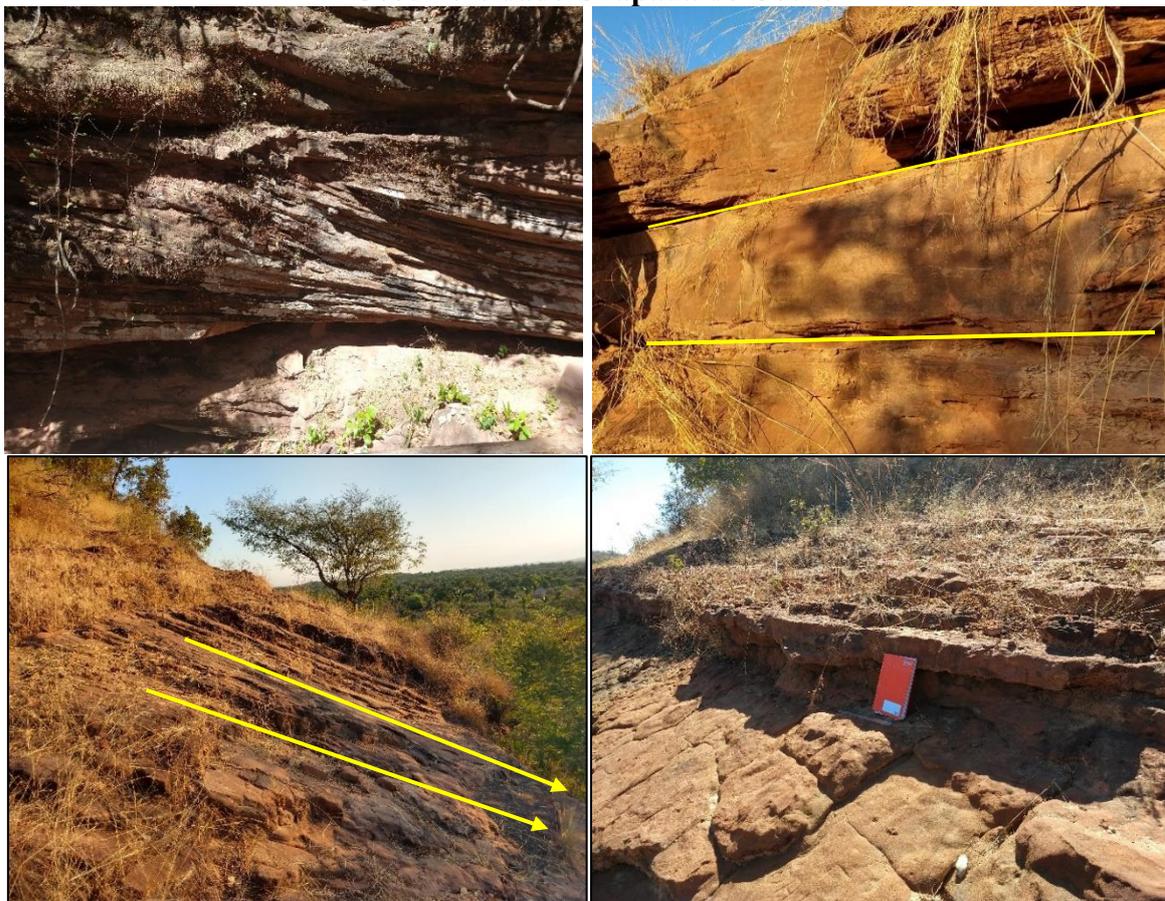
Apresenta uma visibilidade moderada, devido a presença de vegetação que compromete a visualização do mesmo. No que se refere aos aspectos de proteção, a deterioração é considerada moderada, pois há no local vestígios de pichação de alguns

A GEODIVERSIDADE DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIACHO DO MUTUM E DO RONCADOR, PIAUÍ

afloramentos rochosos, destacados por Sobral, Sousa e Aquino (2021) como sendo algumas palavras escritas nas rochas.

O seu valor didático é elevado, sendo que os principais elementos geológico/geomorfológicos que podem ser discutidos no referido sítio de Geodiversidade são: a estratigrafia, as estruturas concordantes horizontal e inclinada das camadas de rochas sedimentares, a declividade da área e processos de fraturamento das rochas.

Figura 6. Fotos que mostram elementos geológicos/geomorfológicos no Sítio de Geodiversidade Chapada do Cocho



Fonte: Francisco Wellington (julho de 2020).

Geossítio Ponte de Pedra do Mutum

O Geossítio Ponte de Pedra do Mutum (Figura 7) fica localizado na microbacia do riacho do Mutum, em área rural bem no limite dos municípios de Nazária e Teresina. Compreende uma ponte esculpida em arenitos, resultado da erosão provocada pela água ao longo de milhões de anos da era Paleozoica. Estes arenitos, que pertencem à Formação Piauí, foram formados há aproximadamente 300 milhões de anos no Período Carbonífero.

Figura 7. Geossítio Ponte de Pedra do Mutum



Fonte: Francisco Wellington (maio de 2021).

Situada nas coordenadas geográficas 5°23'57,32" de latitude Sul e 42°45'12,81" de longitude Oeste, o acesso ao Geossítio Ponte de Pedra é considerado moderado, sendo realizado por estrada carroçável, distante aproximadamente 10 km da sede municipal de Nazária.

Localizada em propriedade pública, a Ponte de Pedra trata-se de um local do tipo isolado, onde a visibilidade do ambiente se apresenta moderada, com valores científicos, cultural e turístico médios.

Apresenta uma beleza cênica de destaque, onde os valores estético e ecológico são considerados elevados. A elevada importância ecológica está relacionada ao abrigo para animais, sendo que em campo foi identificado vestígios da passagem de bovinos e caprinos.

Quanto ao potencial didático, o geossítio também se mostra elevado, pois na área podem ser abordados uma variedade de aspectos geológicos-geomorfológicos como: quedas de blocos, a estratificação paralela das rochas, erosão hídrica/fluviial e o fraturamento das rochas, além da vegetação ciliar que margeia o curso de água (Figura 8).

A GEODIVERSIDADE DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIACHO DO MUTUM E DO RONCADOR, PIAUÍ

Figura 8. Fotos que mostram elementos geológicos/geomorfológicos no Geossítio Ponte de Pedra do Mutum



Fonte: Francisco Wellington (maio de 2021).

Já em relação à necessidade de proteção, o referido geossítio apresenta uma fraca deterioração, logo se encontra em bom estado de conservação. As vulnerabilidades identificadas no local são de cunho natural.

Geossítio afloramento fossilífero do Parque Vitória

Situado nas coordenadas 05°21'6.24'' de latitude Sul e 041°47'41.31'' de longitude Oeste, o afloramento fossilífero do Parque Vitória está localizado em uma propriedade pública, possuindo uma acessibilidade moderada e visibilidade considerada boa, distante aproximadamente 5 km da sede de Nazária.

Assentado sobre a Formação Pedra de Fogo, o conteúdo paleontológico que foi identificado no local compreende registro de icnofósseis, como ilustrado na Figura 9. No entanto, os fósseis presentes nas rochas deste ambiente ainda não foram estudados.

Figura 9. Icnofósseis encontrados no Geossítio Afloramento Fossilífero do Parque Vitória



Fonte: Francisco Wellington (agosto de 2020).

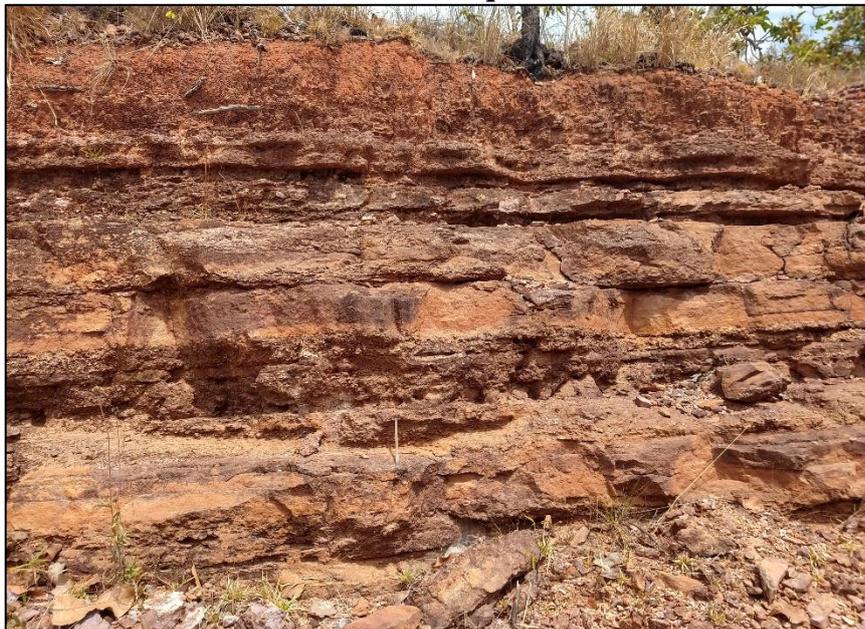
Localizado em uma propriedade privada, a acessibilidade ao geossítio é considerada moderada, pois encontra-se situada próxima a encosta de um morro, e a via de acesso ainda é de forma carroçável, com presença de processos erosivos ao longo do percurso. No entanto, apresenta uma boa visibilidade das características da geodiversidade local.

O valor didático do geossítio se mostra elevado, uma vez que pode ser utilizado por todos os níveis de ensino, desde o fundamental, o médio e superior, para a explicação de diversos processos geológico/geomorfológico, tais como: erosão diferencial, estratigrafia das rochas (Figura 10), a termoclastia, além do conteúdo fossilífero que se encontra na área. Os valores estéticos, turístico, ecológico são considerados médios.

Além das vulnerabilidades de ordem natural, o ambiente de afloramento dos icnofósseis apresenta um estado de conservação moderado, pois observa-se sinais de deterioração provocada por ação antrópica. Sua proteção se mostra insuficiente devido a falta de uma gestão pública.

A GEODIVERSIDADE DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIACHO DO MUTUM E DO RONCADOR, PIAUÍ

Figura 10. Estratigrafia paralela das rochas no Geossítio Afloramento fossilífero do Parque Vitória



Fonte: Francisco Wellington (agosto de 2020).

Geossítio afloramento fossilífero do Paiol

O geossítio afloramento fossilífero do Paiol localiza-se nas coordenadas 05°21'5.57'' de latitude Sul e 041°46'44.48'' de longitude Oeste. O local está inserido na microbacia do riacho do Mutum, distante 8 km da sede de Nazária. A área é bem isolada, com presença de uma vegetação de cerrado, sendo seu acesso considerado médio a difícil, devido as condições das estradas.

Assim como os registros fósseis do Parque Vitória, os que se encontram localizados na área do Paiol também se referem a icnofósseis que ocorrem em amplo afloramento de rochas da Formação Pedra de Fogo (Figura 11). Essa formação caracteriza-se pela riqueza tanto em macrofósseis quanto em microfósseis de idade permiana.

Apresenta um valor científico e didático elevado, tendo em vista a relevância e exclusividade dos registros fossilíferos encontrados no local, pois ainda não há estudos que apresente os icnofósseis nessa unidade geológica da Bacia Sedimentar do Parnaíba.

Figura 11. Icnofósseis encontrados no Geossítio Afloramento Fossilífero do Paiol



Fonte: Francisco Wellington (maio de 2021).

Os principais interesses geológico/geomorfológicos observados no referido geossítio são: erosão diferencial, entendido como o trabalho desigual dos agentes erosivos ao devastarem a superfície do relevo (GUERRA; GUERRA, 2008); estratificação e fraturamento das rochas (Figura 12), e os fósseis datados do ultimo período do Paleozoico.

Figura 12. Elementos geológicos/geomorfológicos no Geossítio Afloramento Fossilífero do Paiol



Fonte: Francisco Wellington (maio de 2021).

A GEODIVERSIDADE DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIACHO DO MUTUM E DO RONCADOR, PIAUÍ

O geossítio encontra-se em bom estado de conservação, apresentando deterioração fraca e vulnerabilidades apenas de ordem natural. Ressalta-se que o local não apresenta proteção e gestão pelo poder público. Quanto aos valores turístico, ecológico e estético, o afloramento fossilífero do Paiol tem um potencial médio.

5 Considerações finais

O presente trabalho identificou e caracterizou a geodiversidade nas duas microbacias hidrográficas, buscando contribuir para o conhecimento científico da temática na região e para o Estado do Piauí, tendo em vista que pesquisas com tal perspectiva ainda estão em pleno crescimento. Nesse contexto, é de suma importância que haja estudos mais detalhados sobre as potencialidades dos locais que foram caracterizados, principalmente relacionado aos registros fósseis.

Logo, é essencial que o poder público ou mesmo a iniciativa privada busque melhorar o acesso e divulgação dos pontos. Além disso, a implementação de estratégias de valorização, divulgação e conservação dos locais, que fomentem também a prática do geoturismo, ao passo que podem gerar renda e desenvolvimento.

Referências

- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Bacia hidrográfica ottocodificada do rio Parnaíba**. Brasília: geonetwork, 2017. Escala 1:100.000. Disponível em: <https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>. Acesso em: 22 ago. 2019.
- BRILHA, J. B. R. **Patrimônio geológico e geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. São Paulo: Palimage editora, 2005
- BRILHA, J. B. R. Inventory and quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. **Geoheritage**, 8, 2015, 119-134 <https://doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3>
- CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Ministério de Minas e Energia. **Mapa Geológico do Estado do Piauí**. 2ª Versão. Teresina, 2006.
- GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.
- GRAY, M. **Geodiversity**: Valuing and Conserving Abiotic Nature. England: John Wiley & Sons, Chichester, 2004.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Geologia da Folha SB.23 Teresina**. IGC, 2018. Disponível em: <https://mapas.ibge.gov.br/bases-ereferenciais/bases-cartograficas/cartas.html>. Acesso em: 15 mai. 2020.

JORGE, M. do C. O.; GUERRA, A. J. T. Geodiversidade, Geoturismo e Geoconservação: conceitos, teorias e métodos. **Revista Espaço Aberto**: Rio de Janeiro – RJ, v. 6, n. 01, p. 151-174, 2016.

LIMA, E. A. M.; BRANDÃO, R. L. Geologia. *In*: PFALTZGRAFF, P. A. S.; TORRES, F. S. M.; BRANDÃO, R. L. (Orgs.). **Geodiversidade do estado do Piauí** - Programa Geologia do Brasil - levantamento da Geodiversidade. Recife: CPRM, 2010.

LIMA, I. M. M.F. O relevo de Teresina, PI: compartimentação e dinâmica atual. *In*: IX Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia - ENANPEGE, 2011, Goiânia - GO. IX Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia - ENANPEGE, 2011. v. 1. p. 1-15.

LIMA, I. M. M. F. **Morfodinâmica e meio ambiente na porção centro-norte do Piauí, Brasil**. 309f., 2013. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências. Belo Horizonte, MG, 2013.

MEIRA, S. A. NASCIMENTO, M. A. L. do.; SILVA, E. V. da. **Geoturismo e Roteiros Turísticos: Propostas para o Parque Nacional de Ubajara, Ceará, Brasil**. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/download/39943/33749>. Acesso em: 14. mar. 2021.

NASCIMENTO, M. A. L. do. Potencialidades Geoturísticas na Região do Granito do Cabo de Santo Agostinho (Ne do Brasil): Meio de Promover a Preservação do Patrimônio Geológico. **Revista Estudos Geográficos**, [s. l], v. 15, p. 3-14, 2005.

NASCIMENTO, M. A. L. do. RUCHKYS, Ú. A. MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo**: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico. [s. l]: [s. e], 2008.

OLIVEIRA, P. C. A. **Avaliação do patrimônio geomorfológico potencial dos municípios de Coromandel e Vazante, MG**. Uberlândia, 2015. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) – Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2015.

PEREIRA, P. J. S. **Patrimônio geomorfológico**: conceptualização, avaliação e divulgação - aplicação ao Parque Nacional de Montesinho. Braga, 2006. Tese (Doutorado em Ciências – Geologia). Universidade do Minho, Braga, 2006.

PEREIRA, E. O. ; RUCHKYS, Úrsula de Azevedo . Quantificação E Análise Da Geodiversidade Aplicada Ao Geoturismo Na Área De Proteção Ambiental Sul Da Região Metropolitana De Belo Horizonte, Minas Gerais. **RA'E GA: o Espaço Geográfico em Análise**, v. 37, p. 207-226, 2016.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SHARPLES, C. Geoconservation in forest management: principles and procedures. **Tasforests**, 7, 1995, 37 – 50.

SILVA, A. J. P.; LOPES, R. C.; VASCONCELOS, A. M.; BAHIA, R. B. C. Bacias sedimentares paleozóicas e meso-cenozóicas interiores. *In*: BIZZI, L.A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H. (Org.). **Geologia**,

A GEODIVERSIDADE DAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIACHO DO MUTUM E DO RONCADOR, PIAUÍ

Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. Texto, Mapas & SIG. Brasília: CPRM, 2003, p. 55-86.

SOBRAL, I. J. P.; SOUSA, F. W. de A.; AQUINO, C. M. S. Valor Turístico e Didático do Sítio de Geodiversidade Chapada do Cocho em Nazária, Piauí. *In*: RAMOS, F. S. N.; SILVA, J. F. S.; SILVA, E. V.; BANDEIRA, A. M.; MARTINS, J. C. de V.; LIMA, I. B. O. V. (Org.). **Educação Ambiental e o Turismo Sustentável e Comunitário.** 01ed. São Luís: EDUFMA, 2021, v. 5, p. 208-217.

SOUSA, F. W. A.; SOUSA, S. R. C. T.; LIMA, I. M. M. F. Riacho Roncador em Nazária, Piauí, Brasil: uma análise socioambiental. *In*: SILVA, G. de C. S.; CAETANO, A. N. G.; PEREIRA, W. L. M.; SILVA, V. I. B.; MACHADO, A. M. B.; SOHN, C. D. M. (Org.). **Impactos ambientais na exploração dos recursos hídricos e energéticos.** 1ed. São Luís: EDUFMA, 2022, v. 5, p. 315-324.



O TURISMO COMO FERRAMENTA PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO PARQUE NACIONAL SERRA DA CAPIVARA, PIAUÍ

Tourism as a tool for environmental education in the Serra da Capivara National Park, Piauí

Vinícius Lima de Oliveira¹, Ítalo José Pereira Sobral², Rita de Cássia Araújo de Sousa³, Francisco Wellington de Araujo Sousa^{4*}

¹ Universidade Federal do Piauí; viniciuslimaa@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6303-6324>.

² Universidade Federal do Piauí; italojoseps@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5993-4367>.

³ Universidade Federal do Piauí; ritaaraujobraz@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-4376-5030>.

^{4*} Instituto Federal do Piauí; wellingtongeo88@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2667-3206>.

RESUMO: O turismo em unidades de conservação é atualmente uma das principais formas da sociedade estar em contato com a natureza. Essas áreas além de apresentarem como função a preservação do patrimônio natural, também possibilitam a realização de atividades na promoção do bem-estar dos visitantes, permitindo uma conscientização a respeito da sustentabilidade ambiental. Nessa perspectiva, objetiva-se com esse trabalho discutir a importância do turismo na promoção da educação ambiental no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí. A metodologia adotada consistiu em pesquisa bibliográfica, através de consultas em livros, artigos e *websites* de alguns órgãos e a realização de trabalho de campo para um maior conhecimento do objeto de estudo. Conclui-se que o Parque Nacional Serra da Capivara apresenta uma importância significativa ao contribuir para o desenvolvimento de práticas turísticas no estado do Piauí, pois o parque exibe uma diversidade de ambientes naturais que refletem principalmente na geodiversidade (aspectos geológico-geomorfológicos) e pela rica biodiversidade do bioma caatinga que caracteriza a região. Portanto, o turismo desenvolvido no parque além de possibilitar o contato dos visitantes com o meio, desperta nos indivíduos um olhar positivo frente aos ambientes naturais e na preservação da biodiversidade e geodiversidade, pontos essenciais no contexto da educação ambiental.

Palavras-chave: Unidade de Conservação. Patrimônio Natural. Turismo. Parque Nacional Serra da Capivara.

ABSTRACT: Tourism in protected areas is currently one of the main ways for society to be in contact with nature. These areas, in addition to having the preservation of natural heritage as their function, also enable the carrying out of activities to promote the well-being of visitors, allowing for an awareness of environmental sustainability. From this perspective, the objective of this work is to discuss the importance of tourism in promoting environmental education in the Serra da Capivara National Park, Piauí. The adopted methodology consisted of bibliographical research, through consultations in books, articles and websites of some agencies and fieldwork for a greater knowledge of the object of study. It is concluded that the Serra da Capivara National Park has a significant importance in contributing to the development of tourist practices in the state of Piauí, as the park exhibits a diversity of natural environments that mainly reflect on geodiversity (geological-geomorphological aspects) and on the rich biodiversity of the caatinga biome that characterizes the region. Therefore, the tourism developed in the park, in addition to enabling the contact of visitors with the environment, awakens in individuals a positive look towards natural environments and the preservation of biodiversity and geodiversity, essential points in the context of environmental education.

Keywords: Conservation Unit. Natural patrimony. Tourism. Serra da Capivara National Park

O TURISMO COMO FERRAMENTA PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO PARQUE NACIONAL SERRA DA CAPIVARA, PIAUÍ

RESEMEN: El turismo en áreas protegidas es actualmente una de las principales vías para que la sociedad esté en contacto con la naturaleza. Estas áreas, además de tener la función de preservar el patrimonio natural, también posibilitan la realización de actividades para promover el bienestar de los visitantes, permitiendo una conciencia de sostenibilidad ambiental. En esta perspectiva, el objetivo de este trabajo es discutir la importancia del turismo en la promoción de la educación ambiental en el Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí. La metodología adoptada consistió en la investigación bibliográfica, a través de consultas en libros, artículos y sitios web de algunas agencias y la realización de trabajo de campo para un mejor conocimiento del objeto de estudio. Se concluye que el Parque Nacional Serra da Capivara tiene una importancia significativa en la contribución para el desarrollo de las prácticas turísticas en el estado de Piauí, una vez que el parque exhibe una diversidad de ambientes naturales que se reflejan principalmente en la geodiversidad (aspectos geológico-geomorfológicos) y en la rica biodiversidad del bioma caatinga que caracteriza a la región. Por lo tanto, el turismo desarrollado en el parque, además de posibilitar el contacto de los visitantes con el medio ambiente, despierta en los individuos una mirada positiva hacia los ambientes naturales y la preservación de la biodiversidad y geodiversidad, puntos esenciales en el contexto de la educación ambiental.

Palabras clave: Unidad de Conservación. Patrimonio natural. Turismo. Parque Nacional Serra da Capivara.

1 Introdução

Dado o modelo de produção capitalista que se instaurou com o advento da Revolução Industrial, ocorrida no decorrer do século XVII, na Inglaterra surgiu-se a necessidade de repensar a maneira de como o Homem se relaciona com a Natureza. O modelo de produção capitalista pautado no individualismo associado ao crescimento populacional e ao consumismo exacerbado criaram um cenário de depredação do meio ambiente e de grandes desigualdades sociais (CAMARGO, 2012).

Diante de tal cenário, emergiu na década de 60 o debate sobre a crise ecológica global, que teve o Clube de Roma (1968), um marco do debate mundial sobre a problemática do meio ambiente e seu caráter global. Em 1972, ocorrera a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano ou ainda Conferência de Estocolmo. A referida conferência gerou a Declaração sobre o Ambiente Humano, que nada mais é do que uma lista de Princípios e um Plano de Ação que objetivava orientar a preservação e a melhoria no ambiente humano; e a criação do Programa das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente – PNUMA, que vislumbrava unir as Nações para que enfrentem os problemas comuns,

buscando o equilíbrio entre interesses nacionais e o bem estar global (SANTOS; SANTOS, 2011).

Constata-se nas últimas décadas um crescimento bastante expressivo do turismo. Esta atividade, vincula-se diretamente ao meio ambiente, sendo capaz de expor o patrimônio natural e cultural, onde a natureza é o produto a ser vendido. Rheinheimer e Guerra (2006) ainda colocam que se o turismo não for planejado corretamente, acaba-se transformando num fator de poluição e destruição. Dentro do contexto capitalista, pautado no individualismo e consumismo, o turista passa a ver o turismo como uma atividade que necessita consumir os recursos naturais disponíveis, sem o menor cuidado, não percebendo que muitos destes recursos não são renováveis (RHEINHEIMER; GUERRA, 2006).

Nesse sentido, destaca-se a importância do Relatório Brundtland, oriundo da Conferência de Estocolmo, que incorporava não só o componente ambiental como também o social, ao conceito de desenvolvimento sustentável, o que demonstrava que o mesmo deveria ser viável para os três componentes que orientam seu conceito, a saber: a equidade social (desenvolvimento social), a proteção ambiental (preservação ambiental) e o crescimento econômico (desenvolvimento econômico) (SANTOS; SANTOS, 2011). Aponta-se para o que se denomina turismo sustentável, que nada mais é do que uma prática do turismo pautado nos moldes da sustentabilidade.

É na década de 70 que também emerge o conceito de Educação Ambiental (EA). Figurelli e Porto (2008) colocam que a EA, dentro desse cenário de pobreza e devastação surge com o objetivo primeiro de despertar de uma visão crítica da sociedade por parte das pessoas, fazendo com que as mesmas enxerguem, contestem e, mais importante, modifiquem a sua realidade. Embora se reconheça que a EA sozinha não é capaz de mudar todo o contexto de degradação ambiental e de desigualdades sociais, vê-se nela uma importância ímpar na consolidação do turismo sustentável, como também no desenvolvimento sustentável propriamente dito.

Nesse contexto, a presente pesquisa vem tratar do turismo e a educação ambiental no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, tendo como objetivo discutir a importância do turismo na promoção da educação ambiental nessa importante unidade de conservação do território piauiense.

2 Metodologia

O TURISMO COMO FERRAMENTA PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO PARQUE NACIONAL SERRA DA CAPIVARA, PIAUÍ

O trabalho foi desenvolvido com base nas seguintes etapas metodológicas: primeiramente foi realizada pesquisa bibliográfica sobre as temáticas abordadas, a partir de consultas em livros, artigos e dissertações. Foi feito a confecção do mapa de localização do Parque Nacional Serra da Capivara, com base no uso do *software* QGis versão livre 2.18.1, a partir de dados vetoriais do Instituto Brasileiro de geografia e Estatística (IBGE, 2019) e do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2020).

A outra etapa consistiu em trabalho de campo, que possibilitou uma análise e descrição dos elementos que caracterizam o patrimônio natural do PNSC e, para uma observação dos aspectos relativos à prática turística no referido parque. Ressalta-se que o trabalho de campo possibilitou o registro fotográfico das características biofísicas e dos aspectos de infraestrutura do parque.

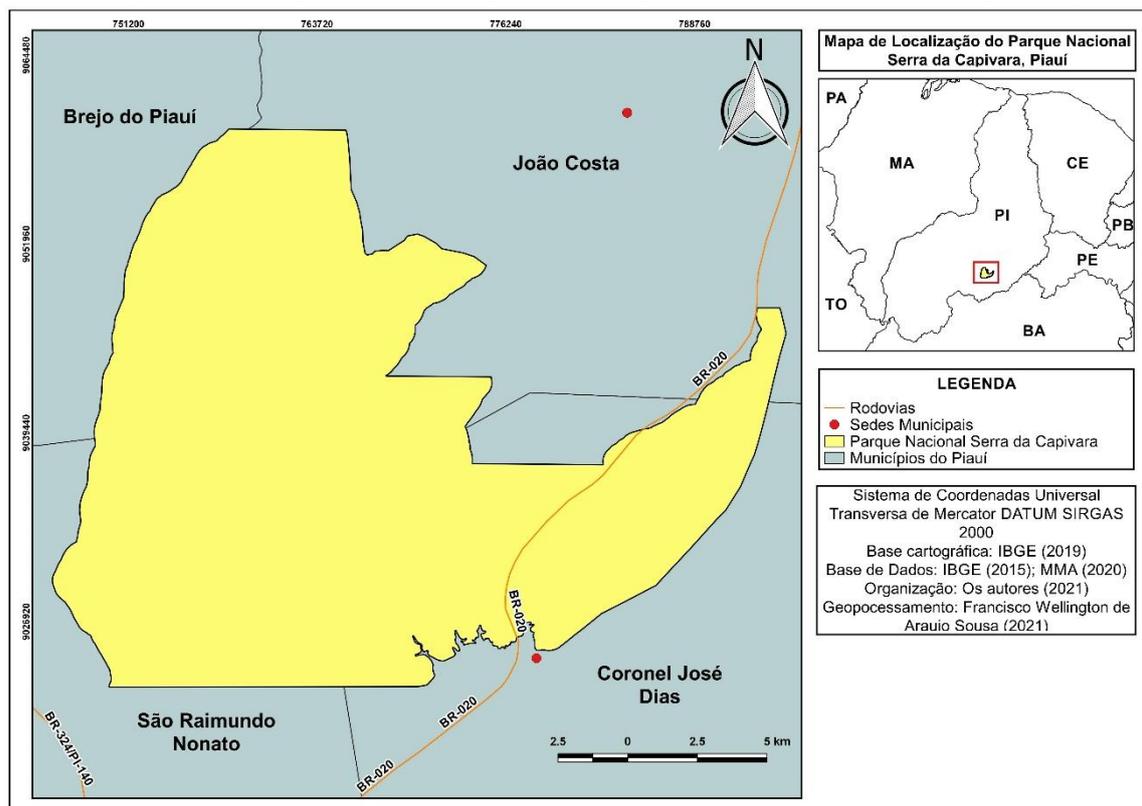
3 Resultados e Discussão

3.1 Localização Geográfica da área de estudo

De acordo com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), o Parque Nacional da Serra da Capivara encontra-se localizado no Sudeste do Estado do Piauí, distante aproximadamente 530 km da capital Teresina. Abrange parte dos municípios de São Raimundo Nonato, Coronel José Dias, João Costa e Brejo do Piauí, com uma área de aproximadamente 129.140 ha. A figura 01 apresenta o mapa de localização do PNSC (BARROS *et. al*, 2012; ICMBio, 2019).

O Parque foi criado devido a várias motivações ligadas principalmente a preservação de um meio ambiente específico e de um dos mais importantes patrimônios culturais pré-históricos. Sua área de proteção foi ampliada pelo Decreto de nº 99.143 de 12 de março de 1990 com a criação de Áreas de Preservação Permanentes adjacentes, com total de 35 000 hectares (ICMBio, 2019).

Figura 01. Mapa de localização do Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí



Fonte: IBGE (2019); MMA (2020). Geoprocessamento: SOUSA (2021).

O parque tem grande importância arqueológica preservando cerca de 1.223 sítios arqueológicos e paleontológicos. As descobertas arqueológicas referem-se tanto às inscrições rupestres com idade chegando aos 12 mil anos, assim como aos objetos que foram encontrados (ferramentas, restos de utensílios de cerâmica) e sepultamentos humanos (ICMBio, 2019).

3.2 Aspectos Geológicos

O Parque Nacional Serra da Capivara encontra-se assentado sobre as estruturas geológicas da Província Sedimentar do Parnaíba e o embasamento pré-cambriano da Província Estrutural São Franciscana. Na área do parque se encontram rochas muito antigas de estrutura cristalina e coberturas sedimentares. Ressalta-se que os dois domínios são recobertos parcialmente por depósitos detríticos e lateríticos da era Cenozóica (BARROS *et. al.*, 2012).

No embasamento cristalino se apresentam as áreas mais baixas do Parque, onde predominam gnaisses do Complexo Sobradinho-Remanso e xistos, filitos, metacalcários, calcixistos e quartzitos da Formação Barra Bonita (Grupo Casa Nova), além de granitoides da Suíte Intrusiva Serra da Aldeia (BARROS *et. al.*, 2012).

O TURISMO COMO FERRAMENTA PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO PARQUE NACIONAL SERRA DA CAPIVARA, PIAUÍ

A província Parnaíba é representada pelas unidades basais da bacia Sedimentar do Parnaíba, sendo suas formações paleozóicas e, a mais antiga, siluriana, que corresponde ao Grupo Serra Grande. Essa unidade se subdivide nas formações Ipu, Tianguá e Jaicós, sendo composta por um pacote de arenitos conglomeráticos e conglomerados na base, passando a arenitos de granulação mais fina no topo, intercalados com siltitos, folhelhos e argilitos (LIMA; BRANDÃO, 2010).

Sobreposto ao Grupo Serra Grande ocorre o Grupo Canindé. As formações pertencentes a esse grupo, que afloram na área do Parque, são: Pimenteiras e Cabeças. A formação Pimenteiras é caracterizada por ser de idade Devoniana, de ambiente marinho raso, apresentando em sua composição uma alternância de arenitos finos, argilosos, subangulosos, cinza a avermelhados, com folhelhos cinza-escuros a marrom-avermelhados, micáceos, contendo delgadas intercalações de siltitos (CPRM, 2006; LIMA; BRANDÃO, 2010).

De idade paleozoica do período Devoniano Médio, os sedimentos da formação Cabeças foram depositados em ambiente fluvial, estuarino e marinho raso, tendo em sua composição uma predominância de arenitos médios a finos, por vezes grosseiros, pouco argilosos. Intercalam-se, subordinadamente, siltitos laminados e folhelhos micáceos de coloração arroxeadas e avermelhada (CPRM, 2006; LIMA; BRANDÃO, 2010).

3.3 Geomorfologia

O relevo é classificado de acordo com as formas estruturais, formas erosivas, com indicação dos tipos de dissecação e formas de acumulação. Segundo Bartorelli (2012), as formas estruturais são constituídas por superfícies tabulares estruturais e por Chapadas areníticas, geralmente *cuestiformes*, além de patamares estruturais. Já com relação às formas erosivas no planalto da bacia vai ser constituído por vales interplanálticos, com a presença de pedimentos bem conservados.

De acordo com Barros *et. al.* (2012), são reconhecidas três unidades geomorfológicas na área do PNSC: os planaltos areníticos, *cuestas* e pedimentos. Os planaltos areníticos estão situados a oeste da área em estudo, e constituem chapadas do reverso da *cuesta*, de relevo regular e monótono, com altitudes que alcançam mais de 600 metros.

No que se refere às *cuestas*, estas foram modeladas em rochas predominantemente areníticas e conglomeráticas do Grupo Serra Grande. A *cuesta* pode ser dupla com tabuleiro intermediário e seu desnível entre o pedimento oscila entre 200 a 250 m. O pedimento corresponde uma vasta área de deposição detrítica, situada no sopé da *cuesta*, que se inclina

suavemente a partir dos bordos da *cuesta* rumo a calha central do rio Piauí (BARROS *et. al.*, 2012).

3.4 Condicionantes Climáticos

No que se refere aos aspectos do clima, a região onde a Serra da Capivara encontra-se inserida é caracterizada por uma instabilidade climática, com longos períodos de secas, e, considerando a classificação de Köppen, o clima do referido parque é do tipo semiárido quente com seca invernal – BShw (LIMA, 2006).

A temperatura média anual corresponde a 28°C, sendo a máxima de 35°C e a mínima de 12°C. O mês de junho é o mais frio, e os meses de outubro e novembro são considerados os mais quentes do ano, coincidindo com o início da estação chuvosa que vai até meados de maio ou início de junho (LIMA, 2006; OLIVEIRA FILHO; MONTEIRO, 2009).

Devido estar localizado no ambiente semiárido do Nordeste brasileiro, o PNSC apresenta déficit hídrico, relacionada com as altas taxas de evaporação, cujos índices encontram-se entre 2.400mm e 2.800mm, acentuando-se no mês de setembro, com a evaporação diária média variando de 3,5mm em março a 12,4mm em agosto (OLIVEIRA FILHO; MONTEIRO, 2009).

3.5 Vegetação e Fauna

O Parque Nacional Serra da Capivara está situado no domínio Morfoclimático das caatingas, no entanto, há no parque uma diversidade de espécies vegetais, o que possibilita para a área da Serra da Capivara ser caracterizada como uma zona de transição (FUNDHAM, 2019).

A característica marcante da vegetação da caatinga compreende a perda da folhagem no período seco, restando apenas os galhos secos e cinzentos. Porém, algumas cactáceas preservam o verde devido sua característica de adaptação e de sobrevivência. Salienta-se que no período chuvoso a vegetação mostra-se exuberante em toda a Serra da Capivara, com uma paisagem que se renova por uma extensa área verde, que se reflete na diversidade de espécies existentes na caatinga.

De acordo com o ICMBio (2019), é provável que na região do PNSC existam mais de mil espécies de vegetais, restando muitas plantas a serem catalogadas. O pau d'arco (*Handroanthus serratifolius*), maniçoba (*Manihot caerulescens*), marmeleiro (*Cydonia oblonga*), mandacaru (*Cereus jamacaru*), facheiro (*Pilosocereus pachycladus*); xique-xique

O TURISMO COMO FERRAMENTA PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO PARQUE NACIONAL SERRA DA CAPIVARA, PIAUÍ

(*Pilosocereus gounellei*), palma (*Opuntia ficus-indica*) e quipá (*Opuntia inamoena*), constituem exemplos da flora que caracterizam a área em estudo.

Em relação à fauna, na região do Parque Nacional Serra da Capivara existem espécies do bioma caatinga que são consideradas endêmicas, o que mostra a importância da preservação do Parque. Entre as espécies destacam-se: tatu bola (*Tolypeutes tricinctus*), tamanduá (*Myrmecophaga tridactyla*), jaguaratirica (*Leopardus pardalis*), cotia (*Dasyprocta aguti Linnaeus*), veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*), porco-do mato (*Tayassu pecari*), jacurutu (*Bubo virginianus*), mocó (*Kerodon rupestris*) e macaco-prego (*Sapajus*) (ICMBio, 2019).

3.6 O Turismo e a educação ambiental no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí

Considerado pela Organização das Nações Unidas pela Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) como Patrimônio Cultural da Humanidade, o Parque Nacional Serra da Capivara possui uma valiosa importância relacionado tanto aos vestígios arqueológicos, como ao patrimônio natural.

A importância do PNSC na preservação do patrimônio natural constitui um dos principais objetivos dessa unidade de proteção integral, pois o parque apresenta uma paisagem exuberante, tanto relacionado às espécies da caatinga (fauna e flora), como às feições geológico-geomorfológicas.

Desse modo, a caatinga do PNSC possibilita ao turista vislumbrar a riqueza desse bioma, principalmente no que se refere às características de algumas espécies da vegetação, que devido ao regime de chuvas escasso e às altas temperaturas, apresentam fisionomias de adaptação ao clima semiárido.

No que se refere à preservação da fauna, no ambiente do parque são encontradas espécies que atualmente estão na lista de espécies ameaçadas de extinção, como o gato-do-mato (*leopardus tigrinus*), gato maracajá (*leopardus pardalis mitis*), onça-pintada (*phantera onca*), jacucaca (*penelope jacucaca*), onça-parda (*puma concolor greeni*) e tatu-bola (*tolypeutes tricinctus*) (ICMBIO, 2019).

Já o patrimônio natural relativo à paisagem, mais precisamente às feições geológica-geomorfológicas, corresponde um dos grandes atrativos da área em estudo. Há uma variedade de formas de relevo, que em sua maioria estão esculpidas sobre as rochas da formação Cabeças, Pimenteiras e Serra Grande. Essas feições apresentam relevante beleza

Vinícius Lima de Oliveira, Ítalo José Pereira Sobral , Rita de Cássia Araújo de Sousa, Francisco Wellington de Araujo Sousa

cênica, principalmente devido algumas ter uma aparência ruiforme, A Figura 2 destaca as feições de relevo e a vegetação da caatinga.

Figura 2. Paisagem da caatinga no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí



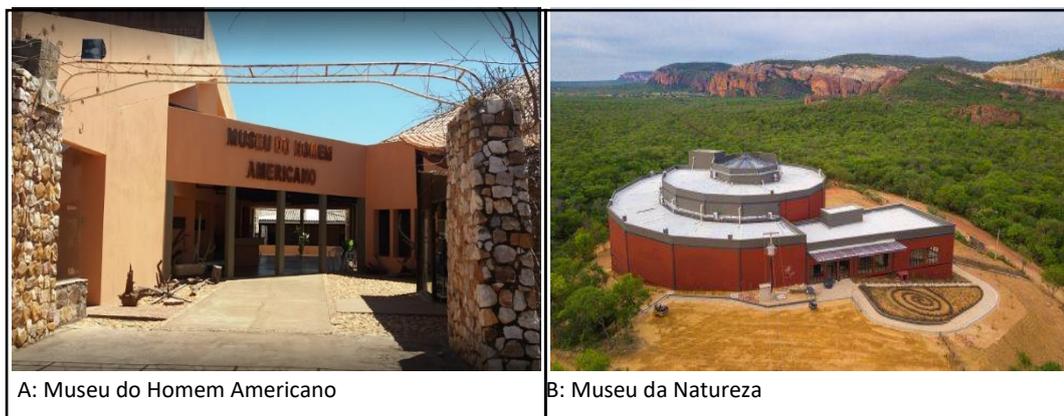
Fonte: Os autores (2019).

Dessa maneira, o patrimônio natural que caracteriza o PNSC se configura um dos pontos essenciais para despertar nos turistas a sensibilização no contexto da preservação da biodiversidade e geodiversidade, visto que a caatinga é um dos biomas que nas últimas décadas vem sofrendo constantemente com a degradação. Desse modo, o conhecimento repassado aos visitantes quanto a fauna, flora e a geodiversidade da área do parque, tem colaborado para a prática de educação ambiental, despertando no turista um olhar sustentável quanto a importância desses aspectos para a região e para a sociedade.

Com relação ao desenvolvimento do turismo, destaca-se que o PNSC possui atrativos naturais e culturais importantes, com destaque para as belíssimas formas geológicas, pinturas rupestres e fósseis que datam mais de 50.000 anos, além de contar com o Museu do Homem Americano e o Museu da Natureza (Figura 3). Conforme elencam Gray (2004) e Brilha (2005) os valores da geodiversidade, que aqui também se relacionam com a biodiversidade, são classificáveis em intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional, científico e educativo.

O TURISMO COMO FERRAMENTA PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO PARQUE NACIONAL SERRA DA CAPIVARA, PIAUÍ

Figura 3. Fotografias em mosaico que destacam os museus encontrados na área de influência do Parque Nacional serra da Capivara, Piauí



Fonte: Foto A – José Adilson (GP1.com.br). Foto B – André Pessoa (Revistarevestres.com.br)

O valor intrínseco vincula-se a relação do Homem com a Natureza; o valor cultural remete-se a forte interdependência entre o desenvolvimento social, cultural e/ou religioso e o meio físico circundante; o valor estético volta-se para a apreciação cênica das paisagens; o valor econômico, atribui um valor de troca (monetário) aos bens e serviços no tocante a prática do turismo e atividades relacionadas direta ou indiretamente a ela; o valor funcional está pautado em dois aspectos: dimensão antrópica (utilitário) e dimensão sistêmica (sustentação e manutenção dos sistemas físicos e ecológicos); o valor científico busca o acesso para posterior estudo (fundamental ou aplicado); e por fim o valor educacional, intimamente relacionado á educação em Ciências da Terra (quando nos referimos a geodiversidade), bem como as demais ciências (BRILHA, 2005; GRAY, 2004).

No presente artigo, a discussão se volta para o valor educacional, tendo em vista o objetivo da pesquisa em relacionar a EA com o turismo dentro do Parque Nacional da Serra da Capivara. Rheinheimer e Guerra (2006) chamam a atenção para os Parâmetros Curriculares, publicados pelo Ministério da Educação, e da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da Educação Nacional, onde enfatizam que na atualidade procura-se formar indivíduos que compreendam a realidade e tenham a capacidade para criticá-la, que se preocupem com o destino coletivo e saibam posicionar-se diante dos desafios do mundo. É sabido que o turismo acarreta em impactos negativos ao meio ambiente, desde a implementação das infraestruturas básicas para sua viabilidade, como:

o acúmulo de lixo nas margens das trilhas, nas praias, montanhas e rios, contaminação dos mananciais através do lançamento de esgoto e lixo, poluição sonora e ambiental, destruição da vegetação, retirada da floresta para a construção de equipamentos de apoio turístico, prática de caça e

pesca ilegais em locais e épocas proibidas, extinção e morte dos animais por meio de alimentos ricos em conservantes dados pelos turistas, desenvolvimento de rallys e motocross em ambientes frágeis, destruição de sítios arqueológicos, dentre outros (RUSCHMANN 1997 citado por AZEVEDO, 2014, p. 81).

Deve-se ressaltar também os aspectos positivos, a saber: a diversificação da economia local e regional, a geração de empregos (diretos e indiretos), a melhoria das infraestruturas básicas (saneamento e transporte), a criação de parques, reservas, corredores ecológicos, dentre outros espaços que favoreçam a prática turística, contribuindo, assim, para proteger e conservar os espaços naturais (AZEVEDO, 2014). Observa-se que os aspectos negativos imperam sobre os positivos, nesse sentido apontamos para a necessidade de se repensar o turismo, torná-lo sustentável e aliá-lo a educação ambiental, lograda a um contexto mais abrangente de políticas públicas e leis (federais, estaduais e municipais) que abracem de fato o almejado desenvolvimento sustentável.

Sendo assim, o turismo desponta como uma atividade catalizadora, capaz de conciliar a “sustentabilidade ao desenvolvimento, a partir do momento em que esta, quando bem planejada e incentivada, passa a trabalhar e executar os princípios da sustentabilidade, visando minimizar os impactos que a atividade exerce sobre um determinado local” (SANTOS; SANTOS, 2011, p. 266). “Neste sentido, é latente a necessidade do fomento de atividades que discutam e realizem ações de EA fora das barreiras dos muros escolares, assim contextualizando e reforçando valores e visões de mundo já trabalhadas dentro das salas de aula” (FIGURELLI; PORTO, 2008, p. 435).

Voltando ao PNSC, deve-se apontar como um dos grandes atrativos de âmbito cultural os registros rupestres pré-históricos, gravados ou pintados nas paredes (Figura 4), e nos afloramentos rochosos, considerados como forma gráfica de comunicação utilizados pelos pré-históricos que habitaram a região. Tais registros possuem uma enorme variedade de formas, cores e temas (FUNDHAM, 2019).

Figura 4. Fotografias em mosaico que destacam pinturas rupestres encontradas no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí

O TURISMO COMO FERRAMENTA PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO PARQUE NACIONAL SERRA DA CAPIVARA, PIAUÍ

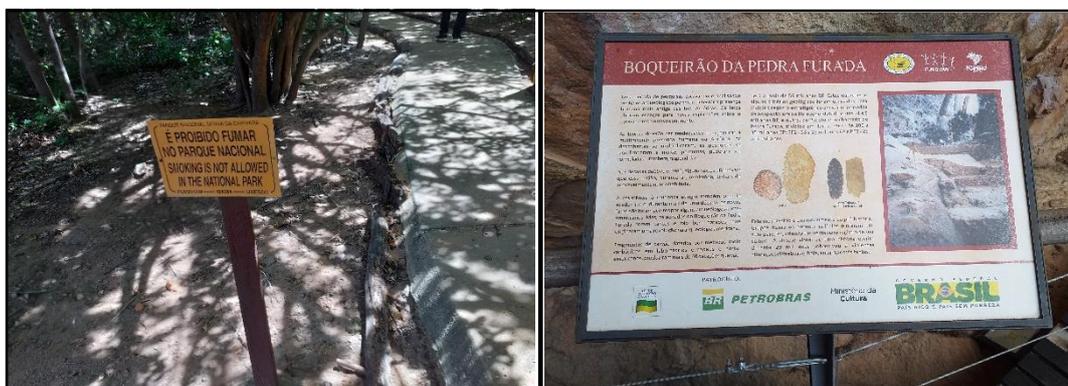


Fonte: Os autores (2019)

Na área do parque há uma estrutura que atende aos visitantes, relacionado às trilhas, às placas, aos painéis de informações dos sítios (Figura 5). Essas estratégias que auxiliam no desenvolvimento do turismo no PNSC se mostram relevantes para a prática da educação ambiental. No caso das trilhas, estas têm um papel essencial ao aproximar os turistas com o local visitado, garantindo um contato direto com o meio ambiente. Para Guimarães (2013, p. 68), as trilhas quando são guiadas permitem “[...] o contato pessoal, o estímulo a formulação de perguntas, aguçando a curiosidade e o maior controle do comportamento do público. A trilha, se bem planejada tem ainda a função de instrumento para minimizar impactos negativos”.

Lopes (2011, p. 87) coloca que as trilhas “quando bem planejadas e implantadas, são os mais eficientes na interação entre o visitante e o patrimônio natural do local visitado, proporcionando uma sensibilização e contribuindo para enriquecer a experiência do visitante”.

Figura 5. Fotografias em mosaico que destacam placas de informações encontradas no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí



Fonte: Os autores (2019).

Além das trilhas, os painéis informativos ou interpretativos, também fazem parte da EA, configurando ações importantes no contexto da interpretação ambiental. Conforme destaca Pinto (2015, p. 77) os painéis interpretativos “são um dos meios de interpretação ambiental autoguiados mais utilizados em áreas protegidas e em roteiros geoturísticos, inclusive em centros urbanos”.

Considerações finais

O Parque Nacional Serra da Capivara se configura uma Unidade de Conservação de reconhecimento internacional, que tem um papel importante na proteção do bioma caatinga e no desenvolvimento de estudos científicos, no que concerne aos vestígios arqueológicos principalmente. No âmbito da temática discutida nesse trabalho, o parque tem uma grande relevância garantindo o envolvimento dos visitantes com a natureza, sendo que o turismo desenvolvido no PNSC é um dos meios que auxilia para a prática da Educação Ambiental.

Desse modo, o contato dos visitantes com a natureza, e as diversas estratégias que auxiliam na interpretação ambiental dentro do parque, possibilitam aos indivíduos despertar um olhar positivo frente aos ambientes naturais, além de oferecer aos visitantes uma sensibilização sobre a preservação da caatinga e da geodiversidade

Referências

AZEVÊDO, Á. S. de C. A educação ambiental no turismo como ferramenta para a conservação ambiental. **Rev. Amazônia, Organizações e Sustentabilidade**, Belém – PA, v. 3, n. 1, 2014, p. 77-86.

BARROS, J. S.; FERREIRA, R. V.; PEDREIRA, A. J.; GUIDON, N. Geoparque Serra da Capivara (PI). *In*: SCHOBENHAUS, C. **Geoparques do Brasil: propostas**. Rio de Janeiro: CPRM, 2012.

BRILHA, J. **Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. Braga: Palimage, 2005.

CAMARGO, A. L. de B. **Desenvolvimento sustentável: dimensões e desafios**. 6. ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Ministério de Minas e Energia. **Mapa Geológico do Estado do Piauí**. 2ª Versão. Teresina, 2006.

O TURISMO COMO FERRAMENTA PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO PARQUE NACIONAL SERRA DA CAPIVARA, PIAUÍ

FIGURELLI, A. H.; PORTO, I. A relação entre turismo e educação ambiental e suas contribuições na luta por um mundo mais justo e preservado. **Rev. eletrônica Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande -RS, v. 20, 2008, p. 438-451.

FUMDHAM. Fundação Museu do Homem Americano. **Parque Nacional Serra da Capivara**. 2019. Disponível em: <http://www.fumdam.org.br/parque/> Acesso em: 09 mai. 2019.

GRAY, M. **Geodiversity**: Valuing and Conserving Abiotic Nature. England: John Wiley & Sons, Chichester, 2004.

GUIMARÃES, T. O. **Geoconservação**: mapeamento, descrição e propostas de divulgação de trilhas geoturísticas no Parque Metropolitano Armando de Holanda Cavalcanti Cabo de Santo Agostinho/PE - Brasil. Recife, 2013. 153f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha municipal e estadual digital do Brasil**: situação em 2019. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas_digitais/. Acesso em: 04 abr. 2020.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Parque Nacional Serra da Capivara**. 2019. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/visitacao1/unidades-abertas-a-visitacao/199-parque-nacional-da-serra-da-capivara> Acesso em: 11 mai. 2020.

LIMA, E. A. M.; BRANDÃO, R. L. Geologia. In: PFALTZGRAFF, P. A. S.; TORRES, F. S. M.; BRANDÃO, R. L. (Orgs.). **Geodiversidade do estado do Piauí** - Programa Geologia do Brasil - levantamento da Geodiversidade. Recife: CPRM, 2010.

LIMA, I. M. M. F. Elementos naturais na paisagem. In: ARAÚJO, J. L. L. **Atlas escolar do Piauí**. João Pessoa, PB: Editora Grafset, 2006.

LOPES, L. S. O. **Geoconservação e Geoturismo no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí**. Teresina, 2011. 121f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Dados vetoriais de Unidades de Conservação**. Brasília: 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/servicos/geoprocessamento/mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-unidades-de-conservacao-federais> Acesso em: 11 mai. 2021.

NASCIMENTO, M. A. L. do.; RUCHKYS, Ú. A. MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo**: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico. [s. l]: [s. e], 2008.

OLIVEIRA FILHO, R. C.; MONTEIRO, M. S. L. Ecoturismo no Parque Nacional Serra da Capivara: trata-se de uma prática sustentável? **Turismo em Análise**, v. 20, n.2, agosto 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rta/article/view/14183/16001>>. Acesso em: 11 mai. 2009.

Vinícius Lima de Oliveira, Ítalo José Pereira Sobral , Rita de Cássia Araújo de Sousa, Francisco Wellington de Araujo Sousa

PINTO, A. B. C. **Geodiversidade e Patrimônio Geológico de Salvador**: Uma diretriz para a Geoconservação e a Educação em Geociências. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, 2015.

RHEINHEIMER, C. G.; GUERRA, T. **A Educação Ambiental como Pressuposto para um Turismo Sustentável**. In: – Seminário de Pesquisa em Turismo do MERCOSUL, 4. 2006, Caxias do Sul – RS.

SANTOS, S. R.; SANTOS, P. C. Contribuições da Educação Ambiental para o Turismo Sustentável na APA do Maracanã, São Luís (Maranhão, Brasil). **Rev. Turismo & Sociedade**, Curitiba - PR, v. 4, n. 2, 2011, p. 265-285.



ANÁLISE LOCACIONAL DOS SETORES PRODUTIVOS NA RIDE DA GRANDE TERESINA

Análisis de localización de sectores productivos en la RIDE de la Gran Teresina

Reginaldo Muniz Soares¹

¹Mestrando do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Socioeconômico (PPGDSE) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA); remusoares@gmail.com; ORCID: 0000-0001-9937-3031

RESUMO: Este artigo realizou uma análise locacional dos setores produtivos na RIDE da Grande Teresina tendo como base a classificação do IBGE em Grandes Setores (Indústria, Construção Civil, Comércio, Serviços, Agropecuária). A metodologia fez uso da pesquisa bibliográfica e da utilização do Quociente de Localização (QL) e do Índice de Concentração de Hirschman-Herfindahl (IHH). Os dados estatísticos utilizados para elaboração do QL e do IHH foram buscados junto aos dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) referentes ao ano de 2020. A produção dos mapas foi realizada através do software QGIS 3.10.7. A análise realizada mostrou que a indústria apresentou uma localização significativa em 60% dos municípios da RIDE da Grande Teresina, o setor de serviços em 40%, o comércio em 33,3%, a agropecuária em 26,6% e o setor da construção civil em 20% dos municípios da RIDE. Na indústria o maior QL foi o do município de União (7,2), o município de Pau D'arco do Piauí apresentou o maior QL no setor de construção civil (1,9), comércio (3,9), e serviços, (20,2), e na agropecuária o município de Currinhos apresentou o maior QL (1,4).

Palavras-chave: Localização. Setores produtivos. RIDE da Grande Teresina.

RESUMEN: Este artículo realizó un análisis de localización de los sectores productivos en la RIDE de la Gran Teresina basado en la clasificación del IBGE en Grandes Sectores (Industria, Construcción Civil, Comercio, Servicios, Agricultura). La metodología utilizó la investigación bibliográfica y el uso del Cociente de Localización (QL) y del Índice de Concentración de Hirschman-Herfindahl (IHH). Se buscaron los datos estadísticos utilizados para la elaboración del QL y el IHH con los datos de la Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) para el año 2020. La producción de los mapas se llevó a cabo utilizando el software QGIS 3.10.7. El análisis mostró que la industria presentó una ubicación significativa en 60% de los municipios de RIDE de la Grande Teresina, el sector servicios en 40%, el comercio en 33,3%, la agricultura en 26,6% y el sector de la construcción en 20% de los municipios de la RIDE. En la industria, el mayor QL fue el del municipio de União (7,2), el municipio de Pau D'arco do Piauí presentó el QL más alto en el sector de la construcción (1,9), el comercio (3,9) y los servicios (20,2), y en la agricultura el municipio de Currinhos presentó el QL más alto (1,4).

Palabras clave: Ubicación. Sectores productivos. RIDE de La Gran Teresina.

1 Introdução

A distribuição espacial das atividades produtivas não ocorre de forma homogênea pelo espaço geográfico. Uma das características do mundo de produção capitalista é o desenvolvimento geográfico desigual, onde nem todos os espaços possuem a mesma especialização produtiva. Identificar a especialização produtiva das regiões e compreender sua distribuição espacial torna-se fundamental para a elaboração de políticas públicas de desenvolvimento regional.

A análise regional possui uma relevante importância no sentido de possibilitar a compreensão das disparidades regionais. Os métodos utilizados na análise regional através das medidas de localização e espacialização, fornecem dados quantitativos, através da medição da importância de um determinado setor econômico para uma região, que subsidiam a análise comparativa entre os diferentes espaços.

O objetivo deste estudo foi o de analisar a especialização produtiva dos municípios da RIDE da Grande Teresina, tendo como base as atividades econômicas classificadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em Grandes Setores (Indústria, Construção Civil, Comércio, Serviços, Agropecuária). Utilizou-se como parâmetro para a análise locacional, os dados estatísticos da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) referentes aos vínculos empregatícios no ano de 2020.

Para a identificação da especialização produtiva dos municípios da RIDE da Grande Teresina foi utilizado o quociente Locacional (QL), associado ao Índice de Concentração de Hirschman-Herfindahl (IHH). Os dois índices apresentaram a magnitude dos setores produtivos nos municípios da RIDE (Localização fraca, Localização média, Localização significativa), bem como o poder de atração de cada atividade produtiva no município (poder de atração não significativo, poder de atração significativo). O resultado da análise foi apresentado em forma de mapas produzidos através do software QGIS, com a utilização dos dados cartográficos do IBGE (2021).

Este artigo encontra-se dividido em 5 seções, incluindo esta seção introdutória. Na seção 2, realiza-se uma caracterização da área de estudo. Na seção 3, apresenta-se a metodologia utilizada para quantificar a especialização produtiva dos municípios da RIDE da Grande Teresina. Na seção 4 são apresentados os resultados da análise sobre os setores produtivos dos municípios da RIDE da Grande Teresina, através da apresentação de gráficos, tabelas e mapas, e na seção 5 apresenta-se as considerações finais.

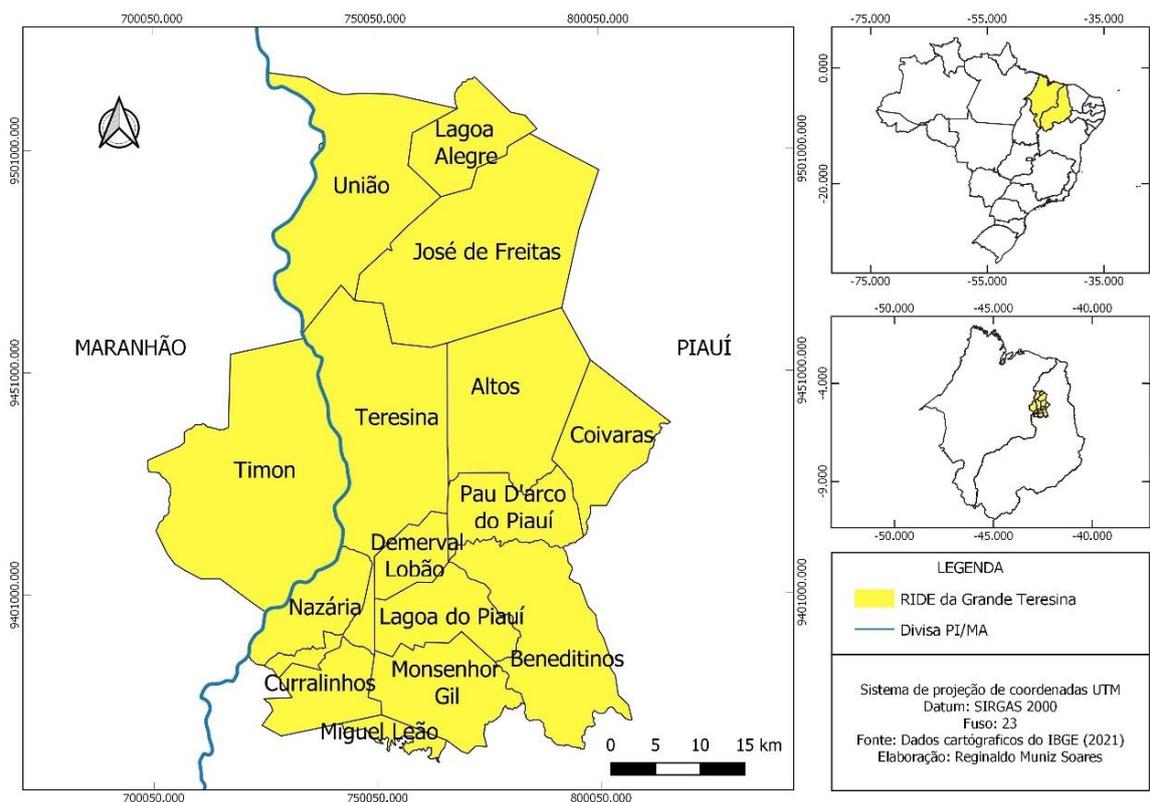
ANÁLISE LOCACIONAL DOS SETORES PRODUTIVOS NA RIDE DA GRANDE TERESINA

2 Área de Estudo

A Região de Desenvolvimento Integrada da Grande Teresina - RIDE da Grande Teresina, foi criada através da Lei Complementar nº 112 de 19 de setembro de 2001. São objetivos da RIDE da Grande Teresina, desenvolver os serviços públicos comuns aos Estados do Piauí, do Maranhão e aos Municípios que a integram, especialmente aqueles relacionados às áreas de infraestrutura, prestação de serviços e de geração de empregos.

A RIDE da Grande Teresina é composta por quinze municípios, sendo quatorze deles localizados no estado do Piauí (Altos, Beneditinos, Coivaras, Curralinhos, Demerval Lobão, José de Freitas, Lagoa Alegre, Lagoa do Piauí, Miguel Leão, Monsenhor Gil, Nazária, Pau D'arco do Piauí, Teresina, União) e um município localizado no estado do Maranhão (Timon).

Figura 1. Localização da RIDE da Grande Teresina.



Fonte: Elaboração própria.

Segundo a hierarquia urbana brasileira (IBGE, 2020), a RIDE da Grande Teresina possui dois municípios classificadas como Capital Regional (Teresina, Timon), e treze municípios classificadas como Centro Local (Altos, Beneditinos, Coivaras, Curralinhos,

Demerval Lobão, José de Freitas, Lagoa Alegre, Lagoa do Piauí, Miguel Leão, Monsenhor Gil, Nazária, Pau D'arco do Piauí, União).

Tabela 1. Aspectos demográficos e socioeconômicos da RIDE da Grande Teresina.

Município	População	PIB (R\$)	PIB per capita (R\$)	IDHM
Altos	40.681	455.637,38	11.243,64	0.614
Beneditinos	10.479	82.503,77	7.882,27	0.557
Coivaras	4.044	33.894,68	8.431,51	0.565
Currallinhos	4.475	31.609,07	7.114,35	0.555
Demerval Lobão	13.862	188.867,35	13.669,20	0.618
Jose de Freitas	39.457	370.021,60	9.437,40	0.618
Lagoa Alegre	8.610	67.078,22	7.852,75	0.550
Lagoa do Piauí	4.086	54.514,48	13.414,00	0.583
Miguel Leão	1.239	16.910,83	13.572,10	0.623
Monsenhor Gil	10.563	92.216,70	8.729,34	0.615
Nazária	8.632	84.336,66	9.840,92	0.602
Pau D`arco do Piauí	4.084	29.490,75	7.290,67	0.514
Teresina	871.126	22.017.655,09	25.458,50	0.751
Timon	171.317	1.899.056,83	11.229,91	0.649
União	44.649	399.299,82	8.976,06	0.577

Fonte: elaboração própria com base nos seguintes dados do IBGE Cidades: População estimada (2021), PIB (2019), PIB per capita (2019), IDHM (2010).

A maior parte da população da RIDE da Grande Teresina está concentrada nos municípios de Teresina e Timon, únicas cidades da RIDE que se encontram conurbadas. Teresina e Timon possuem uma população de 1.042,443 habitantes, o que representa um total de 84% de toda a população da RIDE da Grande Teresina. Assim como a população, O PIB da RIDE da Grande Teresina se concentram em Teresina e Timon. Juntos, o PIB de Teresina e Timon somam um total de R\$ 23.916.711,92, o que representa 94% do PIB total da RIDE da Grande Teresina.

Em relação ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), sete municípios (Beneditinos, Coivaras, Currallinhos, Lagoa Alegre, Lagoa do Piauí, Pau D`arco do Piauí, União) da RIDE da Grande Teresina possuem IDHM considerado baixo. Os municípios de Altos, Demerval Lobão, José de Freitas, Miguel Leão, Monsenhor Gil, Nazária e Timon possuem um IDH considerado médio. Teresina, é único município que compõem a RIDE da Grande Teresina que possui o IDHM considerado alto (0.751).

3 Materiais e Métodos

Trata-se de uma pesquisa descritiva e explicativa de cunho qualitativa e quantitativa, e em relação aos procedimentos técnicos a proposta é de uma pesquisa bibliográfica. As pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das

ANÁLISE LOCACIONAL DOS SETORES PRODUTIVOS NA RIDE DA GRANDE TERESINA

características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis (GIL, 2010; LIMA, PEREIRA, 2018).

Para a identificação da especialização produtiva dos municípios integrantes da RIDE da Grande Teresina fez-se uso da metodologia do Quociente Locacional (QL), utilizado na ciência regional (HILDEBRAND, MACE, 1950; ISARD, 1960; NORTH, 1977), como uma medida de especialização de uma determinada atividade em comparação com uma área de referência. O quociente Locacional é uma das medidas de especialização mais utilizada em estudos exploratórios regionais, permitindo compreender os padrões de especialização de uma determinada região (HADDAD, 1989; DINIZ, CROCCO, 2006; LIMA, ESPERIDIÃO, 2014; MATTEI, MATTEI, 2017).

O quociente Locacional (QL) aponta os setores mais especializados de uma região, em comparação com uma macrorregião de referência. Quanto maior o QL, maior será a especialização da região no referido ramo, em relação à região de referência. Para o cálculo do Quociente Locacional dos estabelecimentos, se utilizará a seguinte fórmula:

$$QL = \frac{E_{ij} / \sum_j E_{ij}}{\sum_i E_{ij} / \sum_i \sum_j E_{ij}}$$

Onde:

E_{ij} = emprego do setor “i” da região “j”;

$\sum_i E_{ij}$ = emprego em todos os setores da região “j”;

$\sum_j E_{ij}$ = emprego do setor “i” em todas as regiões;

$\sum_i \sum_j E_{ij}$ = emprego de todos os setores de todas as regiões.

Para a qualificação do Quociente Locacional em relação à especialização produtiva da região, será tomado como base o estudo de Haddad (1977), que afirma que quando o valor do quociente for maior do que 1, significa que a região é relativamente mais importante, no contexto regional, em termos do setor, do que em termos gerais de todos os setores. Dessa forma, utilizou-se os seguintes parâmetros:

$QL \geq 1$ / Localização significativa

$0,50 \leq QL \leq 0,99$ / Localização média

$QL \leq 0,49$ / Localização fraca

Embora o QL seja uma medida de especialização produtiva bastante utilizada, ele também possui suas limitações. Segundo Crocco et al (2006), o QL é um indicador bastante apropriado para regiões de porte médio, sendo que para regiões pequenas, com emprego (ou estabelecimentos) diminuto e estrutura produtiva pouco diversificada, o quociente tende a sobrevalorizar o peso de um determinado setor para a região. Destaca-se ainda que o QL também tende a subvalorizar a importância de certos setores em regiões com uma estrutura produtiva bem diversificada.

Para mitigar as distorções que eventualmente o QL possa gerar, Crocco et al (2006) propõe a utilização de um segundo indicador que procura captar o real significado do peso da atividade na estrutura produtiva local. Tal índice foi denominado de Índice de Concentração de Hirschman-Herfindahl (IHH). Segundo Lima e Alves (2008), O IHH permite comparar o “peso” de um setor *i* em uma microrregião *j* no setor *i* do Estado em estudo em relação ao “peso” da estrutura produtiva da microrregião *j* na estrutura do estado como um todo. Dessa forma, quando o IHH apresentar um valor positivo, indica que o setor *i* da microrregião *j* está mais concentrado e, exercendo um maior poder de atração dada sua especialização. Para o cálculo do IHH, se utiliza a seguinte fórmula:

$$IHH_{ij} = \left[\left(\frac{E_{ij}}{\sum_j E_{ij}} \right) - \left(\frac{\sum_i E_{ij}}{\sum_i \sum_j E_{ij}} \right) \right]$$

Onde:

IHH > 0 = poder de atração significativo

IHH < 0 = poder de atração não significativo

As atividades econômicas utilizadas foram listadas de acordo com os Grandes Setores (Indústria, Construção Civil, Comércio, Serviços, Agropecuária) utilizados na classificação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e os dados estatísticos necessários para elaboração do QL e do IHH foram buscados junto ao banco de dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) referentes ao ano de 2020. Para a elaboração dos mapas foi utilizado o software QGIS 3.10.7, e os dados cartográficos foram buscados junto ao IBGE (2021).

4 Setores produtivos na RIDE da Grande Teresina

ANÁLISE LOCACIONAL DOS SETORES PRODUTIVOS NA RIDE DA GRANDE TERESINA

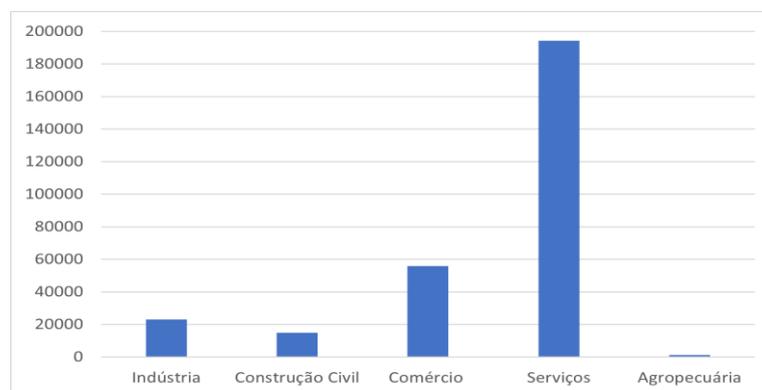
As atividades produtivas não se distribuem de maneira igual pelas regiões, mas ocorrem de maneira mais concentradas em áreas que oferecem mais vantagens. Segundo Santos (2001), cada região deve ser considerada como um tecido, onde as condições locais de infraestrutura, recursos humanos, fiscalidade, organização sindical, força reivindicatória afastam ou atraem as atividades econômicas em dado momento.

Para Harvey (2013), o capitalismo não se desenvolve sobre uma superfície plana dotada das mesmas vantagens em todas as direções, mas as concentrações de atividade fixas em um lugar contrastam com um desenvolvimento relativamente flexível e disperso em outro, sendo que tudo isso resulta no desenvolvimento geográfico desigual do capitalismo.

A compreensão da distribuição espacial das atividades produtivas em uma determinada região é um dos fatores essenciais para a elaboração de políticas de desenvolvimento regional que proporcionem a diminuição das disparidades socioeconômicas em um determinado território. O entendimento da organização produtiva regional passou a ser importante na implementação de políticas de desenvolvimento regional (CROCCO, et al., 2006).

A análise locacional, baseada na distribuição geográfica e setorial das atividades produtivas, em geral, utiliza como principal variável os vínculos empregatícios na região estudada, em virtude desta variável representar um bom indicador para avaliar o potencial de desenvolvimento dos setores econômicos em uma determinada região. Destaca-se, entretanto, que a base de dados da RAIS, utilizada para o cálculo do QL, se relaciona ao emprego formal, não captando eventuais movimentos que estejam ocorrendo no interior da chamada economia informal (CARNEIRO, 2014).

Figura 2. Vínculos empregatícios por setor na RIDE da Grande Teresina.



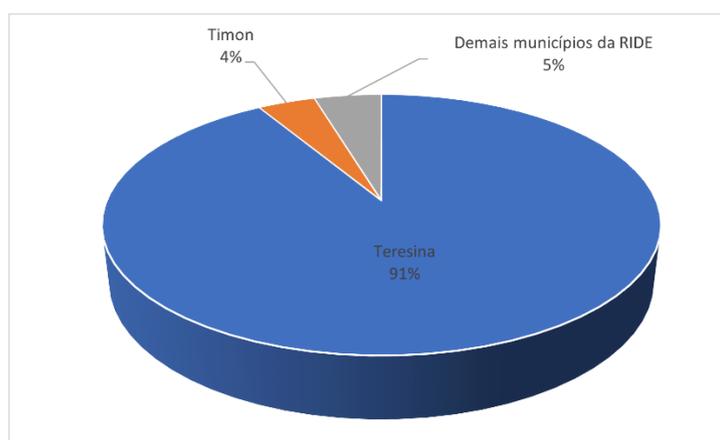
Fonte: elaboração própria com base nos dados da RAIS.

De acordo com a figura 2, percebe-se que os vínculos empregatícios no setor de serviços se sobressaem na RIDE da Grande Teresina. O setor de serviços representa 67% de todos os vínculos empregatícios na RIDE da Grande Teresina. A elevada participação dos vínculos empregatícios na área de serviços na RIDE se deve à grande participação de Teresina no setor. Teresina concentra 94% de todos os vínculos empregatícios relacionados aos serviços na RIDE da Grande Teresina. No setor de serviços, ressalta-se a importância dos serviços de saúde prestado principalmente por Teresina.

Nos últimos anos, Teresina tem se consolidado como polo de saúde de referência no Nordeste. Segundo o IBGE (2020), o Arranjo Populacional de Teresina foi a segunda centralidade do Brasil em relação aos deslocamentos para serviços de saúde de baixa e média complexidade. Além de Teresina, os municípios de Timon e de José de Freitas, também apresentam um razoável número de vínculos empregatícios na RIDE da Grande Teresina.

Destaca-se ainda o setor de comércio, que representa um total de 19% de todos os vínculos empregatícios na RIDE da Grande Teresina. Assim como no setor de serviços, Teresina se destaca por possuir um total de 88% de todos os vínculos empregatícios do comércio na RIDE da Grande Teresina. O segundo município da RIDE da Grande Teresina com o maior número de vínculos empregatícios no setor do comércio é Timon, com uma participação de 8%. O setor com menor participação em relação aos vínculos empregatícios na RIDE da Grande Teresina é a agropecuária, que contribui com apenas 1%.

Figura 3. Vínculos empregatícios por municípios na RIDE da Grande Teresina.



Fonte: elaboração própria com base nos dados da RAIS.

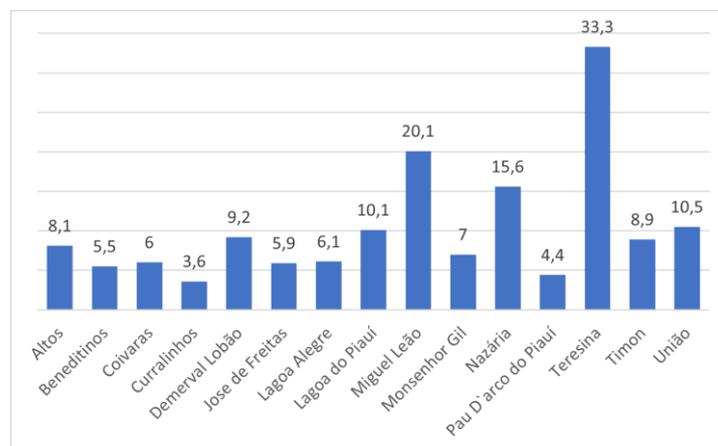
Como observado na figura 3, Teresina concentra a maior parte dos vínculos empregatícios na RIDE da Grande Teresina, superando os 90%. O município de Timon

ANÁLISE LOCACIONAL DOS SETORES PRODUTIVOS NA RIDE DA GRANDE TERESINA

possui uma participação de 4%, sendo que somado os demais 13 municípios que compõem a RIDE da Grande Teresina, possuem uma participação de apenas 5% em relação aos vínculos empregatícios. A grande participação dos municípios de Teresina e Timon, que juntos concentram 95% de todos os vínculos empregatícios na RIDE da Grande Teresina, se relaciona principalmente ao total da população destes municípios, pois ao mesmo tempo, são os dois municípios mais populosos da RIDE, concentrando 84% da população.

Diferente da metodologia utilizada pela RAIS, onde são disponibilizados os dados de pessoas com empregos formais em um determinado ano de referência, segundo a metodologia utilizada pelo IBGE, uma pessoa é considerada ocupada, quando ela exerce atividade profissional, seja formal ou informal, remunerada ou não. Pessoal ocupado, são aquelas pessoas que, num determinado período de referência, trabalharam, mesmo que não possuam vínculo empregatício formal. Neste sentido, os dados apresentados pelo IBGE em relação à população ocupada possuem a vantagem de apresentar o percentual da população que exercem atividades, sejam elas formais ou informais.

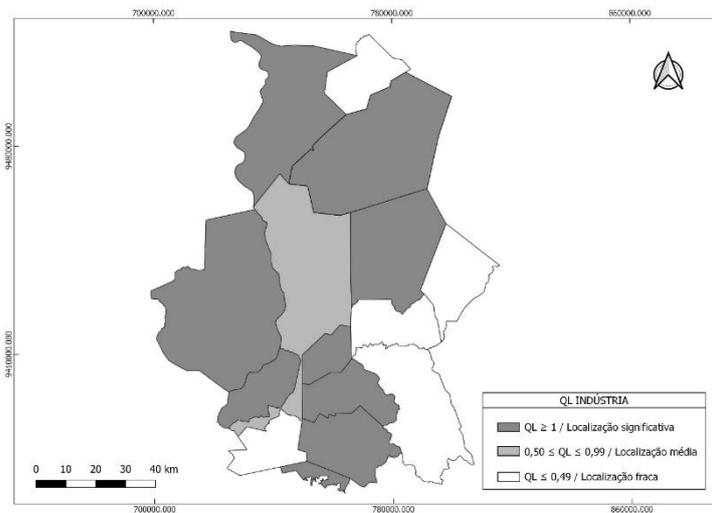
Figura 4. População ocupada (%) na RIDE da Grande Teresina (2020).



Fonte: elaboração própria com base nos seguintes dados do IBGE Cidades.

Em relação à população ocupada nos municípios da RIDE da Grande Teresina, conforme mostrado na Figura 4, apenas Teresina (33,3%), Miguel Leão (20,15), Nazária (15,6%) e União (10,5%), possuem uma população ocupada que supera os 10%. As menores taxas de população ocupada na RIDE da Grande Teresina, com população ocupada inferior a 6%, se concentram nos municípios de José de Freitas (5,9%), Pau D'arco do Piauí (4,4%) e Curralinhos (3,6%).

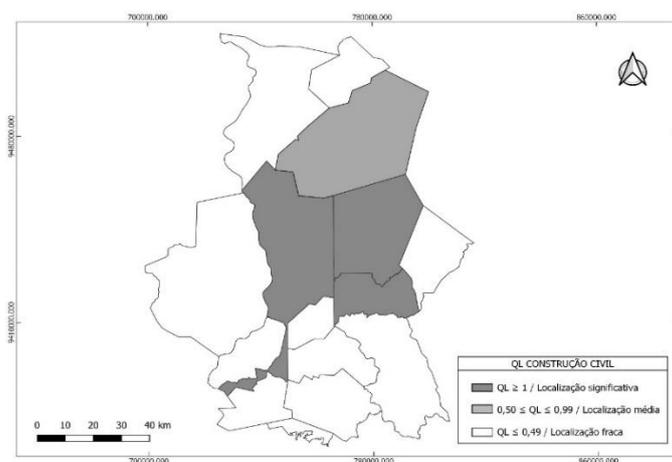
Figura 5. QL da indústria dos municípios da RIDE da Grande Teresina.



Fonte: elaboração própria.

Conforme apresentado pela Figura 5, a indústria apresentou uma localização significativa em nove municípios da RIDE da Grande Teresina (Altos, Demerval Lobão, José de Freitas, Lagoa do Piauí, Miguel Leão, Monsenhor Gil, Nazária, Timon, União). Teresina foi o único município que apresentou uma localização média, e a localização se mostrou fraca em cinco municípios. Coivaras, Curralinhos, Lagoa Alegre e Pau D'arco do Piauí apresentaram os menores QL (0,0), e Beneditinos apresentou um QL de 0,1. Em relação à especialização da indústria na RIDE da Grande Teresina, 60% dos municípios apresentaram uma localização significativa, 6,7% apresentaram uma localização média, e 33,3% dos municípios apresentaram uma localização fraca.

Figura 6. QL da construção civil dos municípios da RIDE da Grande Teresina.

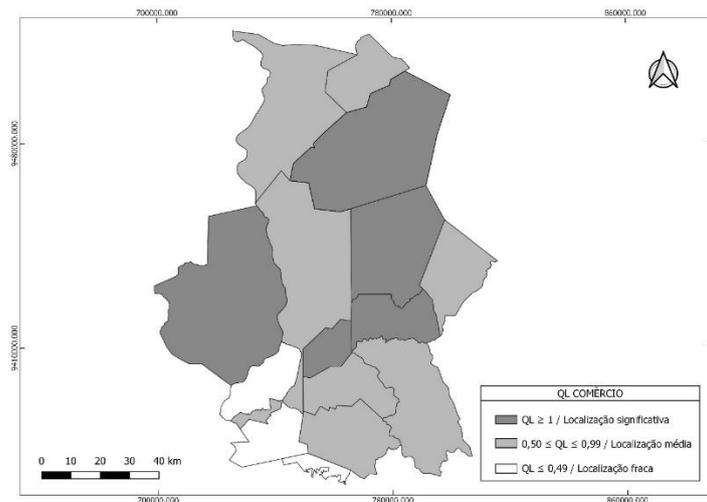


Fonte: elaboração própria.

ANÁLISE LOCACIONAL DOS SETORES PRODUTIVOS NA RIDE DA GRANDE TERESINA

Em relação à construção civil, apenas os municípios de Altos, Pau D'arco do Piauí e Teresina apresentaram uma localização significativa na RIDE da Grande Teresina, enquanto José de Freitas foi o único município que apresentou localização média, conforme mostrado na Figura 6. Sete municípios apresentaram QL igual a 0,0 (Beneditinos, Coivaras, Currálinhos, Lagoa Alegre, Lagoa do Piauí, Miguel Leão, Nazária). Dessa forma, 20% dos municípios apresentaram uma localização significativa, 6,7% apresentaram uma localização média, e 73,3% dos municípios apresentaram uma localização fraca.

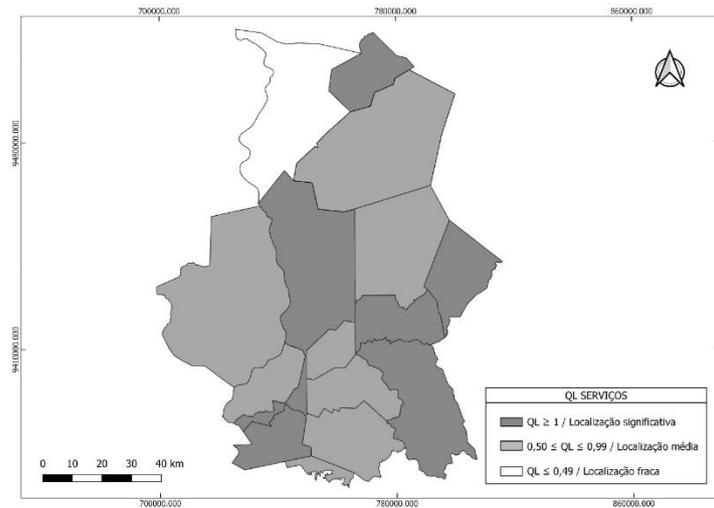
Figura 7. QL do comércio dos municípios da RIDE da Grande Teresina.



Fonte: elaboração própria.

Conforma apresentado na Figura 7, na RIDE da Grande Teresina, o setor de comércio apresentou uma localização significativa nos municípios de Altos, Demerval Lobão, José de Freitas, Pau D'arco do Piauí e Timon. Sete municípios apresentaram uma localização média (Beneditinos, Coivaras, Lagoa Alegre, Lagoa do Piauí, Mosenhor Gil, Teresina, União) e apenas três municípios da RIDE apresentaram uma localização fraca (Currálinhos, Miguel Leão, Nazária). Em termos percentuais, um total de 33,3% dos municípios da RIDE da Grande Teresina apresentaram uma localização significativa, 46,6% dos municípios apresentaram uma localização média, e 20,1% dos municípios apresentaram uma localização fraca.

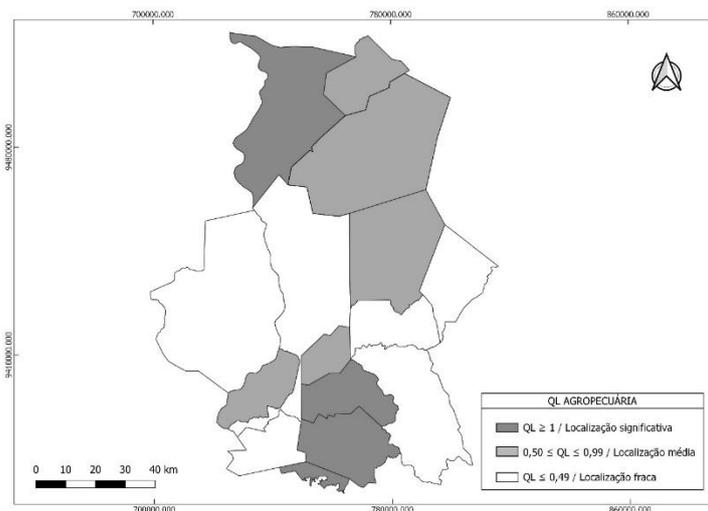
Figura 8. QL dos serviços dos municípios da RIDE da Grande Teresina.



Fonte: elaboração própria.

A figura 8 mostra que na RIDE da Grande Teresina, o setor de serviços apresentou uma fraca localização apenas no município de União. Beneditinos, Coivaras, Curralinhos, Lagoa Alegre, Pau D'arco do Piauí e Teresina forram os municípios da RIDE que apresentaram uma localização significativa. A maior parte dos municípios da RIDE (Altos, Demerval Lobão, José de Freitas, Lagoa do Piauí, Miguel Leão, Monsenhor Gil, Nazária, Timon) apresentaram uma fraca localização. Um total de 40% dos municípios da RIDE da Grande Teresina apresentaram uma localização significativa em relação ao setor de serviços, 53,3% apresentaram uma localização média, e 6,7% dos municípios da RIDE apresentaram uma fraca localização.

Figura 9. QL da agropecuária dos municípios da RIDE da Grande Teresina.



Fonte: elaboração própria

Conforme apresentado na Figura 9, o setor da agropecuária apresentou uma localização significativa em apenas quatro municípios da RIDE da Grande Teresina (Lagoa

ANÁLISE LOCACIONAL DOS SETORES PRODUTIVOS NA RIDE DA GRANDE TERESINA

do Piauí, Miguel Leão, Monsenhor Gil, União). Altos, Demerval Lobão, José de Freitas, Lagoa Alegre e Nazária, apresentaram uma localização média, enquanto a localização foi fraca nos municípios de Beneditinos, Coivaras, Currálinhos, Pau d'arco do Piauí, Teresina e Timon. Em relação ao setor da agropecuária, um total de 26,6% dos municípios da RIDE da Grande Teresina apresentaram uma localização significativa, 33,3% apresentaram uma localização média, e 40,1% dos municípios apresentaram uma fraca localização.

A Tabela 2, mostra apenas os municípios da RIDE da Grande Teresina que apresentaram uma localização significativa dos setores econômicas analisadas ($QL \geq 1$), e consequentemente tais atividades possuem um poder de atração significativo ($IHH > 0$). Como já destacado, o IHH é utilizado para corrigir possíveis distorções apresentada pelo QL. Enquanto o QL aponta para a especialidade produtiva do município, o IHH mostra o poder de atração da atividade no município, corrigindo possíveis superestimação ou subestimação da espacialização produtiva apresentada pelo QL no município.

Tabela 2. QL e IHH dos municípios na RIDE da Grande Teresina.

Indústria		
Município	QL	IHH
Altos	1,433392	0,002427
Demerval Lobão	3,930703	0,005794
Jose de Freitas	1,778958	0,001540
Lagoa do Piauí	5,294956	0,003917
Miguel Leão	2,751655	0,000529
Monsenhor Gil	1,001252	0,000002
Nazária	4,068902	0,008418
Timon	2,203019	0,031714
União	7,231124	0,062143
Construção Civil		
Município	QL	IHH
Altos	1,149821	0,000839
Pau D'arco do Piauí	1,920000	0,000023
Teresina	1,160959	0,097425
Comércio		
Município	QL	IHH
Altos	1,410357	0,002298
Demerval Lobão	1,040465	0,000080
Jose de Freitas	1,290034	0,001333
Pau D'arco do Piauí	3,960000	0,000070
Timon	1,748122	0,019722
Serviços		
Município	QL	IHH
Beneditinos	1,284592	0,000290
Coivaras	1,356979	0,000156
Currálinhos	1,417508	0,000124

Lagoa Alegre	1,291750	0,000290
Pau D'arco do Piauí	20,20000	0,000480
Teresina	1,055805	0,033778
Agropecuária		
Município	QL	IHH
Lagoa do Piauí	4,247807	0,002962
Miguel Leão	4,986754	0,001204
Monsenhor Gil	3,570178	0,007050
União	1,046726	0,000466

Fonte: elaboração própria com base nos dados da RAIS.

Em relação ao setor da indústria, 60% dos municípios da RIDE da Grande Teresina apresentaram uma localização significativa. Os maiores QL foram dos municípios de União (7,2), Lagoa do Piauí (5,2) e Nazária (4,0), municípios estes que apresentaram um baixo poder de atração em relação à indústria. Levando em consideração o poder de atração do setor econômico, sobressaem-se os municípios de União, com um IHH de 0,06 e o município de Timon, que apresentou um IHH de 0,03.

A construção civil foi a setor produtivo com o menor número de municípios que apresentaram uma localização significativa, apenas 3 municípios, representando um total de 20% de todos os municípios da RIDE da Grande Teresina. Embora o maior QL tenha sido o do município de Pau D'arco do Piauí (1,9), o município de Teresina apresentou o maior poder de atração da atividade, com um IHH de 0,09.

Um total de 5 municípios apresentaram uma localização significativa em relação ao setor de comércio, o que representa 33,3% do total de municípios RIDE da Grande Teresina. Os maiores QL se verificaram nos municípios de Pau D'arco do Piauí (3,9), Timon (1,7), Altos (1,4). Embora o município de Pau D'arco do Piauí tenha apresentado o maior QL, foi o município com o menor poder de atração do setor de comércio, apresentando o menor IHH (0,000070) entre os municípios. O maior poder de atração do setor de comércio foi do município de Timon, com um IHH de 0,01.

O setor de serviços foi o segundo setor com o maior número de municípios apresentando uma localização significativa. Seis municípios apresentaram um QL acima de 1,0, o que representa um total de 40% de todos os municípios que compõem a RIDE da Grande Teresina. Os maiores QL foram dos municípios de Pau D'arco do Piauí (20,2), Currálinhos (1,4) e Coivaras (1,3). Embora o município de Teresina tenha apresentado o menor QL (1,0) entre os municípios, Teresina apresentou o maior poder de atração para o setor de serviços, com um IHH de 0,03.

A agropecuária apresentou uma localização significativa em 4 municípios da RIDE da Grande Teresina, ou seja, em 26,6% de todos os municípios. Dois municípios

ANÁLISE LOCACIONAL DOS SETORES PRODUTIVOS NA RIDE DA GRANDE TERESINA

apresentaram um QL superior a 4 (Miguel Leão e Lagoa do Piauí). O maior poder de atração da atividade ocorreu no município de Monsenhor Gil, com um IHH de 0,007.

5 Considerações finais

A RIDE da Grande Teresina apresenta grandes disparidades socioeconômicas, através da concentração das atividades econômicas em poucos municípios. O município de Teresina se sobressai na região, por concentrar a maior parte da população (84%), do PIB (86%), dos vínculos empregatícios (91%). Destaca-se ainda que o município de Teresina possui o maior PIB per capita, maior IDHM, maior quantidade de vínculos empregatícios em todos os setores econômicos (Indústria, Construção Civil, Comércio, Serviços, Agropecuária), e o maior percentual de população ocupa de toda a RIDE da Grande Teresina.

A análise da especialização produtiva da RIDE da Grande Teresina através da utilização do QL e do IHH, realizada por este estudo, demonstrou que a maioria dos municípios da RIDE (60%) apresentaram localização significativa no setor da indústria, seguida pelo setor de serviços (40%), comércio (33,3%) e agropecuária (26%). A construção civil, foi o setor produtivo que apresentou a menor quantidade de municípios com localização significativa (20%).

Destaca-se que todos os municípios que apresentaram uma localização fraca ou média da atividade produtiva, ou seja, um QL abaixo de 1,0, também apresentaram um IHH negativo em relação à atividade produtiva, ou seja, um poder de atração não significativo. O IHH demonstrou que nem todos os municípios que apresentaram o maior QL, possuem o maior poder de atração no setor produtivo.

O município de União, apresentou o maior QL (7,2), em relação a indústria e o maior poder de atração do setor produtivo com um IHH de 0,06. Na construção civil, o município de Pau D'arco do Piauí apresentou o maior QL (1,9), sendo que o maior poder de atração do setor produtivo foi apresentado por Teresina, com um IHH de 0,09. o município de Pau D'arco do Piauí apresentou o maior QL no setor de comércio (3,9), sendo que o município de Timon apresentou o maior poder de atração do setor produtivo (IHH=0,01).

Pau D'arco do Piauí também apresentou o maior QL no setor de serviços (20,2), e Teresina apresentou o maior poder de atração do setor econômico apresentando um IHH de 0,03. Na agropecuária, o município de Curalinhos apresentou o maior QL (1,4), sendo que o maior poder de atração do setor foi apresentado pelo município de Monsenhor Gil, com um IHH de 0,007.

Dois municípios (Altos e Pau D'arco do Piauí) apresentaram localização significativa em três setores. Altos e José de Freitas foram os únicos municípios da RIDE da Grande Teresina que não apresentaram fraca localização em nenhum dos setores produtivos. Demerval Lobão e Teresina, apresentaram fraca localização em apenas um setor produtivo. Beditinos, Coivaras, Currálinhos e Lagoa Alegre, apresentaram localização significativa apenas no setor de serviços. Currálinhos foi o único município que apresentou uma localização fraca em quatro setores produtivos.

Referências

BRASIL. **Lei Complementar nº 112, de 19 de setembro de 2001**. Autoriza o Poder Executivo a criar a Região Integrada de Desenvolvimento da Grande Teresina e instituir o Programa Especial de Desenvolvimento da Grande Teresina e dá outras providências. Disponível:< https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LCP/Lcp112.htm>. Acesso: 8 jul. 2022.

CARNEIRO, L. R. Quociente Locacional (QL) de São Luís. **Textos para Discussão**, n. 1, p. 1-9, 2014.

CROCCO, M. A. et al. Metodologia de identificação de aglomerações produtivas locais. **Nova Economia**. v. 16, n. 2, p. 211-241, 2006.

DINIZ, C. C.; CROCCO, M. A. (org.). **Economia Regional e Urbana – contribuições teóricas recentes**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HADDAD, P. R. Medidas de localização e de especialização. *In*: HADDAD, P. R. et al. (org.). **Economia regional: teorias e métodos de análise**. Fortaleza: BNB; ETENE, 1989.

_____. Padrões regionais de crescimento do emprego industrial de 1950 a 1970. **Revista Brasileira de Geografia**. Ano 39, nº 1, p. 3-164, 1977.

HILDEBRAND, G. H.; MACE, A. *The employment multiplier in an expanding industrial market: Los Angeles County, 1940-47*. **The Review of Economics and Statistics**, p. 241-249, 1950.

HARVEY, D. **Os limites do capital**. São Paulo: Boitempo, 2013.

IBGE. **Regiões de influência das cidades: 2018**. Coordenação de Geografia. - Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

_____. **IBGE Cidades**. Disponível:<<https://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso: 03 set. 2022.

ISARD, W. **Methods of Regional Analysis**. Cambridge: MIT Press, 1960.

ANÁLISE LOCACIONAL DOS SETORES PRODUTIVOS NA RIDE DA GRANDE TERESINA

LIMA, J. F.; ALVES, L. R. Localização, concentração e vantagem competitiva dos ramos produtivos na geoeconomia paranaense. **Caderno de Geografia**, v. 18, n. 29, p. 98 - 124, 2008.

LIMA, J. K. M.; ESPERIDIÃO, F. Uma análise dos Quocientes Locacionais das regiões brasileiras nos anos 1991, 2000 e 2010. **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas**, n. 18, p. 175-196, 2014.

LIMA, P. G.; PEREIRA, M. C. (Org.). **Pesquisa científica em ciências humanas: uma introdução aos fundamentos e eixos procedimentais**. Uberlândia: Navegando Publicações, 2018.

MATTEI, T. F.; MATTEI, T. S. Métodos de Análise Regional: um estudo de localização e especialização para a Região Sul do Brasil. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, v.38, n.133, p.227-243, 2017.

NORTH, D. Teoria da localização e crescimento econômico regional. *In*: J. SCHWARTZMANN (org.) **Economia regional e urbana: textos escolhidos**. Belo Horizonte: UFMG, p. 333- 343, 1977.

SANTOS, M. Uma ordem Espacial: A Economia Política do Território. **GeoInova**, n. 3, p. 33-48, 2001.

Agradecimentos: Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Socioeconômico (PPGDSE) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA).



ANÁLISE DE SIMULAÇÃO E DELIMITAÇÃO DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO DO RIO POTI NA CIDADE DE TERESINA-PI

SIMULATION ANALYSIS AND DELIMITATION OF FLOOD SPOTS ON THE POTI RIVER IN THE CITY OF TERESINA-PI

Francisco das Chagas Paiva Silva¹, Amanda Bezerra Matias²

¹ Instituto Federal do Piauí: Teresina; fpaiva704@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2041-3331>

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí; amanda.matias@ifpi.edu.br; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0259-0908>

RESUMO: A inundação   considerada um dos perigos naturais mais comum e com grandes impactos, podendo resultar em graves perdas econômicas, ecológicas e sociais, que refletem diretamente nas comunidades ribeirinhas. A Cidade de Teresina, Capital do Estado do Pia , se destaca entre as cidades ribeirinhas do Brasil por ter sua área urbana localizada entre dois rios, o Parnaíba e o Poti. O que deve preocupar os gestores públicos quanto as eminentes inunda es ribeirinhas que podem ocorrer em decorrência de fortes eventos de precipita es que vem acontecendo nos últimos anos. Muitos dos impactos causados pelas inunda es em áreas costeiras, principalmente as mortes, poderiam ser evitadas com estratégias eficientes de resposta as emergências, planejamento prévio e sistemas de alertas. Diante disso, esta pesquisa tem por objetivo delimitar áreas de inunda es no trecho do Rio Poti, que está localizado na área urbana de Teresina, em Tempos de Recorrência (TR) de 2, 3, 5, 10, 20, 50 e 100 anos, a partir do modelo hidráulico HEC-RAS combinado com as ferramentas de SIG. Como resultados das simulados de vazão obtemos os seguintes valores: 1138,92 m³/s/TR 2; 1509,03 m³/s/TR 3; 1921,24 m³/s/TR 5; 2439,20 m³/s/TR 10; 2936,04 m³/s/TR 20; 3579,156 m³/s/TR 50; 4061,076 m³/s/TR 100. As simula es realizadas nesta pesquisa nos mostram que, apesar de algumas limita es, se apresentou satisfatório considerando os propósitos do estudo. De acordo com as simula es realizadas podemos concluir que, para podemos representar com maior riqueza de detalhes as áreas inundadas, s o necessárias mais observa es das cheias.

Palavras-chave: Geoprocessamento. HEC-RAS. Simula o de inunda es.

ABSTRACT: Flooding is considered one of the most common natural hazards and with great impacts, which can result in serious economic, ecological and social losses, which directly reflect on riverside communities. The City of Teresina, Capital of the State of Pia , stands out among the riverside cities in Brazil for having its urban area located between two rivers, Parnaíba and Poti. What should worry public managers about the imminent riverine floods that can occur as a result of heavy rainfall events that have been happening in recent years. Many of the impacts caused by floods in coastal areas, especially deaths, could be avoided with efficient emergency response strategies, advance planning and early warning systems. Therefore, this research aims to delimit flooding areas in the stretch of the Poti River, which is located in the urban area of Teresina, in Times of Recurrence (TR) of 2, 3, 5, 10, 20, 50 and 100 years, from the hydraulic model HEC-RAS combined with GIS tools. As a result of the flow simulations, we obtain the following values: 1138.92 m³/s/TR 2; 1509.03 m³/s/TR 3; 1921.24 m³/s/TR 5; 2439.20 m³/s/TR 10; 2936.04 m³/s/TR 20; 3579.156 m³/s/TR 50; 4061.076 m³/s/TR 100. The simulations carried out in this research show us that, despite some limitations, it was satisfactory considering the purposes of the study. According to the simulations carried out, we can conclude that, in order to represent the flooded areas in greater detail, more observations of the floods are necessary.

Keywords: Geoprocessing. HEC-RAS. Flood simulation.

ANÁLISE DE SIMULAÇÃO E DELIMITAÇÃO DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO DO RIO POTI NA CIDADE DE TERESINA-PI

1 Introdução

Globalmente tem se percebido constantes eventos climáticas, no qual os padrões e intensidade das chuvas têm apresentado alterações repentinas, que podem levar a ocorrência de desastres naturais (LEA; YEONSU; HYUNUK, 2019).

Os desastres relacionados ao clima estão se tornando cada vez mais frequentes, em grande parte, devido ao aumento do número de inundações e tempestades. As inundações sozinhas foram responsáveis por 47% de todos os desastres relacionados ao clima (DOUNGMANEE, PIAMCHAN, SIKHAO, 2019).

A inundações é considerada um dos perigos naturais mais comum e com grandes impactos, podendo resultar em graves perdas econômicas, ecológicas e sociais, que refletem diretamente nas comunidades ribeirinhas (DE LIMA *et al.*, 2020 e BERMÚDEZ *et al.*, 2021).

Segundo Margaretawahlstrom (2015) a fim de planejar a redução de riscos dos fenômenos naturais extremos, dois fatores críticos devem ser mantidos em mente: o crescimento populacional continuará a colocar mais e mais pessoas em perigo, enquanto a construção descontrolada em planícies de inundações e zonas costeiras propensas a tempestades aumentará as vulnerabilidades humanas. O custo dessa vulnerabilidade já é evidente pelo número crescente de mortos desde 1995, que aumentou em média, apesar de um declínio geral no número absoluto e relativo de pessoas afetadas por desastres relacionados ao clima (MARGARETAWAHLSTROM, 2015).

Reis *et al.*, (2017) destaca que as ocupações e o desenvolvimento ao longo de rios e corpos hídricos ocasionam diversos problemas econômicos e sociais, no qual, segundo o relatório de desastres naturais relacionados ao clima acontecidos entre 1995-2015, as cheias foram os eventos mais comuns, representando 43% do total de desastres naturais, afetando 2,3 bilhões de pessoas no mundo (DOUNGMANEE, PIAMCHAN, SIKHAO, 2019).

A Cidade de Teresina, Capital do Estado do Piauí, se destaca entre as cidades ribeirinhas do Brasil por ter sua área urbana localizada entre dois rios, o Parnaíba e o Poti. O que deve preocupar os gestores públicos quanto as eminentes inundações ribeirinhas que podem ocorrer em decorrência de fortes eventos de precipitações que vem acontecendo nos últimos anos (AVASHIA; GARG, 2020).

A Agência Nacional de Águas (ANA) menciona que no Brasil, em 2017, cerca de três milhões de pessoas foram afetadas por alagamentos, enxurradas e inundações. A ANA também cita que, para o período de 2015 a 2017, foram registradas 1.424 ocorrências desses fenômenos, sendo o Sul do país o mais afetado, com 57% desses eventos, enquanto as regiões Norte, Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste apresentaram 15%, 13%, 9% e 6%, respectivamente (ANA, 2018).

Em Teresina foi registrado em maio de 2009 uma vazão de 3.658m³/s e uma cota máxima de 14,52m no rio Poti, esta vazão é considerada a maior das últimas quatro décadas, superando, inclusive, a registrada em 1985 (3.210m³/s), em função das fortes chuvas caídas na nascente do Poti no estado do Ceará (SEMAR s/a). Informações da Defesa Civil confirmam que 14.397 famílias foram atingidas pelas inundações de 2009, das quais 4.000 ficaram desabrigadas e 10.000 desalojadas (MIRANDA; VALLADARES, 2019). De acordo com estudos feitos pela Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF), espera-se que o valor referente a essa vazão seja igualado ou superado apenas uma vez em um intervalo de 50 anos.

De Lima *et al.* (2020) afirmam que muitos dos impactos causados pelas inundações em áreas costeiras, principalmente as mortes, poderiam ser evitadas com estratégias eficientes de resposta as emergências, planejamento prévio e sistemas de alertas. Nesse sentido, são necessários traçar estratégias para gerenciamento de inundações, com planos de mitigação de riscos e prevenção de inundações (PSOMIADIS; DIAKAKIS; SOULIS, 2020a).

O mapeamento, monitoramento e avaliação dos impactos de eventos de inundações, utilizando os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) tem se mostrados como ferramenta eficiente para avaliar e delimitar as inundações em grandes áreas, sendo vitais para elaboração das estratégias de gerenciamento e prevenção destes eventos (PSOMIADIS; DIAKAKIS; SOULIS, 2020a).

Diante disso, esta pesquisa tem por objetivo delimitar áreas de inundações no trecho do Rio Poti, que está localizado na área urbana de Teresina, em tempos de recorrência de 2, 3, 5, 10, 20, 50 e 100 anos, a partir do modelo hidráulico HEC-RAS combinado com as ferramentas de SIG, de forma que seja possível verificar, por meio de simulações, uma previsão de inundações no decorrer dos anos.

2 Materiais e métodos

Para auxiliar no processo de compreensão e desenvolvimento das simulações e mapas das manchas de inundação foi utilizado um modelo hidráulico HEC-RAS 5.0.7, em interação com o SIG QGIS 3.16.10. Apresenta-se nesta seção uma breve descrição dos procedimentos metodológicos utilizados para simular as inundações pelos tempos de recorrências pretendidos.

2.1 Área de estudo

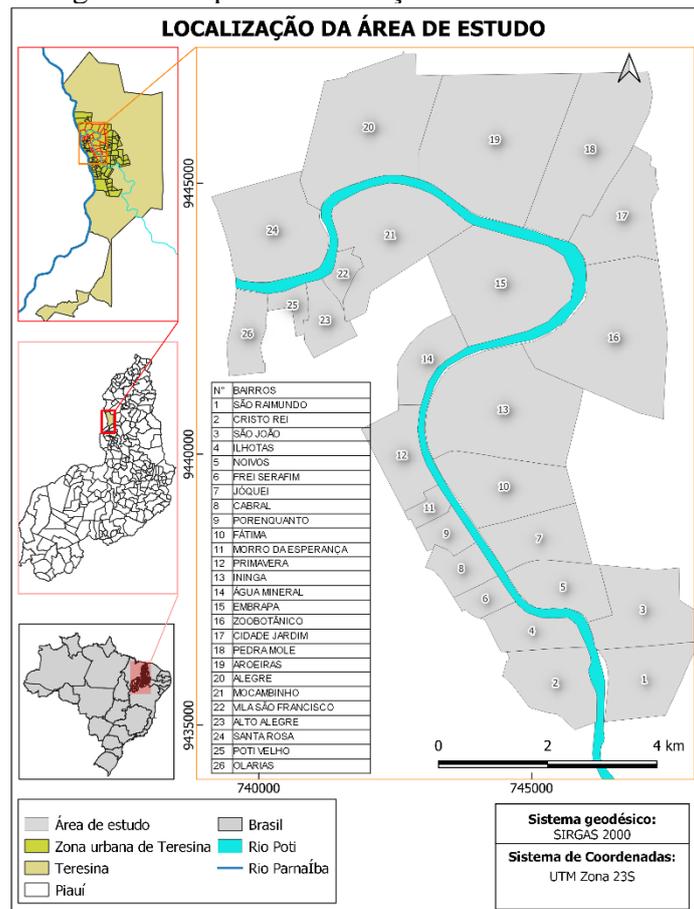
A cidade de Teresina, capital do Estado do Piauí, está localizada nas coordenadas geográficas 5°34'57" S, 43°00'32" O e 4°46'47" S, 42°35'39" O, na confluência de dois mananciais hídricos de grande importância regional, que são eles os Rios Poti e Parnaíba, que banham a cidade e evidenciam uma série de características físicas que devem condicionar o planejamento e a tomada de decisão para este espaço.

Segundo Lima (2011) o rio Poti apresenta uma extensão de 55,48 Km, estando 24,48 Km na área urbana de Teresina. Ao atravessar a cidade o Poti encontra-se no seu baixo curso, apresentando traçado fortemente meandrante até sua foz no Parnaíba, contornando os morros residuais sustentados por depósitos de "massará". Intermitente na maior parte do percurso, o rio apresenta cheias severas, mas de curta duração, dada a baixa capacidade reguladora de sua bacia hidrográfica.

O trecho selecionado para esta pesquisa compreende a área urbana do município, partindo do bairro Cristo Rei ao bairro Poti Velho (Figura 1). A escolha deste trecho é devido a presença do maior contingente populacional residente na área urbana e por estar diretamente ligado aos efeitos das inundações.

ANÁLISE DE SIMULAÇÃO E DELIMITAÇÃO DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO DO RIO POTI NA CIDADE DE TERESINA-PI

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: autores

2.2 Análise do modelo hidráulico

Nesta pesquisa buscou-se aplicar a modelagem hidráulica para simulação das inundações de diferentes TR no canal principal do rio Poti, utilizando o modelo unidimensional (1D) do programa HEC-RAS, desenvolvido pelo Corpo de Engenharia do Exército dos Estados Unidos.

Os modelos aplicados pelo *Hydrologic Engineering Center River Analysis System* (HEC-RAS) são os mais comumente utilizados em modelagem hidráulicas para gerenciamento de inundações (LEA; YEONSU; HYUNUK, 2019).

Os modelos 1D têm sido considerados eficazes na previsão da extensão da inundação, que foi o objetivo nesta aplicação onde a modelagem hidráulica, juntamente com as ferramentas de SIG, permitem prever os níveis das inundações para diferentes tempos de recorrências (PSOMIADIS; DIAKAKIS; SOULIS, 2020b).

Segundo Monte, et al (2016) para a realização de modelagem hidráulica é necessário informações de qualidade para uma adequada representatividade das áreas inundadas, tais como (I) dados ou estimativas de vazões a montante do trecho e (II) boa qualidade de dados topobatimétricos da região de estudo. Deficiências nos dados topobatimétricos podem promover problemas na representação das áreas inundadas pelo

modelo hidráulico devido à representação inadequada do fundo do canal do rio e da morfologia da região no entorno do curso d'água.

Como dados de entrada para o modelo foram utilizados os limites do canal “as margens do rio” e a geometria das seções transversais extraída por um Modelo Digital de Elevação (MDE) fornecido pela AGESPISA (Águas e Esgoto do Piauí SA), disponível no site do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), o modelo é datado de 2013, onde as curvas de nível são espaçadas de metro em metro, e foram obtidas por restituição aerofotogramétrica.

As seções transversais ao longo do rio foram espaçadas de 100 em 100 m. A interpolação dessas seções foi necessária devido a quantidade limitada de seções transversais. Foram utilizadas um total de 27 seções transversais.

Os valores de profundidade, o coeficiente de rugosidade de Manning (n), as séries históricas de vazão e projeção da vazão com base na série observada para os tempos de recorrência escolhidos também foram utilizados como dados de entrada e foram disponibilizados pelo relatório de manchas de inundação para as cidades de Teresina – PI e Timon – MA (SOUZA, 2018).

Para considerar o escoamento da calha do rio foi selecionado $n =$ como valor inicial 0.042 e para o escoamento da planície de inundação foi utilizado o valor de $n = 0.07$, para ambos os lados.

Outra informação importante para a simulação é a declividade do canal, essa declividade foi determinada com base no MDE, o valor identificado foi de 0.06494.

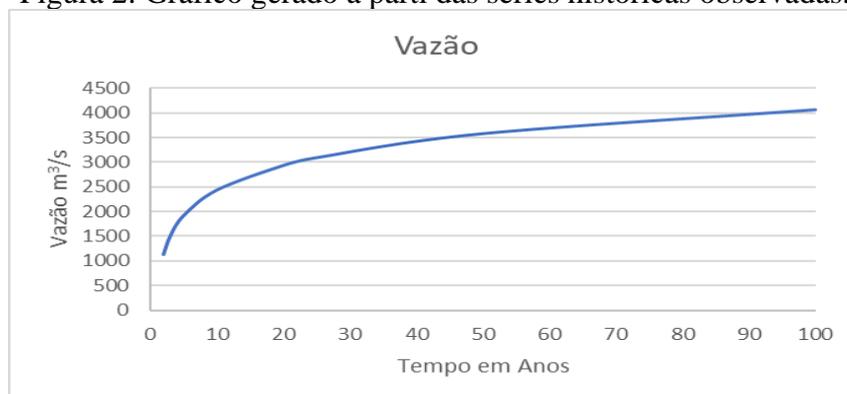
Apesar da falta de dados de vazão para eventos extremos, as projeções estatísticas nos permitem identificar, indiretamente, os valores aproximados para diferentes cenários. Após os cálculos e calibração do modelo, ele estimou a extensão e a profundidade das áreas inundáveis para os diferentes cenários. Para melhor interpretação dos dados foi realizado a exportação para o ambiente SIG, no qual foram gerados os mapas.

3 Análise dos resultados

3.1 Resultados estatísticos das projeções de vazão

Na figura 2, veremos o resultado das vazões projetadas com base nas series históricas disponibilizadas pela ANA (2018).

Figura 2: Gráfico gerado a parti das séries históricas observadas.



Fonte: baseado em ANA (2018).

ANÁLISE DE SIMULAÇÃO E DELIMITAÇÃO DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO DO RIO POTI NA CIDADE DE TERESINA-PI

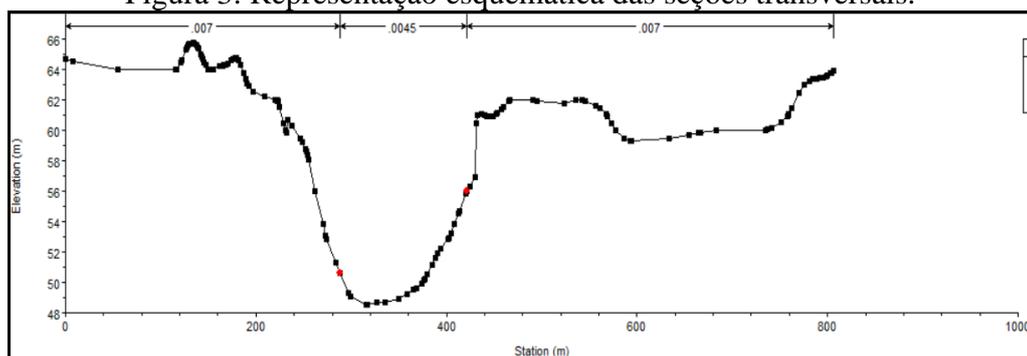
Como resultado das simulações de vazão, obtemos os seguintes dados: 1138,92 m³/s para TR 2; 1509,03 TR 3; 1921,24 m³/s TR 5; 2439,20 m³/s TR 10; 2936,04 m³/s TR 20; 3579,156 m³/s TR 50 e 4061,076 m³/s para TR 100. Nos primeiros 10 anos houve um aumento de aproximadamente 1500m³/s da vazão de pico, no entanto, notamos que, mesmo que haja uma tendência de aumento, com o passar dos anos esse aumento fica menos acentuado.

3.2 Batimetria

As seções transversais e os perfis longitudinais, compõem os dados iniciais de entrada no modelo, caracterizando a geometria do canal e seu traçado, para representar de maneira mais fidedigna a realidade que foi modelada.

Os dados topobatimétricos foram baseados em na metodologia aplicado por Souza (2018). Na Figura 3, temos o exemplo da seção transversal plotado pelo HEC-RAS a partir dos dados inseridos e os valores do coeficiente de *manning* para cada margem do rio e canal principal. As seções transversais necessitam de dimensões como: profundidade, largura do leito e extensão das margens. Dados estes geralmente obtidos com a topobatimetria.

Figura 3: Representação esquemática das seções transversais.



Na

Resultados do Modelo Hidráulico e identificação das áreas mais vulneráveis

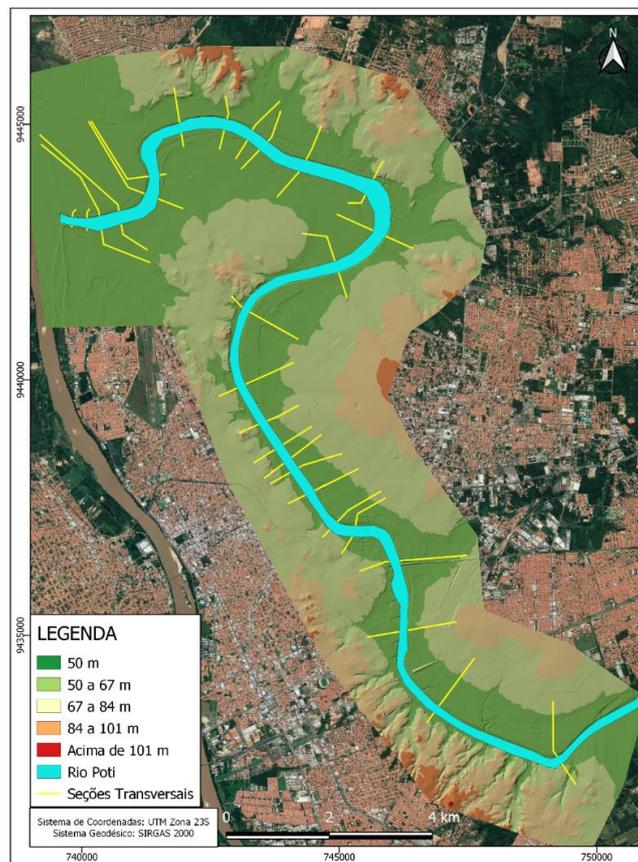
A partir das simulações para os diferentes cenários de vazão no modelo hidráulico, foi identificado as manchas de inundação para os TR escolhidos. Os mapas das manchas de inundação estão ilustrados na Figura 5.

Figura 4 temos o mapa com as 27 seções usadas na pesquisa e o modelo digital de elevação usado para a interpolação dos dados da superfície.

3.3 Resultados do Modelo Hidráulico e identificação das áreas mais vulneráveis

A partir das simulações para os diferentes cenários de vazão no modelo hidráulico, foi identificado as manchas de inundação para os TR escolhidos. Os mapas das manchas de inundação estão ilustrados na Figura 5.

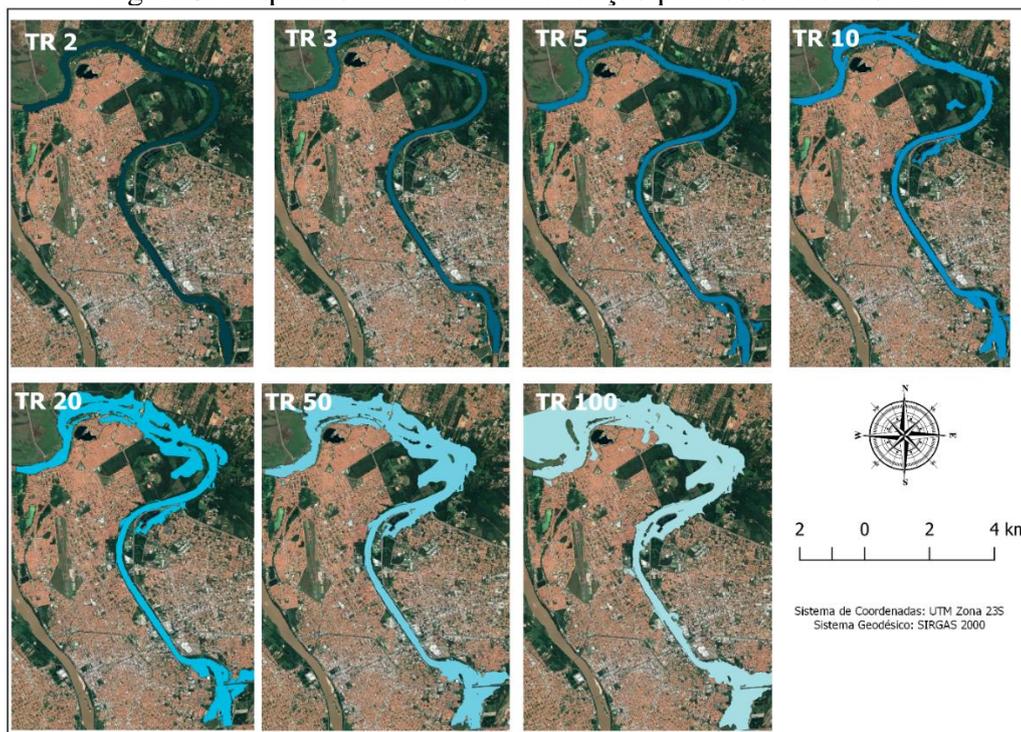
Figura 4: Mapa com as seções e delimitação do rio Poti.



Fonte: autores.

ANÁLISE DE SIMULAÇÃO E DELIMITAÇÃO DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO DO RIO POTI NA CIDADE DE TERESINA-PI

Figura 5: Mapa das manchas de inundação para os diferentes TR.



Fonte: autores.

Como resultados das simulações de vazão obtivemos os seguintes valores: 1138,92 m³/s/TR 2; 1509,03 m³/s/TR 3; 1921,24 m³/s/TR 5; 2439,20 m³/s/TR 10; 2936,04 m³/s/TR 20; 3579,156 m³/s/TR 50; 4061,076 m³/s/TR 100.

As extensões de inundação simuladas estão de acordo com a topografia local, no entanto, as manchas de inundações na região norte do mapa, que corresponde ao encontro dos rios Poti e Parnaíba, mostram uma certa defasagem. Essa defasagem está relacionada a limitação dos dados levantados naquela área.

Em termos de área máxima de inundação, as manchas apresentam um valor de 143,89 km² para a vazão de 4061,076 m³/s, TR de 100 anos.

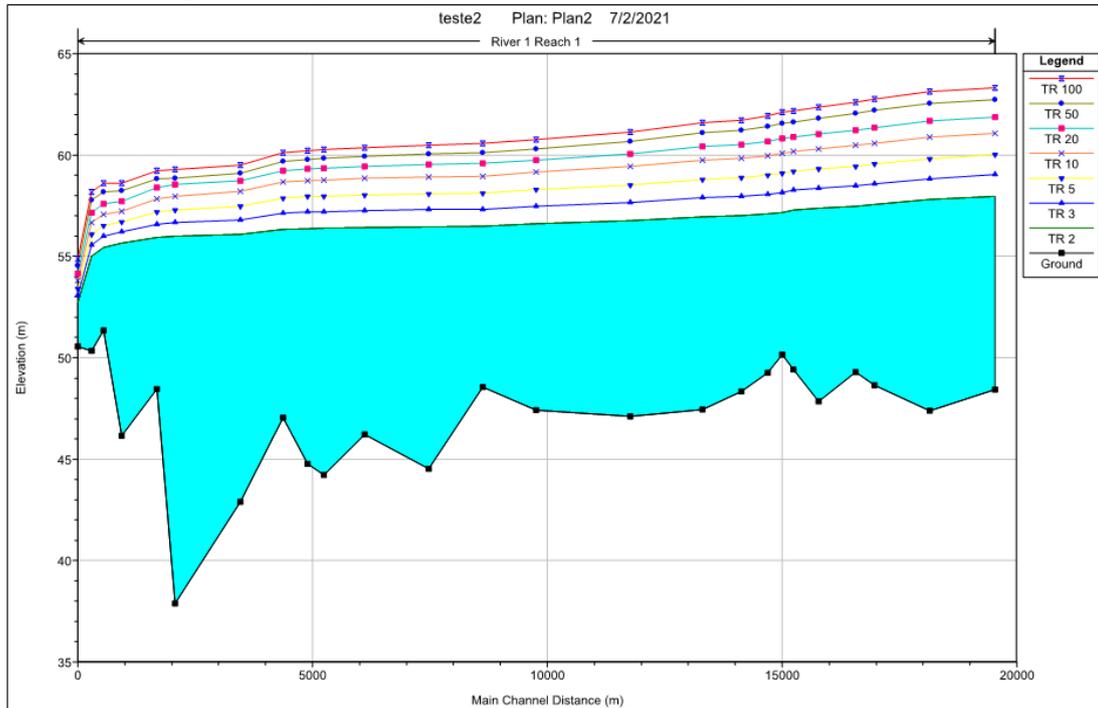
Com a elaboração das simulações podemos estimar que, para os TR de 10, 20, 50 e 100 anos poderá ocasionar riscos para os moradores dos bairros São João, Cristo Rei, Ilhotas e Mocambinho e Vila São Francisco.

Embora tenhamos resultados satisfatórios com as simulações de inundação para a área de interesse deste estudo, os cenários de 50 e 100 anos de recorrência podem sofrer maiores variações devido aos valores históricos da base de dados serem limitados a 28 anos de análise das vazões.

3.3.1 Cotas inundadas

As cotas de inundação correspondem à máxima para cada TR. Na Figura 6, veremos a representação gerada no HEC-RAS, do perfil longitudinal demonstrando a linha d'água em função dos sete tempo de recorrência (TR-anos).

Figura 6: Representação das cotas de inundação para cada TR.



Fonte: autores.

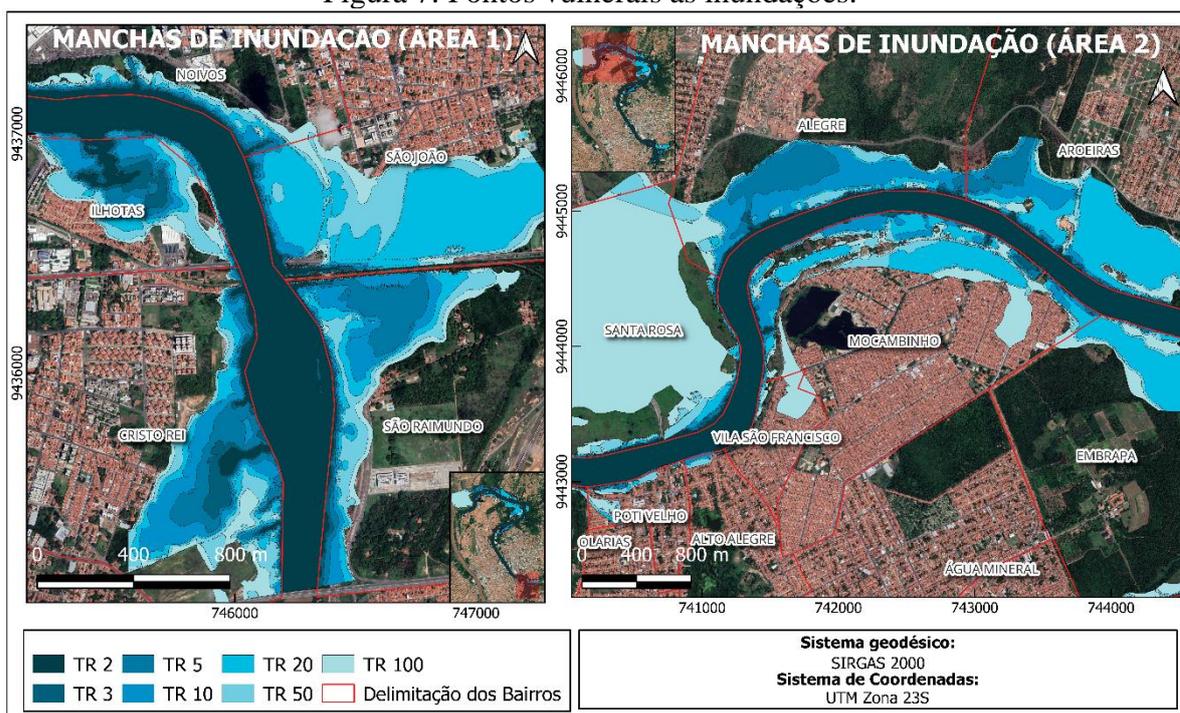
Cada ponto no fundo do canal representa uma seção transversal, a área em azul representa a calha molhada inicial, em seguida as linhas representando cada TR. O gráfico nos mostra que os valores de cotas maiores foram na entrada do modelo, ou seja, na primeira seção transversal, e foi reduzindo de acordo com a prolongação do canal, isso ocorre por causa das condições do canal, como por exemplo a sua rugosidade e sua característica meandrante, o que contribui para diferenças de cotas de profundidade do canal.

3.3.2 Áreas vulneráveis

Em se tratando dos pontos mais vulneráveis, foi possível identificar dois trechos de transbordamento mais críticos, esses trechos estão destacados nas Figura 7.

ANÁLISE DE SIMULAÇÃO E DELIMITAÇÃO DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO DO RIO POTI NA CIDADE DE TERESINA-PI

Figura 7: Pontos vulneráveis as inundações.

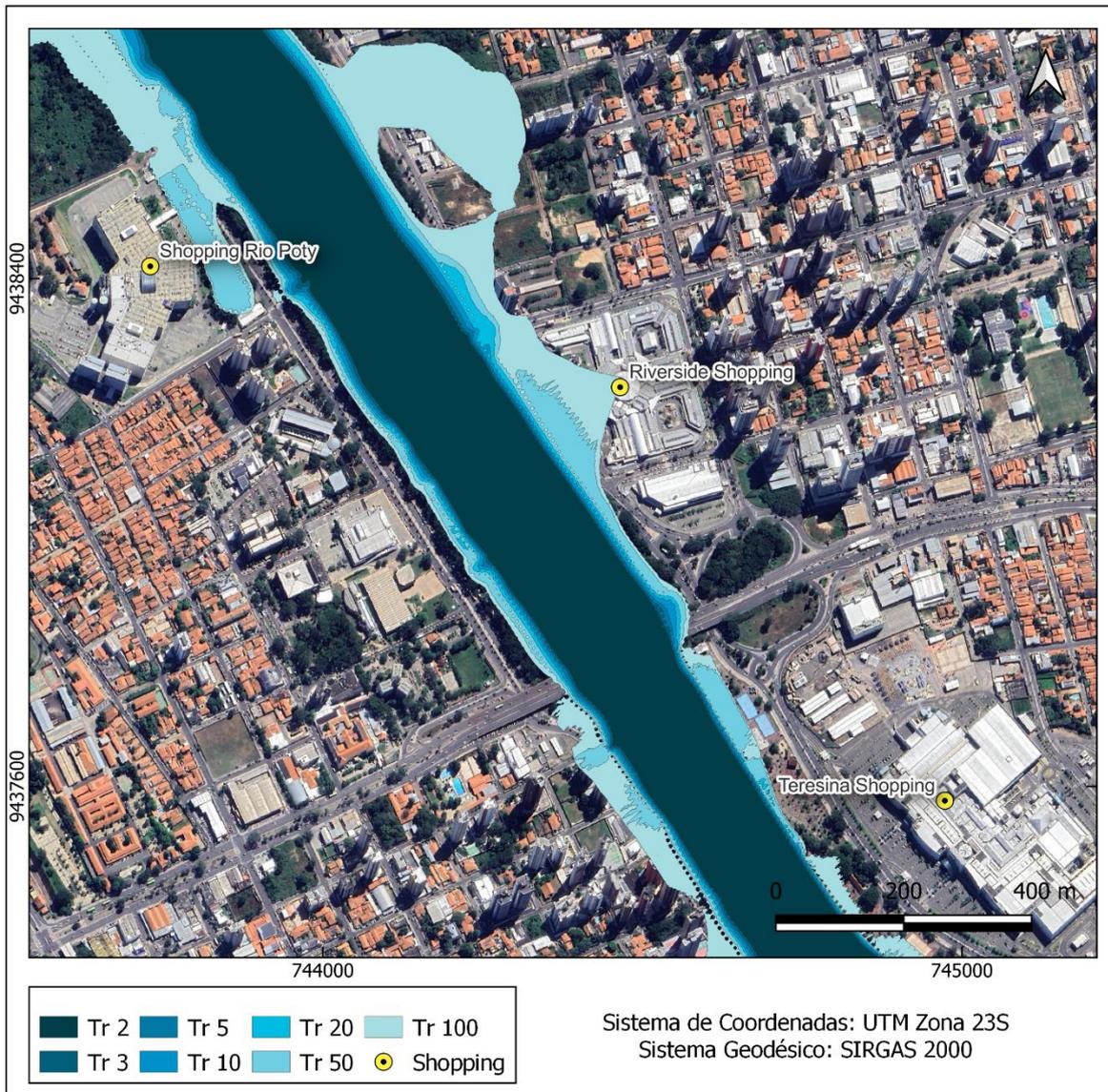


Fonte: autores

Vazões superiores a 20 anos de TR já é suficiente para inundar alguns pontos da área urbana de Teresina, principalmente na parte média e baixa do trecho do rio Poti. Essas áreas de risco são áreas residenciais, comerciais, de serviços públicos e privados da cidade, e podem ser divididas em zonas leste e norte, representadas na figura 7 como “área 1” e “área 2”.

A área 1 está localizada na zona leste de Teresina, onde se localizam os dois maiores empreendimentos de alto padrão da capital, os shoppings centers (Figura 8). Ambos foram construídos em locais de planície de inundação, que foram aterradas para dar lugar as estruturas urbanas. Segundo Chaves (2015) essa interferência vem provocando diversos problemas de drenagem, dentre elas a inundação.

Figura 8: Mapa de identificação dos shoppings de Teresina.



Fonte: autores.

A área 2 está localizada na zona norte, que é caracterizada por ser a área mais baixa da cidade, onde ocorre a confluência dos rios. Neste local, estão localizadas as lagoas de amortecimento dos rios Poti e Parnaíba, que compõem um sistema natural de acumulação de água da região. A ocupação dessa área da cidade, se desenvolveu principalmente depois da instalação do aeroporto e dos diversos conjuntos habitacionais.

Por ser áreas de planície de inundação, essas áreas já foram inundadas diversas vezes. Segundo Chaves (2015) em 2009 aconteceu uma das maiores cheias de Teresina dos últimos 25 anos. Esse evento fez com que aumentasse o nível das águas dos rios Parnaíba e Poti, promovendo graves episódios de inundações nas diversas zonas da cidade. No evento o rio Poti apresentou uma vazão de $3.658\text{m}^3/\text{s}$ e uma cota máxima de 14,52m (CHAVES, 2015).

De acordo com o a Figura 2 e os dados registrado em Chaves (2015) o valor referente a essa vazão é igualado ou superado apenas uma vez em um intervalo de 50 anos. Esta vazão, de acordo com Chaves (2015) é considerada a maior das últimas quatro

ANÁLISE DE SIMULAÇÃO E DELIMITAÇÃO DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO DO RIO POTI NA CIDADE DE TERESINA-PI

décadas, superando, inclusive, a registrada em 1985 ($3.210\text{m}^3/\text{s}$), em função das fortes chuvas caídas na nascente do Poti no estado do Ceará.

Chaves (2015) destaca que durante esse evento foi registrado inundações na entrada do Riverside Shopping, zona leste de Teresina, no encontro entre as avenidas Ipês e Cajuína, que interligam as zonas sudeste e leste, e nas proximidades do bairro Tancredo Neves, zona sudeste de Teresina. Esses eventos na cidade de Teresina nos possibilitam comparar os cenários existentes e simulados, como podemos observar para os cenários de TR de 50 anos. (Figura 9).

Figura 9: Ponte Wall Ferraz interditada, Bairro dos noivos, Zona Leste de Teresina (2009).



Fonte: (CHAVES, 2015).

Para os demais cenários escolhidos, foi possível concluir que os períodos de recorrência até os 5 anos não apresentam nenhum risco de inundação. Para os cenários de 10 anos já é possível identificar algumas áreas afetadas pelas inundações.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As simulações realizadas nesta pesquisa nos mostram que, apesar de algumas limitações, se apresentou satisfatório considerando os propósitos do estudo. Uma das principais vantagens do software HEC-RAS para a simulação de eventos de cheia é a facilidade de aquisição de dados e sua interface por ser bastante interativa e de boa manipulação. Os resultados deste estudo indicaram que a conjugação da modelagem hidráulica com as ferramentas SIG proporcionaram um melhor entendimento das características das inundações, bem como sua área de abrangência, podendo caracterizar, com riquezas de detalhes, as áreas inundadas.

A maioria das áreas identificadas como áreas de risco de inundação, apresentam um elevado contingente populacional, o que torna um gravemente para os ocupantes dessas regiões são as características topográficas das áreas, pois, a partir do momento que a água ultrapassa o nível máximo do canal (dique) ela encontra um nível muito mais baixo, regiões consideradas com de amortecimento das cheias, no estado, essas regiões já se encontram ocupadas, seja por residências ou comercio, como já identificadas nas áreas 1 e 2 da figura 7.

Com a disponibilidade de tais informações, a prefeitura de Teresina, juntamente com as secretarias de planejamento, poderá articular novos sistemas de gestão das

inundações, buscado minimizar os impactos socioambientais através de medidas estruturais e não estruturais, como por exemplo a construção de novos diques e realocação de famílias para áreas mais seguras.

Embora os softwares utilizados tenha gerado resultados satisfatórios para o atendimento dos objetivos da pesquisa, sugere-se, para um melhor enriquecimento do modelo, recomenda-se a elaboração de novas seções topobatimétrica, que alcance os limites do bairro Mocambinho, além do monitoramento e aperfeiçoamento do modelo, na inserção de novas informações como por exemplo os dados pluviométricos, e adicionado novos elemento do escoamento de canais superficiais que não foram inseridos e que fazem parte da dinâmica local, tornando as simulações mais ricas em detalhes.

Sugere-se também para próximos estudos, a inserção do rio Parnaíba no modelo, tendo em vista que há uma grande influência deste rio na dinâmica do rio Poti durante as cheias, através do represamento do rio Poti pelo Parnaíba, evento bastante comum durante as grandes cheias.

De acordo com as simulações realizadas, podemos concluir que, para podemos representar com maior riqueza de detalhes as áreas inundadas, são necessárias mais observações das cheias com o apoio de medidores de nível d'água, além de considerar nos cenários a contribuição do rio Parnaíba, os pontos a serem considerados são as seções transversas nos bairros Mocambinho e Vila São Francisco. Recomenda-se também a combinação entre análise unidirecional com bidirecional, para poder avaliar os comportamentos laterais das ondas de água em processo de inundação.

5 REFERÊNCIAS

ANA. Conjecture of water resources in Brazil 2018 - Annual report [Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018: informe anual]. p. 72, 2018. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/informe_conjuntura_2018.pdf>.

AVASHIA, Vidhee; GARG, Amit. Implications of land use transitions and climate change on local flooding in urban areas: An assessment of 42 Indian cities. *Land Use Policy*, v. 95, n. February, p. 104571, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837719316011>>.

BERMÚDEZ, M. *et al.* Assessing the Effects of Climate Change on Compound Flooding in Coastal River Areas. *Water Resources Research*, v. 57, n. 10, p. 1–19, 2021. Disponível em: <<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2020WR029321>>.

BRASIL, Diretoria D E Planejamento E. MANUAL DE HIDROLOGIA BÁSICA PARA ESTRUTURAS DE DRENAGEM. *Brasil. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação do Instituto de Pesquisas Rodoviárias*, n. 2, 2005. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/715_manual_de_hidrologia_basica.pdf>.

CHAVES. Vulnerabilidade às inundações em Teresina, Piauí. p. 0–232, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/139394/000864675.pdf?sequence=1&isAllow-ed=y>>

DE LIMA, Andre de Souza *et al.* Hydrodynamic and waves response during storm surges on the southern brazilian coast: A hindcast study. *Water (Switzerland)*, v. 12, n. 12, p. 1–21, 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/347356219_Hydrodynamic_and_Waves_Response_during_Storm_Surges_on_the_Southern_Brazilian_Coast_A_Hindcast_Study>.

ANÁLISE DE SIMULAÇÃO E DELIMITAÇÃO DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO DO RIO POTI NA CIDADE DE TERESINA-PI

DOUNGMANEE, PIAMCHAN, SIKHAO, Monnapatt. WATER-RELATED DISASTERS IN THAILAND FROM THE PERSPECTIVE OF THE WATER SECURITY INDEX. *INTERNATIONAL ACADEMIC MULTIDISCIPLINARY RESEARCH CONFERENCE IN SWITZERLAND* 2019, p. 30–36, 2019. Disponível em: <<http://icbtsproceeding.ssru.ac.th/index.php/ICBTSSWITZERLAND/article/view/338>>.

LEA, Dasallas; YEONSU, Kim; HYUNUK, An. Case study of HEC-RAS 1D-2D coupling simulation: 2002 Baeksan flood event in Korea. *Water (Switzerland)*, v. 11, n. 10, p. 1–14, 2019. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2073-4441/11/10/2048>>.

LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé. O Relevo De Teresina, Pi: Compartimentação E Dinâmica Atual. n. 1966, p. 1–9, 2011. Disponível em: <<http://files.iracildefelima.webnode.com/200000034-8785d887e3/GT22 - O RELEVO DE TERESINA.pdf>>.

MARGARETAWAHLSTROM, Guha-Sapir. The Human Cost of Weather-Related Disasters 1995-2015. 2015. Disponível em: <<http://repo.floodalliance.net/jspui/bitstream/44111/1165/1/The%20Human%20Cost%20Of%20Natural%20Disasters%20A%20global%20perspective.pdf>>.

MIRANDA, Simone; VALLADARES, Gustavo Souza. SOBRE A QUALIDADE AMBIENTAL DO BAIRRO MOCAMBINHO EM TERESINA-PI ENVIRONMENTAL VULNERABILITY ANALYSIS AND ITS INFLUENCE ON THE ENVIRONMENTAL QUALITY OF MOCAMBINHO NEIGHBORHOOD IN TERESINA-PI. p. 48–67, 2019. Disponível em: <<https://ojs.ufpi.br/index.php/geografia/article/viewFile/8384/7655>>.

MONTE, Benício Emanuel Omena *et al.* Modelagem hidrológica e hidráulica aplicada ao mapeamento de áreas inundáveis. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 21, n. 1, p. 152–167, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbrh/v21n1/2318-0331-rbrh-21-1-152.pdf>>.

PSOMIADIS, Emmanouil; DIAKAKIS, Michalis; SOULIS, Konstantinos X. Combining SAR and Optical Earth Observation with Hydraulic Simulation for Flood Mapping and Impact Assessment. *Remote Sensing*, v. 12, n. 23, p. 3980, 4 dez. 2020b. Disponível em: <<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/11822>>.

SOUZA, Fernandes (CPRM). ELABORAÇÃO DE MANCHAS DE INUNDAÇÃO PARA AS CIDADES DE TERESINA - PI E TIMON – MA. *CPRM*, 2018.



ANÁLISE DA SITUAÇÃO NA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DO RIO PARNAÍBA, NO PERÍMETRO URBANO DE TIMON-MA, A PARTIR DE IMAGENS DO SATÉLITE CBERS-4A

ANALYSIS OF SITUATION IN PERMANENT PRESERVATION AREA OF THE PARNAÍBA RIVER, IN THE URBAN PERIMETER OF TIMON-MA, BASED ON IMAGES FROM CBERS-4A SATELLITE

Eduarda e Silva da Cunha¹, Francílio de Amorim dos Santos², Jacqueline Ribeiro Alcântara³, Maria da Conceição Dias do Nascimento⁴, Patrícia Priscila da Silva Simões⁵

^{1,*} IFPI; eduardasilva01@hotmail.com; ORCID: 0000-0003-3240-4715

* Autor de Correspondência

² IFPI; francilio.amorim@ifpi.edu.br; ORCID: 0000-0002-0415-6673

³ IFPI; ribeirojac@outlook.com; ORCID: 0000-0002-8773-7560

⁴ IFPI; mnascimento2405@gmail.com; ORCID: 0000-0002-3005-8233

⁵ IFPI; patricia.ps.simoess@gmail.com; ORCID: 0000-0002-4446-331X

RESUMO: A presente pesquisa buscou analisar a situação da Área de Preservação Permanente do rio Parnaíba, no trecho delimitado pelo perímetro urbano de Timon - MA, assim para alcançar o objetivo dessa pesquisa que é mapear o uso e cobertura do solo dessa área, foi utilizada imagem do satélite CBERS-4A. A principal técnica de geoprocessamento empregada foi a classificação supervisionada de imagens. Com o mapeamento da área foi possível constatar que essa área de proteção foi alterada pelo homem perdendo uma parte da sua riqueza natural, o que leva ao debate da aplicação do Código Florestal Brasileiro.

Palavras-chave: Área de Preservação Permanente. Rio Parnaíba. Satélite.

ABSTRACT: The present research sought analyze the situation the Permanent Preservation Area of the Parnaíba River, in the stretch delimited by the urban perimeter Timon - MA, so to achieve the objective of this research which is to map the use and land cover of this area, was used an image of the CBERS-4A satellite. The main geoprocessing technique used was the supervised classification of images. With the mapping of the area, it was possible to verify that this protection area was altered by man, losing part of its natural wealth, which leads to the debate on the application of the Brazilian Forest Code.

Keywords: Permanent Preservation Area. Parnaíba River. Satellite.

1 Introdução

A população brasileira atualmente é majoritariamente urbana, com 84,72% dos brasileiros residindo em zonas urbanas; o aumento do interesse da população pelas cidades iniciou-se entre os anos de 1970 e 1980, quando foi intensificado o êxodo rural, momento esse em que as pessoas foram expulsas do campo pela mecanização agrícola e buscaram empregos e melhoria da qualidade de vida nas cidades (BRASIL, 2021). Essa inversão da concentração populacional é reforçada por Santos (1993) quando o autor afirma que em “1940 a taxa de urbanização era de 26,35%, em 1980 alcança 68,86%”.

ANÁLISE DA SITUAÇÃO NA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DO RIO PARNAÍBA, NO PERÍMETRO URBANO DE TIMON-MA, A PARTIR DE IMAGENS DO SATÉLITE CBERS-4A

O intenso processo de urbanização vem acompanhado da expansão das cidades, haja vista a necessidade das cidades receberem cada vez mais pessoas, além de aumentar a densidade populacional nas zonas urbanas. Aliado a ausência de políticas urbanas e orientações quanto aos espaços urbanos e suas devidas ocupações acarretou no uso e ocupação do solo em locais que não deveriam ser utilizados, mas sim preservados, como é o caso das Áreas de Preservação Permanente (APP).

Conforme a Lei 12.651/2012, conhecida como novo Código Florestal, uma APP é uma “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (BRASIL, 2012). Mesmo com a promulgação do novo Código Florestal, ainda persistem dificuldades de aplicação prática das APPs urbanas e, não obstante observa-se, nas cidades, as APPs sendo exploradas de forma indevida, em alguns casos, priorizando mais o interesse social e econômico do que o ambiental.

A pesquisa objetiva analisar o estado de conservação da Área de Proteção Permanente do Rio Parnaíba, no trecho da zona urbana de Timon – MA; pois, essa região hoje é definida como área de preservação permanente, entretanto, como esse desenvolvimento ocorreu muito próximo as margens do rio, surge o seguinte questionamento: a área delimitada atualmente como de preservação permanente sofreu intervenção antrópica? Diante dessa resposta, medidas mitigadoras ou de continuidade da conservação poderão ser adotadas/continuadas pelo poder público, além de despertar o interesse da sociedade para a situação de uma área ambiental que é inserida no ambiente urbano; assim surge a necessidade de mapear e analisar o estado de conservação da Área de Proteção Permanente do Rio Parnaíba, no trecho da zona urbana de Timon - MA.

Para alcançar esse objetivo foi utilizada imagem do satélite CBERS-4A, câmera multiespectral e pancromática de ampla varredura (WPM), que são imagens que permitem a realização de estudos intra-urbanos. Assim, para essa averiguação foi necessário o emprego de técnicas de geoprocessamento, principalmente a classificação supervisionada que permitiu obter a porcentagem de ocupação das classes de interesse na área em estudo, com isso foi possível verificar se a intensa urbanização acarretou na utilização de uma área ambiental de forma indevida e, posteriormente, a discussão da situação encontrada.

2 Referencial Teórico

2.1 Processo de urbanização e a transformação do espaço urbano

O Brasil, desde a sua descoberta, possuía uma vasta área vegetal, devido a sua localização geográfica, a paisagem natural brasileira possuía uma riqueza em fauna e flora. De acordo com Santos (1993), as cidades no Brasil não eram consumidas como espaços de moradias, mas apenas o local onde se encontravam a administração do país. Com a mecanização do campo, muitas pessoas migraram para as cidades, que não estavam preparadas para receber um alto número de moradores. Ainda, de acordo com Santos (1993, p. 19):

De modo geral, porém, é a partir do século XVIII que urbanização se desenvolve e a “casa da cidade torna-se a residência mais importante do fazendeiro ou do senhor de engenho, que só vai à sua propriedade rural no momento do corte e da moenda da cana” (R. Bastide, 1978, p. 56). Mas foi necessário ainda mais um século para que a urbanização atingisse sua maturidade, no século XIX, e ainda mais um século para adquirir as características[1] com as quais a conhecemos hoje.

Com o crescimento populacional e a concentração de renda nos espaços centrais das cidades, pessoas com menor poder aquisitivo, se deslocavam para áreas mais afastadas dos centros urbanos, pois os valores dos imóveis se tornam mais caros devido ao que se chama especulação imobiliária, onde casas e terrenos são comprados por pessoas que investem em imóveis e esperam a sua valorização com o desenvolvimento urbano (CAMPOS FILHO, 1992). Ao falar sobre o espaço urbano e sua valorização, Corrêa (2003, p. 16) diz que:

Os proprietários de terra [...] estão particularmente interessados na conversão da rural na terra urbana, ou seja, tem interesse na expansão do espaço da cidade na medida em que a terra urbana é mais valorizada que a rural. Isto significa que estão fundamentalmente interessados no valor de troca da terra e não no seu valor de uso.

Essa conversão de rural para urbano transforma áreas verdes, com vegetação, em espaços concretizados, com construções, reduzindo a vegetação nas cidades, transformando em áreas cada vez mais humanizadas. Interferindo no clima, na qualidade de vida das pessoas e conseqüentemente, causando problemas socioambientais como: alagamentos, enchentes e deslizamentos de terras, entre outros.

Devido a intensa procura por moradias nos espaços urbanos do Brasil, muitas casas são construídas em lugares inadequados como próximos de rios e lagos, encostas de morros

ANÁLISE DA SITUAÇÃO NA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DO RIO PARNAÍBA, NO PERÍMETRO URBANO DE TIMON-MA, A PARTIR DE IMAGENS DO SATÉLITE CBERS-4A

que se retiram a vegetação para construções de casas, áreas essas, que em alguns casos são áreas de preservação, cuja proteção evitaria muitos desastres nos espaços urbanos do país.

2.2 Áreas de preservação permanente: evolução histórico-normativa e o seu papel em áreas urbanas

O crescimento das cidades e as várias atividades humanas desencadeiam pressões no meio ambiente. Uma forma de proteger as áreas ambientais é através da criação das Áreas de Preservação Permanente. A conceituação para APP por tempos esteve atrelada a designação de florestas protetoras, principalmente, dentro Direito Brasileiro, isso por longas datas, sendo introduzido, inicialmente, pelo Decreto no 4.421, de 28 de dezembro de 1921, em seu artigo 3º, I, §§ 1º, 2º, 3º e 4º. Já no art. 1º, § 2º, inciso II da Lei 4.771, de 1965, Código Florestal, o conceito APP, vem com a narrativa, também utilizada no novo Código Florestal, de área protegida coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (SASSON; BRITO, 2019; BRASIL, 2012).

São tidas como APP's os espaços territoriais, especialmente protegidos, conforme o que preconiza o inciso III, § 1º, do art. 225 da Constituição Federal, o que dispõe o Código Florestal, através da Lei Federal no 4.771, de 1965 e suas posteriores alterações, que detalham, de modo preciso, as Áreas de Preservação Permanente e sua aplicabilidade (áreas rurais e urbanas), além de definir outros espaços que sejam de uso limitado.

Com o novo Código Florestal, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, foram instituídas as Áreas de Preservação Permanente, como espaços territoriais, legalmente protegidos, ambientalmente frágeis e vulneráveis. Sendo elas públicas ou privadas, urbanas ou rurais e cobertas por vegetação nativa ou não. O atual Código Florestal estabelece que estas áreas devem ser respeitadas independentemente de pertencerem a zonas rurais ou urbanas. Fato que encerra uma discussão em relação à vigência do Código Florestal da Lei Federal nº. 4.771/65, sobre a inaplicabilidade desse instrumento no meio urbano (SASSON e BRITO, 2019).

É através do Código Florestal que se prevê faixas e parâmetros diferentes para os distintos tipos de APPs que existem, considerando a característica que cada área a ser

protegida possui. As faixas mínimas que devem ser mantidas e preservadas em margens de cursos d'água, como rios, nascentes, veredas, lagos ou lagoas, por exemplo, a norma considera além da conservação da vegetação, a característica e a largura do curso d'água, independente da região de localização estar em área rural ou urbana (SCHÄFFER, 2011).

Na década de 1980 foi ampliada as faixas de APPs através da Lei nº 7.803. Essa proposta de ampliação das faixas foi apresentada ao Congresso Nacional pela motivação do Deputado, e empresário do setor madeireiro do Rio Grande do Sul, Artenir Werner. Na época essa região foi atingida por enchentes ocorridas nos anos de 1983 e 1984. Os levantamentos da época apontaram que os mais afetados com as cheias e deslizamentos na região eram exatamente aqueles que ocupavam as áreas mais próximas aos cursos de água, rios, lagos, riachos e as encostas com grande declividade. Concluiu-se que os prejuízos econômicos e as perdas humanas teriam sido menores se as faixas de APPs fossem maiores. Nesse sentido, a ampliação dessas faixas considerou aspectos ambientais, como fragilidade ambiental e a garantia do bem-estar para a população (SCHÄFFER, 2011). Nessa lei, supracitada, o art. 2º passa a ter a seguinte redação:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja: 1) de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; 2) de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; 3) de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; 4) de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; 5) de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros; [...] c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura [...]. (BRASIL, 1989).

A lei traz ainda, em seu Parágrafo Único, que nos casos de áreas urbanas, nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, deverá ser observado o que dispõe os seus respectivos planos diretores e leis de uso do solo. Sendo respeitados os princípios e limites a que se refere esta lei (BRASIL, 1989).

Atualmente as faixas marginais para APPs de curso d'água estão dispostas na Seção 1, art. 4º, do novo Código Florestal, Lei 12.651/2012, em que se estabelece a delimitação da Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas. Para os efeitos desta Lei: I -

ANÁLISE DA SITUAÇÃO NA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DO RIO PARNAÍBA, NO PERÍMETRO URBANO DE TIMON-MA, A PARTIR DE IMAGENS DO SATÉLITE CBERS-4A

as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima a ser protegida são, conforme listado na tabela 1:

Tabela 1. Faixas marginais para APPs de curso d'água

Tipologia de APP	Faixa de proteção
Rios menos que 10 m	30 m
Rios entre 10 m e 50 m	50 m
Rios entre 50 m e 200 m	100 m
Rios entre 200 m e 600 m	200 m
Rios com largura igual ou maior que 600 m	500 m
Nascentes e Olhos d'água	Raio de 50 m
Lagoas e Lagos Naturais em Zona Urbana	30 m
Lagoas e Lagos Naturais em Zona Rural	100 m, exceto para corpos d'água com até 20 ha, cujas faixas serão de 50 m
Reservatórios Artificiais	Faixa é definida na Licença do empreendimento, exceto para casos que não decorram de barramento ou represamento (§ 1º) e no entorno dos reservatórios artificiais situados em áreas rurais com até 20 ha de superfície, a APP terá, no mínimo, 15 m (§ 2º).
Manguezais	Protegidos em toda a sua extensão
Restingas	Protegidas

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

A temática das APPs no espaço urbano tem um contexto multifacetado, de acordo com Antunes (2015, p. 85) “as APPs urbanas cuida, simultaneamente, de: (i) interesse local;

(ii) suplementação de legislação federal; (iii) uso do solo urbano; (iv) proteção ao meio ambiente; e (v) política urbana.”

Apesar das mudanças ocorridas no Código Florestal ao longo dos anos, “a partir de 2012, com a edição da Lei 12651/2012, estas alterações não foram suficientes para a superação dos conflitos existentes quanto a sua aplicação em áreas urbanas” (SEPE *et al.*, 2014, p.2). Fato que dificulta a manutenção dos serviços ecossistêmicos que estas áreas proporcionam tanto para o ambiente quanto para os cidadãos. Isso visto que tais áreas apresentam funções importantes no ambiente urbano. Esse fato, para Antunes (2015, p.99), ocorre quando fica “constatada a inexistência de valor ambiental (*rectius*: função ambiental), o município poderá dar destinação ao uso do solo, com vistas a cumprir a função social das cidades”.

Vale ressaltar que a manutenção de APPs no espaço urbano possibilita, entre outras coisas, a valorização da paisagem, do patrimônio natural e construído, seja este, de valores: ecológico, histórico, cultural, paisagístico e turístico (BRASIL, 2021). Por isso, entende-se que as APPs são de incalculável importância para as áreas urbanas (DIAS *et al.*, 2015, p.138). Nesse sentido, manter essas áreas é importante porque elas igualmente exercem as funções sociais, educativas, além de promover a sustentabilidade ambiental urbana. Tudo isso, pautado na promoção da conservação dessas áreas, promovendo assim, uma maior qualidade de vida na área urbana, que representa 84,4% da população brasileira (BRASIL, 2021).

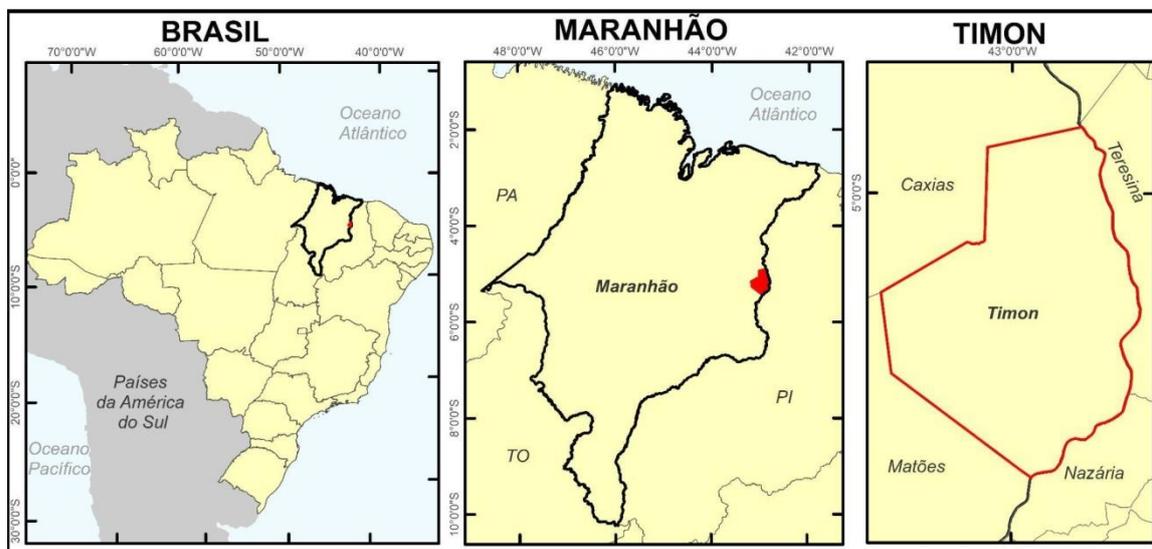
3 Materiais e Métodos

3.1 Área de estudo

A cidade de Timon, localizada no estado do Maranhão (figura 1), tem um clima tropical subúmido e os seus cursos d’água fazem parte da bacia hidrográfica do Parnaíba (CORREIA FILHO *et al.*, 2011); possui uma área de 1.743,2 km² e, em 2021, tem sua população estimada em 171.317 habitantes, em 2010, possuía uma densidade demográfica de 89,18 hab./km² (IBGE, 2021).

ANÁLISE DA SITUAÇÃO NA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DO RIO PARNAÍBA, NO PERÍMETRO URBANO DE TIMON-MA, A PARTIR DE IMAGENS DO SATÉLITE CBERS-4A

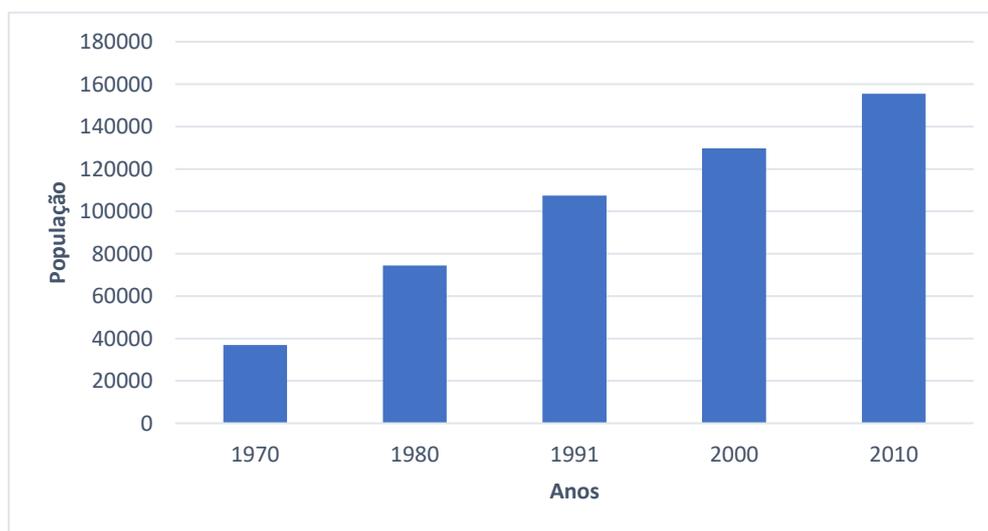
Figura 1. Localização da área de estudo



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Conforme com os dados do censo demográfico do IBGE, de 1970 a 2010, a população timonense se expandiu bastante, como demonstra a figura 1, o que demonstra a saída da população da zona rural para a zona urbana.

Figura1. População de Timon-MA nos Censos Demográficos de 1970/2010



Fonte: Cunha (2016)

A cidade, como muitas outras, se desenvolveu inicialmente às margens do rio, esse fato ocorre por vários benefícios que rios proporcionam, como, por exemplo: oferecem

alimento, condições para plantio nas suas proximidades, facilidade de locomoção, dentre outras razões.

Dessa forma, às margens do rio Parnaíba foi onde se desenvolveu a região central da cidade, sendo uma das primeiras regiões a ser urbanizada. Esse fato desencadeou o crescimento das mais diversas construções nas proximidades do rio Parnaíba como afirma Cunha (2016).

3.2 Procedimentos metodológicos

Com o propósito de verificar a atual situação da APP do Rio Parnaíba, na zona urbana de Timon, deu-se início a presente pesquisa com a aquisição de imagem do satélite CBERS - 4A, datada de 06/11/2021, foi optado em trabalhar com a Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura (WPM) uma vez que essa câmera disponibiliza imagem pancromática e multiespectral, respectivamente, com resolução espacial de 2 m e 8 m (INPE, 2019), ideal para realização de estudo intra-urbano, com isso foi realizado o *download* da imagem da área de interesse no *site* do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2021).

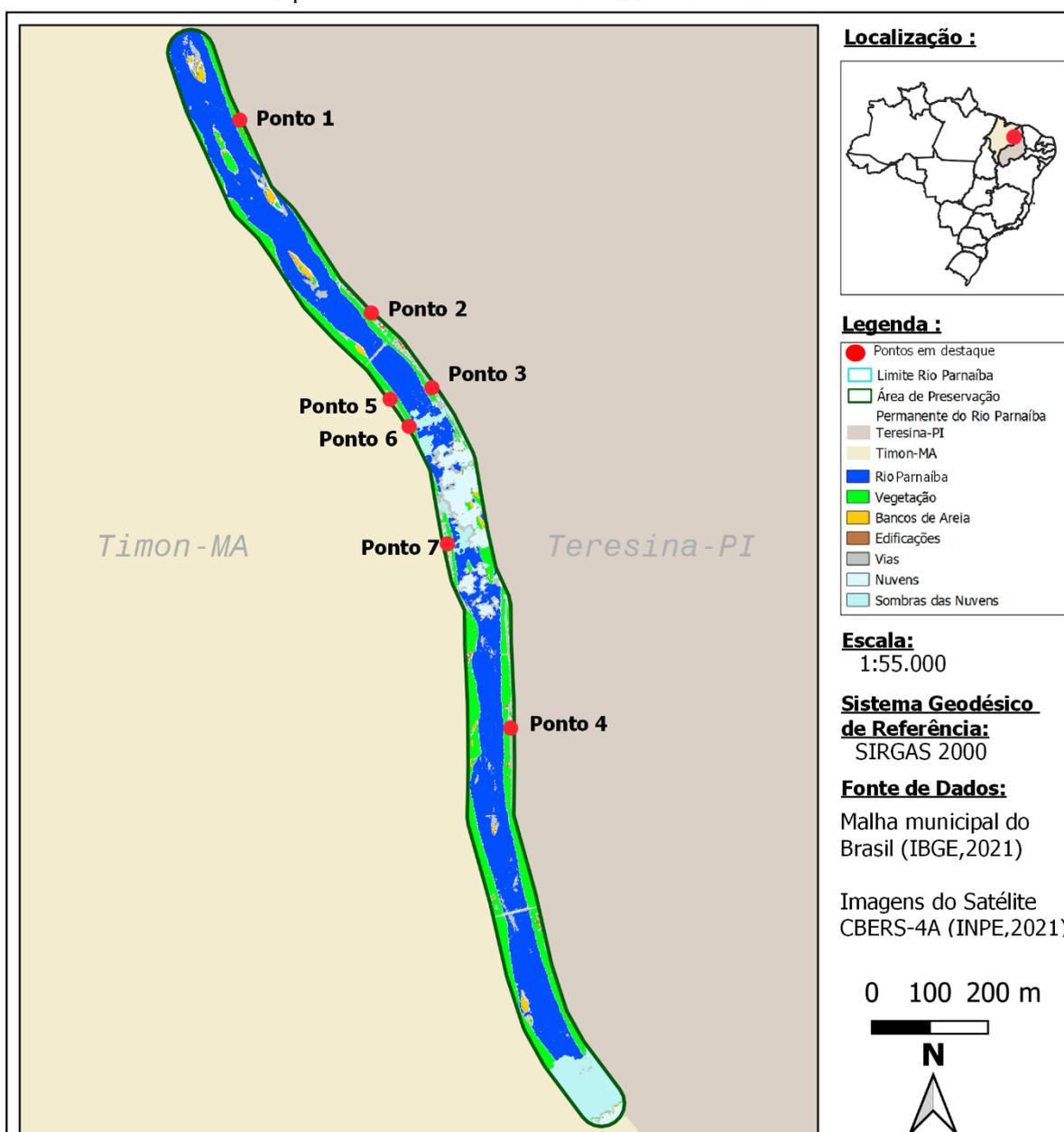
Para delimitação do limite urbano de Timon foi utilizado o arquivo *shapefile* disponibilizado no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021); em seguida deu-se início as seguintes etapas: composição e fusão das bandas; vetorização do eixo do rio; aplicação do buffer para conhecimento da largura aproximada do rio; aplicação do buffer de acordo com o Código Florestal possuindo como base a largura do rio; coleta das amostras, a saber: rio, vegetação, bancos de areia, edificações, vias, nuvens e sombras de nuvens; classificação, tida como uma técnica consistente e bastante utilizada ainda na atualidade, pois como afirma Novo (2010, p.313) essa técnica vem a “atribuir significado a um pixel em função de suas propriedades numéricas é chamado genericamente de ‘classificação’. As técnicas de classificação visam, em última análise, atribuir a cada pixel um rótulo em função de suas propriedades espectrais e/ou espaciais”; validação do resultado da classificação por meio de comparação das imagens disponíveis no *Google Earth*. Todas as etapas de geoprocessamento descritas foram executadas no *Software* livre Quantum Gis.

ANÁLISE DA SITUAÇÃO NA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DO RIO PARNAÍBA, NO PERÍMETRO URBANO DE TIMON-MA, A PARTIR DE IMAGENS DO SATÉLITE CBERS-4A

4 Resultados e Discussão

Com as técnicas de geoprocessamento aplicadas na imagem de satélite, foi possível visualizar a atual situação da APP do Rio Parnaíba na cidade de Timon, com isso foi possível chegar ao Mapa 1.

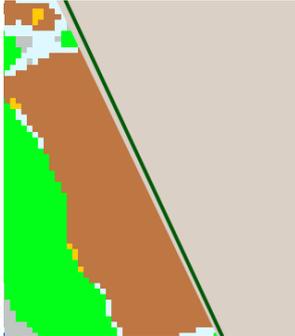
Mapa 1. Uso e cobertura do solo na APP do rio Parnaíba



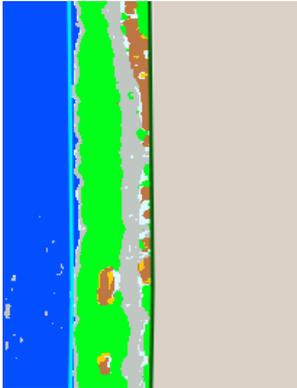
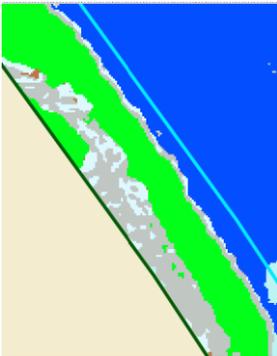
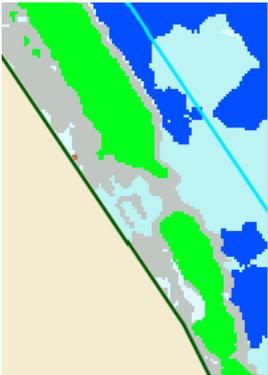
Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

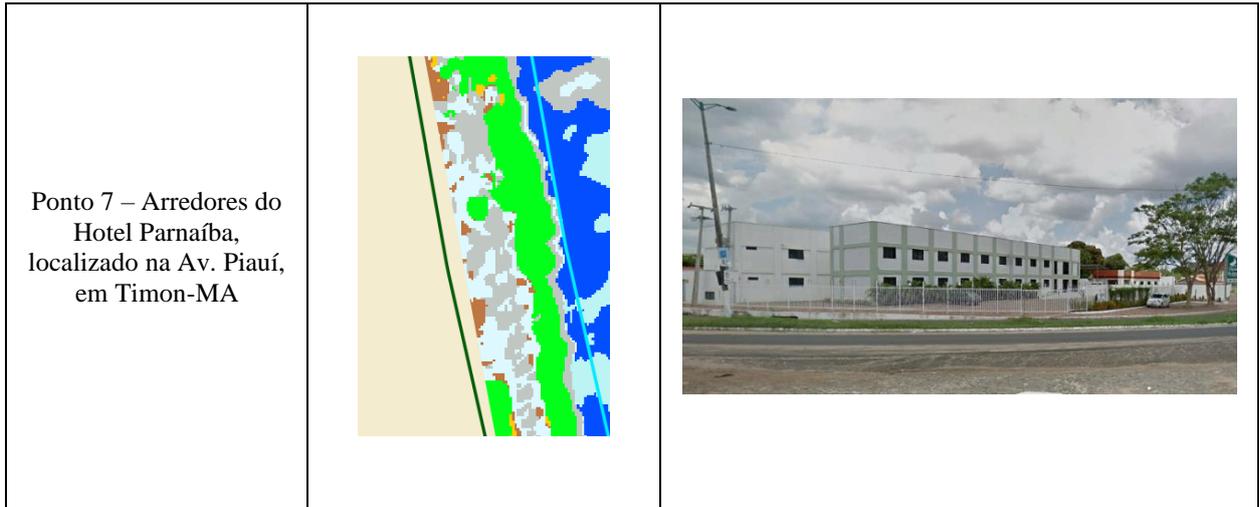
Como o rio nesse trecho possui uma largura média de 200 metros, alargando-se e estreitando-se em alguns pontos, foi adotado para esse trabalho a APP de 100 metros, conforme o que é orientado pelo Novo Código Florestal. Diante disso, alguns pontos destacaram-se no mapeamento, sendo relevante o seu destaque, com isso o Quadro 1, abaixo, detalha a situação desses pontos localizados na APP.

Quadro 1. Detalhamento de alguns pontos localizados na APP

<p>Ponto 1 - Escola Municipal Antônio Dilson Fernandes, localizada na Av. Boa Esperança, em Teresina-PI</p>		
<p>Ponto 2 – Arredores do Supermercado RCarvalho, localizado na Av. Maranhão, próximo a Ponte João Luiz Ferreira, em Teresina-PI</p>		
<p>Ponto 3 – Arredores da loja de departamentos Armazém Paraíba, localizado na Av. Maranhão, próximo a Ponte João Luiz Ferreira, em Teresina-PI</p>		

ANÁLISE DA SITUAÇÃO NA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DO RIO PARNAÍBA, NO PERÍMETRO URBANO DE TIMON-MA, A PARTIR DE IMAGENS DO SATÉLITE CBERS-4A

<p>Ponto 4 – Arredores do posto de combustível Cacique, localizado na Av. Maranhão, em Teresina-PI</p>		
<p>Ponto 5 – Arredores do Shopping center Cocais, localizado na Av. Piauí, próximo a Ponte João Luiz Ferreira, em Timon-MA</p>		
<p>Ponto 6 – Arredores do Supermercado Mix Atacarejo, localizado na Av. Piauí, em Timon-MA</p>		

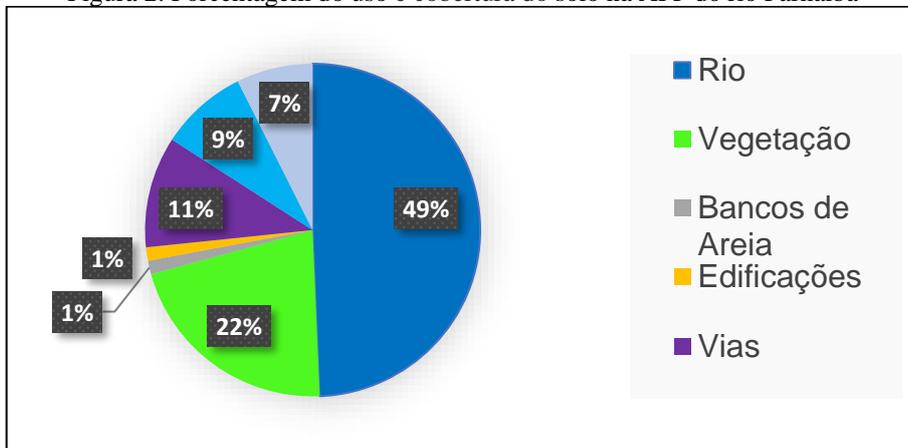


Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Com os pontos em destaque, acima, é possível constatar que dentro da APP, em Teresina, existe: uma escola municipal; um supermercado e uma loja de departamentos, ambos de redes conhecidas na região; um posto de combustível. Em Timon foram identificados: um shopping center; um supermercado pertencente a uma rede em expansão no Norte e Nordeste; e, um hotel. Essas constatações realizadas corroboram o questionamento inicial dessa pesquisa, pois foi possível observar que existe a intervenção antrópica na área ambiental em estudo.

Os pontos citados, anteriormente, foram os de maiores destaque na classificação resultante desta pesquisa, mas é possível identificar que existem trechos de avenidas e/ou ruas em Timon e em Teresina na APP, além de edificações construídas nessa área de proteção. Assim, com o intuito de quantificar as ocupações na APP o mapeamento do uso e ocupação do solo foi convertido na figura 2.

Figura 2. Porcentagem do uso e cobertura do solo na APP do rio Parnaíba



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

ANÁLISE DA SITUAÇÃO NA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DO RIO PARNAÍBA, NO PERÍMETRO URBANO DE TIMON-MA, A PARTIR DE IMAGENS DO SATÉLITE CBERS-4A

Diante da figura 2 é possível constatar que a maior cobertura do solo na APP é do Rio Parnaíba (em azul-escuro) representando 49%, seguida da área de vegetação (em verde) com 22%, a terceira maior representatividade dentro dessa APP são as vias (em roxo) que ocupam 11%, posteriormente têm-se as nuvens e sombras (em azul-claro) que somadas chegam a 16% — essa ocupação pode ser definida como ruído na imagem trabalhada e desconsiderada; as edificações (em laranja) e bancos de areia (em cinza) aparecem com 1% cada classe, respectivamente.

Assim, com os percentuais apresentados, pode-se concluir que aproximadamente 70% da APP é referente ao rio, vegetação e banco de areias, possuindo o rio maior representatividade nesse percentual. Vale destacar que a ação do homem acarretou em aproximadamente 12% de ocupação na área de proteção ambiental, essas ocupações são referentes a vias e edificações.

Em vista disso, pode ser afirmado que, na área delimitada como APP do Rio Parnaíba no trecho urbano de Timon, a urbanização adentrou na área ambiental mesmo com leis que determinam a proteção da APP. A área em estudo é utilizada para outros fins que não são a sua proteção integral, pois uma área importante tanto para a cidade, como para a sociedade, foi invadida pelo homem para atender às suas necessidades, e, deixando de lado a riqueza natural que se perdeu ao alterar uma área próxima ao rio. Isso pode ter acarretado na destruição do *habitat* e perda de espécies que ali existiam, como também ter elevado o potencial de fragilidade das margens do rio, tornando-se algo preocupante para o futuro dessa área de proteção.

5 Considerações Finais

A intensa necessidade de ampliar as cidades acarreta na utilização desenfreada de áreas que deveriam ser protegidas pela sua riqueza natural. Em muitas cidades o que ocorre é a valorização das áreas às margens de rios, assim, impulsionando a utilização dessas áreas, como é o caso da APP do Rio Parnaíba, que ao longo dessa pesquisa foi evidenciado como essa área de preservação atualmente encontra-se alterada pelo homem.

Mediante o exposto, na área de proteção aqui estudada existem: escola, supermercado, loja de departamento, posto de combustível, *shopping center*, hotel, vias;

essas construções, como também o fluxo constante de pessoas que trafega entre elas acarreta na perda do equilíbrio natural da área de proteção, além de interferir na manutenção de uma área de fundamental importância para o equilíbrio do meio ambiente.

Apesar da existência de leis que amparam a proteção e conservação das áreas ambientais, é perceptível como essas leis são burladas e como as áreas que deveriam ser protegidas são utilizadas de forma inadequada; por muitas vezes essas áreas são utilizadas visando o relevante interesse social e econômico sobre o interesse ou ganho ambiental e intergeracional que tais áreas representam, fato esse que foi constatado nesta pesquisa.

Referências

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Conheça o Brasil - População: população rural e urbana. 2021. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>. Acesso em: 14 dez. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Lei Nº 12.651, de 25 de Maio de 2012.** Brasília, 28 maio 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 20 dez. 2021.

BRASIL. Lei nº 7.803, de 18 de Julho de 1989. Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nº 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 7 de julho de 1986. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17803.htm. Acesso em 29 dez. 2021.

BRASIL. Legislação Informatizada. Lei Nº 4.771, de 15 de Setembro de 1965 - Publicação Original. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4771-15-setembro-1965-369026-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em 29 dez. 2021.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Áreas de Preservação Permanente Urbanas. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas/%C3%A1reas-de-prote%C3%A7%C3%A3o-permanente.html>. Acesso em 28 dez. 2021.

CAMPOS FILHO, C. M. Cidades brasileiras: seu controle ou caos: o que os cidadãos devem fazer para a humanização das cidades no Brasil. 2ª ed. São Paulo. Studio Nobel. 1992 (Coleção cidade aberta).

CORRÊA, R.L. O ESPAÇO URBANO. Série Princípio. Editora Ática. 4ª edição. 4ª impressão. 2003.

ANÁLISE DA SITUAÇÃO NA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DO RIO PARNAÍBA, NO PERÍMETRO URBANO DE TIMON-MA, A PARTIR DE IMAGENS DO SATÉLITE CBERS-4A

CORREIA FILHO, Francisco Lages *et al.* **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea**: relatório diagnóstico do município de Timon. Teresina: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2011. 31 p. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/15662/rel_timon.pdf?sequence=1. Acesso em: 19 dez. 2021.

CUNHA, Eduarda e Silva da. **Expansão Urbana em Teresina, Campo Maior, Caxias e Timon**: comparativo entre concentração populacional e asfálticas nas áreas periféricas das cidades. 2016. 80 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Piauí, Teresina.

DIAS, Isabela Ferreira Mota *et al.* A Importância das Áreas De Preservação Permanente nos Solos Urbanos. Anuário de Produções Acadêmico-Científicas dos Discentes da Faculdade Araguaia. v.4 – 2015 – p. 128-134. Disponível em: <https://www.fara.edu.br/sipe/article/download>. Acesso em 28 dez. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Geociências. [S.l.], 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 18 dez. 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasil/Maranhão/Timon**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/timon/panorama>. Acesso em: 25 dez. 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Malha Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=downloads>. Acesso em: 10 maio 2022.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Câmeras Imageadoras CBERS 04A. São Paulo, 2019. Disponível em: <http://www.cbers.inpe.br/sobre/cameras/cbers04a.php>. Acesso em: 19 dez. 2021.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Divisão de Geração de Imagens. São Paulo, 2021. Disponível em: <http://www2.dgi.inpe.br/catalogo/explore>. Acesso em: 18 dez. 2021.

SANTOS, Milton. **A Urbanização Brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1993. Disponível em: https://professor.ufrgs.br/dagnino/files/santos_milton_a_urbanizacao_brasileira_1993.pdf. Acesso em: 25 dez. 2021.

SCHÄFFER, Wigold Bertoldo *et al.* Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco. O que uma coisa tem a ver com a outra? Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro / Wigold Bertoldo Schäffer, et al. Brasília: MMA, 2011. 96 p.

SASSON, J. M. W.; BRITO, F. P. M. **Áreas de Preservação Permanente Urbanas: entre dilemas e possibilidades**. Artigos jurídicos. Direito ambiental.com. 2019. Disponível em: <https://direitoambiental.com/areas-de-presevacao-permanente-urbanas-entre-dilemas-e-possibilidades/>. Acesso em 28 dez. 2021.

**Eduarda e Silva da Cunha, Francílio de Amorim dos Santos, Jacqueline Ribeiro Alcântara,
Maria da Conceição Dias do Nascimento & Patrícia Priscila da Silva Simões**

SEPE, Patricia Marra *et al.* O novo Código Florestal e sua aplicação em áreas urbanas: uma tentativa de superação de conflitos? **3º Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo.** 2014. 21p.

NOVO, E. M. I. M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e aplicações.** 4. ed. São Paulo: Blucher, 2010.



**Geoprocessamento aplicado ao estudo do processo de urbanização e seus efeitos em
Teresina, Piauí**

**Geoprocessing applied to the study of the urbanization process and its effects in
Teresina, Piauí**

**Geoprosesamiento aplicado al estudio del proceso de urbanización y sus efectos en
Teresina, Piauí**

Gabriel dos Santos Camêlo¹

Geovana Machado Pereira²

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Brasil
gscamelo02@gmail.com

ORCID: 0000-0001-6881-6848

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Brasil
geovanamachado665@gmail.com;

ORCID: XXXX-XXXX-XXXX-XXXX

RESUMO

Desde o século XVIII, o processo de urbanização acarretou o desenvolvimento do setor industrial nos centros urbanos, ocasionando no incremento da economia. Em contrapartida, tal fenômeno provocou diversas implicações ambientais, como formação de ilhas de calor e redução da cobertura vegetal. Diante desse cenário, o presente artigo tem como objetivo apresentar uma análise geoespacial sobre o processo de urbanização e alguns de seus efeitos em Teresina ao longo de 30 anos, fazendo uso do Geoprocessamento e suas ferramentas. Para tal, obteve-se dados da USGS, Mapbiomas e Google Earth Pro para o estudo da variação de temperatura, mudanças de cobertura e uso da terra, expansão urbana e correlação estatística. Os resultados mostraram ser possível identificar o aumento da área urbanizada e sua temperatura, em detrimento da subtração das áreas verdes.

Palavras-chave: Urbanização; Teresina; Geoprocessamento; Mapbiomas; Sensoriamento Remoto.

ABSTRACT

Dating back to the 18th century, the urbanization process has led to the development of the industrial sector in urban centers, resulting in an increase in the economy. On the other hand, this phenomenon has caused several environmental implications, such as the formation of heat islands and reduction of vegetation cover. Given this scenario, this paper aims to present a geospatial analysis of the urbanization process and some of its effects in Teresina over 30 years, making use of Geoprocessing and its tools. To this end, data from USGS, Mapbiomas, Google Earth Pro were obtained for the study of temperature variation, land cover and land use changes, urban expansion and statistical correlation, being possible to identify the increase of the urbanized area - and its temperature - in detriment of the subtraction of green areas.

Keywords: Urbanization; Teresina; Geoprocessing; Mapbiomas; Remote Sensing.

RESUMEN

El proceso de urbanización, que se remonta al siglo XVIII, ha propiciado el desarrollo del sector industrial en los centros urbanos, lo que ha supuesto un aumento de la economía. Por otro lado, este fenómeno ha provocado varias implicaciones medioambientales, como la formación de islas de calor y la reducción de la cubierta vegetal. Ante este escenario, este trabajo pretende presentar un análisis geoespacial del proceso de urbanización y algunos de sus efectos en Teresina a lo largo de 30 años,

haciendo uso del Geoprocetamiento y sus herramientas. Para ello, se obtuvieron datos de USGS, Mapbiomas, Google Earth Pro para el estudio de la variación de la temperatura, los cambios de cobertura y uso del suelo, la expansión urbana y la correlación estadística, siendo posible identificar el aumento de la zona urbanizada - y su temperatura - en detrimento de la sustracción de las zonas verdes.

Palabras clave: Urbanización; Teresina; Geoprocetamiento; Mapbiomas; Teledetección.

1 Introdução

Cruz (2022) define urbanização como um fenômeno de crescimento da população urbana motivada pelo êxodo rural, sendo datada a partir do século XVIII com o advento da Revolução Industrial na Europa. No Brasil, esse processo teve início no século XX, a partir da década de 30, sendo marcado pelo desenvolvimento da industrialização no país, resultando em um deslocamento da população rural para a área urbana – além de migrações entre regiões, com concentração na região Sudeste. Com isso, as cidades passaram a receber um contingente pessoas e cresceram de forma acelerada e exagerada, situação que trouxe muitos problemas como gentrificação, expansão de áreas periféricas, ilhas de calor e redução de áreas verdes.

Masullo e Santos (2014) argumentaram que o avanço da urbanização intensifica mudanças no ambiente, provocando diferentes impactos ao solo, água, atmosfera, e à biodiversidade. Além disso, as modificações na cobertura vegetal e no uso da terra resultam em significativas alterações nos ecossistemas, nos fluxos biogeoquímicos e no clima.

Inserida nesse contexto, encontra-se o município de Teresina, capital do Piauí, a qual a partir de 1950 enfrentou um ritmo de crescimento acelerado, resultando na expansão de sua população, desenvolvimento dos setores comercial, econômico, social, além de modificações na paisagem, clima e meio ambiente. Tais eventos são produtos do processo de urbanização, o qual implementa um modelo baseado na industrialização, maior concentração de pessoas nas cidades e aumento de produção (ALVES, 2010).

Diante dessa situação, destaca-se o trabalho de Barboza, Neto e Caiana (2020), que fez uso das geotecnologias – Sensoriamento Remoto – para analisar a Temperatura de Superfície Terrestre (TST) e relacioná-la com cobertura vegetal por meio do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) no município de Fortaleza - CE. Em seus resultados, os autores relevaram que as áreas que apresentaram menores valores de NDVI tinham maiores valores de temperatura, refletindo, assim, a relevância da vegetação para o clima urbano.

Dessa forma, o presente artigo tem como objetivo apresentar uma análise geoespacial sobre o processo de urbanização e alguns de seus efeitos em Teresina ao longo de 30 anos

Geoprocessamento aplicado ao estudo do processo de urbanização e seus efeitos em Teresina, Piauí

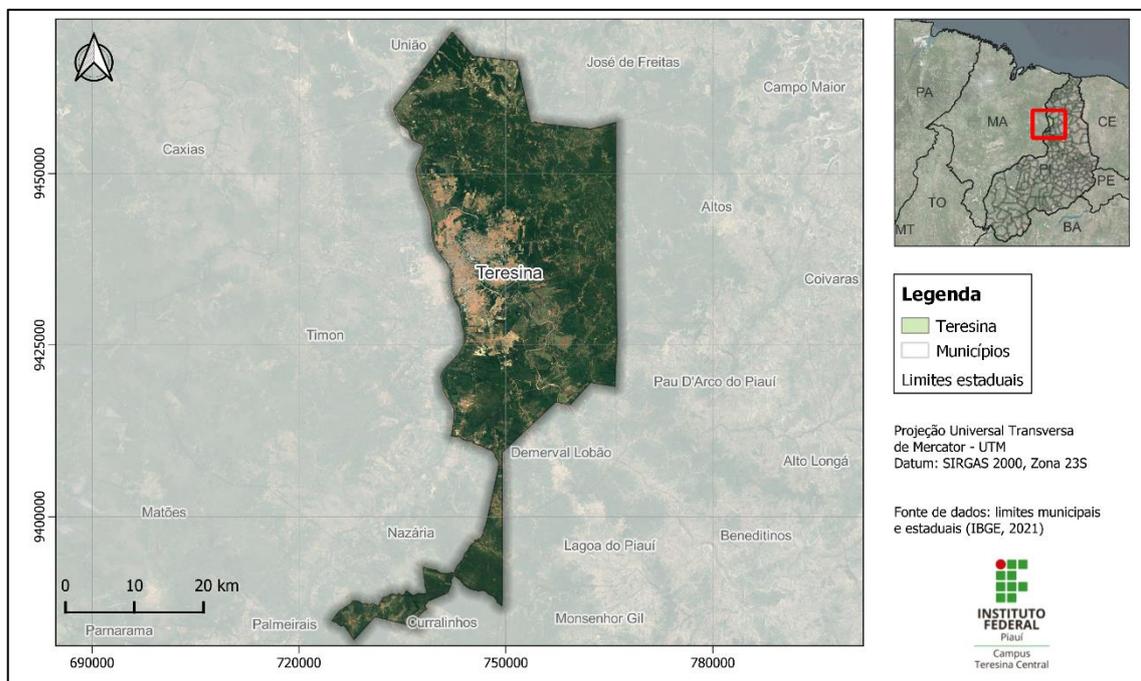
(1990 - 2020). Para o cumprimento desse trabalho, fez-se o uso do Geoprocessamento e de suas ferramentas - Sensoriamento Remoto, Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e estatística -, fornecendo, no final, um estudo sobre alterações na temperatura, uso e cobertura do solo, além de associações sobre a variação de áreas vegetadas e urbanizadas.

2 Material e Métodos

2.1 Localização e caracterização da área de estudo

O município – também capital – piauiense de Teresina (Figuras 1 e 2) situa-se na porção Centro-Norte do Estado, tendo como coordenadas geográficas 05°05’’ de latitude Sul e 42°48’’ de longitude Oeste, além de uma altitude média de 74,4 m acima do nível médio do mar. Conhecida como Cidade Verde, conta com uma extensão de 1.392 km² e uma população de 830 mil habitantes. Ademais, possui um clima tropical semiúmido de altas temperaturas, com um período de chuvas (verão e outono) e um período seco (inverno e primavera) como suas duas estações características (PMT, 2019).

Figura 1 – Mapa de localização do município de Teresina - PI



Fonte: autores (2022)

Figura 2 – Vista da Ponte Estaiada, Teresina - PI



Fonte: Ccom (2021)

No tocante a sua origem, Teresina começou a ser povoada no século XVII, servindo para a criação de gado, e sua fundação deu-se em 16 de agosto de 1852. No mesmo ano, o conselheiro José Antônio Saraiva transferiu a sede administrativa da província do Piauí - antes situada no município de Oeiras - para Teresina, na qual tornou-se a capital do estado piauiense, e sendo oficialmente considerada a primeira cidade planejada do Brasil. O nome da cidade é em homenagem à Imperatriz Teresa Cristina Maria de Bourbon, a qual foi responsável pela da mudança de capital da província (NOVO, 2020).

Quanto ao seu processo de crescimento e urbanização, Teresina expandiu-se nos sentidos norte, sul e leste, com destaque para o Sul, onde houve as implantações do Distrito Industrial e dos primeiros conjuntos habitacionais (SILVA; SILVA e VIEIRA, 2017). Foi a partir da década de 1950 que a cidade teresinense, influenciada pelo Plano de Metas, sofreu um rápido processo de urbanização, resultando em um significativo crescimento de sua população, na qual foi de 90 mil na época para quase 380 mil no final de 1980. Vale salientar que nesse intervalo de tempo (1950-1980), o município apresentou uma taxa de crescimento populacional superior a 5% ao ano, resultando na atração de um enorme contingente populacional oriundo do interior do estado, no qual era constituído por indivíduos buscando melhores condições de vida (BARCELAR, 1994).

Geoprocessamento aplicado ao estudo do processo de urbanização e seus efeitos em Teresina, Piauí

2.2 Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento do trabalho foram obtidos, no geral, dados da cidade de Teresina durante um período de 30 anos, com intervalo de 10 anos - mais especificamente nos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020. Foram obtidas imagens da capital piauiense dos anos citados anteriormente com o auxílio do software Google Earth Pro, através da função “Imagens Históricas”. O objetivo dessa etapa foi possibilitar uma análise geográfica das mudanças espaço-ambientais ocorridas nessas três décadas.

Na segunda etapa, foram coletadas imagens dos satélites Landsat 5 (banda 6) e Landsat 8 (banda 10), adquiridas no site da United States Geological Survey (USGS), nos meses de julho (2010), agosto (1990 e 2020) e novembro (2001). Fazendo uso do QGIS, foram feitos os procedimentos de reprojeção (SIRGAS 2000), correção atmosférica (plug-in SCP) e cálculo da temperatura em Celsius, conforme a Equação 1 a seguir:

$$C = T - 273.15 \quad (1)$$

Onde: C é a temperatura em Celsius e T é a temperatura em Kelvin da imagem corrigida pelo plug-in.

Por fim, recortou-se a imagem para os limites do município de Teresina, configurou-se uma simbologia para melhor representar a variação de temperatura e foi produzido um mapa de variação de temperatura de superfície do município. Cabe ressaltar que a significativa amplitude no período (meses) do material coletado se deveu pelo fato da tentativa da procura de imagens com a menor presença de nuvens. Salienta-se também que, com exceção do ano de 2020, as imagens obtidas não preencheram todo o limite da área de estudo; entretanto, tais eventos não interferiram na análise e no entendimento dos resultados.

Na terceira etapa, foram adquiridos dados do uso e cobertura da terra (LCLU) da coleção 7.0 do Projeto Mapbiomas através da plataforma Google Earth Engine (GEE), que permitiu a coleta de imagens da área de estudo nos períodos antes explicitados, com o intuito de caracterizar e analisar as mudanças do uso do solo em decorrência do processo de urbanização. Obtidos os dados e utilizando o software QGIS 3.14, foi feita uma reclassificação das classes de LCLU, agrupando as classes com características similares em um grupo mais amplo (ROCHA; VIEIRA; SILVA, 2022). A Tabela 1 a seguir apresenta as classes originais da coleção 7, as novas classes reclassificadas e a descrição dessas.

Tabela 1 – Cobertura do solo reclassificada

Classes originais (agrupadas)	Reclassificação
Formação Florestal, Formação Savânica, Mangue, Restinga Arborizada	Floresta
Campo Alagado e Área Pantanosa, Formação Campestre, Apicum, Afloramento Rochoso, Restinga Herbácea, Outras Formações não Florestais	Formação natural não florestal
Pastagem, Agricultura, Silvicultura (monocultura), Mosaico de Agricultura	Agropecuária
Praia, Duna e Areal, Área Urbanizada, Mineração, Outras Áreas não Vegetadas	Área não vegetada
Rio, Lago e Oceano, Aquicultura	Corpo D'água

Fonte: autores (2022) e adaptado de Mapbiomas (2022 e 2021).

Após a reclassificação, foi feita a quantificação da área das 5 classes em quilômetros quadrados (km²) através da ferramenta “r. report”. Os valores das áreas foram inseridos em planilha no Excel para as futuras discussões.

Finalmente, para a quarta e última etapa, foi feito o uso da Correlação de Pearson, visando expor o quanto a variabilidade da classe “Área não vegetada” está correlacionada com a variabilidade da classe “Floresta”. Para tal, fez-se uso novamente do Mapbiomas, mas sem a necessidade dessa vez do GEE, apenas da aba “Acesse a plataforma”, onde foram coletados dados tabulares das áreas das classes de cobertura Nível 1 - coincidentes com as reclassificadas no QGIS – de cada ano no período de 1990 a 2020, ou seja, 30 anos. Após isso, os dados foram inseridos no Excel e fez-se a aplicação da seguinte sintaxe, expressa na Equação 2:

$$\text{PEARSON}(\text{matriz1}, \text{matriz2}) \quad (2)$$

Onde: matriz1 é o argumento com os valores independentes e matriz2 é o argumento com os valores dependentes (MICROSOFT, 2022).

Com isso, foi feito um gráfico de dispersão com esses valores, no qual foi adicionada uma linha de tendência do tipo Linear ao mesmo, além de optar por exibir a equação e o valor do R-quadrado desse elemento.

Geoprocessamento aplicado ao estudo do processo de urbanização e seus efeitos em Teresina, Piauí

3 Resultados e Discursão

2.1 Urbanização de Teresina ao longo de 30 anos

Conforme é exposto pela Figura 3, é notório o significativo crescimento da cidade de Teresina em 30 anos, sendo possível visualizar tal fenômeno nos sentidos norte, sul e leste (SILVA; SILVA; VIEIRA, 2017).

Figura 3 – Evolução da urbanização e crescimento de Teresina ao longo de 30 anos



Fonte: Google Earth Pro (2022).

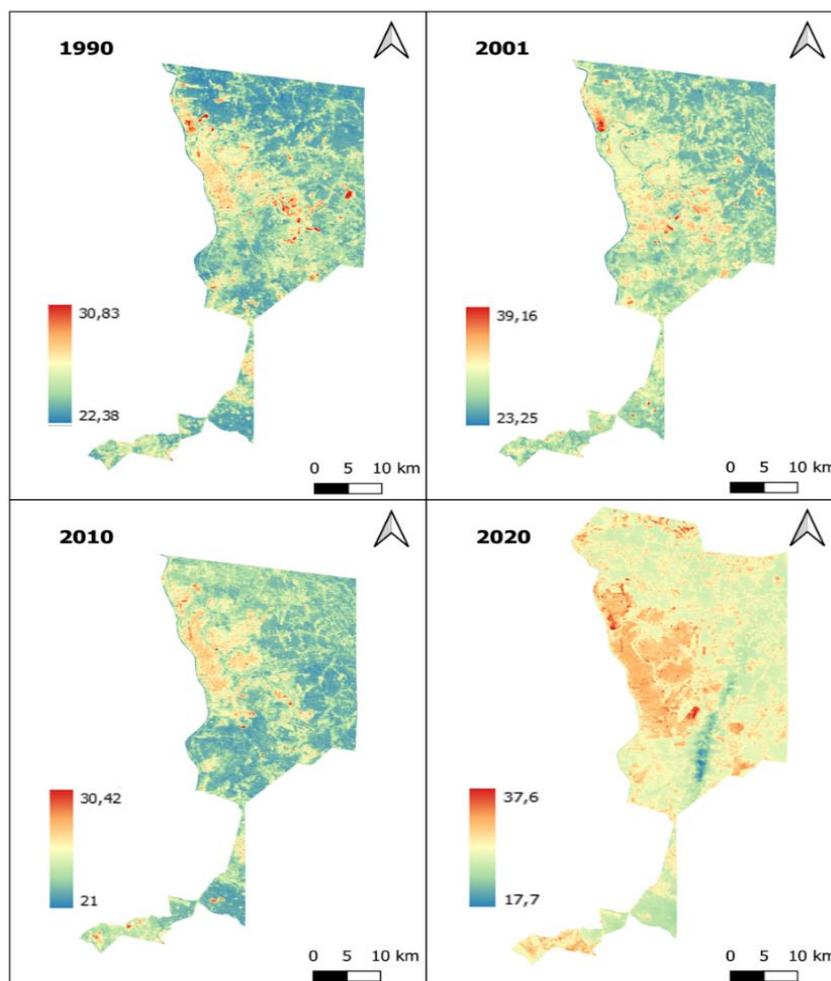
Destaca-se o desenvolvimento das regiões Centro-Norte e Leste a partir da década de 1990, em razão dos investimentos residenciais. De 2000 para os anos posteriores, essas regiões continuaram expandindo, consequência da marcante presença de empreendimentos por parte do setor imobiliário - Norte, Leste e Sul - e do comercial – Centro. Vale salientar, como resultado desse crescimento - além do implícito desenvolvimento de sua população -, a implantação de novos bairros e a consolidação do setor comercial, o qual é reconhecido como o principal setor econômico da capital piauiense (NOVO, 2020).

2.2 Variação da temperatura de superfície

Ao analisar a figura 4, é perceptível a significativa variação de temperatura que o município de Teresina vem enfrentando nos últimos 30 anos, principalmente quando se compara os anos de 1990 e 2020. O grande destaque é na zona urbana da capital piauiense, onde, em razão da substituição da vegetação por construções, são registradas as maiores temperaturas (FEITOSA; GOMES; NETO; ANDRADE, 2011).

Vale salientar que os resultados encontrados se encontram similares com trabalho de Guilherme, Biudes, Mota e Muisis (2020), o qual, através do mapeamento da temperatura e da vegetação na zona urbana do município de Coari – AM (e avaliando impacto da urbanização na temperatura local), perceberam uma influência considerável da vegetação na manutenção da temperatura - relevando a importância da arborização e cobertura vegetal nas áreas urbanas.

Figura 4 - Mapa da temperatura de superfície de Teresina ao longo de 30 anos



Fonte: autores (2022).

Nota-se também que regiões circunvizinhas do núcleo urbano ficaram relativamente mais quentes com o passar do tempo, como observado no ano de 2020, quando comparado

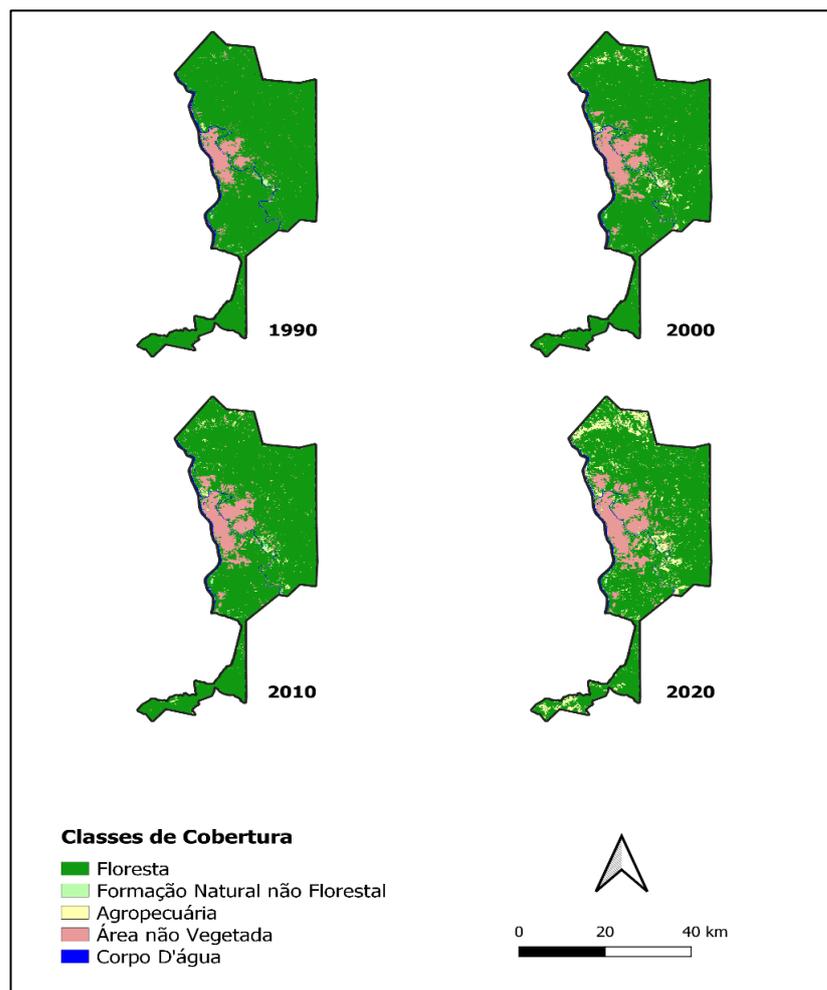
Geoprocessamento aplicado ao estudo do processo de urbanização e seus efeitos em Teresina, Piauí

com os demais anos. Tal realidade reflete o avanço do perímetro urbano sobre as zonas rurais, onde ocorre a edificação e exposição do solo de áreas antes ocupadas pela vegetação nativa – ônus do processo de urbanização (ABREU e ANDRADE, 2019).

2.3 Mudanças no uso e cobertura da terra

Na Figura 5 pode-se observar a distribuição e evolução da cobertura e uso do solo da área de estudo para os anos de 1990 a 2020, entre intervalos de 10 anos.

Figura 5 – Uso e cobertura da terra de Teresina-PI (1990 - 2020)



Fonte: autores (2022), com base em dados do Mapbiomas 7.0 (2022).

Na Tabela 2, por sua vez, observam-se os valores quantificados de área ocupada por cada classe reclassificada de cobertura e uso da terra e sua variação espaço-temporal no período de 30 anos. Já na Tabela 3, são expostos os valores em área e percentagem de ocupação das classes dos anos de 1990 e 2020.

Tabela 2 – Valores das áreas de uso e cobertura da terra de Teresina (1990 - 2020)

Classe	1990	2000	2010	2020
Floresta (km ²)	1269,26	1210,28	1193,50	1079,02
Formação Natural não Florestal (km ²)	9,96	9,64	11,60	10,79
Agropecuária (km ²)	2,75	31,26	25,22	112,73
Área não vegetada (km ²)	94,36	128,94	149,21	179,09
Corpo D'água (km ²)	19,49	15,69	16,29	14,18

Fonte: autores (2022), com base em dados do Mapbiomas 7.0 (2022).

Tabela 3 – Valores e percentuais das áreas de uso e cobertura da terra de Teresina (1990 e 2020)

Classe	1990	(%)	2020	(%)
Floresta (km ²)	1269,26	90,93	1079,03	77,30
Formação Natural não Florestal (km ²)	9,96	0,71	10,79	0,77
Agropecuária (km ²)	2,75	0,20	112,73	8,08
Área não vegetada (km ²)	94,36	6,76	179,09	12,83
Corpo D'água (km ²)	19,49	1,40	14,18	1,02
Total (km²)	1395,82	100	1395,81	100

Fonte: autores (2022), com base em dados do Mapbiomas 7.0 (2022).

A partir desses dados, é possível observar uma pequena redução na classe “Floresta” de 1269,29 km² (90,93%) para 1079,03 km² (77,30%) entre os anos de 1990 e 2020. Apesar dessa perda de área não ser considerada, de maneira geral, relevante, é importante salientar, todavia, que com o passar de 3 décadas houve uma alteração negativa da cobertura vegetal. O que chama a atenção, entretanto, são outras duas classes que obtiveram um aumento significativo em detrimento da classe “Floresta” no mesmo período anteriormente citado: “Agropecuária” (aumento de 7,88%) e “Área não Vegetada” (acréscimo de 6,07%).

Tais dados ratificam os argumentos de Feitosa, Gomes, Neto e Andrade (2011) em relação a como o processo de urbanização influencia na substituição da vegetação para o desenvolvimento de áreas urbanizadas e - com o que foi apresentado acima - zonas de agricultura e pecuária. Ademais, os resultados obtidos mostraram-se convergentes com o trabalho de Araújo (2022), no qual detectou um aumento das classes área urbanizada, solo exposto, savana, agricultura e corpo hídrico em detrimento da redução da classe mata nativa.

2.4 Associação entre as áreas vegetada e urbanizada

Geoprocessamento aplicado ao estudo do processo de urbanização e seus efeitos em Teresina, Piauí

A Tabela 4 apresenta, partir dos dados obtidos da plataforma Mapbiomas, a distribuição dos valores de cobertura no município de Teresina no período de 30 anos a partir de 1990 até 2020, possibilitando um maior detalhamento do comportamento das áreas das classes Nível 1.

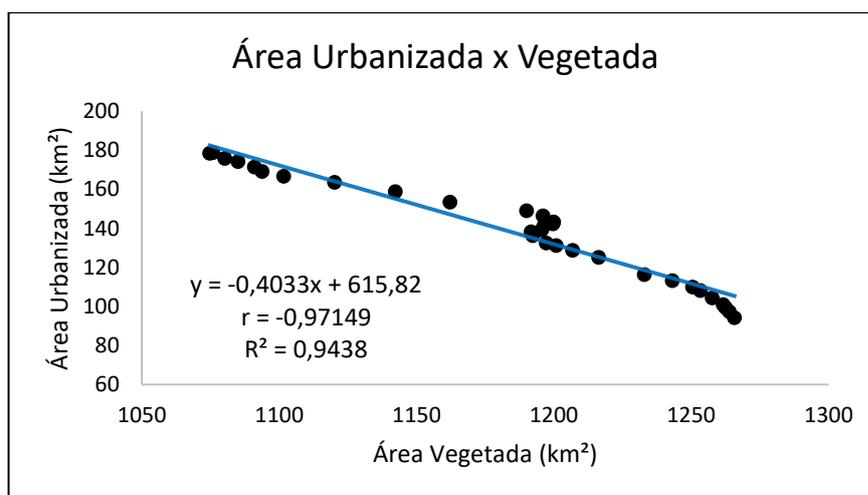
Tabela 4 – Valores das áreas de uso e cobertura da terra Nível 1 de Teresina

Ano	Floresta (km ²)	Formação Natural não Florestal (km ²)	Agropecuária (km ²)	Área não vegetada (km ²)	Corpo D'água (km ²)
1990	1265,75	9,92	2,71	94,24	18,60
1991	1263,85	9,08	2,71	97,43	18,13
1992	1262,46	9,20	2,36	99,54	17,66
1993	1261,58	9,69	1,70	101,02	17,23
1994	1257,68	10,25	1,74	104,35	17,20
1995	1253,26	10,28	2,92	108,14	16,62
1996	1250,45	10,38	4,17	110,01	16,21
1997	1243,14	10,12	8,64	113,27	16,05
1998	1232,88	9,57	16,63	116,45	15,68
1999	1216,32	9,18	24,83	125,27	15,62
2000	1206,78	9,62	31,27	128,75	14,80
2001	1200,86	10,30	34,05	131,31	14,70
2002	1197,21	10,56	35,81	132,58	15,06
2003	1192,31	11,04	36,38	136,39	15,10
2004	1191,69	10,96	34,35	138,35	15,87
2005	1195,57	11,26	29,09	139,29	16,01
2006	1196,34	11,42	26,39	141,31	15,75
2007	1199,65	11,29	21,95	142,40	15,93
2008	1199,88	11,31	20,69	143,39	15,94
2009	1195,98	11,73	21,29	146,45	15,76
2010	1190,01	11,57	25,19	149,04	15,41
2011	1162,24	11,42	49,42	153,52	14,61
2012	1142,24	10,83	65,41	158,87	13,86
2013	1120,10	10,72	83,09	163,67	13,64
2014	1101,69	10,70	98,35	166,78	13,71
2015	1093,84	10,55	104,25	169,17	13,41
2016	1090,94	10,60	104,54	171,53	13,61
2017	1085,03	10,48	107,79	174,29	13,62
2018	1080,24	10,22	111,31	175,86	13,58
2019	1074,72	10,26	114,29	178,56	13,37
2020	1075,86	10,75	112,40	178,78	13,42

Fonte: Adaptado de Mapbiomas (2022)

A partir desses dados, foi possível a construção de um gráfico de dispersão entre as classes “Floresta” e “Área não vegetada”, as quais foram modificadas, respectivamente, para “Área Vegetada” e “Área Urbanizada”. Conforme é apresentado na Figura 6, o resultado do Coeficiente de Correlação linear (r) foi de uma correlação negativa significativamente forte. Tal informação é ratificada pelo Coeficiente de Determinação (R^2) também elevado, podendo ser interpretado do ponto de vista de que 94,38% da variação da área urbanizada (expansão) pode ser explicada pela variação da área vegetada (redução).

Figura 6 – Correlação de Pearson aplicada sobre Área Vegetada e a Área Urbanizada



Fonte: autores (2022)

É importante salientar, porém, que correlação não indica causa, mas apenas mostra o quanto as variáveis estão correlacionadas ou associadas, sendo necessária uma análise mais profunda do trabalho, a fim de apontar a presença de outros fatores que podem influenciar a variável dependente (PEREIRA, 2018).

4 Considerações finais

Os resultados do estudo apontaram que nos últimos 30 anos as áreas vegetadas em Teresina diminuíram proporcionalmente em que a população cresceu e a cidade se expandiu, verificando-se temperaturas de superfície mais elevadas nas regiões de maior concentração de áreas construídas. Ademais, notou-se uma correlação negativa forte entre as áreas de cobertura vegetal e urbanizada, refletindo o ônus do processo de urbanização: o aumento da área urbanizada em detrimento da redução de áreas verdes.

Por fim, o objetivo do estudo foi realizado com êxito, no qual foram feitas algumas aplicações do Geoprocessamento para uma importante questão contemporânea. Com isso, espera-se que o presente artigo possa subsidiar futuros trabalhos acadêmicos do ramo.

Geoprocessamento aplicado ao estudo do processo de urbanização e seus efeitos em Teresina, Piauí

Referências

ABREU, G. S.; ANDRADE, C. S. P. Geotecnologias aplicadas à caracterização da temperatura da superfície na cidade de Teresina (PI). **Acta Geográfica**, Boa Vista, v. 13, n. 32, p. 28-47, 2019.

ALVES, Elis Dener Lima. Ilha de Calor ou Ilha Térmica: um conceito aberto à discussão. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 10, n. 110, p. 124-129, 2010.

ARAÚJO, A. C. B. Análise da cobertura da terra no município de Itapecuru Mirim–MA. **UFMA**, Chapadinha, 2022.

BARBOZA, E. N.; NETO, F. D. C. B.; CAIANA, C. R. A. Geoprocessamento aplicado na análise dos efeitos da urbanização no campo térmico em Fortaleza, Ceará. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e57973731-e57973731, 2020.

BARCELAR, Olavo Ivanhoé de Brito. **Carta Cepro**. Teresina, v.15, n.1, jan.-jun, 1994, p.75-98.

CRUZ, Talita. O Que é Urbanização? Entenda o Processo, Causas e Consequências no Brasil. **Viva Decora Pro**, 2022. Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/pro/urbanizacao/>. Acesso em: 21 nov. 2022.

FEITOSA, S. M. R.; GOMES, J. M. A.; NETO, J. M. M; ANDRADE, C. S. P. Consequências da urbanização na vegetação e na temperatura da superfície de Teresina–Piauí. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 6, n. 2, p. 58-75, 2011.

GUILHERME, A. P.; BIUDES, M. S.; MOTA, D. D. S.; MUSIS, C. R. D. Relação entre tipo de cobertura do solo e temperatura de superfície. **Sociedade & Natureza**, v. 32, p. 515-525, 2022.

MASULLO, Y. A. G; SANTOS, J. R. C. Geoprocessamento aplicado a análise do avanço do processo de urbanização e seus impactos ambientais na ilha do maranhão. **V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Belo Horizonte, 2014.

MICROSOFT, Suporte. PEARSON (Função PEARSON). **Microsoft**, 2022. Disponível em: <https://support.microsoft.com/pt-br/office/pearson-fun%C3%A7%C3%A3o-pearson-0c3e30fc-e5af-49c4-808a-3ef66e034c18>. Acesso em: 16 out. 2022.

NOVO, B. N. Teresina e sua história. **Meu Artigo Brasil Escola**, 2020. Disponível em: <https://meuartigo.brasilecola.uol.com.br/brasil/teresina-e-sua-historia.htm>. Acesso em: 15 out. 2022.

PARREIRA, Guilherme. Coeficiente de correlação de Pearson. **Gpestatística**, 2018. Disponível em: <https://gpestatistica.netlify.app/blog/correlacao/>. Acesso em: 16 nov. 2022.

PMT. Prefeitura Municipal de Teresina. **Teresina**, 2019. Disponível em: <https://pmt.pi.gov.br/teresina/>. Acesso em: 15 out. 2022.

ROCHA, J. V. V.; VIEIRA, V. D. C. B.; SILVA, A. J. Análise espaço-temporal da expansão do cultivo da Soja em Uruçuí-Piauí. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 6, p. e37411629174-e37411629174, 2022.

SILVA, E. O.; SILVA, G. D.; VIEIRA, N. R. C. Expansão urbana na cidade de Teresina e suas transformações socioespaciais. **Encontro Nacional da Rede Observatório das Metrôpoles**, Natal. Anais eletrônicos. Natal: UFRN, p. 29-31, 2017.

SV. O que fazer em Teresina e outros destinos no Piauí para visitar. **Segue Viagem**, 2021. Disponível em: <https://www.segueviagem.com.br/destaques-blog/o-que-fazer-em-teresina-e-outros-destinos-para-visitar-no-piaui/>. Acesso em: 15 out. 2022.

IMPORTÂNCIA DA POPULARIZAÇÃO DA CIÊNCIA E O PAPEL DO IFPI EM SUA DISSEMINAÇÃO NO PIAUÍ

Entrevista realizada pelo Dr Paulo Henrique Gomes de Lima (PH), Secretário Executivo da ACIPI, ao Reitor do IFPI, Professor Dr Paulo Borges da Cunha (PB) (Quadriênio 2021-2025).



PH- Os Institutos Federais são instituições que atuam na oferta da educação profissional e tecnológica. Como eles se inserem na Política de Desenvolvimento das regiões em que estão instalados?

PB - A Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, também conhecida por Rede Federal, constitui um marco na ampliação, interiorização e diversificação da educação profissional e tecnológica no país. Reconhecida pela qualidade do ensino ofertado, pela diversidade de cursos e por sua relevante atuação junto à população e às empresas locais, os Institutos Federais atuam no país no sentido de potencializar o que cada região oferece de melhor em termos de trabalho, cultura e lazer. No tocante ao Piauí, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) está inserido nas diversas regiões do estado, e tem como proposta o desenvolvimento dos territórios (Planície Litorânea, Cocais, Carnaubais, Entre Rios, Vale do Sambito, Vale do Rio Guaribas, Chapada Vale do Rio Itaim, Vale do Canindé, Serra da Capivara, Vale dos Rios Piauí e Itaueiras, Alto Parnaíba e Chapada das Mangabeiras), dentro dos quais o IFPI está presente.

PH- Quantos campi do IFPI existem hoje no Piauí e como estão relacionados ao desenvolvimento dos territórios piauienses?

PB - O Instituto Federal do Piauí é uma instituição de educação superior, básica e profissional, pluricurricular e multicampi, cuja Reitoria situa-se na Av. Presidente Jânio Quadros, 330, 64053-390, Santa Isabel, Teresina (PI). Possui 20 campi, assim distribuídos:

- 1) Campus Angical**
- 2) Campus Campo Maior**

- 3) Campus Cocal
- 4) Campus Corrente
- 5) Campus Avançado Dirceu Arcoverde
- 6) Campus Floriano
- 7) Campus Avançado José de Freitas
- 8) Campus Oeiras
- 9) Campus Parnaíba
- 10) Campus Paulistana
- 11) Campus Pedro II
- 12) Campus Picos
- 13) Campus Avançado Pio IX
- 14) Campus Piripiri
- 15) Campus São João do Piauí
- 16) Campus São Raimundo Nonato
- 17) Campus Teresina Central
- 18) Campus Teresina Zona Sul
- 19) Campus Uruçuí
- 20) Campus Valença

PB - Das unidades acima listadas, 17 campi fazem parte da 1ª, 2ª e 3ª expansões e 3 campi são avançados.

A oferta de educação profissional e tecnológica do IFPI, nas diferentes modalidades de ensino, bem como nos editais de pesquisa e extensão, é planejada e implementada em conformidade com os arranjos produtivos locais de cada território de desenvolvimento do Estado do Piauí.

PH- Qual tem sido o foco de sua gestão? Estabeleceu alguma política de resultados em articulação com instituições governamentais, iniciativa privada e setores culturais e sociais do estado?

PB - O foco tem sido a gestão por resultados, articulada por meio de parcerias com os governos estadual e municipal, setores culturais/sociais, e ainda com a iniciativa privada e com instituições internacionais.

Como exemplo de parceiros relevantes, podemos citar: SUPARC-PI, CIEPI, CODEVASF, EMATER, ETURB, Prefeitura de Teresina, SEBRAE-PI, DPE-PI, INVESTE-PI, SENAI-PI, MPF, INSTITUTO POLITÉCNICO DO PORTO (Portugal) etc.

PH- Do ponto de vista pedagógico, como o IFPI atuou durante a pandemia para manter a continuidade da formação dos seus alunos, em um processo inesperado de transformação do ensino presencial para o remoto? Isso impactou na qualidade do ensino oferecido?

PB - Durante a pandemia, o IFPI não mediu esforços junto a toda a comunidade acadêmica para manter a continuidade da formação de seus discentes, tendo sido o primeiro Instituto a implementar as atividades remotas de ensino e aprendizagem, por meio da Portaria 952, de 04 de maio de 2020, que homologou a Nota Técnica nº 04/2020, de 29 de abril de 2020, com estratégias e orientações para a realização das atividades não presenciais.

Nesse período pandêmico, em que o isolamento se fez necessário, o IFPI, como forma de contribuir com o desempenho de seus estudantes, realizou parceria com o Ministério da Educação para o auxílio

Entrevista do Dr Paulo Borges da Cunha –Reitor do IFPI) ao Dr Paulo Henrique Gomes de Lima (IFPI) e Secretário Executivo da ACIPI.

conectividade com a distribuição de chips, bem como foram adquiridos e distribuídos mais de 4.000 tablets aos estudantes dos 20 campi como forma de garantir as condições para continuidade de sua formação.

Ainda que sejam inegáveis as limitações decorrentes da pandemia da COVID-19, foi verificado um excelente desempenho dos nossos alunos no ENEM, pois, mesmo com as dificuldades, obtiveram êxito durante o exame. Acredito que as capacitações oferecidas aos servidores para uso das ferramentas tecnológicas foram cruciais para subsidiar o processo de ensino e aprendizagem e minorar os impactos negativos da pandemia nos nossos estudantes.

Nesse contexto de pandemia, a instituição buscou ainda dinamizar seus fluxos processuais com a implementação da tramitação eletrônica por meio do Sistema Unificado da Administração Pública (PEN-SUAP) o que, conseqüentemente, deu celeridade às ações institucionais evitando a descontinuidade do serviço de qualidade centenariamente oferecido à sociedade piauiense e tornou a gestão de processos mais eficiente.

PH- Qual o balanço que o Senhor faz do seu primeiro ano de mandato em relação aos investimentos do IFPI em ensino, pesquisa e inovação?

PB - Apesar das limitações orçamentárias, foram realizados, com recursos próprios, investimentos na ordem de 3 milhões em pesquisa, ensino, extensão, inovação e governança.

Vem sendo promovido o constante diálogo com gestores/atores das diversas áreas que fazem a instituição e principalmente o desenvolvimento de ações e projetos para valorização acadêmica, capacitações de servidores, etc., além de fomento de parcerias com órgãos públicos e da iniciativa privada. Também se deu apoio e foram realizados grandes eventos acadêmicos e científicos, a exemplo do INTEGRA IFPI, encontro institucional que reúne servidores e estudantes dos diversos campi deste IF com o objetivo de socializar a produção acadêmica e promover reuniões/capacitações dos diversos setores da instituição.

PH- O IFPI é uma instituição que tem a ciência como uma de suas finalidades, qual tem sido a atuação no sentido de popularizá-la?

PB - Fazer chegar a ciência e a tecnologia aos diversos rincões e comunidades carentes, aliando teoria à prática, para que a ciência possa cumprir o seu papel e o IFPI a sua missão, qual seja a de promover uma educação de excelência, direcionada às demandas sociais.

Primando pelo desenvolvimento da ciência, o IFPI busca constantemente parcerias com programas de pós-graduação, desenvolvimento de patentes, participação em editais/chamadas públicas promovidas pelos Ministérios, a exemplo da execução do Projeto AgroIFNordeste, Residência Pedagógica e agrícola, projetos com horticultores, execução dos projetos de prevenção e combate à Covid-19 com a produção de 50.000 itens de EPIs: entre máscaras, batas, toucas, face shields e 25.000l de álcool.

Realizada em 12 de dezembro de 2022



BRASIL. **Uma política de desenvolvimento econômico para o Nordeste.** Presidência da República, Conselho de Desenvolvimento do Nordeste. Rio de Janeiro, 1959. 92 p.

A obra resenhada constitui-se em um relatório de autoria do Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste –GTDN¹, apresentado em fevereiro de 1959 ao presidente Juscelino Kubitschek -JK e aos nove governadores do Nordeste como uma análise dos problemas dessa Região no quadro do desenvolvimento econômico nacional, bem como de propostas de soluções para superá-los. O documento, embora tenha oficialmente recebido a autoria do GTDN, resultou de um esforço particular do funcionário do Banco Nacional de Desenvolvimento-BNDE à época, o economista Celso Furtado, nordestino com grande conhecimento sobre a América Latina por ter integrado, por quase dez (10) anos, a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe –CEPAL.

O documento foi organizado em uma estrutura que comporta introdução e mais quatro partes, nas quais ficaram evidenciadas a influência da experiência adquirida por Celso Furtado na CEPAL sobre a temática desenvolvimento, expressa na análise dos problemas e nas ações propostas para as áreas afetadas, sempre em perspectivas múltiplas: condições de ordens natural, política, social e cultural.

A introdução apresentou um panorama do documento, iniciando por situar a realidade sócio-econômica do Nordeste como grave problema no quadro de desenvolvimento nacional, constituindo-se no hemisfério ocidental como a mais extensa e populosa área com renda abaixo de cem dólares por habitante. Destacou que o crescimento econômico da Região era inferior ao do Centro-Sul do país, uma situação de difícil reversão e que, deixada à mercê das leis do mercado, tenderia a ser agravada.

Chamou a atenção para as causas profundas que respondem pela tendência secular de atraso na Região: escassez das terras aráveis, baixa precipitação pluviométrica, extrema concentração de renda, pecuária de subsistência e industrialização precária. Como parte da análise, argumentou que as relações econômicas entre o Nordeste e o Centro-Sul apresentavam um duplo fluxo de renda, sendo o setor privado responsável pelas fugas de divisas da Região,

¹ Grupo de trabalho instituído pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico- BNDE para orientar as políticas do governo federal a respeito do desenvolvimento do Nordeste. No período era dirigido por Aluísio Campos, advogado brilhante e político paraibano, mas segundo Celso Furtado, com pouco conhecimento sobre desenvolvimento regional.

enquanto o setor público assumia a responsabilidade de manter a sua viabilidade, ao despender um volume de recursos com gastos assistenciais que superavam a sua arrecadação. O relatório evidencia que o Nordeste tinha recebido seu maior impulso econômico com a exportação de produtos primários como a cana-de-açúcar, o cacau, o algodão, a cera de carnaúba e a amêndoa do babaçu. No entanto, o desenvolvimento econômico proporcionado pelo modelo empregado, exportação de matéria-prima, era frágil quando se mostrava incapaz de manter uma produção compatível com o crescimento populacional, exigindo a diversificação da produção interna, resultante de sua associação com uma política de industrialização que oferecesse oportunidades de empregos para a população flutuante das áreas urbanas e, ao mesmo tempo, fomentar o surgimento de uma classe dirigente de espírito empreendedor, preocupada em reter o capital interno e atrair o externo para a Região .

Advertiu que, até o momento, as ações adotadas pelos governos federal e estaduais para combater os efeitos das secas, tinham sido pouco eficientes. Tanto as de curto prazo, prestação assistencial aos flagelados, quanto as de longo prazo, a exemplo da construção de açudes e barragens. Desse modo, no entender do grupo, embora necessárias, tais medidas vinham contribuindo para agravar a situação de calamidade do povo nordestino ao permitir a permanência de um excedente humano na região semiárida. Fazia-se necessário uma intervenção federal, com a cooperação dos governos locais e da iniciativa privada, que operasse para alterar o curso daqueles acontecimentos. Para tanto, esboçou-se as diretrizes que deveriam orientar a elaboração de um plano de ação de recuperação da Região, a partir de 4 (quatro) eixos: ampliação de investimentos industriais, criando no Nordeste um centro autônomo de manufaturas; transformação da economia agrícola da faixa úmida, tornando essa Região com capacidade para abastecer as áreas industrializadas; elevação da produtividade e adequabilidade da produção das faixas-úmidas às situações de estiagens e expansão da fronteira agrícola do Nordeste, integrando a economia da Região às terras do hinterland maranhense, goiano, baiano e piauiense.

Seguindo a estrutura do documento, tem-se um detalhamento de cada aspecto abordado na introdução. Assim, nas três primeiras unidades “ O Nordeste na economia brasileira”, “Elementos dinâmicos da economia do Nordeste” e “ Aspectos econômicos do problema das secas”, foi exposto um estudo econômico da Região, a partir de dados censitários e de outras fontes que permitiram melhor visualização do quadro socioeconômico descrito. Chamou a atenção para o contingente populacional de 18,7 milhões de habitantes, com renda total de 102 bilhões de cruzeiros e a renda per capita de 5,5 mil cruzeiros. Esses dados foram

trabalhados em quadros comparativos a partir de períodos diversos, com desempenhos alcançados pelas demais regiões do país, sempre aplicando uma metodologia que favoreceu, mesmo aos não especialistas em economia, o acompanhamento das análises.

Ao estabelecer as comparações referidas, mostrou que o Nordeste, em relação ao Centro-Sul do país, apresentava o seguinte resultado: menor população ativa; maior parte desta população ocupada com agricultura; menor proporção na relação entre terra ocupada por homem; menor investimento de capital por área cultivada e menor grau de capitalização das indústrias. Nessas condições encontravam-se a explicação para o baixo rendimento da economia nordestina, principalmente na escassez relativa da terra e na menor acumulação de capital, responsáveis pela pobreza relativa dos seus suportes físicos.

Dando seguimento a essas comparações, o documento ressaltou que, apesar dos fatores negativos, a exemplo das condições climáticas e naturais, da transferência de recursos para fora da Região e da concentração de renda, a economia nordestina tinha crescido naquele período em uma taxa superior ao crescimento populacional, o que levava a acreditar que a anulação dos condicionantes inibidores do desenvolvimento, associada a uma política econômica que favorecesse a Região, seriam capazes de viabilizar o potencial da mesma.

Realizou, com esse propósito, uma análise dos elementos com capacidade para dinamizar a economia regional, a partir dos comportamentos dos setores externo, público e industrial. Prosseguiu expondo as implicações das secas periódicas na baixa produtividade da Região, ressaltando seus efeitos na agricultura de subsistência, o que concorria para as calamidades sociais conhecidas, responsáveis pelo massacre da população nordestina, notadamente da mais pobre. Fez outras análises comparativas, tomando importantes estados da Região - Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Bahia, para avaliar a produção entre os períodos de estiagens e os imediatamente anteriores. Para isso utilizou como suporte empírico as secas de 1951 e a de 1958. Na penúltima parte do documento, encontra-se o Plano de Ação dividido em 7 (sete) sub-tópicos, como resposta aos gargalos encontrados na estrutura sócio-econômica nordestina.

Na parte do documento em que está descrito o Plano de Ação, é possível identificar, mais uma vez, que o seu mentor tinha uma ideia bem definida a respeito das necessidades do Nordeste, bem como das melhores estratégias para o enfrentamento dos seus problemas, quando aceitara o desafio de elaborar a proposta de intervenção para a Região em um tempo tão exíguo: trinta dias. A maneira como pensou as estratégias, incluindo a cooperação entre os órgãos importantes da Administração Pública Federal - DNOCS, BNDE, Ministérios,

Banco do Brasil e outros, evidencia um amplo conhecimento da organização do Estado Nacional, com especificidade da área para a qual estava dirigindo sua atenção. Sem dúvida que a experiência na diretoria do BNDE, com função específica no Nordeste, dera a Celso Furtado a oportunidade de conhecer e intervir nos trabalhos do GTDN e perceber suas precariedades em termo de planejamento para o desenvolvimento regional, apesar do potencial humano que lhe constituía, por ter ficado bastante evidente que o grupo não mostrava conhecimento de conjunto da Região. Então, aproveitando-se das facilidades que a função ocupada no BNDE lhe proporciona e da experiência obtida na CEPAL, foi possível ampliar e organizar as informações que o seu projeto para o Nordeste requeria.

O Plano de Ação tem início com a apresentação da necessidade de reformulação da política de aproveitamento dos solos úmidos na região semiárida, realizando uma crítica à política hídrica adotada há décadas pelo governo federal para enfrentar as secas nordestinas, pois embora ações como as de açudagem e construção de estradas realizadas pelo Departamento de Obras Contra a Seca –DNOCS tivessem seus valores imediato, a médio prazo estava claro que não conseguiam alterar o quadro estrutural negativo apresentado pela Região semiárida. Afirmou serem necessárias a adoção de medidas baseadas menos na empiria e no imediatismo, em prol de estudos feitos por especialistas que, por seu grau de planejamento, fossem capazes de oferecer à economia das zonas semiáridas melhor estruturação para conviver com os períodos de estiagens. Destacou a importância da participação nesse Plano de Ação dos diferentes órgãos governamentais que atuavam na Região. A função do GTDN seria realizar uma espécie de articulação entre esses órgãos para que tudo funcionasse com racionalidade, evitando a duplicidade de esforços e o desperdício de recursos.

O segundo aspecto tratado refere-se à necessidade de reorganização da economia do nordeste semiárido pela abertura de frentes de colonização. Informando quais órgãos deveriam cooperar para melhor execução daquela ação, destacou a necessidade do conhecimento teórico e prático das potencialidades e dificuldades da área. Para tanto, seria necessário visitar as unidades produtivas para saber como operavam de fato: importância da agricultura de subsistência no produto real da mesma e nível de integração da massa trabalhadora local na atividade; inventário sobre estudos disponíveis a respeito dos pastos, sementes e águas, que pudessem orientar a elaboração de uma estimativa da população local a desviar à medida que a economia fosse sendo reorganizada com a abertura das frentes de colonização nos vales úmidos e na periferia do Polígono das secas. O resultado esperado para essa ação seria a

transferência do excedente de mão de obra, criando na Região uma economia com menor densidade demográfica e maior capacidade produtiva.

O aspecto tratado na sequência diz respeito a uma temática que se apresenta como eixo central ao pensamento cepalino e que, portanto, não poderia assumir outra posição nesse relatório. Trata-se da defesa de investimentos industriais na área, especialmente no litoral, permitindo a ampliação da densidade do capital por pessoa ocupada, que no momento mostrava-se muito abaixo do apresentado no Centro-Sul do País. Essa deveria ser uma ação bastante planejada, iniciada pela identificação das indústrias que mostravam maior viabilidade para a Região, considerando o mercado local e a capacidade de competir com as do Sul e com o mercado internacional. Alguns estudos já realizados apontavam para a viabilidade da indústria siderúrgica, que possibilitaria a expansão das atividades de transformação do ferro, do aço e da mecânica simples. Esses produtos contribuiriam para a fabricação de implementos agrícolas, móveis metálicos e outros com amplas demandas no mercado da Região. Também deveria ser fomentada a indústria de matérias-primas como o cimento e adubos fosfatados. À essa última era recomendado tratamento prioritário dos órgãos de financiamento público, e atenção especial do setor privado. Por último, dirigiu a atenção para a indústria tradicional da Região: o setor têxtil. A boa produção de algodão no Nordeste, bem como o baixo custo da mão de obra, havia impulsionado o crescimento dessa atividade por algumas décadas. Nos últimos anos, porém, vinha mostrando sinais de esgotamento em razão da concorrência produzida pelo desenvolvimento das indústrias têxteis do Sul, que se beneficiaram com o barateamento dos equipamentos têxteis importados, reduzindo o custo com a mão-de-obra e, conseqüentemente, da vantagem que tinha o Nordeste neste setor, em razão dos baixos salários aplicados.

O quarto e o quinto aspectos tratados estão intimamente integrados e relacionados com a oferta de energia elétrica na Região e com o melhor aproveitamento das conquistas tecnológicas do período. Esse ponto leva o leitor a pensar sobre quanto importante fora a luta pela construção de uma entidade vinculada ao Governo Federal, a Companhia Hidrelétrica do São Francisco – CHESF, cuja finalidade fosse o aproveitamento do potencial do Rio São Francisco para a produção da energia elétrica que o Nordeste necessitava. Um artigo publicado por Melo (2004)² a respeito da importância da CHESF para o desenvolvimento do Nordeste, permite dimensionar o que afirma o relatório a respeito desse recurso natural

² MELO, José Antonio Feijó de. A CHESF e o desenvolvimento do Nordeste (2004). Disponível em: <https://www.ilumina.org.br/a-chesf-e-o-desenvolvimento-do-nordeste>. Acesso em 01.12.2022.

imprescindível para o desenvolvimento regional. Segundo mostra o referido estudo, até metade da década de 50, momento em que a CHESF entra em funcionamento com a Usina de Paulo Afonso –PA I, fornecendo energia para as cidades de Recife e Salvador, a oferta desse serviço no Nordeste era extremamente deficiente.

Desde então, ocorreu uma alteração considerável na realidade informada, chegando a Companhia a ser responsável pela distribuição da energia fornecida para toda a Região. No final da década de 1950, apesar do grande progresso alcançado neste setor, o relatório do GTDN mostra que alguns estados do Nordeste ainda se encontravam com abastecimentos deficientes, a exemplo da parte do Ceará e do Rio Grande do Norte, que continuavam a produzir energia por usinas térmicas com a queima de derivados de petróleo e lenha, tornando as unidades de produção altamente antieconômicas. Bastante interessante a solução apresentada para essas áreas, ao chamar a atenção no quinto subitem para o potencial que apresentavam essas áreas para o aproveitamento das fontes de energia eólica e solar, aplicando de forma eficiente os conhecimentos e conquistas tecnológicas obtidas neste setor.

O sexto aspecto volta a atenção para a viabilidade dos centros urbanos no Nordeste. Nesse sentido é importante ressaltar que a densidade rural na Região se sobrepunha à urbana, fator que passou a ser modificado com a política de substituição de importação adotada pelo Centro-Sul, criando diversificado mercado de trabalho e atraindo milhares de nordestinos que se encontravam na extrema linha de pobreza. Um dos fatores que o GTDN apresentou para explicar o baixo quadro de desenvolvimento urbano e industrial do Nordeste foi a dificuldade apresentada pela Região em abastecer os centros urbanos com produtos alimentícios suficientes às demandas. Uma reorganização econômica da Região deveria cuidar do aumento da produção nas áreas úmidas da zona da mata, do agreste e da faixa litorânea, combinando a produção de gêneros alimentícios como o arroz, a intensificação da criação do gado, com a tradicional cultura da cana-de-açúcar, reduzindo as áreas destinadas, até então à essa última atividade com a aplicação de técnicas de irrigação que melhorassem sua produtividade.

Finaliza a exposição da proposta do Plano de Ação ressaltando a indispensabilidade da cooperação de governadores da Região no que diz respeito à formulação dos planos de desenvolvimento estaduais amparados pela assistência técnica do GTDN, ou, na verdade, do órgão com maior potencial político e funcional que deveria substituir esse grupo na condução desse projeto – Superintendência de Desenvolvimento para o Nordeste – SUDENE. A articulação geral do plano pressupõe um ataque simultâneo aos vários problemas que produziam dificuldades à economia da Região, tornando-a mais resistentes aos fatores

climáticos, garantindo-lhe maior capacidade produtiva e competitiva no mercado local, nacional e internacional.

Como dito anteriormente, o exposto a respeito do referido documento evidencia que Celso Furtado ao pensar uma saída para os problemas do Nordeste, seguiu as orientações cepalinas a respeito do desenvolvimento das áreas periféricas ao capital. Ficou destacado o suporte oferecido pelo método histórico-estrutural para a abordagem aplicada à Região ao observar-se as análises comparativas com o Centro-Sul do país, com diferentes épocas e/ou áreas do país, evidenciando que as condições de subdesenvolvimento em pauta deveriam ser explicadas e enfrentadas sem desconsiderar suas particularidades. Foi possível observar a influência do pensamento do intelectual cepalino Raúl Prebisch sobre os problemas decorrentes das economias periféricas, notadamente os resultantes da industrialização tardia e acanhada que caracterizam essas áreas.

No decorrer dos aspectos apresentados no Plano de Ação, outras características das atividades cepalinas sobressaíram-se. Ressaltou-se a importância atribuída ao planejamento das ações realizadas pelos órgãos públicos, iniciativa privada e governos estaduais, a partir da produção de dados produzidos por especialistas a respeito das realidades tratadas, racionalização dos esforços para a potencialização dos bons resultados. Importante destacar a defesa da intervenção do poder público no processo de organização das atividades econômicas tradicionais, a exemplo da produção de alimentos e das culturas voltadas para o mercado externo, bem como de promover o desenvolvimento industrial rápido e eficaz, modificando a trajetória histórica da Região.

No entanto, não se observou no Plano de Ação apresentado pelo GTDN, uma previsão de atividades que estivessem voltadas para a criação de centros educacionais no Nordeste, objetivando melhorar a formação escolar e profissional de sua população. Na década de 1950, mais de 50% da população nacional era analfabeta. Esse índice tornava-se mais grave em uma Região de população predominantemente rural, chegando algumas áreas a apresentar 80% de seus habitantes sem saber ler ou escrever. O autor da proposta centra sua atenção no papel dos especialistas, no potencial que acreditava possuir os intelectuais engajados ao projeto governamental, para pensar, orientar a execução e promover a transformação da área. Ressalta o uso das novas tecnologias para fazer frente aos gargalos climáticos e naturais, a exemplo da aplicação dela para geração de energia eólica e solar, entre outros projetos. Porém, não incluiu entre as estratégias apresentadas no documento um plano de melhoria da capacidade profissional da população nordestina, um projeto de escolarização que favorece a

Antonia Valtéria Melo Alvarenga

redução do número de analfabetos da Região e que os encaminhasse para uma formação ampla e necessária ao desenvolvimento econômico e social.

Finaliza-se ressaltando a importância do documento para a compreensão da trajetória do Nordeste no contexto da política desenvolvimentista instituída no País. É um estudo singular por trazer à tona diversos aspectos dos fatores estruturais que marcam a Região, realizar um balanço das ações implementadas pelo poder público até aquele momento e por registrar um momento em que os problemas da Região assumiram uma centralidade nunca vista na agenda dos governos federal, estadual e no interesse da comunidade civil. Depois desse momento, não restam dúvidas, o Nordeste passou a ser pensado de forma diferente por aqueles que habitavam em outras áreas do País e por sua própria população. Embora condições históricas e políticas não tenha tornado possível executá-lo como pensavam seus criadores, o Projeto plantou as sementes para a recuperação econômica da Região, com a criação da Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste –SUDENE, por exemplo, que se busca até hoje, mais de seis décadas depois. Recomendo a todos aqueles que se interessam pela temática Nordeste, independente da área de atuação ou do recorte temporal definido para estudo, a leitura deste importante relatório produzido pelo Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste – GTDN, sob a assessoria do grande nordestino Celso Furtado.

Antonia Valtéria Melo Alvarenga
Profª Adjunta da UESPI e da UEMA