



Cleire Lima da Costa Falcão  
Jander Barbosa Monteiro  
Jader de Oliveira Santos

ESTUDOS SOBRE A NATUREZA:

# FRAGILIDADES, POTENCIALIDADE E SUSTENTABILIDADE



OBSERVATÓRIO DO  
**SEMIÁRIDO**

**Cleire Lima da Costa Falcão  
Jander Barbosa Monteiro  
Jader de Oliveira Santos**

**ESTUDOS SOBRE A NATUREZA: FRAGILIDADES,  
POTENCIALIDADES E SUSTENTABILIDADE**



**Cleire Lima da Costa Falcão  
Jander Barbosa Monteiro  
Jader de Oliveira Santos**

**Rede de Pesquisa e Extensão do Semiárido/RPES  
Semiárid Search na Extension Network/RPES**



**Apoio**



**ESTUDOS SOBRE A NATUREZA: FRAGILIDADES,  
POTENCIALIDADES E SUSTENTABILIDADE**



2024 Fortaleza, Ceará

2024 - by Cleire Lima da Costa Falcão, Jander Barbosa Monteiro e Jader de Oliveria Santos.  
Direitos reservados a Rede de Pesquisa e Extensão do Semiárido/RPES

Rede de Pesquisa e Extensão do Semiárido/REPES- Programa de Pós-Graduação em Geografia.  
Centro de Ciências Humanas/CCH Av. John Sanford, s/n – Junco – Sobral/CE

Apoio: **CNPq**

Realização

**Rede de Pesquisa e Extensão do Semiárido/RPES**  
**Semiárid Search na Extension Network/RPES**

**Conselho Editorial**

José Falcão Sobrinho (UVA/CE), Cleire Lima da Costa Falcão (UECE/CE), Ernane Cortez Lima (UVA/CE),  
Raimundo Lenilde de Araujo (UFPI/PI), José Mauro Palhares (UFPB/PB)

**Conselho Científico**

Antonia Vanessa Silva Freire Moraes Ximenes, Cleire Lima da Costa Falcão, Cláudia Maria Sabóia de  
Aquino, Edson Vicente da Silva, Ernane Cortez Lima, Francisco Nataniel Batista de Albuquerque, José  
Mauro Palhares (UFPB/PB), Raimundo Lenilde de Araujo, Emanuel Lindemberg Silva Albuquerque,  
Simone Ferreira Diniz

**Dados Internacionais da Catalogação na Publicação Sistema de Bibliotecas**

Costa Falcão, Cleire Lima

Estudos sobre a Natureza: Fragilidades, potencialidades e sustentabilidade/Cleire Lima da Costa Falcão, Jander Barbosa Monteiro, Jader de Oliveira Santos. Rede de Pesquisa e Extensão do Semiárido/RPES. *Ed. Observatório do Semiárido*, Fortaleza, 2024.

344p.

ISBN [978-65-982446-2-0](#)

1.Sustentabilidade 2. Geografia. 3. Natureza. I. Monteiro, Jander Barbosa II. Santos, Jader de Oliveria. II. Rede de Pesquisa e Extensão do Semiárido/RPES. III. Título. CDU 371.335

Capa e Editoração: Eder Oliveira As informações, citações e a revisão textual são de responsabilidade exclusiva dos autores

## ORGANIZAÇÃO



Cleire Lima da Costa Falcão, professora Associada da Universidade Estadual do Ceará (UECE). É graduada em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (1994), Especialização em Botânica pela Universidade Federal do Ceará (1995), Mestre em Agronomia Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Ceará (2002) e Doutora em Geografia Física pela Universidade de São Paulo (2009). De 1996 até 2014 exerceu atividades na Universidade Estadual Vale do Acaraú. Coordenadora do Programa de Extensão em Educação em Solos: conhecer, instrumentalizar e propagar. Coordenadora do projeto de Extensão "A Arte de Pintar com Terra" e Coordenadora dos projetos de pesquisa "Elaboração e Análise de Materiais Didáticos para o Ensino de Geografia" e Estudo da Ação Pigmentante de Solo nas Unidades Ambientais" no qual fazem parte do Programa de Educação: instrumentalizar e propagar. Tem experiência na área de Geografia, com ênfase em Geografia Física.



Jander Barbosa Monteiro é Doutor em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará - UFC, onde também realizou Estágio de Pós-doutoramento. Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará - UECE. Possui Graduação em Geografia (Licenciatura) pela Universidade Federal do Ceará - UFC. É Professor Adjunto do Curso de Geografia e

vice-coordenador do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú. É bolsista de Produtividade em Pesquisa, Estímulo à Interiorização e Inovação Tecnológica, da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FUNCAP. É coordenador adjunto do Laboratório de Estudos Ambientais e Climáticos - LEAC da Universidade Estadual Vale do Acaraú. Integra a Comissão de Internacionalização da Universidade Estadual Vale do Acaraú. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geografia Física, atuando especialmente nos seguintes temas associados à Climatologia Geográfica: Desastres Socionaturais, Eventos Extremos, Riscos e Vulnerabilidade.



Jader de Oliveira Santos é professor Associado do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará, onde é Vice-coordenador do Programa de Pós-graduação em Geografia e professor do Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFC). Doutor em Geografia (Geografia Física) pela Universidade de São Paulo (USP), mestre em Geografia pela UECE e Graduado pela UFC. Foi professor visitante sênior na Universidade na Cabo Verde - UNICV através do Programa Pró-Mobilidade Internacional CAPES/AULP, onde foi atuou como prof colaborador do Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento da UNICV. Integrante da Household Water Insecurity (HWISE) Research Coordination Network (RCN), desenvolvendo pesquisas sobre insegurança hídrica domiciliar e acesso à água. Integra o núcleo Fortaleza do Observatório das Metrôpoles promovendo pesquisas relacionadas à fragilidade ambiental urbana e aos riscos socioambientais. Representante titular da UFC no Conselho Estadual de Meio Ambiente (COEMA).

## APRESENTAÇÃO

O Fórum do Semiárido ao longo de sua existência, desde 2009 foi apoiado com recursos de órgão de fomento seja o CNPq, CAPES ou FUNCAP, contemplando experiências nacionais e internacionais. Isto posto, em função dos convênios do PROPGEU/UVA realizados com as Universidade da Argentina, Estados Unidos e Portugal, ampliando as discussões e oportunizando trocas de saberes. Resultou em sua sexta edição ser denominado de Internacional. Neste contexto, a discussão do tema proposto para o **VI FÓRUM INTERNACIONAL DO SEMIÁRIDO** “A evolução do conhecimento científico e os estudos interdisciplinares: *Geodiversidade, Antropoceno, Etno-ecologia, Etno-pedologia, Etno-geomorfologia, Etno-climatologia e Biodiversidade*”, possibilita o debate interdisciplinar envolvendo, sobretudo, as ciências da Geografia, Biologia, Agronomia e Geologia, de certo outros profissionais se interessam pela temática. Contudo, busca-se no momento um diálogo com temas que permeiam nas ciências citadas e aqui são fundamentais ao interesse de nosso diálogo. De certo, os programas de pós-graduação de tais ciências proporcionaram aos acadêmicos um debate de diversos olhares, a nível teórico e metodológico. O envolvimento se deu, ainda, pela qualificada rede de periódicos envolvidos no processo, buscando conteúdos qualificados para eventuais publicações. A riqueza e diversidade das publicações expostas no *International Journal Semiarid* e *William Morris Davis – Revista de Geomorfologia*, resultantes do VIFISA oportunizou, ainda, a publicação deste livro em forma de 6 (seis) Livros Anais, intitulado **ESTUDOS SOBRE A NATUREZA: FRAGILIDADES, POTENCIALIDADES E SUSTENTABILIDADE**, tornando-se mais um agente propulsor das informações. Contudo, tal evento e as diversas publicações não seriam possíveis sem o apoio do CNPq.

Prof. Dr. José Falcão Sobrinho  
Coordenador Geral do VIFISA

### Apoio:



## AUTORES

### **Adryane Gorayeb**

Doutora em Geografia, Universidade Federal do Ceará (UFC) - [gorayeb@ufc.br](mailto:gorayeb@ufc.br)

### **Antonio Cordeiro Feitosa**

Universidade Federal do Maranhão - [acfeitos@gmail.com](mailto:acfeitos@gmail.com)

### **Ana Carla Oliveira de Barros**

Mestranda do Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente  
Universidade Federal do Ceará - [laryssaaraujogeo@gmail.com](mailto:laryssaaraujogeo@gmail.com)

### **Antônio Vinícius Alexandre de Maria**

Graduando em Geografia, Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), Sobral -  
[Viniciusalexandre537@gmail.com](mailto:Viniciusalexandre537@gmail.com)

### **Bianca de Freitas Terra**

Professora Adjunta do curso de Ciências Biológicas, UVA - [bianca\\_freitas@uvanet.com](mailto:bianca_freitas@uvanet.com)

### **Breno dos Santos Costa**

Geógrafo, Universidade de Pernambuco (UPE) - [breno.santos@upe.br](mailto:breno.santos@upe.br)

### **Bruna Lima Carvalho**

Mestre em Geografia - [brunanelore@gmail.com](mailto:brunanelore@gmail.com)

### **Bruno Wesley Freitas da Silva**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)  
- campus Quixadá - [brunowesleyoficial@gmail.com](mailto:brunowesleyoficial@gmail.com)

### **Caroline Bastos de Alencar Viana**

Engenheira sanitária e ambiental, Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima do Ceará (SEMA) -  
[carolviana\\_@hotmail.com](mailto:carolviana_@hotmail.com)

### **Debora Ribeiro dos Santos**

Mestranda pelo Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará (PPGGEO-UFC)  
- [debyline2007@gmail.com](mailto:debyline2007@gmail.com)

### **Danielma Ferreira da Rocha**

Doutoranda, POSGEO/UFBA - [danielma.dfd@gmail.com](mailto:danielma.dfd@gmail.com)

### **Daví do Vale Lopes**

Doutor em Geografia, Professor da UFRN - [davi.lopes@ufrn.br](mailto:davi.lopes@ufrn.br)

### **Daniele Costa Rufino**

Universidade Federal do Maranhão - [daniele.rufino@discente.ufma.br](mailto:daniele.rufino@discente.ufma.br)

### **Eliê Regina Fedel Marques**

Doutorado em andamento - Universidade Federal do Ceará, [elieregina@gmail.com](mailto:elieregina@gmail.com)

**Éder Guedes Freitas**

Doutorando em Geografia (UFC), Geógrafo na Superintendência do Patrimônio da União em Sergipe - [ederguedes91@gmail.com](mailto:ederguedes91@gmail.com)

**Eliane Terezinha Thiago Popp**

Doutoranda em Geografia pela Universidade do Estado do Paraná (Unioeste). Professora da Educação Básica do Estado de Santa Catarina. - [elianethiago06@yahoo.com.br](mailto:elianethiago06@yahoo.com.br)

**Elissandro de Sousa Gomes**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Sobral - CE.  
[elissandro.sousa.gomes07@aluno.ifce.edu.br](mailto:elissandro.sousa.gomes07@aluno.ifce.edu.br)

**Erandir Cruz Martins**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Sobral-CE.  
[erandir.cruz.martins83@aluno.ifce.edu.br](mailto:erandir.cruz.martins83@aluno.ifce.edu.br)

**Ewerton Gabriel Soares de Moura Silva**

UPE/Campus Garanhuns. - [ewerton.gabriel@upe.br](mailto:ewerton.gabriel@upe.br)

**Edson Vicente da Silva**

Doutor da Universidade Federal do Ceará - [cacauceara@gmail.com](mailto:cacauceara@gmail.com)

**Flavio Rodrigues do Nascimento**

Docente da Universidade Federal do Ceará (UFC) - [flaviorn@yahoo.com.br](mailto:flaviorn@yahoo.com.br)

**Francisca Laryssa Feitosa Araujo**

Mestranda do Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente  
Universidade Federal do Ceará - [laryssaaraujogeo@gmail.com](mailto:laryssaaraujogeo@gmail.com)

**Francisco Bruno Monte Gomes**

PRODEMA da Universidade Federal do Ceará (UFC). - [bruno06gomes@gmail.com](mailto:bruno06gomes@gmail.com)

**Felipe Gonçalves Campos**

Geógrafo, Universidade de Pernambuco (UPE), Campus Petrolina - [felipe.campos@upe.br](mailto:felipe.campos@upe.br)

**Flávia Ingrid Bezerra Paiva Gomes**

Mestra em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Professora do IFCE-Quixadá. [flavia.ingrid@ifce.edu.br](mailto:flavia.ingrid@ifce.edu.br)

**Franklin Roberto da Costa**

Professor do Departamento de Geografia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). - [franklincosta@uern.br](mailto:franklincosta@uern.br)

**Francisco Valdir da Rocha Filho**

Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA). Bolsista de IC/BPI - FUNCAP - [filhorocha140@gmail.com](mailto:filhorocha140@gmail.com)

**Gustavo Souza Valladares**

Professor adjunto - UFPI, [valladares@ufpi.edu.br](mailto:valladares@ufpi.edu.br)

**Glécia Maria Carvalho Sousa**

Doutoranda pelo Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará (PPGGEO-UFC)  
- *campus* do Pici - [gleciacarvalho@gmail.com](mailto:gleciacarvalho@gmail.com)

**Gerson Luiz Apoliano Albuquerque**

Prof. Me. da Universidade Estadual Vale do Acaraú, UVA - [gerson\\_apoliano@uvanet.br](mailto:gerson_apoliano@uvanet.br)

**Giovanna Soares Romeiro Rodrigues**

Mestra em Zoologia, Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima do Ceará (SEMA), Fortaleza, Ceará,  
Brasil - [giovanna.rodrigues@sema.ce.gov.br](mailto:giovanna.rodrigues@sema.ce.gov.br)

**Helder Aurelio Gomes Liberado**

Graduado em Geografia – Universidade Estadual do Ceará. [helderliberato@hotmail.com](mailto:helderliberato@hotmail.com)

**Izabela da Rocha Barboza**

Universidade Federal do Maranhão - [izabela.rocha@discente.ufma.br](mailto:izabela.rocha@discente.ufma.br)

**Isabel Joályce da Silva Galindo**

UPE/Campus Garanhuns. - [isabel.joalyce@upe.br](mailto:isabel.joalyce@upe.br)

**Idrissa Djoló**

Doutorando em Geografia pela Universidade Federal do Ceará - [idrissadjolo@yahoo.com.br](mailto:idrissadjolo@yahoo.com.br)

**Ícaro Guedes da Silva**

Mestrando em Geografia, CERES/UFRN - [icaro.silva.097@ufrn.edu.br](mailto:icaro.silva.097@ufrn.edu.br)

**José Falcão Sobrinho**

Professor Dr. da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA) - [falcão.sobral@gmail.com](mailto:falcão.sobral@gmail.com)

**Jacimária Fonseca de Medeiros**

Professora do Departamento de Geografia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). -  
[jacimariamedeiros@uern.br](mailto:jacimariamedeiros@uern.br)

**José João Lelis Leal de Souza**

Doutor em Geografia, Professor da Universidade Federal de Viçosa - [jjlelis@ufv.br](mailto:jjlelis@ufv.br)

**Jéssica Cristina Oliveira Frota**

Doutoranda PRODEMA – UFPI - [jessicauapi@hotmail.com](mailto:jessicauapi@hotmail.com)

**Jorge Eduardo de Abreu Paula**

Professor adjunto -UESPI - [jorgeabreupaula@yahoo.com.br](mailto:jorgeabreupaula@yahoo.com.br)

**João Bandeira da Silva**

Mestrando em Geografia do PROPGEO/UVA - [joao.bandeirinha10@gmail.com](mailto:joao.bandeirinha10@gmail.com)

**Jader de Oliveira Santos**

Doutor em Geografia, Universidade Federal do Ceará (UFC) - [jadersantos@ufc.br](mailto:jadersantos@ufc.br)

**Julia Silva Oliveira**

Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) - [juliasilvoliveira@gmail.com](mailto:juliasilvoliveira@gmail.com)

**José Marcos Duarte Rodrigues**

Prof. Dr. Universidade Estadual Vale do Acaraú/UVA - [jmduarterodrigues@hotmail.com](mailto:jmduarterodrigues@hotmail.com)

**João Rodrigues de Araujo Júnior**

Mestrando do PROGGEIO/UVA - [joaorodriguesjunior597@gmail.com](mailto:joaorodriguesjunior597@gmail.com)

**João Luís Sampaio Olímpio**

Doutor em Geografia (UFC) e docente do Instituto Federal do Ceará (IFCE, campus Quixadá). - [joao.olimpio@ifce.edu.br](mailto:joao.olimpio@ifce.edu.br).

**Juscelino Chaves Sales**

Prof. Dr. da Universidade Estadual Vale do Acaraú, UVA, curso Engenharia Civil, Sobral, Ceará - [juscelinochaves@hotmail.com](mailto:juscelinochaves@hotmail.com)

**Kaoli Pereira Cavalcante**

Professor Adjunto do curso de Ciências Biológicas, UVA - [kaoli\\_cavalcante@uvanet.com](mailto:kaoli_cavalcante@uvanet.com)

**Kleber Carvalho Lima**

UPE/Campus Garanhuns. - [kleber.carvalho@upe.br](mailto:kleber.carvalho@upe.br)

**Luiz Henrique de Barros Lyra**

Prof. Dr. em Geografia, UPE, Campus Petrolina - [luizhenrique.lyra@upe.br](mailto:luizhenrique.lyra@upe.br)

**Luiz Henrique de Barros Lyra**

Professor Adjunto do Colegiado de Geografia, Universidade de Pernambuco (UPE) -Campus Petrolina - [luizhenrique.lyra@upe.br](mailto:luizhenrique.lyra@upe.br)

**Lívia Alves de Souza**

Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral - CE. [souzalivia341@gmail.com](mailto:souzalivia341@gmail.com)

**Leidy Dayane Paiva de Abreu**

Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza-CE. [dayannepaiva@hotmail.com](mailto:dayannepaiva@hotmail.com)

**Maria Elisa Zanella**

Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento pela Universidade Federal do Paraná. Professora da graduação e pós-graduação em Geografia e PRODEMA da Universidade Federal do Ceará. [elisazv22@gmail.com](mailto:elisazv22@gmail.com)

**Maria Rita Vidal**

Professora da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA), Marabá, Pará, Brasil - [ritavidal@unifesspa.edu.br](mailto:ritavidal@unifesspa.edu.br)

**Maria Eduarda de Godoi Pinto**

UPE/Campus Garanhuns. - [mariaeduarda.pinto@upe.br](mailto:mariaeduarda.pinto@upe.br)

**Mariana Amâncio de Sousa Moraes**

Mestra em Geografia, Universidade Federal do Ceará - [mariana.amancio@gmail.com](mailto:mariana.amancio@gmail.com)

**Mayanne Menezes Arcelino**

Graduanda em Licenciatura em Geografia no Instituto Federal do Ceará (IFCE, campus Quixadá).-  
[mayannemenezes50@gmail.com](mailto:mayannemenezes50@gmail.com)

**Maevy dos Santos Brito**

Mestranda em Geografia, UFC - [britomaevy@gmail.com](mailto:britomaevy@gmail.com)

**Paulo Ricardo Barboza Gomes**

Doutor em Engenharia de Telecomunicações. Professor do IFCE-Tauá. [gomes.paulo@ifce.edu.br](mailto:gomes.paulo@ifce.edu.br)

**Paulo Miguel de Oliveira Junior**

Curso de Geografia da UPE - [paulo.migueloliveira@upe.br](mailto:paulo.migueloliveira@upe.br)

**Patrícia Vasconcelos Frota**

Professora Dra. da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA) - [patricia\\_frota@uvanet.br](mailto:patricia_frota@uvanet.br)

**Paulo Ricardo dos Santos Rubim**

Universidade Federal do Maranhão - [paulo.rubim@discente.ufma.br](mailto:paulo.rubim@discente.ufma.br)

**Thayssllorranny Batista Reinaldo**

Universidade Estadual Vale do Acaraú/UVA - [llorrannygeo@gmail.com](mailto:llorrannygeo@gmail.com)

**Vanessa Vitória Torres de Moraes**

Mestranda em Geografia pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO). - [vivihept07@gmail.com](mailto:vivihept07@gmail.com)

**Vlória Pinto Vidal de Oliveira**

Doutora em agronomia, Professora do curso de Geografia da Universidade Federal do Ceará (UFC)

**Vanessa Campos Alves**

Pesquisadora da Rede de Pesquisa e Extensão do Semiárido/REPES-CNPq -  
[vanessacampos1414@hotmail.com](mailto:vanessacampos1414@hotmail.com)

## SUMÁRIO

### **ANÁLISE MULTITEMPORAL DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE ITAÚ – RN, COMO SUBSÍDIO PARA O PLANO MUNICIPAL AMBIENTAL (14)**

Vanessa Vitória Torres de Moraes; Franklin Roberto da Costa; Jacimária Fonseca de Medeiros

### **AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL NO MUNICÍPIO DE TRINDADE-PE (29)**

Paulo Miguel de Oliveira Junior; Luiz Henrique de Barros Lyra

### **CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, FÍSICA E QUÍMICA DE UM LATOSSOLO AMARELO, NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO (48)**

Ícaro Guedes da Silva; Danielma Ferreira da Rocha; Davi do Vale Lopes; José João Lelis Leal de Souza

### **MAPEAMENTO E AVALIAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DAS LAGOAS DA PLANÍCIE DO RIACHO DAS PORTEIRAS NAS PROXIMIDADES DO LOTEAMENTO VALE DOURADO E O CONDOMÍNIO MORADA NOVA MAIS VIVER, PETROLINA-PE (59)**

Breno dos Santos Costa; Luiz Henrique de Barros Lyra; Felipe Gonçalves Campos

### **UMA EXPLANAÇÃO SOBRE O CONCEITO DE PAISAGEM DENTRO DO CONTEXTO DOS PROFETAS DA CHUVA NO NORDESTE BRASILEIRO (83)**

Eliê Regina Fedel Marques; Helder Aurelio Gomes Liberado; Maria Elisa Zanella

### **RISCO DE EROÇÃO DA PLANÍCIE COSTEIRA DO ESTADO DO PIAUÍ (92)**

Jéssica Cristina Oliveira Frota; Gustavo Souza Valladares; Jorge Eduardo de Abreu Paula

### **A IMPORTÂNCIA DA RADIAÇÃO NOS ESTUDOS DE CONFORTO TÉRMICO HUMANO NO SEMIÁRIDO E O USO DE TERMÔMETROS DE GLOBO PARA SUA MENSURAÇÃO (104)**

Flávia Ingrid Bezerra Paiva Gomes; Paulo Ricardo Barboza Gomes

### **AVALIAÇÃO DA ESTIMATIVA DE PERDA DE SOLO NO SEMIÁRIDO SERGIPANO (115)**

Éder Guedes Freitas; Vlândia Pinto Vidal de Oliveira

### **A RELAÇÃO DO HUMANO COM A NATUREZA: É PRECISO DECOLONIALIZAR PARA RETERRITORIALIZAR (128)**

Eliane Terezinha Thiago Popp

### **REFLEXÕES SOBRE O CLIMA SEMIÁRIDO NO ESTADO DO MARANHÃO (138)**

Daniele Costa Rufino; Izabela da Rocha Barboza; Paulo Ricardo dos Santos Rubim; Antonio Cordeiro Feitosa

**PAISAGENS CÊNICAS NATURAIS E MODIFICAÇÕES EM UM PARQUE URBANO DE SOBRAL – CE (156)**

Elissandro de Sousa Gomes; Francisco Bruno Monte Gomes; Livia Alves de Souza; Leidy Dayane Paiva de Abreu; Erandir Cruz Martins

**DEGRADAÇÃO AMBIENTAL POR MEIO DE FEIÇÕES EROSIVAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO CARRO QUEBRADO NO MUNICÍPIO DE FLORESTA – PE (167)**

Isabel Joályce da Silva Galindo; Maria Eduarda de Godoi Pinto; Ewerthon Gabriel Soares de Moura Silva; Kleber Carvalho Lima

**USO DE METODOLOGIAS PARTICIPATIVAS NA ELABORAÇÃO DE FERRAMENTAS DE GESTÃO NO CONTEXTO DO PLANO DE MANEJO DA APA DO RIO PACOTI, CEARÁ, BRASIL (178)**

Mariana Amâncio de Sousa Moraes; Adryane Gorayeb; Jader de Oliveira Santos; Caroline Bastos de Alencar Viana; Giovanna Soares Romeiro Rodrigues

**MASSAS DE DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS EM UM RIACHO INTERMITENTE DO NOROESTE CEARENSE (193)**

Francisco Valdir da Rocha Filho; Julia Silva Oliveira; Bianca de Freitas Terra; Kaoli Pereira Cavalcante

**COMPARTIMENTAÇÃO E ANÁLISE DAS PAISAGENS DA MICRO-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO VIANA, TAPERUABA, SOBRAL, CE (202)**

José Marcos Duarte Rodrigues; Thayssllorranny Batista Reinaldo

**UM ESTUDO DA PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL E DOS REFLEXOS SOBRE O VOLUME ARMAZENADO E ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO NO RESERVATÓRIO ACARAÚ MIRIM NO MUNICÍPIO DE MASSAPÊ, CEARÁ (213)**

Vanessa Campos Alves; Bruna Lima Carvalho; João Rodrigues de Araujo Júnior; Patrícia Vasconcelos Frota

**COMPARTIMENTAÇÃO GEOECOLÓGICA DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO ESTUÁRIO DO RIO CEARÁ, REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA, CE. (222)**

Francisca Laryssa Feitosa Araujo; Ana Carla Oliveira de Barros; Edson Vicente da Silva

**ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NO MUNICÍPIO DE MASSAPÊ NO CEARÁ, BRASIL (233)**

Antônio Vinícius Alexandre de Maria; Bruna Lima Carvalho; Vanessa Campos Alves; José Falcão Sobrinho

**QUANTIFICAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO ESPAÇO NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SITIÁ, CEARÁ (245)**

Mayanne Menezes Arcelino; João Luís Sampaio Olímpio

**POSSÍVEL DESERTIFICAÇÃO EM IRAUÇUBA – CE (259)**

Juscelino Chaves Sales

**ANÁLISE DO IMPACTO AMBIENTAL SOBRE O RIO CURU NO ESTADO DO  
CEARÁ (275)**

Juscelino Chaves Sales; Gerson Luiz Apoliano Albuquerque

**O DRONE COMO FERRAMENTA DE COLETA DE IMAGENS PARA A PESQUISA  
DE ZONAS COSTEIRAS: UM ESTUDO DE CASO NO DISTRITO DE MUNDAÚ,  
TRAIRI (CE) (288)**

Maevy dos Santos Brito

**VARIABILIDADES ESPACIAL E SAZONAL DAS PRECIPITAÇÕES NA SUB-  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BANABUIÚ, CE (299)**

Debora Ribeiro dos Santos; Glécia Maria Carvalho Sousa; Bruno Wesley Freitas da Silva;  
João Luís Sampaio Olímpio; Flavio Rodrigues do Nascimento

**DESAFIOS TEÓRICOS E CONCEITUAIS SOBRE ESTUDO DA FRAGILIDADE  
AMBIENTAL EM BACIA SEMIÁRIDA– UMA PRIMEIRA ABORDAGEM (311)**

Glécia Maria de Carvalho Sousa; Flávio Rodrigues dos Nascimento

**PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL: DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO  
AMBIENTE NATURAL DA ILHA DE BISSAU/GUINÉ-BISSAU (326)**

Idrissa Djoló, Edson Vicente da Silva; Maria Rita Vidal

## **ANÁLISE MULTITEMPORAL DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE ITAÚ – RN, COMO SUBSÍDIO PARA O PLANO MUNICIPAL AMBIENTAL**

Vanessa Vitória Torres de Moraes  
Franklin Roberto da Costa  
Jacimária Fonseca de Medeiros

### **INTRODUÇÃO**

Os solos apresentam-se entre os recursos naturais fundamentais para existência humana, sendo eles responsáveis por gerar e favorecer o cultivo, a pastagem, e a construção civil (LEPSCH, 2010). Sendo assim, constitui-se como suporte dos ecossistemas e das atividades humanas sobre a terra, sendo seus estudos imprescindíveis para o planejamento (SANTOS, 2004). Outrossim, suas características favoráveis a sobrevivência deixou-nos dependentes de seus recursos, tanto que mesmo hoje, com grandes avanços tecnológicos, o homem ainda depende de suas funções e propriedades para garantir o abastecimento da população mundial.

Entretanto, anos de história, exploração e degradação do meio, tornaram parte dos solos férteis improdutivos. Contudo, sua importância e a necessidade de proteção, visto sua intrínseca relação solo – evolução do homem, teve efeito em forma de constituição de leis que, em geral, ficam a cargo dos municípios formularem legislações compatíveis com a realidade de seus devidos territórios, por exemplo, a lei de uso e ocupação da terra, que possibilita, segundo Vaz, Rolnik e Cymbalista (1996) a normalização das construções, definindo o que pode ser feito em cada terreno particular ou público, visando garantir que todos os agentes urbanos tenham vivências agradáveis entre os usos.

Sendo assim, vários são os estudos que buscam analisar a dinâmica de como os solos vêm sendo usados e as principais atividades desenvolvidas, com enfoque nas ações antrópicas dentro da perspectiva de degradação, para isto, faz-se o uso de geotecnologias, que, segundo Moreira (2011), são consideradas uma forma eficiente para análise dessas mudanças de uso e cobertura, com o uso de técnicas de processamento digital de imagens e na elaboração de operações espaciais, a partir dos Sistemas de Informações Geográficas – SIG conceituado por Rosa (2009) como uma ferramenta capaz de processar dados gráficos e não gráficos, com ênfase em análises espaciais e modelagens de superfícies.

Complemento as atividades desenvolvidas pelo SIG, tem-se o mapeamento do uso e cobertura da terra, apresentado como uma das etapas importantes no planejamento e definição de atividades a serem desenvolvidas pelo poder público e privado, quando estes estão envolvidos na gestão ambiental (BASSEGIO; CARAMORI; SORIANE, 2006). O estudo das variáveis que compõem o meio forneceu suporte para análise das condições ambientais, bem como na observação das mudanças no uso e cobertura da terra, servindo de subsídio para o controle e aplicação de leis que permitam a conservação e/ou proteção do meio.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo geral o mapeamento de uso e ocupação do solo no ano de 1987 e 2022 para o município de Itaú, Rio Grande do Norte, tendo como suporte as geotecnologias. Assim sendo, buscou-se demonstrar partindo dos objetivos específicos, o comportamento destes 34 anos, baseado no levantamento de dados fornecido pelo diagnóstico que teve como base a representação espacial dos tipos de uso dos solos existentes, assim como, quantificar o percentual de área utilizada para cada unidade temática, considerando as causas

para as alterações no uso e cobertura do solo e como as ações humanas contribuíram para tal processo.

O município de Itaú - RN já citada como referência em trabalhos de Pfaltzgraff (2010) como um dos municípios que apresentam superfície aplainada degradada em área ocupada por pastagens, mostra, de fato, como as ações humanas voltadas para atender as demandas econômicas dentro do município contribuíram negativamente para o solo do objeto de estudo.

Neste contexto, o trabalho mostra-se como relevante por levantar os dados de uso e cobertura da terra, em formato vetorial e matricial, através do mapeamento da área de estudo, identificando as porcentagens destinadas para cada classe observada no município de Itaú, RN. Contribui desta forma, para os planos de gestão ambiental, conhecimento territorial e valorização científica do município. Ademais, Itaú/RN vem sendo área de estudo desde seu primeiro contato com o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC, que aproximou a discente ao seu lugar de origem.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Fundamentação Teórica

A ciência geográfica é fundamental para a compreensão dos desafios globais do século XXI, principalmente por ser uma ciência dinâmica e em constante evolução, que utiliza cada vez mais tecnologias avançadas, como o sensoriamento remoto, o geoprocessamento e a modelagem espacial, para a análise e representação dos fenômenos geográficos. Essas tecnologias permitem uma análise mais precisa e detalhada da superfície terrestre e das dinâmicas espaciais, ampliando o potencial da ciência geográfica para a resolução dos desafios socioambientais contemporâneos.

Assim como, tem se destacado como área do conhecimento primordial para a gestão e preservação do patrimônio natural e cultural, uma vez que permite a identificação e análise das características espaciais dos lugares e paisagens, elementos indispensáveis, como afirma Scifoni (2007) para analisar como o espaço geográfico é produzido.

Desta forma, a compreensão da paisagem e dos elementos que a compõem é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de preservação e preservação do patrimônio, bem como para o planejamento e gestão do uso do território de forma sustentável. A paisagem é caracterizada por sua função materializadora dos produtos a partir das relações: naturais e antrópicas, em que são criadas unidades de análises.

Tais unidades mostram-se relevantes em estudos nos quais é objetivado analisar a dinâmica de uso e cobertura da terra, principalmente pelas Geotecnologias, que segundo Barros Junior et. al. (2018), mostram-se como excelentes instrumentos para uma gestão ambiental pela sua capacidade de integração de ferramentas e técnicas de modelagem dos fenômenos ambientais possíveis de reconhecer os potenciais e as fragilidades de uma determinada área geográfica.

Segundo Rosa (2005, p. 1), as “geotecnologias são o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações com referências geográfica.” ou seja, o uso de *software*, *hardware*, *peopleware* que se mostram como instrumentos auxiliares na tomada de decisões por possibilitar, conforme afirma Filho e Crósta (2003) a aquisição, armazenamento em bancos de dados para que assim, estes possam ser processados e desenvolvidos a partir de uma determinada classificação pré-estabelecida em ambientes SIG.

As geotecnologias são um campo amplo, e dividem-se em diversas áreas das Geociências. Para este trabalho, iremos atentar-se a perspectiva do sensoriamento remoto e do Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

No que se refere ao Sensoriamento Remoto, Florenzano (2007, p. 1) conceitua como a “tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre, por meio da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície.” Ou seja, o sol (fonte de energia que pode ser artificial) imite energia incidente, a superfície terrestre (alvo), e este reflete esta energia captada e emite ao satélite (pode ser terrestre, aéreos e orbitais), que envia os dados para uma receptora, salienta-se que esta fase é realizada à distância, por isso o uso do termo remoto, não necessitando do contato com o sensor e o objeto (Florenzano, 2007).

Esta definição vai de encontro ao que Novo (2010) exemplificou, pois, a autora cita os sensores por ondas sonoras, que dispensam o contato físico entre o sensor e o objeto na superfície terrestre. Inquestionavelmente, grandes foram os avanços na tecnologia na área da informática, que possibilitaram tais conquistas para a cartografia digital no Brasil, principalmente em consideração a agilidade e redução de custos obtidos através do sensoriamento remoto.

Em relação ao SIG, é vasta suas definições, já que são usados em várias áreas do conhecimento científico como, por exemplo, na administração e na arquitetura, que usam como suporte para tomada de decisões e planejamento. Na geografia, vai estar relacionado a construção de mapas, planejamento e tomada de decisões (MIRANDA, 2005).

Em suma, a conceituação dada a SIG é um conjunto de técnicas usadas para agrupar e analisar dados de fontes mais diversas, (em formatos vetorial, raster e alfanuméricos) como, por exemplo, imagens de satélites, mapas, censos, cartas climáticas, fazendo-se uso de computador, sendo possível armazenar, adquirir, analisar e projetar dados geográficos (SANTOS, 2007).

Uma das metodologias aplicadas no mapeamento do meio físico e antrópico é o mapeamento do uso e cobertura da terra. Entende-se como uso da terra a forma como o espaço está sendo ocupado pelo homem. A importância desse mapeamento se dá na medição dos efeitos causados pela ocupação antrópica, e nos impactos causados pelas próprias características naturais do local estudado.

Segundo Borges, Borges e Nishiyama (2008), o mapeamento do uso da terra, tendo como suporte as técnicas de SIG e Sensoriamento Remoto, representa um instrumento de auxílio no planejamento e no gerenciamento do processo de ocupação do meio, auxiliando na sua avaliação e no seu monitoramento, visando garantir a conservação dos seus recursos existentes, sejam eles naturais ou antropizados.

Trabalhos com o mesmo viés do aqui apresentado, já vem sendo desenvolvido em outras localidades. Pesquisadores como Araújo, Pereira Neto e Grigio (2019) identificaram, a partir de uma análise multitemporal os impactos ambientais negativos causados pelo uso do solo no município de Assú, RN. Para isso, os autores extraíram informações relacionadas aos anos de 1977 - 2018 de imagens de satélite de sites como o INPE, USGS e por meio por software QGIS 2.14®.

Para classificar os tipos de uso da terra, os autores usaram o Manual Técnico de Uso da Terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013). Obtiveram cinco classes de uso e ocupação: Caatinga Arbustiva Densa; áreas Agrícolas; Assentamentos Urbanos; Corpos Hídricos e Caatinga Rala. Tais classes foram identificadas mediante classificação semi-

supervisionada por meio da ferramenta *Semi-Automatic Classification Plugin no software QGIS 2.18*®.

Por fim, os autores realizaram visitas em campos para verificação das classes. Como resultado, obtiveram uma redução da área destinada a caatinga Arbustiva Densa no município, justificando tal afirmação pela derrubada desta área para indústria ceramista, bem como, aos anos de seca.

Outrossim, Gouveia, Galvanin e Neves (2013) quantificaram a mudança no uso da terra na Bacia Hidrográfica do Córrego do Bezerro Vermelho, no município de Tangará da Serra, Mato Grosso, entre os períodos de 1984 e 2011. Como metodologia os pesquisadores fizeram uso de imagens do satélite Landsat - 5, sendo estas georreferenciadas. O tipo de classificação foi a supervisionada *Maxver* do *software Arcgis*®, versão 9.2, da Esri e no Spring versão 5.1. O modo de classificação foi supervisionado com o classificador *Maxver*, no *software Spring* levando em consideração as classes de pastagem, agricultura, cobertura florestal, vegetação secundária e lâmina de água. No que se refere aos resultados, foi diagnosticado que a paisagem sofreu mudanças drásticas, principalmente pela expansão da agricultura.

Ademais, Fujaco, Leite e Messias (2010) buscaram, por meio do geoprocessamento, analisar a dinâmica no uso e ocupação do Parque Estadual do Itacolomi, MG. Foram definidas as seguintes classes, vegetação Floresta Estacional Semidecidual, Campus Rupestres e Áreas Antropogênicas.

Em relação a metodologia ao trabalho citado, diferencia-se, pois, a primeira fase foi a realização de fointerpretação das imagens aéreas com o amparo de um estereoscópico, para então realizar-se a definição das diversas classes de uso e ocupação. Em seguida, as imagens aéreas foram georreferenciadas no *software Arcview 9.2* e inseridas no Sistema de Informação geográfica – SIG. O mapeamento foi elaborado diretamente sobre a imagem.

No que se refere aos resultados, os autores pontuam que as mudanças ocorridas são de ordem antrópica, principalmente na década de 1970, onde há forte plantação de chá e eucalipto, mas que, devido a atividades de monitoramento e controle, além do abandono das citadas culturas, tais prejuízos foram sendo atenuados, e dando lugar ao retorno da vegetação pioneira da região.

Em suma, estes trabalhos supramencionados têm em comum que a extensão agrícola ligadas as atividades humanas é o fator que mais contribui para dinâmica do uso e cobertura dos solos. Outrossim, comprova como as geotecnologias podem contribuir na fase de diagnóstico da dinâmica das áreas de estudo. Isso porque se fez presente em todas as metodologias propostas, fornecendo ferramentas e produtos que auxiliaram nas possibilidades de atenuar e propor melhorias diante dos principais problemas encontrados.

## METODOLOGIA

A metodologia concernente a essa pesquisa deu-se em três etapas: primeiramente o levantamento bibliográfico por meio de artigos científicos, dissertações, teses e livros, assim como em plataformas *online* como o Banco de Dados da Capes, esses direcionados aos objetivos propostos.

Também foi realizado a aquisição dos materiais cartográficos, *softwares* e composição das bandas, ademais, os dados que compõem o nosso Banco de dados Geográficos (BDG). Estes foram obtidos em órgãos estaduais e federal, como as cartas topográficas da área de estudo

disponíveis na Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Após a aquisição e transformação das imagens coletadas no site do INPE, iniciou-se o segundo passo metodológico com a classificação das imagens orbitais dos anos de 1987 (*LANDSAT 5 TM*, datada de 30/04/1987, 216-064) e 2022 (*CBERS 4 MUX* – 13/08/2022 – 150-106), para o *software QGIS*. Para esta etapa, criamos uma classe vetorial que serviu de base para obter as três variáveis selecionadas com base metodologias usadas por Alencar; Vieira; Nepstad; Lefebvre (1996): água, área de solo exposto/antropizada e vegetação preservada. Posteriormente, realizamos a análise visual das imagens orbitais para a extração do polígono da área urbana, esta etapa foi realizada de forma manual pelos autores.

Definiu-se o uso e ocupação do solo por meio do classificador supervisionado, *plugin Dzetsaka: classification tools* disponíveis no *software QGIS*, o qual permite a geração dos mapas de uso, ocupação e cobertura do solo a partir da escolha de áreas de treinamento, extração de assinaturas dos alvos e classificação supervisionada utilizando um classificador GMM (*Gaussian Mixture Model*) (OLIVEIRA; SOARES, 2022). Foram necessárias duas tentativas para se conseguir o objetivo, gerando-se camadas *Raster* com as classes selecionadas. Em seguida, fez-se a vetorização automática da imagem *Raster* no *software QGIS*.

Em nossa proposta de metodologia, foi-se necessário realizar visitas *in loco* em pontos estratégicos do município, onde obtivemos dados primários, como registros fotográficos para verificação das informações obtidas em laboratório, na qual foram Georreferenciadas com o uso do *Global Positioning System* – GPS, que foram inseridos em uma planilha eletrônica, pois auxiliaram na discussão dos resultados. Em relação a escolha dos pontos de visitação, foram escolhidos 08 (oito) pontos considerando cobrir todos os limites e centralidades do território municipal.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de Itaú/RN está localizado na mesorregião Oeste Potiguar, de acordo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, pertencendo a microrregião de Pau dos Ferros e no que se refere às regiões geográficas intermediária e imediata pertence ao município de Mossoró, no contexto da Depressão Sertaneja. Limita-se aos municípios de Severiano Melo, ao Norte, Apodi, à Nordeste, Rodolfo Fernandes e Taboleiro Grande, à Oeste, e Riacho da Cruz, ao Sul. Compreende uma extensão territorial 133,03 km<sup>2</sup>, equivalente a 0,25% da superfície estadual (IBGE, 2023).

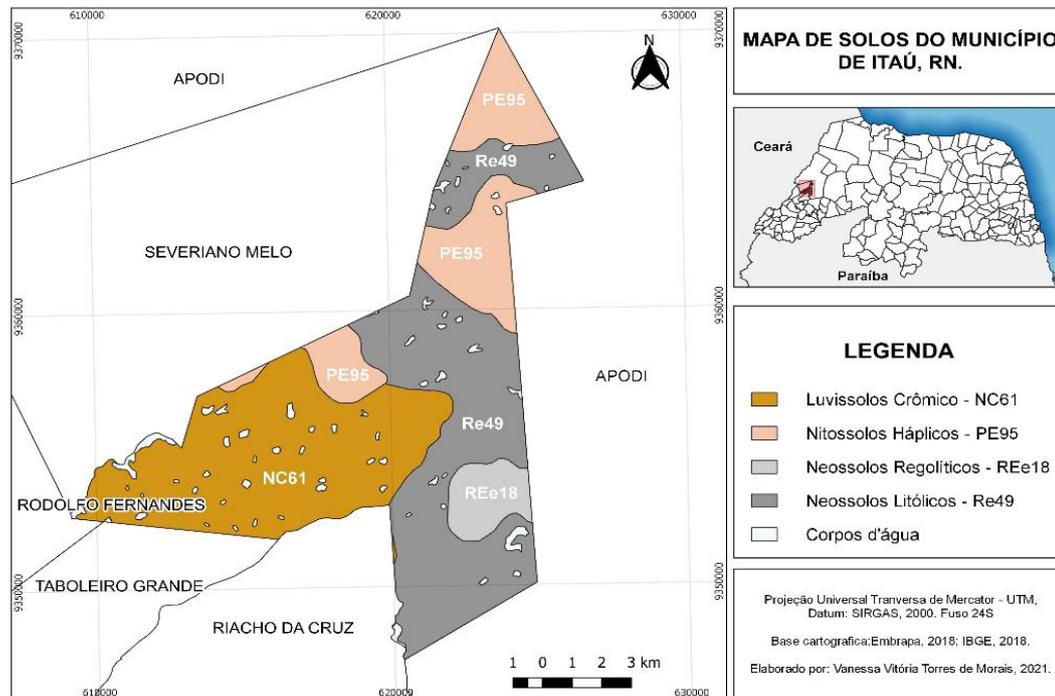
A Geologia do município de Itaú pertence a Bacia Potiguar. A porção Sul do município, apresenta formação Açú (Cretáceo), contendo Embasamento Cristalino (pré-cambriano) (PFALTZGRAFF, 2010). Em uma descrição superficial das litologias do município, o complexo Jaguaretama apresenta maior extensão no território, com 72, 39% de área, com idade paleoproterozóica, apresentando predomínio de solos pouco profundos e de moderada a boa fertilidade natural. Como exemplo, tem-se os Neossolos Litólicos Eutróficos (PFALTZGRAFF, 2010). Em seguida, encontra-se o Depósito – Eluviais com 9,17 % de área; Itaporanga com 6,84%; Açú com 3,98%; Suíte Intrusiva São João do Sabugi –3,98% e 0, 86 % de corpos de água.

Em relação a geomorfologia, o município de Itaú apresenta uma altitude que varia de 100 a 200 metros. Encontra-se inserido na Depressão Sertaneja, apresentando como características,

terrenos baixos, situados entre as partes altas do Planalto da Borborema e da Chapada do Apodi, em relação a subunidade morfoesculturais, o município se encontra na Depressão interplanáltica do Apodi-Mossoró (BELTRÃO et. al., 2004).

Seguindo a classificação pedológica realizada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Solos (SANTOS et. al., 2018), o município apresenta 04 (quatro) tipos de solos (Figura 01).

**Figura 01:** Mapa de Solos de Itaú, RN.



**Fonte:** Adaptado de Embrapa (2018). Elaboração dos autores, 2021.

Luvisolos Crômicos -NC61, encontrados na localidade da fazenda Santa Rita, situado à sudoeste, há 2 Km (dois Quilometro) da área urbana do município de Itaú. Esse tipo de solo é descrito como tendo cores bastantes fortes, indo do vermelho ao amarelo, e menos frequentemente, brunada ou acinzentada. A estrutura é usualmente em blocos, moderada ou fortemente desenvolvida, ou prismática, composta de blocos angulares e subangulares. Apresentam caráter eutrófico, ou seja, seu horizonte A ou AC contém reações moderadamente ácidas quase neutras. Por esse motivo ocorrem, geralmente, em regiões de elevadas restrições hídricas, com característica de relevo suave ondulado, com a grande presença de rocha exposta, ocasionando solos rasos. Outrossim, o uso do solo é bem limitado pela grande quantidade de rochas no horizonte superficial, ressaltando para limitação à disponibilidade de água no solo.

Os Nitossolos Háplicos, são presentes em Itaú, RN na área correspondente ao Assentamento Paraná há 29 km sul. Tais solos, são relacionados ao material de origem, por exemplo, Basalto, Calcário e Gnaisses. Com isso, são solos provenientes de sedimentos de rochas, com presença de alta quantidade de sedimentos. Apresentam como principal característica, a profundidade e são bem drenados, possuindo uma alta fertilidade indicados para agricultura. No caso no município de Itaú, RN, nesse tipo de solo existe a cultura permanente de cajueiros. Exibem

uma coloração de vermelho a brunada, com o relevo suave ondulado ou fortemente ondulado, sendo que, no caso o município de Itaú, se enquadra na primeira categoria.

Neossolos Litólicos, presente na porção leste do município, em toda a sua extensão. Encontra-se esse tipo de solo localizado na margem da BR - 404, perto da vila Malhada Vermelha. São caracterizados como solos pouco desenvolvidos e com pouco presença ou capacidade para absorção de água causando o aspecto de textura arenosa e alta erodibilidade, sendo indicados e utilizados em geral para plantação de feijão, milho, algodão. São Solos minerois, possuem o mais baixo grau de desenvolvimento pedogenético, ao mesmo tempo, possui o horizonte A diretamente sobre a rocha que se encontra preservada ou muito pouco alterada impossibilitando a infiltração da água. Na visita *in loco* foi observado intemperismo biológico e visível presença a vegetação característica da Caatinga, como cactos, há grande presença de minerais do tipo Quartz.

Neossolos Regolíticos, são solos em que atuam poucos processos pedogenéticos sendo estes insuficientes para causar modificações expressivas no material de origem, tendo em vista a sua resistência ao intemperismo, as características do material, e do clima que atua como fator limitante da evolução dos solos. (SANTOS *et al.* 2018). Outrossim, os Neossolos Regolíticos possuem grande susceptibilidade natural aos processos erosivos, tendo em vista que são solos rasos, pouco estruturados, uma vez que possuem a predominância de areias e cascalhos.

Além disso, o intenso uso com cultivos temporários em áreas de alta declividade aliado ao sistema convencional de cultivo intensificam os processos erosivos. (FLACH, 2018). Baseado nisso, foi verificando em campo que as atividades ligadas a agricultura são quase inexistentes, sendo preferência dos moradores a criação de ovinos e ruminantes, sendo este primeiro mais adaptáveis as condições do relevo, este tipo de solo é encontrado na localidade do Sítio Provedor.

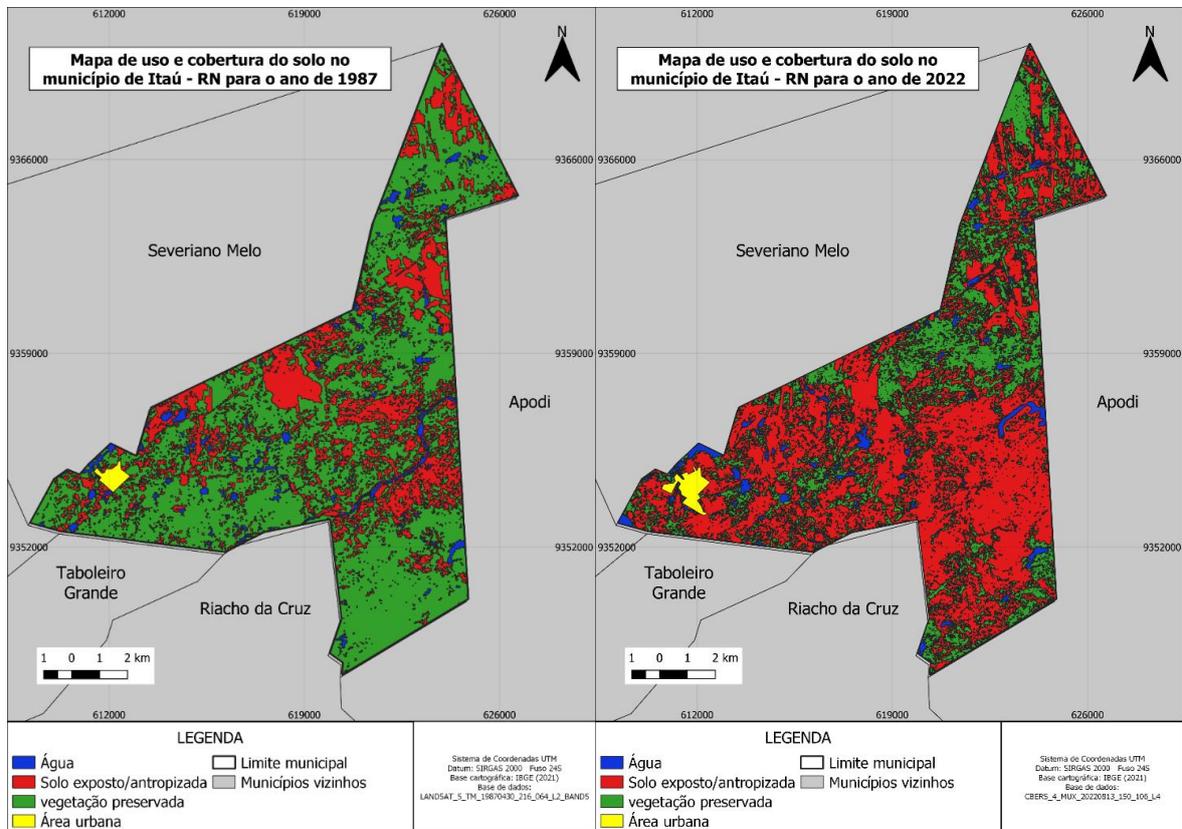
Com os dados coletados, a partir da metodologia aplicada, foi possível a elaboração dos mapas de uso e cobertura do solo e a tabela com os valores referentes a porcentagem e total de área das classes avaliadas para os anos de 1987 e 2022, possibilitando uma interpretação visual das alterações sofridas pelo município no período de 35 (trinta e cinco) anos (FIGURA 02).

Nos dados de uso e ocupação do solo respectivo ao ano de 1987 (TABELA 01) destacar que a maior extensão territorial era de área preservada, com 87,59 Km<sup>2</sup>, equivalente a 66,22 % da área do território municipal. Já em relação a área de solo exposto/antropizada, o valor para o respectivo ano de 1987 era de 39,9 km<sup>2</sup> ou seja, 30,20 % da área e os corpos hídricos representavam 4,73 %.

Em relação a área de solo exposto/antropizada, o mapa do ano de 1987 mostra que 39,95% do território compreendia a esta classe. Entretanto, nos últimos 35 anos, ao compararmos com o mapa de 2022, vemos que este dado subiu consideravelmente para 80,81 Km<sup>2</sup>, compreendendo uma área de 61,09%. Sendo assim, há um aumento no uso do solo para agricultura, pastagem e demais atividades que causam tal situação ao solo.

Ao analisar o mapa, é perceptível que parte da área classificada como solo exposto/área antropizada é encontrada as margens dos corpos hídricos, sendo um deste a bacia hidrográfica do Apodi-Mossoró, que passa pela área de estudo; outra parte é encontrada em áreas que apresentam os Nitossolos Háplicos, muito usado para agricultura do cajueiro (EMPRAPA, 2018). Esta classe também cresceu consideravelmente próximo a área urbana, reduzindo a porcentagem de vegetação preservada.

**Figura 02:** Mapas de Uso e Cobertura do solo no município de Itaú, RN nos anos de 1987 (a) - 2022 (b)



**Fonte:** Processamento Digital das Imagens do Landsat 5 e CBERS 4<sup>a</sup>. Elaboração dos autores, 2022.

**Tabela 01:** Porcentagem dos tipos de classes identificadas.

Classes	Ano 1987 (Km <sup>2</sup> )	(%) da área	Ano 2022 (Km <sup>2</sup> )	(%) da área
Água	4,73	3,58	7,80	5,90
Área de solo exposto/antropizada	39,95	30,20	80,81	61,09
Vegetação preservada	87,59	66,22	43,66	33,01
Total	132,27	100	132,27	100

**Fonte:** Elaborado pelos autores, 2022

Em relação aos corpos hídricos, no ano de 1987, observou-se considerável preservação das áreas as suas margens, salvo algumas exceções, mas que, em sua maioria, apresentavam zonas com vegetação preservada ao seu redor. Contudo, no ano de 2022, parte destes reservatórios de água foram abruptamente tomadas para dar lugar à área de solo exposto/área antropizada, sendo que, em alguns casos, foram imperceptíveis a presença de água como, por exemplo, o

recorte do rio Apodi-Mossoró, que não é possível visualizar com facilidade na imagem mais atual, e com comparação entre os dois produtos cartográficos, é evidente o quanto o município de Itaú vem sofrendo com as ações antrópicas.

A área urbana, que necessitou ser adicionada por uma camada *shape* de forma manual para sua melhor classificação, demonstrou um considerável crescimento, que provavelmente deu-se por incentivos do governo para construção de casas populares e financiamento bancário como o programa “Minha Casa, Minha Vida”, ambos programas que fornecem contribuições para (re)produção do espaço urbano. Principalmente em pequenas cidades do semiárido brasileiro, como o caso do município de Itaú.

Com intuito de comprovarmos o que observamos nas imagens de satélite e a realidade, segue na Tabela 02 as fotografias dos pontos visitados, aliado a breves considerações a respeito dos usos do solo nos pontos visitados.

Comparando os produtos cartográficos representados na figura 02 com a tabela 02, notamos que os pontos que mais sofreram mudanças foram no Sítio Provedor (Ponto 8), embora a localidade, desde 1987, apresenta-se níveis perceptíveis de solo exposto, no ano de 2022 tais alterações se destacam, ligando-se ao Sítio Santo Antônio (Ponto 7), que também passou por um processo abrupto de retirada da vegetação, dando lugar ao solo exposto. Tal dinâmica é provocada pelas atividades agrícolas, como por exemplo, a plantação de feijão e milho.

No que diz respeito ao ponto próximo ao Município de Severiano Melo (ponto 3), é uma área que sempre apresentou solo exposto. Na visita in-loco comprovou-se as informações das imagens de satélite, pois, como mostram nas fotografias, há presença da cultura do cajueiro e parte do território apresentava-se exposto. Outrossim, na análise do ponto ao extremo Norte de Malhada Vermelha (Ponto 6), destaca-se a plantação da carnaúba, espécie nativa e comum na região por seus muitos usos pela comunidade, tendo influência economicamente na vida de pessoas que fazem uso da palha, do olho e da cera da carnaúba para fabricação de vassouras, chapéus, bolsas, itens de decoração, e produtos de limpeza, principalmente em comunidades rurais.

**Tabela 02: Pontos visitados.**

PONTOS VISITADOS	COORDENADAS	NOME	DESCRIÇÃO	FOTOGRAFIA
<b>Ponto 1</b>	Latitude: 5° 51' 19.11" S Longitude: 38° 0' 25.09" O	Açude passagem / Clinedor Regis de Melo	Conhecido popularmente como açude da passagem, o ponto visitado apresenta muita movimentação de água, vegetação nativa e parcialmente preservada, com presença de rochas aflorantes. É um ambiente de turismo local por ser cenário de encontros entre os moradores, principalmente em períodos de sangria.	 <p><b>Fonte:</b> Arquivo pessoal, 2023</p>
<b>Ponto 2</b>	Latitude: 5° 51' 37.62" S Longitude: 37° 56' 53.83" O	Sítio Timbaúba	Terreno sedimentar, há 86 metros acima do nível do mar, apresentando assoreamento com bancos de areia. Em relação a vegetação predominasse a nativa preservada, é um local para atividades de recreação, por exemplo, a pesca.	 <p><b>Fonte:</b> Arquivo pessoal, 2023</p>
<b>Ponto 3</b>	Latitude: 5° 47' 55.75" S Longitude: 37° 56' 20.45" O	Proximidades do Município de Severiano Melo	O referido ponto encontrasse dentro dos limites municipais do município de Itaú, RN, porém, por questões de proximidades a zona urbana do município de Severiano Melo, os moradores não se reconhecem como estando dentro do município de Itaú. Nesta área a forte cultura do caju, criação de ruminantes e caprinos, sendo está primeira atividades se destacando o cajueiro anão - precoce por ser mais rápido (variámos entre um ano para safra do caju), ademais, é mais fácil para organizar a plantação em forma de pomar devido ao tamanho menor característico da espécie. Há presença do cajueiro antigo, mas em escala reduzida.	 <p><b>Fonte:</b> Arquivo pessoal, 2023</p>

<p><b>Ponto 4</b></p>	<p>Latitude: 5° 49' 23.71" S Longitude: 37° 54' 37.27" O</p>	<p>Passagem para sítio provedor</p>	<p>O ponto visitado está nas proximidades da comunidade Sem Terra, sendo uma área de difícil acesso em períodos de chuvas por ter enormes ravinas e voçorocas na estranha que dá passagem ao ponto visitado. A vegetação do local é nativa da caatinga, e parcialmente preservada, ademais, contém grandes afloramentos rochosos com mais presença de mica que feldspato. O solo presente é o Neossolos Litólicos – Re49.</p>	 <p><b>Fonte:</b> Arquivo pessoal, 2023</p>
<p><b>Ponto 5</b></p>	<p>Latitude: 5° 46' 55.88" S Longitude: 37° 54' 23.64" O</p>	<p>Malhada vermelha</p>	<p>Ainda dentro dos limites município do município de Itaú, RN o território de Malhada Vermelha encontra-se dividido, tendo sua área ao Oeste pertencente ao município de Itaú e sua área ao Leste pertencente a Severiano Melo, onde se encontra maior parte da zona urbana. Em relação a vegetação encontramos a Caatinga parcialmente preservada, e analisando a vista panorâmica é perceptível que o ponto é uma área de transição.</p>	 <p><b>Fonte:</b> Arquivo pessoal, 2023</p>
<p><b>Ponto 6</b></p>	<p>Latitude: 5° 43' 9.61" S Longitude: 37° 52' 43.74" O</p>	<p>Malhada vermelha (extremo Norte)</p>	<p>Ao extremo Norte do município de Itaú, RN onde faz limite com o município de Apodi, destaca-se a presença da carnaúba espécie nativa da Caatinga, muito usada pela população antigamente na sustentação de casas, sua cera é usada na produção de micro chips, além da indústria farmacêutica que faz uso para produção de cosméticos e lubrificante.</p>	 <p><b>Fonte:</b> Arquivo pessoal, 2023</p>
<p><b>Ponto 7</b></p>	<p>Latitude: 5° 52' 33.92" S Longitude: 37° 53' 57.54" O</p>	<p>Sítio Santo Antônio</p>	<p>Na visita <i>in loco</i> foi observado intemperismo biológico e visível presença da vegetação característica da Caatinga, como cactos, além da presença de minerais do tipo Quartzo. As atividades desenvolvidas variam entre agricultura por meio da plantação de milho e feijão, além da criação de ovelhas e gado para comercialização do leite. Estas atividades são impulsionadas devido parte das casas estarem localizadas as proximidades do reservatório hídrico, popularmente chamado de Rio Pau dos Ferros Mossoró.</p>	

Fonte: Arquivo pessoal, 2023

25

**Ponto 8**

Latitude: 5° 50' 47.11" S  
Longitude: 37° 52' 56.03"  
O

Sítio Provedor

No Sítio provedor é onde há mais desenvolvimento da criação de ruminantes e ovinos, sendo destaque este último. Contudo, devido o solo ser predominantemente o Neossolos

Rígolíticos – Ree18, há poucas atividades ligadas a agricultura, além do grande número de afloramentos rochosos na área, inviabilizando o desempenho de tais atividades. Durante o campo, foi possível notar como os ovinos conseguem se adaptar com facilidade as condições postas por tais formações do relevo.



Fonte: Arquivo pessoal, 2023

Fonte: Organizado pelos autores, 2023.

## CONCLUSÕES

Em suma, por meio da elaboração dos mapas, foi possível analisar como o solo do município de Itaú, RN vem sendo utilizado nos últimos 35 anos, sendo possível detectar que boa parte das alterações foram causadas por ações humanas, principalmente retirando a vegetação natural para dar lugar as atividades econômicas ligadas a agricultura e a criação de gado, assim como a expansão urbana.

Tomando isto como base, salientamos a necessidade de uma unidade de conservação dentro do município, principalmente nas áreas próximas aos reservatórios hídricos e ao recorte que passa a bacia hidrográfica do Rio Apodi – Mossoró, visto sua relevância em períodos de seca e para os municípios adjacentes.

Desde modo, é necessário planejamento para que o desenvolvimento das atividades não afete a qualidade de vida dos moradores do município de Itaú. Outrossim, o uso da terra sem as devidas prevenções pode acarretar mudanças nos ecossistemas, dificultando ações mitigatórias que a população e o poder público venham a desenvolver a fim de atenuar os problemas pelo mal-uso da terra.

Importante salientar, também, que a utilização de geotecnologias aplicados à análise multitemporal nas análises do uso do solo corresponderam às expectativas. Contudo, afirmamos que ao passo que esta pesquisa for sendo ampliada, novas imagens serão necessárias, para que possamos analisar as mudanças em períodos de décadas, principalmente afim de destacar a partir de qual ano as alterações tiveram maior avanço.

Sendo assim, as informações expostas se apresentam como relevante, por fornecer subsídios ao poder público como base para ações de planejamento e zoneamento ambiental e para a elaboração do Plano de Gestão Ambiental, sendo estes documentos, fundamentais para assessorar a tomada de decisão do poder público, bem como o privado.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPEG – UERN).

## REFERÊNCIAS

BARROS JÚNIOR, W. D. R.; SILVA, J. A. F.; LUGON JÚNIOR, J.; MOREIRA, M. A. C. Análise da paisagem com o uso de geotecnologias: uma proposta metodológica para o planejamento territorial da região hidrográfica VIII-RJ. **Revista de Geociências do Nordeste**. V. 4. p. 26. 2018.

BASSEGIO, J.; CARAMORI, T. B. A.; SORIANE, R. R. SIG para mapeamento do uso do solo, com ênfase nas áreas de cobertura vegetal nativa e recursos hídricos, alto Coxim, MS. **1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande. Anais... Embrapa Informática Agropecuária/INPE** p. 312-320, 2006.

BELTRÃO, B. A.; ROCHA, D. E. G. A.; MASCARENHAS, J. C.; SOUZA JUNIOR, L. C.; PIRES, S. T. M.; CARVALHO, V. G. D. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Rio Grande do Norte: diagnóstico do município de Itaú.**

BORGES, F. A.; BORGES, R. F.; NISHIYAMA, L. Mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal da porção de alto curso da bacia do rio Uberabinha – MG. In: **II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias de Geoinformação**, Recife. Anais, 2008.

FILHO, C. R. S.; CRÓSTA, A. P. Geotecnologias aplicadas à Geologia. São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**. V. 33. p. 6. 2003.

FUJACO, M. A. G.; LEITE, M. G. P.; MESSIAS, M. C. T. B. Análise Multitemporal das Mudanças no Uso e Cobertura do Parque Estadual do Itacolomi (MG) através de técnicas de geoprocessamento. **Revista Geociências**, Ouro Preto -MG, v 63,p.695-701,2010.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**, 2ª edição de Imagens de Satélite para Estudos Ambientais. 2ª. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. v. 1. 102p.

GOUVEIA, R. G.; GALVANIN, E. A. S.; NEVES, S. M. A. S. Aplicação do Índice de Transformação Antrópica na Análise Multitemporal da Bacia do Córrego do Bezerra Vermelho em Tangará da Serra – MT. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37,n6,p.1046, 2013.

IBGE. **IBGE: cidades**, 2023. Página inicial. Disponível em:  
<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/itau/panorama>>. Acesso em: 01 de nov. de 2023.

IBGE. **Manual técnico de uso da terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

MIRANDA, J. I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. P. 425.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. Viçosa-MG, 4ª Ed., Editora UFV, 2011, 422p.

NOVO, E. M. L M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo. Editora Edgard Blucher, 4ª ed. 2010.

OLIVEIRA, U. C.; SOARES, M. H. V. **Análise Multitemporal do Uso e Ocupação do Solo e Cobertura Vegetal do Município de Coreaú (CE) Nos Anos De 1999, 2009 E 2019**. In: LISTO, F. L. R.; LISTO, D. G. S.; OLIVEIRA, I. G. F.; FREITAS, L. C. S. (Org.). **A Cartografia na Era Digital**. 1 ed. Recife: Editora MapGeo - Mapeamentos e Soluções Geográficas, 2022, v., p. 101-112.

PFALTZGRAFF, P. S. **Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte** / Organização Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff [e] Fernanda Soares de Miranda Torres. - Recife: CPRM, 2010.

ROSA, R. Geotecnologias na Geografia Aplicada. Revista do **Departamento de Geografia**, v. 16, p. 81 – 90. 2005.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 7.ed. Uberlândia – MG: EDUFU, 2009.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental teorias e prática**. São Paulo: Oficina de Textos. 2004.

SANTOS, A. R. **ArcGis 9.1 Total**. Vitória - ES: Fundagres. 226 p. 2007.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J. F. ; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Solos; 2018.

SCIFONI, S. **A construção do Patrimônio natural**. 2006. Tese (Doutorado) – Curso de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

VAZ, J. C.; ROLNIK, R.; CYMBALISTA, R. Legislação de Uso e Ocupação do solo. São Paulo: **Instituto Pólis**, 1996 (Boletim DICAS – Idéias para a Ação Municipal).

## **AValiação DA DEGRADAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL NO Município DE TRINDADE-PE**

Paulo Miguel de Oliveira Junior  
Luiz Henrique de Barros Lyra

### **INTRODUÇÃO**

O domínio morfoclimático da vegetação das caatingas da região nordeste do Brasil, vem passando por diversas alterações em suas fisionomias naturais, atualmente agravada pela ação antrópica desenfreada o qual extrai os recursos naturais de forma predatória. Não muito diferente dos municípios localizados na região do Araripe Pernambucano, Trindade ao longo dos anos vem perdendo sua cobertura vegetal natural, levando a perdas biológicas incalculáveis, com extinções de diversas espécies das quais eram consideradas comuns em seu território.

A caatinga atualmente foi adicionada às florestas estacionais decíduais, por que os métodos utilizados pelos pesquisadores nem sempre poderiam avaliar ou categorizar de maneira específica conforme a realidade. Ao avaliar as fisionomias da vegetação, nota-se um porte mais elevado de seus indivíduos e sendo quase que raros ou ocasionais ambientes que possui características de “savana”, que na classificação mais literal ou pouco supérflua e respectivamente ambiente com presença de árvores quase isoladas sem a presença de um dossel, com arbustos e de estrato herbáceo. Tal característica, típicas do domínio das caatingas, não ocorre com frequência, com exceção das áreas que houvera a remoção da vegetação, ou condição pedológica a qual propicia para a ocorrência e ou a mesma área se encontre em estágios de supressão natural (GRAEFF, 2015).

O uso do termo “domínio das caatingas” é por causa de sua complexidade e heterogeneidade, abrangendo diversas características físicas e vegetacionais. Na área de pesquisa, podem-se notar visualmente as mudanças da paisagem, as quais se dirigindo de um relevo de depressão sertaneja com inselbergs para um planalto constituído pela Chapada do Araripe. Em diversas obras como: “Biogeografia da América do Sul” de Carvalho et.al (2010), “Fitogeografia do Brasil” de Graeff (2015), a caatinga é classificada como SDTF (Florestas Tropical Decidual Seca), porém os órgãos responsáveis por esta categorização, as subdivide em: Caatinga Hipoxerófila, (formação arbórea de maior porte, se localiza sobre terrenos bem desenvolvidos e de origem calcária e/ou arenítica, relevo suavemente ondulado a plano); Caatinga Hiperxerófila,( formação de pequeno porte composto por espécies arbustivas situadas sobre solos rasos, sobre formações de rochas de origem cristalina e relativamente sobre afloramentos sedimentares) (CONDEPE/FIDEM, 2008).

Ao fazer uma associação entre ambas as obras pode-se perceber a distribuição das SDTF sobre a região Neotropical que compreende desde a parte sul e oeste do México até grande parte da América do Sul. Em relação à região nordeste, no Raso da Catarina, o Complexo Parnaíba/Araripe, Dunas do rio São Francisco e o Agreste baiano nas imediações do que seria o complexo Chapada Diamantina se insere como uma Caatinga Arenosa graças a sua característica pedológica, e todo o restante seria SDTF com fragmentos de Floresta Úmida (PENNINGTON, PRADO E PENDRY, 2000). Porém o método de delimitação utilizado por

Velloso et al. (2002), está equivocado por limitar apenas às regiões de bacia sedimentar arenosa a área de compreensão da caatinga.

De acordo com AB' Sáber et.al. (2012), em sua obra “Os Domínios de Natureza no Brasil” a questão climática de semiaridez ocasionada por fatores locais, sobretudo a variação da pluviometria, e as condições de solo, alteram diretamente os processos biológicos e consequentemente a cobertura vegetal da paisagem. No caso da chapada do Araripe, dentro do Estado de Pernambuco, onde os solos são em grande parte bem desenvolvidos, propiciam um ambiente com diversas fisionomias, variando com coberturas vegetais densas e raquíticas, baixas, dependendo dos fatores pedológicos e hidrográficos, bem como com indivíduos maiores dos encontrados em regiões circunvizinhas.

As formações vegetais as quais podem ser encontradas nas áreas serranas do domínio morfoclimático das caatingas, tem em suas principais características das formações vegetais presentes, diversos aspectos fisionômicos, sendo que as áreas situadas nas encostas de barlavento são mais úmidas e por isso apresentam uma fisionomia florestal mais densa e bem desenvolvida a exemplo do que ocorre na chapada do Araripe, e nas escarpas a sotavento apresenta características de solo pouco favoráveis com formações mais entreabertas e com presença de espécies xerófilas. (RODAL, 2002; PORTO, CABRAL, TABARELLI, 2004; DIOGO, MARTINS, COSTA, 2019).

Estas diversidades de fisionomias foram atribuídas às diversas mudanças climáticas ocorridas na região Nordeste do Brasil durante o período do pleistoceno, onde as formações florestais Amazônicas e da mata atlântica avançaram da costa ao interior. (SAMPAIO, MARTINS e COSTA, 2019). Nos topos das serras a vegetação amazônica prevalecia, enquanto nas áreas mais baixas, ocorria a mata Atlântica. Contudo, com as mudanças ocorridas nos finais do período pleistocênico, as chuvas foram se tornando mais escassas e mal distribuídas, ocasionando a sucessão vegetal, sobretudo nos topos, onde as espécies de cerrado foram se estabelecendo junto com algumas da mata atlântica, e nas áreas do sopé das chapadas, dentro do ambiente da depressão sertaneja, foram se adaptando a sazonalidade como, por exemplo: floresta estacional densa semi-decidual, floresta estacional aberta decidual, floresta aberta com cipós, e assim para as formações arbóreas das caatingas como as arbóreas e arbustivas atuais.

No caso da Chapada do Araripe, esta sucessão se deu no topo com os remanescentes florestais deste período com o surgimento do Carrasco relacionado ao cerrado ou em vales estreitos das paisagens como pode ser visto no município vizinho de Ipubi - PE. Algo que pode ser mais bem compreendido no trabalho de NETO et. Al (2013), o qual constata a diversidade fisionômica destes ambientes na área da ocorrência das caatingas.

“Nas disjunções florestais do Nordeste, particularmente nos planaltos e chapadas do semi-árido, ocorrem tipos vegetacionais residuais pouco estudados, como a vegetação arbustiva perenifolia das chapadas sedimentares, a qual representa um refúgio vegetacional formado por espécies de caatinga, floresta, campo rupestre e cerrado, dos quais pouco se conhece. Considerando estas diferentes formações vegetacionais do semiárido, as florestas situadas nas serras são, sem dúvida, as de maior riqueza florística” (Op Cit, 2013).

Os fatores físico-ambientais que proporcionam esta diversidade vegetal e florística no bioma do Nordeste, conforme supracitado há de se destacar a importância do balanço morfogenético

entre os eventos e processos modeladores do relevo e formadores dos solos típicos da ambiência semiárida em conjunto com os aspectos bio-ecológicos, como ocorre no trabalho de Lyra (2003 p. 11), sobre a análise Geo-ambiental da área do Brejo na Serra das Varas em Arcoverde-PE:

“O balanço morfogenético funciona como um processo entre o ciclo de erosão e acumulação remodeladores do relevo (morfogênese) e formadores do solo (pedogênese). No primeiro, as atuações dos agentes paralelas ao plano de superfície, como o escoamento e as enxurradas, retiram e transportam os detritos, escavando os solos e rebaixando o nível da superfície terrestre. Já no segundo, os agentes perpendiculares ao mesmo plano, ou seja, as intempéries físico-químicas, sobretudo a infiltração da água das chuvas na superfície terrestre, favorecida pela cobertura vegetal, promove alterações bioquímicas e a decomposição das rochas, desenvolvendo os solos.”

No caso do Semiárido brasileiro, localizado em uma área com escassez hídrica, as paisagens tornam-se bastante suscetíveis à degradação ambiental, em decorrência da vulnerabilidade ocasionada principalmente pelas condições climáticas extremas (SÁ *et al.*, 1994). A influência dos fatores climáticos somados com as atividades antrópicas contribui de forma relevante para o aumento da degradação ambiental nessas regiões, como destaca Silva (2006, p. 19) que “o desconhecimento da complexidade do Semiárido conduziu à introdução de práticas agropecuárias inadequadas, provocando ou agravando desequilíbrios ambientais”. Isso justifica a tamanha degradação das paisagens ocasionada pelo mau uso do solo.

Porem esta degradação não está apenas relacionado ao manejo e conservação do solo, mas também ao inadequado uso dos recursos minerais no caso da região do polo gessífero do Araripe. Assim, conclui Sá *et al.* (1994, p.134): “o planejamento deficitário e a falta de administração conservacionista agravam ainda mais o quadro atual e projetam um futuro problemático”, como ocorre na região do Araripe com a mineração da gipsita.

Sá *et al.* (2011) avaliaram o estágio atual da cobertura vegetal e as mudanças ocorridas entre os anos de 1998 e 2008 na região do Araripe Pernambucano, através do sensoriamento remoto, associando o desmatamento desta região aos processos de desertificação. No trabalho os autores afirmam que “são as atividades agropecuárias que causam grande impacto para a cobertura do solo e necessitam de atenção especial” (SÁ *et al.*, 2011, p.1310).

A união destes fatores no município e região torna o ambiente bastante difícil para a regeneração em seu grau de complexidade e sustentabilidade. Nesse sentido, um fator constatado são os dados levantados da DNPM, onde informam o grau de importância da região em que o município se insere responsável por mais de 90% da produção nacional de gesso, através das 45 minas e das 62 calcinadoras existentes, e o meio utilizado para transformar a gipsita em gesso, principalmente com a madeira retirada da vegetação nativa. Portanto, o desenvolvimento da mineração de gipsita na região tem desmatado amplamente grande parte da vegetação nativa, pois é a fonte energética para alimentar as calcinadoras, inclusive, mesmo com a atuação do IBAMA, várias espécies são geralmente exploradas.

A degradação da cobertura vegetal nos territórios que possuem características climáticas classificadas como zonas secas, áridas, semi áridas, sub-úmidas secas, tem como uma das características a perda de cobertura na área afetada onde a vegetação inicia o raleamento abrindo-se clareiras e a exposição do solo a intensos processos erosivos, onde as espécies mais resistentes não conseguem mais se regenerar de forma natural, levando a perdas de nutrientes e

espessura deste solo.

## OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a degradação da cobertura vegetal no município de Trindade-PE, apresentando por meio de coleta de dados tanto via satélite quanto por vistas as áreas da pesquisa dentro do território do município.

## MATERIAL E MÉTODO

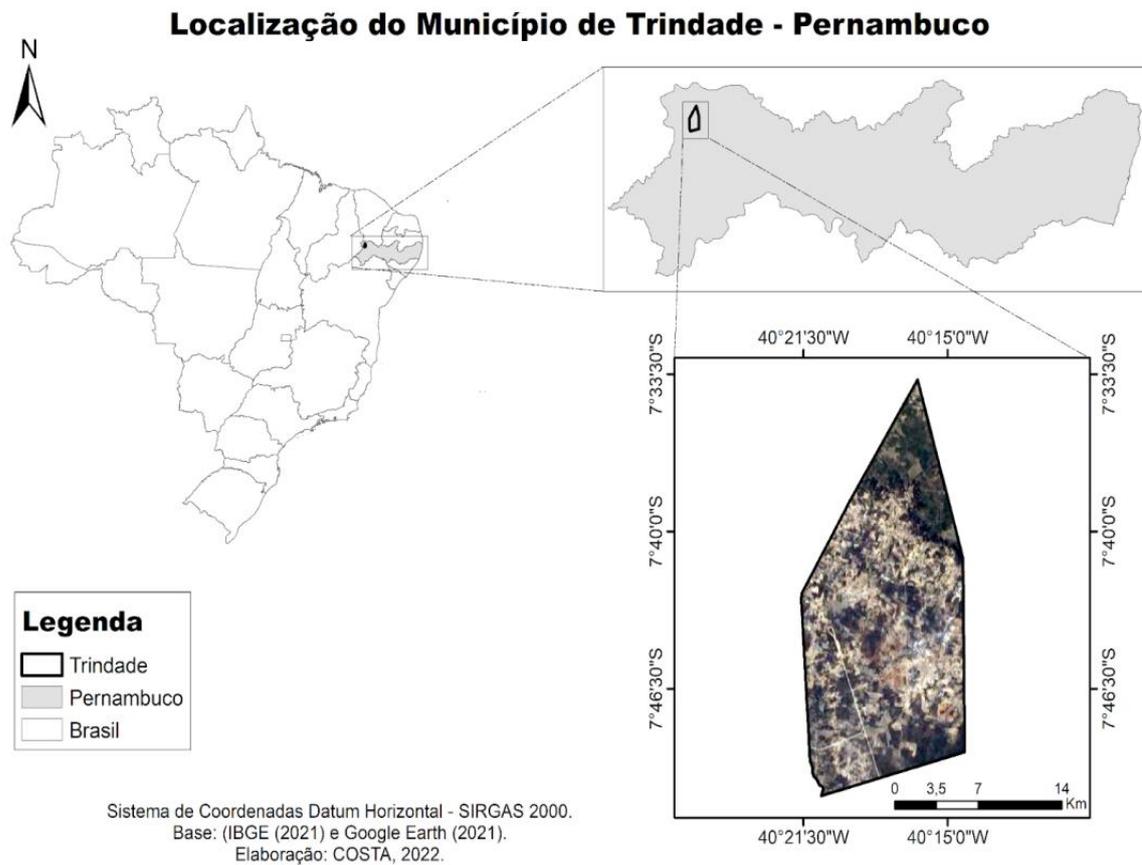
O objeto de estudo desta pesquisa, a cobertura vegetal e sua degradação no município de Trindade – PE, se encontra em um nível acentuado, sobretudo pelas intervenções antrópicas, se destacando as atividades agropecuárias extensivas e de mineração associadas à litologia calcária com ênfase na extração da gipsita inserido no polo gesso do Araripe (Figura 01). A área municipal possui um total de 295.765 km<sup>2</sup>.

Esta degradação foi constatada a partir da caracterização do meio físico-ambiental do município, bem como, as condições fisionômicas da paisagem e a distribuição de espécies arbóreas por meio de levantamento documental, biobibliográfico e de campo com um levantamento fitofisionômico que coletou e selecionou mais de 50 espécies arbóreas relevantes da flora local.

O método da pesquisa está baseado na abordagem fenomenológica, ou seja, se trata da observação e descrição da paisagem a partir da percepção e conhecimentos do pesquisador sobre o ambiente proporcionando um novo meio de análise sobre o fator. Um grande exemplo a ser utilizado de método fenomenológico pode ser a do período das grandes expedições geográficas realizadas no período Brasil império, onde vários pesquisadores faziam anotações descrevendo e analisando a paisagem associando todo o conhecimento até então disseminado na Europa, um dos principais autores é o Auguste de Saint Hilaire, onde em suas expedições mesmo retratando suas anotações de maneira romantizada na sua obra “*Flora Brasiliae Meridionalis*”, e como tantos outros pesquisadores e geólogos da sua época. Este por sua vez ensina novos métodos de análise, provendo um caráter descritivo mais específico sobre o assunto. Fez-se com o uso do conhecimento de campo, descrevendo a paisagem e observando fenômenos locais relevantes para o comportamento da vegetação e sua dinâmica fisiológica, bem como, mapeando sua cobertura regional e local.

A pesquisa realizou diversas idas a áreas de campo onde foram coletadas características do ambiente envolvendo o relevo, o solo, as espécies encontradas no ambiente e sua capacidade de propagação, sobretudo em função das mudanças do ambiente. Após estes procedimentos os dados foram abordados e deduzidos as áreas de ocorrência de cada espécie sobre cada condição ambiental corroborando as constatações em campo. O mapeamento por meio do geoprocessamento das bases cartográficas possibilitou a compreensão da evolução e mudança da cobertura vegetal do município, além de trazer croquis para ilustrar parte do que fora a paisagem em tempos passados.

Figura 1 – Localização da área de estudo



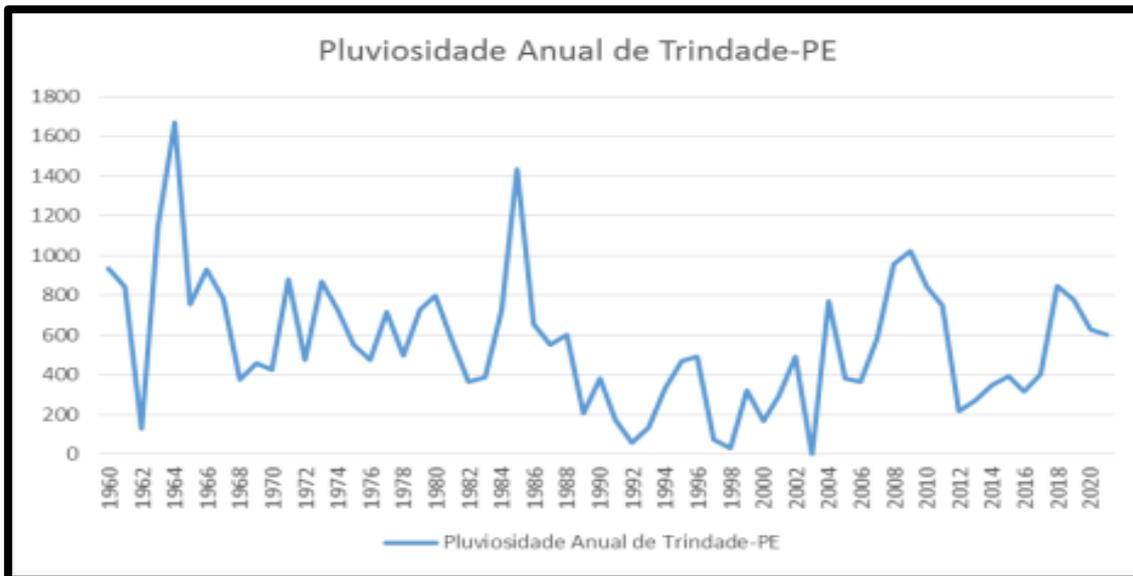
Fonte: Google Earth, 2010. Organização: Autor, 2022.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Clima*

O clima do município é semiárido e segundo Mendonça & Danni-Oliveira (2007, et.al.) se enquadra no domínio climático tropical equatorial com 7 a 8 meses secos e temperatura média anual que varia de 24° C a 26° C. O início do período chuvoso ocorre entre os meses de Outubro a Novembro e o término dentre os meses de Março a Abril, podendo ou não ter pancadas mal distribuídas e ralas em meados de Junho. O índice pluviométrico médio do município está entre 610 mm a 750 mm, porém de acordo com dados levantados e analisados podem passar dos 800 mm anuais, com estação seca de 7 meses e período chuvoso de 5 meses, sendo os mais fortes os meses de Janeiro, Fevereiro e Março. Pode-se perceber que o nível de pluviosidade depois do ano de 1985 foi reduzido, raramente passando dos 600 mm até o ano de 2019 (Figura 02). E este resultado pode ter sido influenciado pela falta de medições entre os anos de 2005 a 2013, contudo o que se tem registro em campo é que fora observado um período de seca que dificultou parte da produção agrícola do município durante o período citado.

**Figura 02:** Pluviosidade anual de Trindade-PE



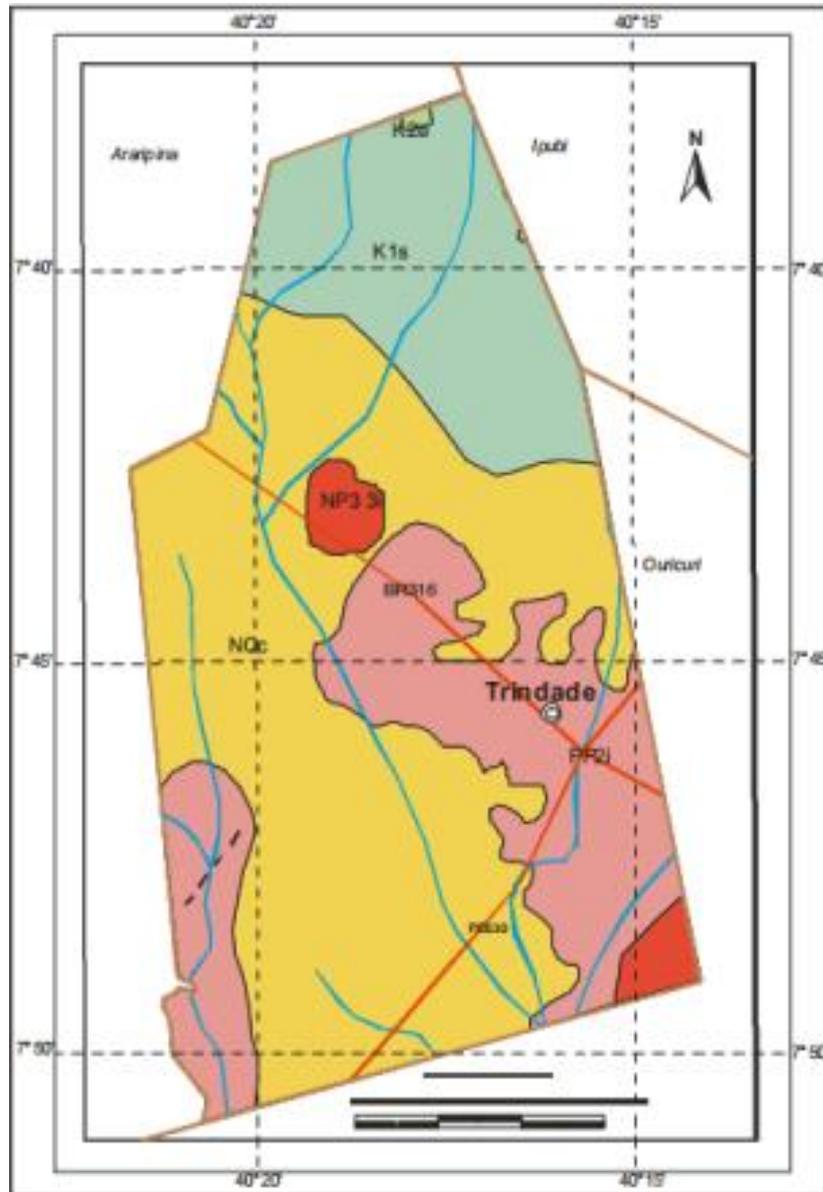
**Fonte:** APAC.PE. (2022)

### *Geologia*

O município de Trindade-PE se localiza na região da Chapada do Araripe o que lhe proporciona certo grau de variedade no que diz respeito à sua litologia (Figura 03). Esta região sofreu com diversos eventos que alteraram parte das estruturas litológicas com quando ocorreu a falha do Lineamento Pernambuco que alterou parte do complexo de Itaizinho (PP2i) e durante o período da formação da chapada do Araripe que causou mudanças no relevo e paisagem. As principais unidades litoestratigráficas são:

- O complexo de Itaizinho Ouricuri/Trindade (PP2i), (i) ortognaisse migmatizado tonalítico a granodiorítico e granítico, migmatítico, restos supracrustais, este complexo é datado do período PaleoProterozóico.
- Granitoides de quimismo indiscriminados (NP3 3i), (i), granitoides diversos 571 Ma U-Pb, do período Neoproterozoico.
- Membros da formação Araripe datados do período Mesozóico como a formação Exu (K2e), (e): Arenito Caulínico, Siltito e conglomerados (fluviais entrelaçados); e a Formação Santana (K1s) (s): folhelho, calcário, argilito, marga e evaporito (marinho e estuário).
- Depósitos Coluvio-eluviais (NQc): sedimento arenoso, areno-argiloso e conglomerados. Datados do período mais recente da era cenozóica.

Figura-3 Mapa da Litologia do município de Trindade-PE

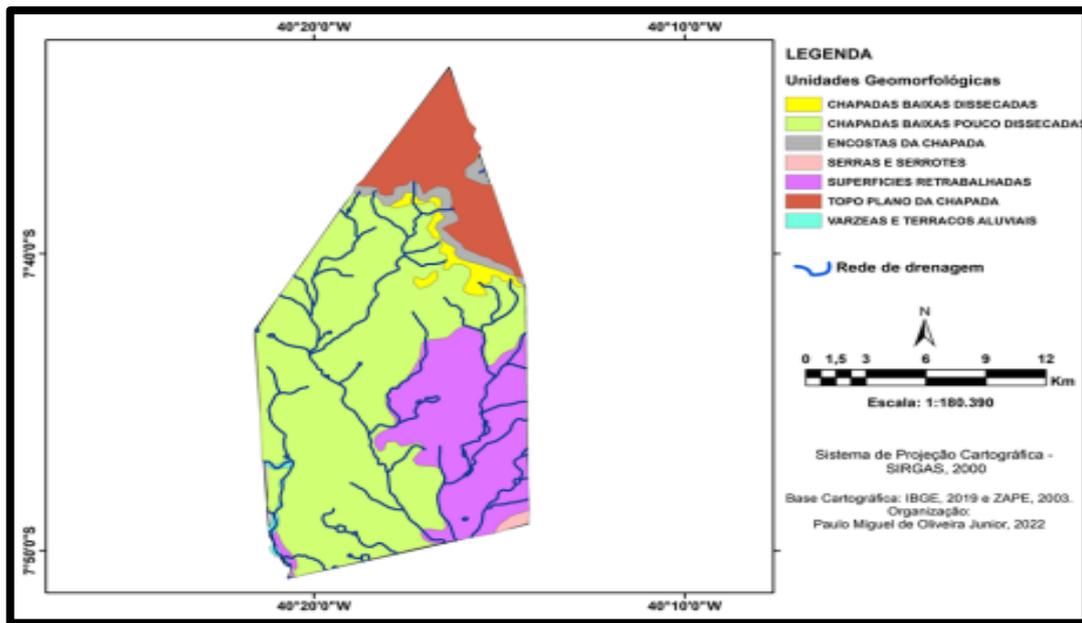


Fonte: CPRM (2010).

### Relevo

O relevo do município está situado sobre grande parte na depressão sertaneja sul e na parte norte situado no Platô Ibiapaba/Araripe, apresentando as seguintes unidades geomorfológicas: chapadas baixas dissecadas, as chapadas pouco dissecadas, as encostas da chapada que possui certo escarpamento, conjunto de serras e serrotes principalmente na parte sudeste, superfícies retrabalhadas que se compreende a área de campo da Serra Preta e Lagoa do Espírito Santo, topo plano da chapada principalmente na parte norte, e as várzeas e terraços aluviais geralmente encontrados próximo do Riacho São Pedro (Figura 04).

**Figura 04:** Mapa do relevo de Trindade-PE



Fonte: ZAPE,2003, IBGE,2019. Organização: Autor, 2022.

### Hidrografia

O município se encontra na sub bacia do riacho São Pedro, que faz parte da bacia do rio Brígida, um dos tributários do Rio São Francisco (Figura 05). O município contém diversas lagoas que apresenta caráter intermitente além do próprio riacho que recebe o nome da cidade (IBGE, 2012).

**Figura - 05:** Localização do município de Trindade-PE na bacia Hidrográfica do Rio Brígida



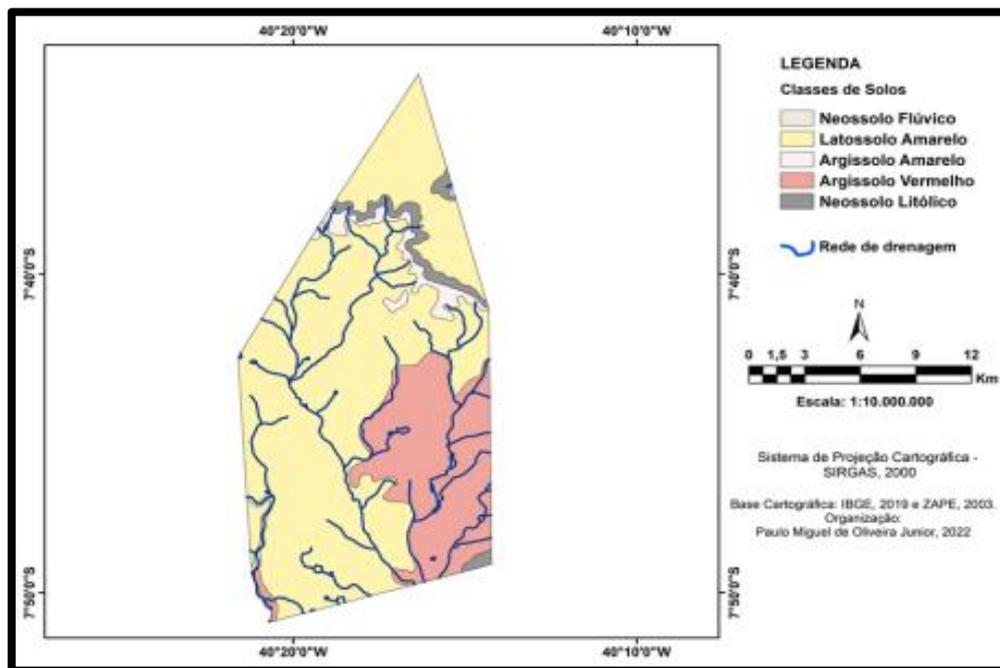
Fonte: Arruda, 2013 (Trindade se encontra em destaque na imagem na cor vermelha).

## Solos

As principais classes de solos do município de Trindade, segundo o levantamento do ZAPE (2003) e compilado pelo IBGE (2019), são os seguintes: Neossolo Flúvico, Latossolo Amarelo, Argissolo Amarelo, Argissolo Vermelho e o Neossolo Litólico.

Pode-se encontrar de maneira isolada os Planossolos nas áreas de patamares compridos e baixas vertentes do relevo suave ondulado onde ocorre baixa drenagem e apresentam fertilidade natural média e ocorrem problemas relacionados à ação de sais graças a sua capacidade de retenção de líquidos, Os Cambissolos Brunos não cálcicos rasos e fertilidade natural alta ocorrem nos topos e altos das vertentes, solos Podzólicos podem ser encontrados também sobre tipos de vertentes de relevos suave ondulado a ondulado onde apresentam fertilidade natural média e boa drenagem. Os Neossolos Litólicos rasos ocorrem nas elevações residuais sendo raso pedregoso e de fertilidade natural média; Já os Latossolos amarelo e argissolos vermelho podem ser encontrados em boa parte da área central do município abrangendo partes dos Sítios de Lagoa do Espírito Santo, Baixa Velha, Sítio Bezerra e Sítios Abóbora, Bonita e dentre outras localidades com relevo suave ondulado, o Argissolo amarelo pode ser encontrado principalmente no sopé da chapada próximo do povoado Bonita, (IBGE, 2012; CPRM, 2010).

**Figura 06** – Mapa de Classes de solos do município de Trindade – PE



**Fonte:** ZAPE, 2003; IBGE, 2019.

De acordo com o que foi encontrado em campo, pode-se constatar a presença de pequenas manchas de solos rasos na área delimitada como Argissolo vermelho, dentro da área da Lagoa do Espírito Santo, podendo ser encontrado rochas de origem cristalina como quartzo, gnaiss e outras com colorações avermelhadas bastante alteradas, sendo algumas medindo 2m de área, e afloramentos com formatos arredondados de até 1,5 m de altura. Neste ambiente da lagoa, que por sofrer influência de alagamentos cíclicos aliados ao mau desenvolvimento de solo permitiu a presença de uma formação predominante de gramíneas com arbustos de pequeno porte

medindo no máximo 2m de altura e de maneira esparsa formando assim uma paisagem savana, porém nas bordas desta lagoa nas áreas mais altas onde o solo quase não apresenta afloramento e se mostra bem desenvolvido era comum encontrar uma paisagem florestal densa com arvoredos que facilmente ultrapassam os 15m de altura, porém esta paisagem ao longo dos anos também sofrerá com as alterações antrópica e se situou uma área de regeneração ainda que de maneira arbustiva.

No Latossolo Amarelo ocorre de forma isolada Cambissolos com presença de certa forma de cascalhos avermelhados, principalmente próximo à comunidade Baixa Velha. Neste ambiente era possível encontrar arvoredos densos entremeados a arbustos raquíticos por consequência da rápida drenagem influenciada pelo relevo, também sofreu com as ações humanas as quais torna a paisagem em um misto de culturas anuais, pastagens e pequenas capoeiras também com estágios sucessionais iniciais de cobertura natural. No Sítio Queimada Redonda há uma mina abandonada o qual permite compreender a especificidade de solo, além de identificar parte da litologia do município constituída por gipsita da formação Exu e alguns arenitos com uma grande quantidade de concreções calcárias.

Na área correspondente ao argissolo amarelo que geralmente ocorre próximo às encostas do sopé da Chapada do Araripe no povoado Bonita, possuindo um ambiente mais florestal com a presença de algumas nascentes aqui e acolá, boa parte da área também já se encontra degradada pelo sobrepastoreio, agricultura de sequeiros e ou extrativismo vegetal associado geralmente a retirada de madeiras de lei para construção ou construção de cerca e para abastecimento energético para as empresas do pólo gesseiro. É perceptível a queda de produtividade agrícola na área em função desta degradação (Figura 08).

**Figura 08** – Atividades degradadoras no Povoado de Bonita, Trindade – PE.



Fonte: autor 201.

O solo Argissolo vermelho ocorre em algumas áreas associadas a cursos intermitentes e formações florestais de grande porte podendo ter caráter caducifólio ou sub-caducifólio a perene, dependendo da localização. Dentro desta área pode se encontrar pequenas áreas com afloramentos rochosos de origem intrusiva cristalina, provavelmente rochas originárias do complexo de Itaizinho Ouricuri/Trindade. Trata-se de solos de alta fertilidade, proporcionando

ambiente perfeito para qualquer produção de cultura seja perene como fruticultura ou anual. Contudo, parte das áreas onde se localiza este tipo de solo se percebe queda na produção por causas de técnicas agrícolas impróprias, além da compactação pelo uso de maquinários pesados nas fases iniciais de produção. Em algumas áreas, mesmo passando por períodos sem a utilização para qualquer tipo de cultivo ou sem fim para pastoreio, pode-se perceber que a cobertura vegetal não consegue se desenvolver de maneira adequada.

Os neossolos litólicos estão situados geralmente em áreas de encosta, onde é marcado por fortes processos erosivos e quedas de blocos. Neste ambiente nota-se grandes matacões com rochas geralmente areníticas de tonalidade avermelhada e em algumas localidades da Serra Preta rochas cristalinas. A formação vegetal não se encontrava de maneira desenvolvida pelos mesmos fatores anteriormente citados, compondo-se predominantemente de arbustos raquíticos que variam de pequeno a médio porte, geralmente lenhosos e em diversos pontos com a presença de musgos e líquens sobre algumas rochas e por vezes solo exposto. Este tipo de solo por possuir diversos fatores que limitam a produção agrícola foi em sua grande parte destinado à criação de caprinos, ovinos e bovinos principalmente próximos aos povoados de Bonita e Saco Verde.

### *Vegetação*

O município está inserido é o domínio das caatingas que de acordo com os estudos de diversos pesquisadores o caracteriza como xerófila, uma vegetação arbustiva de médio a grande porte com árvores isoladas. Esta vegetação, de acordo com o IBGE (2012), está classificada como fisionomia de savana estépica florestada ou arbustiva.

De maneira geral a vegetação local é descrita como uma Caatinga hiper termófila com trechos de floresta estacional, contudo, os estudos de campo constataram outras fisionomias que necessitou um sistema de classificação mais apropriado para a vegetação encontrada. Os métodos de classificação que foram utilizados para gerar os seguintes mapas conceituais foram caatinga semi aberta (sendo esta englobando também formações e trechos arbóreos), caatinga aberta (esta compreende a formações campestres ou em estágios de sucessão ecológica) e o solo exposto (o qual foi englobado áreas urbanas, de mineração e dentre outras como também áreas onde este solo não possui cobertura natural).

No norte do município pode se encontrar uma área de caatinga mais fechada, porém ela se refere à vegetação de carrasco que é uma formação fisionômica da caatinga, já a caatinga semi aberta, típica de uma formação vegetal com árvores que não formam dossel se encontra em estágios de regeneração (Figura 09). A Caatinga aberta é uma fisionomia que dependendo do autor pode-se caracterizar como uma savana, pois as árvores são de porte baixo e bem espaçado, podendo surgir o solo exposto, que também pode estar associado à extração ou refinação de gipsita, com áreas de mineração e extração como as fábricas do polo gesseiro do Araripe ou pela atividade de pastagem/agricultura (Figura 10).

O avanço das áreas de caatinga aberta e solo exposto sobre áreas de caatinga “semi aberta”, no período correspondente aos anos de 1985 a 1998, associado ao início da mineração e produção de gesso no município, bem como, partes que sofreram com os anos mais secos registrados, porém em 2011 ocorreu um avanço da cobertura de caatinga aberta e caatinga semi aberta por causa dos grandes índices de pluviosidade na região e também a recuperação de áreas degradadas, como as áreas de pasto degradado e áreas de sequeiro abandonadas. Todavia, nos anos seguintes referentes aos anos de 2011 a 2021 a união de diversos fatores influenciou na

cobertura vegetal do município, e em meados de 2012 houve o início de uma grande seca que perdurou por um período de sete anos, havendo uma pluviosidade considerável no ano de 2018, e o aumento de desmatamento para a criação de novas pastagens e ou áreas de agricultura com exposição extensa de solos. Os croquis desenvolvidos a seguir ilustram as paisagens que mostram como o ambiente era antes da degradação nas figuras 11 e 12.

**Figura 9** - Sítio Queimada Redonda, vegetação de caatinga arbórea arbustiva densa em estágio de regeneração



Fonte: Autor, 2019.

**Figura 10** - Sítio queimada redonda, área de mineração abandonada com vegetação caatinga aberta degradada.



Fonte:

Autor, 2019

As ilustrações demonstram a riqueza de espécies encontradas de maneira artística até o ano de 2004, sendo a primeira da vegetação mais xerófila, baixa umidade no solo Latossolo amarelo arenoso, e a segunda das espécies mais florestais e com melhor umidade e maior quantidade de nutrientes contidos no solo Latossolo vermelho com certo teor de argila.

Figura 11 - Caatinga Hiperxerófila (caatinga arbustiva-arbórea)



Fonte: Autor, 2021

Figura 12 - Caatinga Hipoxerófila (caatinga arbórea densa)



Fonte: Autor, 2021

O desmatamento descontrolado para a criação de pastagens e agricultura de sequeiro, junto com extração de madeira nativa para a indústria e invasão de espécies exóticas no ambiente tem causado problemas, tanto ambientais como sociais, pois algumas causam problemas na agropecuária, como a Algarobas (*Prosopis juliflora*) que quando consumida pelos rebanhos podem causar intoxicação e também diversos outros problemas nas áreas antropizadas como perda de pastagem, invasão em áreas de cultivo e danos sobre os reservatórios, em conjunto

com esta espécie também deve ser citada a *Leucaena leucocephala* que também é uma invasora com problemáticas semelhantes.

Em outro ponto as mudanças climáticas também vêm alterando a cobertura vegetal, pois com os períodos de seca longos e períodos de chuvas irregulares, o processo de savanização se acelera, pois muitas espécies se adaptaram a um período específico de pluviosidade relativamente frequente para iniciar seu processo de reprodução e propagação de plântulas. Com esta mudança no regime de chuvas esse processo também se altera ocasionando um déficit de regeneração da cobertura vegetal (Figura 13).

**Figura 13** - Área com problemas de regeneração natural no sitio Serra Preta, Trindade – PE.



**Fonte:** Autor, 2019.

As figuras 20 e 21 mostram os resultados obtidos em campo quanto ao número de espécies encontradas e sobre as características da cobertura vegetal do município, podendo se perceber certo grau de raleamento e ampliação de áreas com solo exposto relacionadas a agricultura de sequeiro, e em grau mais baixo, de ampliação urbana, ou seja, áreas desmatadas para fins imobiliários.

**Figura 20** - Espécies encontradas em visita a campo no ano de 2004 e 2021



Fonte: Autor, 2022.

**Figura 21** - Espécies encontradas no Ano de 2021 e sua capacidade regenerativa



Fonte: Autor, 2022.

### Uso e ocupação das terras e a degradação

As alterações da ação humana no município são bastante claras, gerando redução da cobertura vegetal desenfreada por processos associados à indústria e a agricultura extensiva.

Na tabela 1 se demonstra os dados numéricos referentes às fisionomias encontradas na região com as respectivas classificações: Ta (Savana Estépica arborizada), Ta/Reg (savana estépica arborizada em regeneração), Td (Savana estépica florestada), STN (floresta estacional-n em regeneração), STN/Reg (floresta estacional em regeneração).

**Tabela - 1** Quantificação das fisionomias existentes na região divididas por municípios – Fisionomias (km<sup>2</sup>) em 2008.

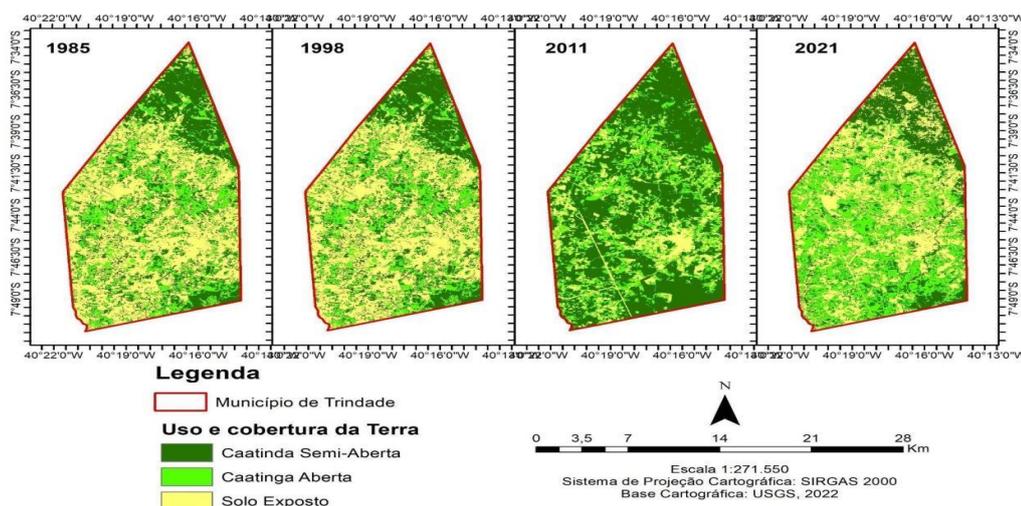
Quantificação das fisionomias existentes na região divididas por municípios - Fisionomias (km <sup>2</sup> ) em 2008								
Municípios	Corpos hídricos	Solo exposto/ solo umido	AG/ZU	TA/Reg	STN/Reg	Ta	Td	STN
Araripina	5,16	1,68	321,21	367,85	571,14	207,47	83,75	349,79
Bodocó	1,99	1,52	96,26	384,57	96,27	318,15	167,65	531,71
Ipubi	0,52	0,67	43,41	28,55	161,94	63,07	124,24	547,97
Ouricuri	23,26	4,4	209,4	1090,96		891,53	156,06	
Trindade	0,12	0,07	13,48	61,82	0,3	111,21	41,15	1,09
Total	31,05	8,34	683,76	1933,75	829,65	1591,43	572,85	1430,56

**Autor:** SÁ, I. I. S.; GALVÍNCIO, J. D.; MOURA, M. S. B. de; SA, I. B. (2010).

Pode-se constatar que a cobertura vegetal do município presente no ano de 2008 constituiu-se de 0,12 km<sup>2</sup> de corpos hídricos, solo exposto corresponde a 0,07 km<sup>2</sup>, agropecuária /zona urbana a 13,48 km<sup>2</sup>, as áreas em estado de regeneração com: TA/Reg 61,82 km<sup>2</sup> e STN/Reg 0,3 km<sup>2</sup>, e finalmente com as coberturas vegetais do tipo TA com 111,21 km<sup>2</sup>, Td com 41,15 km<sup>2</sup> e STN de 1,09 km<sup>2</sup>. Sendo que alguns fragmentos de STN (floresta estacional decidual) puderam ser encontrados em campo justamente próximo da Lagoa do Espírito Santo, porém na atualidade apenas se encontra uma TA/Reg (Savana estépica florestada em regeneração).

Nos mapas de uso e cobertura da terra pode-se constatar a degradação por meio de dados de satélite, inclusive nas áreas onde se encontravam em regeneração algumas já se encontram como áreas de pastagens ou agricultura (Figura 06). Na área de estudo, mas precisamente na serra preta é perceptível o avanço do desmatamento e raleamento da cobertura por meio extrativista, onde a cobertura de TA perdera grande parte de seu porte com a derrubada de árvores de madeira de lei, como a *Schinopsis brasiliensis* (Baraúna), *Anadenanthera macrocarpa* (Angico Vermelho), *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira), *Commiphora leptophloeos* (Imburana de Cambão), *Amburana cearensis* (Imburana de Cheiro).

**Figura 06** - Mapa de uso e cobertura da terra do município de Trindade-PE.



**Fonte:** SIRGAS, 2000; USGS, 2022.

Ao analisar dados mais antigos usando dados de satélite e associando aos períodos atuais percebem-se os seguintes valores (Tabela 02):

**Tabela 02** – Áreas por Km<sup>2</sup> das classes de uso e cobertura da terra no Município de Trindade – PE, 1985-2021.

Ano	CA	CS	SO
1985	184,18 km <sup>2</sup>	59,74 km <sup>2</sup>	51,72 km <sup>2</sup>
1998	55,96 km <sup>2</sup>	95,47 km <sup>2</sup>	144,22 km <sup>2</sup>
2011	175,96 km <sup>2</sup>	72,09 km <sup>2</sup>	47,61 km <sup>2</sup>
2021	101,87 km <sup>2</sup>	85,24 km <sup>2</sup>	108,54 km <sup>2</sup>

**Fonte:** SIRGAS, 2000; USGS, 2022. Organização, Autor, 2022.

Um fator notado na comparação destes mapas de uso e ocupação da terra foi a pouca temporalidade com severas mudanças da paisagem dentro de apenas 05 anos, se formos analisar mapas mais antigos no caso dos anos de 1980 em que grande parte do município era coberta por formações florestais densas e exuberantes, bem como, o uso do solo também era pouco diferente, porém menos agressivo, com o uso de animais ou o próprio trabalhador do campo realizando o processo sem tanto dano ao solo como atualmente.

Nos dados apesar de serem encontrada área de solo exposto com uma área reduzida, no campo se registra um ambiente bastante deteriorado com solo exposto e áreas com processos de desertificação, mesmo em estágio inicial, pois analisando a massa seca e somados a massa úmida o gradiente se mostrou reduzido, e o mesmo pode ser encontrado na fertilidade do solo onde os nutrientes se encontram nas partes onde a água se acumulava dependendo da declividade do solo.

## CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos se constatou a degradação e a perda de cobertura da vegetação nativa, tendo como principais responsáveis uma conjunção de fatores, se destacando as mudanças climáticas com a redução da precipitação e a conseqüente substituição da cobertura vegetal causando uma relativa savanização, sobretudo com a perda das densas formações de maior porte e o desaparecimento das espécies nativas que tem menos tolerarem as mudanças nos ciclos das chuvas. Outro fator relevante é a ação humana e o desmatamento das atividades da indústria do polo gesseiro pela utilização de madeira como meio de fonte energética que ocasiona a redução drástica da cobertura vegetal e o manejo inadequado do solo potencializando o processo de desertificação no município e em toda região do Araripe.

## REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, Aziz. **Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- AGÊNCIA ESTADUAL DE PLANEJAMENTO E PESQUISAS DE PERNAMBUCO (CONDEPE/FIDEM). Origem cristalina e relativamente sobre afloramentos sedimentares, 2008.
- ALVES, E. D. L. MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 22, n. 3, 2011, p. 2007. 206.
- ANDRADE, K.V.S.A.; RODAL, M.J.N.; LUCENA M.D.F.A. & GOMES A.P.S. Composição florística de um trecho do Parque Nacional do Catimbau, Buíque, Pernambuco - Brasil. **Hoehnea** v.31, 2004, p.337-48.
- ARAÚJO, F.S.; MARTINS, F. R. Fisionomia e organização da vegetação do carrasco no Planalto da Ibiapaba, estado do Ceará. **Acta Botanica**, v.3, 1999, p.1-13
- ARAÚJO F.S.; COSTA, R. C.; LIMA, J. R.; VASCONCELOS, S. F.; GIRÃO, L. C.; SOUZA SOBRINHO, M.. Floristics and life-forms along a topographic gradient, central-western Ceará, Brazil. **Rodriguésia** v.62, 2011, p.341-66.
- AUGUSTO, L. G. S.; GÓES, L. Compreensões integradas para a vigilância da saúde em ambiente de floresta: o caso da Chapada do Araripe, Ceará, Brasil. **Cad. Saúde**, v.23, 2007.
- BRASIL. **Área Territorial: Área territorial brasileira 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.
- CARVALHO, Claudio J. B. de Biogeografia da América do Sul : padrões e processos / Claudio J. B. de Carvalho, Eduardo A. B. Almeida. – São Paulo : Roca, 2010
- CAVALCANTI, L. C. de S. **Cartografia de paisagens: fundamentos** / Lucas Costa de Souza Cavalcanti. – São Paulo: Oficina de Textos, 2014.
- GOMES RUBIRA, F. Definição e diferenciação dos conceitos de áreas verdes/espços livres e degradação ambiental/impacto ambiental. **Caderno de Geografia**, vol. 26, núm. 45, 2016, pp. 134-150.
- GRAEFF O. (2015) **Fitogeografia do Brasil uma atualização de bases e conceitos**. Editora: Nau, Rio de Janeiro. ISBN 9788581280431.
- LYRA, L. de H. de Barros. 2003; **Análise Geo-Ambiental da área de Brejo na Serra Das Varas, Arco Verde-PE**, Orientador: Dra. Cristina Crispim, 2003. 127 f. TCC- Curso de Geografia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.
- PAIVA, C. D. G; MORO, M. F.; SOUSA, L. O. F.; BALDAUF, C. Fitossociologia da caatinga na Floresta Nacional de Açu, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil e entorno: diversidade e biogeografia do componente lenhoso. **Hoehnea**, v.48, n.1 ., 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/2236-8906-22/2020>
- PENNINGTON, R.T.; PRADO, D. E.; PENDRY, C. A. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. **Journal of Biogeography**, v.27, n. 2, 2000, p. 261-273. doi:10.1046/j.1365-2699.2000.00397.x

SÁ, I.B.; FOTIU, G.A; RICHE, G.R. 1994. **Degradação ambiental e reabilitação natural no trópico semi-árido**. In: Anais Conferência Nacional e Seminário Latino-Americano da Desertificação, CONSLAD. Fundação Esquel Brasil, Fortaleza, CE.

SÁ, I. I. S.; GALVÍNIO, J. D.; MOURA, M. S. B.; SÁ, I. B. **Avaliação da Degradação Ambiental na Região do Araripe Pernambucano Utilizando Técnicas de Sensoriamento Remoto**. Revista Brasileira de Geografia Física 06 (2011) P.1292-1314.

SAINT-HILAIRE, A.; BRANDÃO, M. G. L.; PIGNAL, M. (Orgs.); 2009. **Plantas usuais dos brasileiros**. tradução de C. P. B. Mourão e C.

F. Santiago. Código Comunicação, Belo Horizonte. Disponível em <http://www.ceplamt.org.br/wp-content/uploads/2014/02/Plantas-usuais-dos-brasileiros>.

SILVA, J. P. S. **Impactos ambientais causados por mineração**. Revista Espaço da Sophia, n.8, 2007.

SOUZA, C. ., SANTOS, F. ., CUNHA, I. ., MENEZES, M. ., & ARAÚJO , T. . (2008). A DEGRADAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL DO MUNICÍPIO DE VITÓRIA DA CONQUISTA – BA. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, v.4, n.6, 2008.

VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C. **Ecorregiões propostas para o bioma caatinga**. Recife: Associação Plantas do Nordeste; Instituto de Conservação Ambiental, The Nature Conservancy do Brasil, 2002. 76 p

## CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, FÍSICA E QUÍMICA DE UM LATOSSOLO AMARELO, NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Ícaro Guedes da Silva  
Danielma Ferreira da Rocha  
Daví do Vale Lopes  
José João Lelis Leal de Souza

### INTRODUÇÃO

A paisagem evolui a partir de uma estrutura sistêmica, com a influência de vários fatores, como: solo, relevo, rochas, organismos, clima, entre outros, os quais são de importante relevância para a modelagem do relevo. A partir da concepção de Bockheim et al., 2005, entende-se que solo é uma formação proveniente dos processos morfogenéticos que ocorrem na paisagem, demonstrando a interdependência entre solo-relevo em sua gênese. Nessa conjuntura, tem-se solos e relevos evoluindo em conjunto, com interações constantes, em uma abordagem tida como pedogeomorfológica (ROCHA, 2023, MACHADO et al., 2022).

Outrossim, é a partir de tais fatores que a paisagem vai se modificando de forma singular no ambiente, proporcionando formações rochosas no ambiente a partir dos processos pedogeomorfológicos, formações essa que se diferem por meio da tipagem de solo e rochas do ambiente e fatores externos moldantes do relevo, pois, por meio das variações nas propriedades dos solos vão influenciar no crescimento radicular, infiltração e armazenamento de água, disponibilidade nutricional. (DUARTE, CASAGRANDE, 2006).

Assim, ao tratar dos quantitativos nutricionais do solo se baseiam a partir de um caráter qualitativo e quantitativo. Respectivamente, o quantitativo, a partir de sua capacidade de recuperação em produção, que se propõe na capacidade conservação de cátions (CTC), assim como, no caráter quantitativo estará voltado na capacidade reestruturação dos nutrientes ou amenização de componentes toxicológicos que incapacitam o crescimento das espécies vegetais. (DUARTE et al, CASAGRANDE et al, p.60, 2006).

No que se refere ao semiárido brasileiro, a degradação ambiental de sua paisagem como todo não é diferente. O semiárido do ponto de vista ambiental, é uma região bastante frágil no que sofre com degradação de sua paisagem, muitas vezes, associado ao desmatamento, ocasionado por práticas agropecuárias, produção agrícola, produção industrial, crescimento populacional, entre outros (SILVA, 2018).

Dessa maneira, para analisar as paisagens é imprescindível compreender o meio físico e os processos associados (PHILLIPS et al., 2001; MEIRELES et al., 2012). Os solos e o relevo, evoluem simultaneamente nas paisagens, controlando os fluxos hídricos e os processos pedogeomorfológicos nas vertentes (CAMPOS et al., 2007; REIS et al., 2007; GUERRA, 2008).

A abordagem pedogeomorfológica é essencial para entender a evolução das paisagens, subsidiar o planejamento ambiental e auxiliar a regulamentar o uso e ocupação do espaço (QUEIROZ NETO, 2010, 2011; ZINK, 2012; SANTANA et al., 2022; MACHADO et al., 2022). A pedogeomorfologia, é uma ciência relativamente recente e que vem ganhando cada vez mais espaço ao longo das últimas décadas, sendo ela de suma importância para os estudos da Ciência Geográfica. Todavia, existem muitas lacunas em relação aos estudos das interações entre solo

e relevo, especificamente no Semiárido brasileiro, essa região ainda carece de informações científicas que possibilitem o maior aprofundamento na compreensão da sua dinâmica. (ROCHA, 2023; SILVA SANTOS et al., 2023)

As áreas semiáridas são marcadas pela pedogênese incipiente, pelo baixo grau de intemperismo químico e pela baixa lixiviação, no entanto, alguns ambientes do semiárido brasileiro, possuem paisagens e condições ambientais antagônicas, como é o caso de locais com Latossolos associados com a Formação Sedimentar Serra do Martins (ROCHA, 2023). O objetivo deste trabalho foi fazer uma caracterização morfológica, física e química de um Latossolo Amarelo, no semiárido brasileiro.

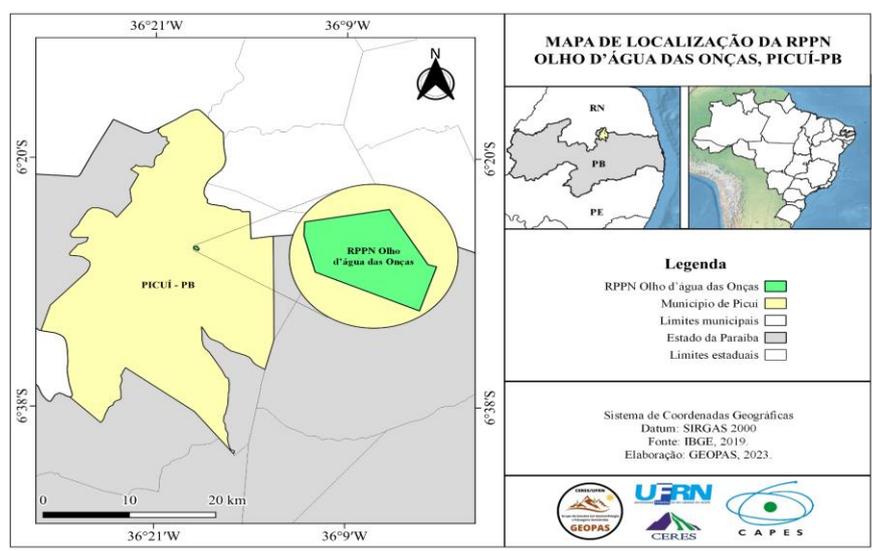
## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O estudo foi realizado na RPPN Olho d'água das Onças, localizada na zona rural de Picuí-PB, situado no semiárido brasileiro (Figura 1). A Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Olho d'água das Onças é uma Unidade de Conservação (UC), criada no ano de 2005, com a finalidade de contribuir com a conservação do bioma Caatinga, através da proteção de uma área em processo de regeneração ambiental I (SILVA et al., 2022).

O território da RPPN possui área de 20,73 hectares. O substrato geológico está associado a Formação Serra do Martins, a qual ocorre também em outras chapadas interioranas no NE brasileiro, com relevos tabuliformes (entre 600 e 800 m de altitude), como, Portalegre, Martins, João do Vale e Santana (Angelim et al., 2006).

**Figura 1:** Mapa de localização da RPPN Olho d'água das Onças, Picuí-PB.



Fonte: Autores (2024).

A formação geológica Serra do Martins está associada a formas residuais de um antigo capeamento contínuo, dissecado e erodido, associado com a pediplanação sul americana com ambiente deposicional fluvial, com a espessura entre 30 m e 70 m (Santos et al., 2002).

Na base da formação, ocorrem arenitos esbranquiçados, mal selecionados, localmente conglomeráticos, caulínicos, homogêneos e friáveis, com camadas silicificadas (Santos et al., 2002). A sua porção média é representada por bancos de arenitos argilosos, homogêneos, de coloração amarela a vermelha e o topo da sequência é formado por crosta laterítica (Santos et al., 2002).

### **Análises morfológicas e físicas**

Realizou-se a partir da coleta e análises de amostras de um Latossolo Amarelo, localizado no topo de uma área com relevo tabuliforme no município de Picuí-PB. A análise do terreno seguiu a metodologia adotada pelo Manual Técnico de Pedologia do IBGE (2015) (Tabela 1).

Dessa maneira, o solo foi identificado de acordo com as características morfológicas, químicas e físicas até o 4º nível categórico, seguindo os critérios adotados pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2018). A cor do solo foi determinada seguindo os procedimentos da caderneta de Münsell (Münsell, 1994).

Tabela 1: Fases de pedregosidade.

<b>FASES DE PEDREGOSIDADE</b>	
Não Pedregosa	Quando não há ocorrência de calhaus e/ou matacões na superfície e/ou na massa do solo, ou a ocorrência é insignificante e não interfere na aração do solo, ou é significativa, sendo, porém, facilmente removível.
Ligeiramente pedregosa	ocorrência de calhaus e/ou matacões esparsamente distribuídos, ocupando 0,01 a 0,1% da massa e/ou da superfície do terreno (distanciando-se por 10 a 30m), podendo interferir na aração, sendo, entretanto, perfeitamente viável o cultivo entre as pedras.
Moderadamente pedregosa	ocorrência de calhaus e/ou matacões ocupando 0,1 a 3% da massa do solo e/ou da superfície do terreno (distanciando-se por 1,5 a 10m) tornando impraticável o cultivo entre as pedras, podendo, entretanto, seus solos serem utilizados no cultivo de forrageiras e pastagens naturais melhoradas, se outras características forem favoráveis.
Pedregosa	Ocorrência de calhaus e/ou matacões ocupando 3 a 15% da massa do solo e/ou da superfície do terreno (distanciando-se por 0,75 a 1,5m), tornando impraticável o uso de maquinaria, com exceção de máquinas leves e implementos agrícolas manuais. Solos desta classe de pedregosidade podem ser utilizados como áreas de preservação da flora e da fauna.
Muito pedregosa	ocorrência de calhaus e/ou matacões ocupando de 15 a 50% da massa do solo e/ou da superfície do terreno (distanciando-se por menos de 0,75m), tornando completamente inviável o uso de qualquer tipo de maquinaria ou implemento agrícola manual. Solos desta classe de pedregosidade são viáveis somente para vegetações nativas.
Extremamente pedregosa	Calhaus e matacões ocupam de 50 a 90% da superfície do terreno e/ou massa do solo.

Fonte: IBGE (2015).

As amostras de solo foram destorroadas, secas e peneiradas (malha de 2 mm) para obtenção da “terra fina seca ao ar” (TFSA). A granulometria foi determinada a partir da dispersão de 10 g de TFSA com NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> e agitação em alta rotação durante quinze minutos. Em seguida, as frações, areia grossa e fina foram separadas por tamisação. Os tamanhos de partículas analisados seguiram os critérios da Teixeira et al. (2017): areia grossa (AG) (2 – 0,2 mm); areia fina (AF) (0,2 – 0,05 mm); silte (S) (0,05 – 0,002 mm; e argila (A) (< 0,002 mm).

### Análises químicas

A análise do pH e nutrientes trocáveis foram determinados em amostras de terra fina seca ao ar (TFSA) seguindo os procedimentos recomendados por Teixeira et al. (2017). A reação do solo seguiu as classes adotadas por Santos et al. (2018) (Tabela 2). Cátions trocáveis, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Al<sup>3+</sup> foram extraídas com 1M KCl e P, Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> com extrator Mehlich-1 (dupla diluição 0,05 mol/L de HCl em 0,0125 mol/L de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) (Teixeira et al., 2017). Os teores dos elementos (Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>) nos extratos foram determinados por espectrometria de absorção atômica e emissão de chama (Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup>) e fotolorimetria (P) (Teixeira et al., 2017).

Tabela 2: Classes de reação do solo.

CLASSE	pH (solo/água 1:2,5)
Extremamente ácido	< 4,3
Fortemente ácido	4,3 a 5,3
Moderadamente ácido	5,4 a 6,5
Praticamente neutro	6,6 a 7,3
Moderadamente alcalino	7,4 a 8,3
Fortemente alcalino	> 8,3

Fonte: Santos et al. (2018).

## RESULTADOS

O Latossolo Amarelo foi coletado em área de relevo tabuliforme, com paisagem não rochosa e não pedregosa, associada à Formação geológica sedimentar Serra do Martins presentes na RPPN Olho d'água das Onças, Picuí-PB, composta, principalmente, por arenitos e conglomerados (Tabela 3).

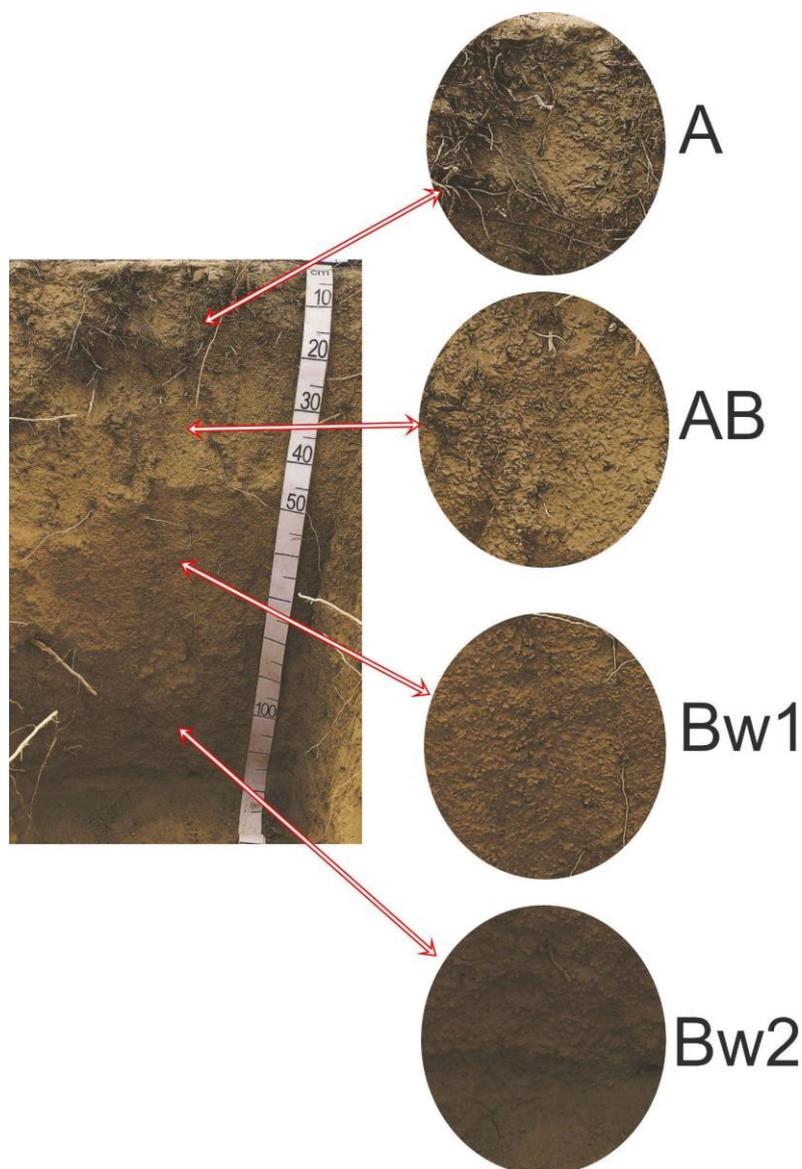
O solo foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico psamítico (LAd) (Figura 2). Identificou-se horizonte A (0 a 20 cm), AB (20 a 35), Bw1 (35 a 90), Bw2 (90 a 120+) (Figura 2).

**Tabela 3:** Descrição e localização do solo analisado.

Classificação	Coordenadas geográficas	Altitude (m)	Descrição geral
LATOSSOLO AMARELO Distrófico psamítico (LAd)	S 06° 06,27' 01'' W 36° 18' 17,2''	649	Perfil localizado no topo da chapada, superfície plana, não rochosa e não pedregosa. Identificou-se predomínio de estruturas em blocos subangulares, média e moderada. O solo apresentou-se macio e muito friável, não plástico e ligeiramente pegajoso.

**Fonte:** Autores (2024).

**Figura 2:** Latossolo Amarelo analisado e seus respectivos horizontes.



**Fonte:** Autores (2024).

Observou-se a transição entre horizontes clara e ondulada (Tabela 4). Identificou-se predomínio de estruturas em blocos subangulares, média e moderada (Tabela 4). O solo apresentou-se com características macios e muito friável, não plástico e ligeiramente pegajoso (Tabela 4).

**Tabela 4:** Transição entre horizontes, estrutura, consistência, plasticidade e pegajosidade do solo analisado.

Horizonte	Transição entre horizontes		Estrutura	Consistência (seco/úmido)	Plasticidade	Pegajosidade
	Grau	Forma				
A	clara	ondulada	Grãos simples	solto	Não plástico	Não pegajoso
AB	clara	ondulada	granular	macio/muito friável	Não plástico	Não pegajoso
Bw1	clara	ondulada	blocos subangulares	macio/muito friável	Não plástico	Ligeiramente pegajoso
Bw2	Difusa	ondulada	blocos subangulares	macio/muito friável	Não plástico	Ligeiramente pegajoso

Fonte: Autores (2024).

O solo apresenta cores 10YR em todos os horizontes (Tabela 5). Em todos os horizontes tem-se predominância de partículas de TFSA, com valores superiores a 75% (Tabela 5).

**Tabela 5:** Caracterização morfológica do solo analisado.

Horizonte	Prof. (cm)	> 2mm %	TFSA %	Cor (seca) Munsell	Matiz/Croma	Nome da cor
A	0-20	3,38	96,62	10YR	3/4	dark yellowish brown
AB	20-35	2,65	97,35	10YR	5/8	dark yellowish brown
Bw1	35-90	4,68	95,32	10YR	6/6	brownish yellow
Bw2	90-120+	14,53	85,47	10YR	6/6	brownish yellow

Fonte: Autores (2024).

O solo analisado apresenta predomínio de areia grossa em todos os horizontes, com teores variando de 0,58 a 0,70 kg.kg (Tabela 6). Os teores de areia totais superam 0,7 kg.kg em todos os horizontes (Tabela 6). A relação silte/argila variou entre 0,54 a 0,62 (Tabela 6). Todos os horizontes foram classificados como franco arenoso (Tabela 6). O Latossolo Amarelo pode ser classificado como endoálico, ou seja, apresenta saturação por alumínio (m)  $\geq$  50% nos

horizontes Bw1 e Bw2 (Tabela 6). Os valores de pH variaram de 4,97 a 5,23 e a matéria orgânica variou de 1,98 a 4,28% (Tabela 6).

**Tabela 6:** Propriedades físicas e químicas do solo analisado.

AG = areia grossa; AF = areia fina; AT = areia total; V = saturação por bases; m = saturação por alumínio; MO = matéria orgânica.

Horiz.	AG	AF	AT	Silte	Argila	Relação S/A	Classe Textural	pH H <sub>2</sub> O	V	m	MO
	kg.kg								%	%	%
A	0,58	0,13	0,71	0,11	0,18	0,61	Franco arenosa	5,23	16,70	33,10	4,28
AB	0,66	0,10	0,76	0,09	0,15	0,62	Franco arenosa	5,19	12,40	42,60	3,29
Bw1	0,70	0,09	0,79	0,08	0,14	0,54	Franco arenosa	4,97	10,20	50,90	2,30
Bw2	0,67	0,09	0,76	0,09	0,15	0,56	Franco arenosa	5,10	8,10	63,00	1,98

**Fonte:** Autores (2024).

## DISCUSSÃO

### Relação solo-relevo

No semiárido brasileiro, em áreas de relevo tabuliforme associadas com a formação geológica Serra do Martins é comum a ocorrência de Latossolos, formando um complexo paisagístico muito distinto do restante do semiárido (SILVA et al., 2022; SOUZA et al., 2023). Na área de estudo identificou-se um Latossolo Amarelo distrófico (LAd) (Figura 2). A existência de Latossolos associados a áreas sedimentares com relevo tabuliforme no semiárido brasileiro foi reportada por em estudos anteriores por Santos et al (2023) e Silva et al. (2022), destacando-se áreas na Serra de Santana, Chapada do Apodí, entre outras. Esses solos profundos e estruturados apresentam semelhanças com as áreas dos Tabuleiros Costeiros, onde tem-se predominância da pedogênese em relação à morfogênese (RIBEIRO, 1998).

Na área de ocorrência do solo analisado não observou-se sinais de erosão, provavelmente em razão dos baixos declives e solos bem estruturados (Figura 2). De acordo com Silva et al. (2022), em áreas com relevo com topos planos, associado às rochas sedimentares, tem-se o favorecimento da maior atuação da pedogênese, encontrando-se solos bem estruturados e profundos.

Estudos recentes com utilização de técnicas de datações associaram a existência de Latossolos no semiárido com paleoclimas úmidos (SOUZA et al., 2023). Conforme Souza *et al.* (2023), Latossolos da Serra de Santana (Formação Serra do Martins), foram datados do último Máximo Glacial (18 kyr), possivelmente correspondentes a um ambiente com paleovegetação densa e a um paleoclima úmido. Segundo Souza *et al.*, (2023) o semiárido brasileiro passou por mudanças paleoambientais induzidas por eventos de escala global.

Nesta conjuntura, a existência de Latossolos no semiárido brasileiro, associados a áreas de relevos tabuliformes, formam ambientes de exceções, com processos morfopedológicos muito distintos de outras áreas da região semiárida.

## Propriedades do solo analisado

O solo foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico psamítico (LAd) (Figura 2). A classe dos Latossolos no domínio da Caatinga, em ambientes semiáridos ocupam uma área correspondente a 21%, a partir de diferentes materiais de origem, pode apresentar diferenças entre si, permitindo enquadrá-los em várias classes em níveis categóricos inferiores à ordem, apresentam cores amarelas, vermelho-amarelas, vermelhas e, por vezes, acinzentadas, com teores de óxidos de Fe muito diversificados (JACOMINE, 1996, GIONGO, 2022 ).

Identificou-se horizonte A (0 a 20 cm), AB (20 a 35), Bw1 (35 a 90), Bw2 (90 a 120+) (Figura 2). Nota-se que o solo analisado é muito profundo, superando facilmente os 2m, conforme pode ser observado em alguns cortes nas beiras das estradas durante as atividades de campo. Estas características são contrastantes em relação a maior parte do semiárido, onde tem-se predominância de solos rasos e pedregosos (Santos et al., 2023).

Observou-se transição clara e ondulada entre os horizontes (Tabela 4). Identificou-se predomínio de estruturas em blocos subangulares, média e moderada (Tabela 4). O solo apresentou-se com características macios e muito friável, não plástico e ligeiramente pegajoso (Tabela 4). Essas propriedades morfológicas podem estar associadas com a presença de minerais 1:1 e oxídicos. Essas condições são distintas da maior parte da região semiárida brasileira, onde é comum a ocorrência de solos com minerais 2:1, também denominados de argilas expansíveis, os quais são muito plásticos e pegajosos.

O solo analisado apresenta predomínio de areia grossa em todos os horizontes, com teores variando de 0,58 a 0,70 kg.kg (Tabela 6). Os teores de areia totais superam 0,7 kg.kg em todos os horizontes (Tabela 6). A relação silte/argila variou entre 0,54 a 0,62 (Tabela 6). Todos os horizontes foram classificados como franco arenoso (Tabela 6). O Latossolo Amarelo pode ser classificado como endoálico, ou seja, apresenta saturação por alumínio (m)  $\geq 50\%$  nos horizontes Bw1 e Bw2 (Tabela 6). Os valores de pH variaram de 4,97 a 5,23 e a matéria orgânica variou de 1,98 a 4,28% (Tabela 6).

Na área de estudo, RPPN Olho d'água das Onças, Picuí-PB, identificou-se um Latossolo Amarelo (Figura 2), sendo caracterizado como um solo profundo, bem estruturado, homogêneo, altamente intemperizado e lixiviado com agregados de alta estabilidade (SANTOS, 2018; NETTO et al., 2012). O solo analisado é distrófico, ou seja, possui saturação por bases (V) inferior a 50% em todos os horizontes, o que indica processos de lixiviação intensa. Esses resultados vão de acordo com os resultados apresentados por Santos et al. (2023).

## CONCLUSÕES

O Latossolo Amarelo analisado encontra-se localizado em área não rochosa e não pedregosa. O solo apresenta classe textural franco-arenosa em todos horizontes, é classificado como fortemente ácido, apresenta distrofismo generalizado em todos os horizontes e baixos teores de matéria orgânica (< 5%).

A partir dos resultados desse trabalho pode-se concluir que o semiárido brasileiro é muito diverso, e existem ambientes que podem apresentar solos muito intemperizados quimicamente e lixiviados, como os encontrados em áreas sedimentares com relevo tabuliforme. Nesses

setores, encontram-se solos com características morfológicas, químicas e físicas similares aos encontrados nos tabuleiros costeiros.

Áreas com Latossolos associados a relevos tabuliformes no semiárido formam ambientes onde a evolução do solo está intimamente associada às características do relevo, por isto pode-se associar com uma evolução pedogeomorfológica. No contexto do semiárido brasileiro, essas áreas podem ser vistas como ambientes de exceção, pois, além dos processos pedogenéticos e morfogenéticos serem muito distintos do restante da região, as condições climáticas e o armazenamento hídrico também são muito contrastantes.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a colaboração da equipe do GEOPAS/UFRN (Grupo de Estudos em Geomorfologia e Paisagens Semiáridas). Agradecemos ao LAGESA (Laboratório de Geomorfologia e Sedimentologia Aplicada) do CERES (Centro de Ensino Superior do Seridó), da UFRN (Universidade Federal do Rio Grande do Norte), pela infraestrutura oferecida para o desenvolvimento de tal trabalho. Por fim, agradecemos também os revisores e editores pelas sugestões e melhorias no trabalho.

## REFERÊNCIAS

ANGELIM, L.A.A.; et al. **Geologia e Recursos Minerais do Estado Do Rio Grande Do Norte**. Recife: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2006.

CAMPOS, M. C. C. *et al.* Relações solo-paisagem em uma litossequência arenito-basalto na região de Pereira Barreto, SP. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v. 31, n. 3, p. 519-529, 2007.

Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/GMYyCkft9hvJW8fRkpckLWm/>. Acesso em: 31 mar. 2023.

BOCKHEIM, J.G.; GENNADIYEV, A.N., Hammer, R.D. & Tandarich, J.P. (2005) **Historical development of key concepts in pedology**. *Geoderma*, 124: 23-36.

DUARTE, R. M. R; CASAGRANDE, J. C. Interação do solo-vegetação na recuperação de áreas degradadas. BARBOSA, LM **Manual para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Botânica, p. 60-77, 2006.

GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

GIONGO, Vanderlise; ANGELOTTI, Francislene. **Agricultura de baixa emissão de carbono em regiões semiáridas: experiência brasileira**. Editoras técnicas. – Brasília, DF :Embrapa, 2022, p. 256. ISBN 978-65-89957-12-6

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Manual técnico de pedologia: guia prático de campo** / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – Rio de Janeiro: IBGE, 2015. p.134.

JACOMINE, P. K. T.; et al. **Levantamento exploratório de reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Norte**. Recife: DNPEA: Sudene, 1971. 531 p. (DNPEA. Boletim técnico, 21; SUDENE. Pedologia, 9)

MEIRELES, H. T. *et al.* Relações solo-paisagem em topossequência de origem basáltica. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 129-136, abr./jun., 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/3zZPLTgMcn8XtYZSszNymsJt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 4 fev. 2023.

MACHADO, D. F. T; CASTRO, S. S.; LADEIRA, F. S B. A Geopedologia como abordagem metodológica para o levantamento de solos: uma breve discussão. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. 2022, p. 1835-1857.

MUNSËLL. **Soil Color Charts**. Maryland, 1994.

NETTO, A. M., et al. Caracterização hidrodinâmica e hidrodispersiva de um latossolo amarelo na microrregião do brejo paraibano. **R. Bras. Ci. Solo**, p.86-96, 2012.

PHILLIPS, D. H. *et al.* Soil-landscape relationships at the lower reaches of a watershed at Bear Creek near Oak Ridge, Tennessee. **Catena**, v. 44, n. 3, p. 205- 222, 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0341816200001569>. Acesso em: 4 abr. 2023.

REIS, M. S. *et al.* Variações da composição granulométrica e orgânica do solo em uma topossequência da microrregião de Marabá-PA. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais**, Belém, v.2, n.3, p.33-44, dez. 2007. Disponível em: [http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S198181142007000300004](http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S198181142007000300004). Acesso em: 2 mar. 2023.

RIBEIRO, L.P. **Os Latossolos Amarelos do Recôncavo Baiano; gênese, evolução e degradação**. Salvador : SEPLANTEC, CADCT, 1998.

ROCHA, D. F. **A pedogeomorfologia em ambiente semiárido paraibano, Brasil**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ensino Superior do Seridó, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Caicó, RN, 2023, p.93.

SANTOS et al. Interações pedogeomorfológicas na Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu, no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.16, n.04, 2023, p. 1776-1792.

SANTOS, H.G., et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 356.

SANTOS, E.J.; FERREIRA, C.A.; SILVA JR., J.M.F. **Geologia e Recursos Minerais do Estado da Parnaíba**. Recife: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2002.

SANTOS, A. S., LIRA, D. I., COSTA, T. S. B., ROCHA, D. F., LOPES, D. V. Interações pedogeomorfológicas na Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu, no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.16, n.04 (2023) 1776-1792.

SILVA, Í. B, NASCIMENTO, R. S; MONTEIRO, E. S. O município de Picuí – PB na ótica da Desertificação. **Cadernos de Agroecologia. Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia**. Fortaleza/CE, 2011, p.6.

SILVA, Ícaro Guedes et al. GEOSCIENCE AND ENVIRONMENTAL EDUCATION IN THE BRAZILIAN SEMIARID REGION: A CASE STUDY IN THE PRIVATE RESERVE OF NATURAL HERITAGE OLHO D'ÁGUA DAS ONÇAS. **International Journal Semiarid**, v. 5, n. 5, 2022.

SOUZA, J.J.L.L., CASTRO, F.E.C., ANDRADE, C.V.P.A., KER, J.C., PEREZ FILHO, A. Brazilian semiarid soils formed during the last glacial maximum. **Catena** 223, 2023, 106899. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106899>

SOUZA, D.V., et al. Relict soil features in cave sediments record periods of wet climate and dense vegetation over the last 100 kyr in a 1792resente-day semiarid region of northeast Brazil. **Catena** 226, 2023. 107092. <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2023.107092>

SANTOS, E.J.; FERREIRA, C.A.; SILVA JR., J.M.F. **Geologia e Recursos Minerais do Estado da Parnaíba**. Recife: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2002, p.142.

SANTOS, H.G., et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 356.

SOUZA, J. J. L. L.; et al. Archaeoanthrosol formation in the Brazilian semiarid. **Catena**, v. 193, p. 104603, 2020.

SOUZA, J.J.L.L. et al. Tropical forest refuge in peripheral soils of slags in Caatinga. **BioRxiv**, 2018. <https://doi.org/10.1101/317685>.

SOUZA, J.J.L.L.; et al. Organic carbon rich-soils in the brazilian semiarid region and paleoenvironmental implications. **Catena**, 212, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106101>.

SOUZA, J.J.L.L., CASTRO, F.E.C., ANDRADE, C.V.P.A., KER, J.C., PEREZ FILHO, A. Brazilian semiarid soils formed during the last glacial maximum. **Catena** 223 (2023) 106899, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106899>.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Ed.). Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017, p.573.

ZINCK, J. A. **Geopedologia: elementos de geomorfología para estúdios de suelos y de riesgos naturales**. ITC: Faculty of Geo-information Science and Earth Observation. Enscheade, The Netherlands, 2012, p. 232.

## MAPEAMENTO E AVALIAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DAS LAGOAS DA PLANÍCIE DO RIACHO DAS PORTEIRAS NAS PROXIMIDADES DO LOTEAMENTO VALE DOURADO E O CONDOMÍNIO MORADA NOVA MAIS VIVER, PETROLINA – PE

Breno dos Santos Costa  
Luiz Henrique de Barros Lyra  
Felipe Gonçalves Campos

### INTRODUÇÃO

No semiárido brasileiro a ocorrência de rios intermitentes é extremamente importante para as economias locais e a subsistência das populações ribeirinhas. “Seu caráter intermitente está diretamente relacionado com a precipitação anual das regiões semiáridas, caracterizado por apresentar irregularidades de chuvas durante todo o ano e longos períodos de seca, o que torna seus rios, riachos e lagoas irregulares quanto ao período de cheias, a qual o fluxo de água superficial desaparece durante seu período de estiagem” (MALTCHIK, p. 78, 1999).

No Alto Submédio São Francisco a ocorrência de rios intermitentes e superfícies alagadas estão associadas ao seu regime hidrológico da bacia de drenagem, assim como, seu regime climático típico da semiaridez. Tal característica segundo Lira (2014) e Ferreira; Dantas e Shingoto (2014) está relacionada à sua morfoestrutura, a qual trata-se de uma planície de origem poligenética com processos agradacionais fluvial, lacustre e eólica, disposta em superfícies sub-horizontais, constituídas de depósitos areno-argilosos, com terrenos deficientemente drenados e sujeitos a inundações periódicas.

Essa morfologia se caracteriza topograficamente como uma superfície plana resultante dos processos de sedimentação predominantemente fluviais, onde os sedimentos são temporariamente estocados e erodidos, e sob condição de equilíbrio ideal, a taxa de entrada de sedimentos é igual à de saída (ROCHA, p. 99, 2011). Em sua composição as formações sedimentares são constituídas de sedimentos granulometricamente finos que, juntamente com a presença da água, formam solos aluviais, ricos em matéria orgânica (Borges; Ferreira, 2019, p. 115), típica de planície de inundação.

As planícies de inundação num contexto mais amplo, segundo Stevaux e Latrubesse (2017), são áreas adjacentes inundadas parcialmente ao canal de um rio pelas cheias periódicas que mantém relações hidrológicas, sedimentológicas e ecológicas com a dinâmica fluvial e a ocupação antrópica. Nesse sentido, há de se pontuar, as tênues diferenças entre a planície aluvial e de inundação propriamente dita, pois a primeira é uma unidade de relevo formada pelo canal do rio e a segunda, de forma mais abrangente, assim como os eventuais terraços aluviais e lagoas, se inserem no denominado vale aluvial com feição deposicional ao longo do vale, associada à um regime hidro-climático particular da bacia de drenagem.

Neste, sobretudo em áreas mais rebaixadas surgem às lagoas de inundação que apresentam vários habitats aquáticos e transicionais entre os meios terrestres, ocorrendo alternância entre os períodos de inundação e recessão das águas, gerando variações no nível do espelho d’água, a qual que se diferenciam pela morfologia e o grau de comunicação constante ou intermitente com os rios e seus tributários, exercendo a função de drenagem natural durante a vazante das cheias e escoamentos nos períodos de chuvas promovendo grandes transformações nos habitats,

como também, ecológica pela preservação da biodiversidade ao servirem de berçário, proteção e abrigo da ictiofauna e de aves ripárias migratórias (LUZ *et al.*, 2007; CARVALHO, 2013).

Portanto, esses sistemas fluviais de inundação apresentam um alto dinamismo geomorfológico determinado pelos processos de erosão e sedimentação, onde os eventos de cheias são responsáveis pela esculturação das formas no canal, assim como, pelos processos que conduzem aos estágios de sucessão hídrica e evolução geomórfica. Como uma consequência desses processos a paisagem é constantemente modificada, e diretamente interfere nos processos de sucessão ecológica. Outra característica é a dinâmica de vazão hídrica entre os períodos de inundação e recessão das águas proporcionando transformações nos habitats, passando de lântico para lótico, ou seja, de terrestre para aquático, e vice-versa.

Esse alto grau de heterogeneidade espaço-temporal, ocasionada pelas variadas formas que se comportam de maneira diferente entre as estações de inundação e estiagem faz dos ecossistemas de planícies de inundação e das lagoas um dos ambientes de maior riqueza de espécies (ROCHA, 2011), que diante dessas características podem ser profundamente alterados, permanecendo diferenciados durante a fase de águas baixas e mais similares durante a fase de inundações, funcionando como ecossistemas ou como berço natural, tanto para a fauna, como para a flora, que vivem nesses ambientes, servindo de habitat e de reprodução dessas espécies (MEDEIROS *et al.*, 2023).

A ocorrência de áreas inundáveis nas lagoas da planície do Riacho das Porteiras é decorrente das cheias nos períodos chuvosos, pois, sua topografia possui um gradiente baixo em relação ao leito e a encosta marginal, inclusive em terras secas sem depósitos aluviais. Este fato, segundo Borges e Ferreira (2019, p. 122):

Quanto às áreas inundáveis, não há bibliografia que conceitue o termo, porém entende-se que as mesmas, diferente das planícies de inundação, não correspondem a uma feição geomorfológica desenvolvida por ações de deposição que modelam as margens de um curso d'água. Pelo contrário, são áreas vulneráveis à ocorrência de enchentes devido à topografia (baixas declividades) e outros fatores que contribuem para o evento, como precipitação e atividades humanas, sem necessariamente haver deposição de sedimentos nos eventos de transbordamento.

Nesse contexto, na localidade de estudo há uma duplicidade desses fenômenos, pois tanto ocorrem cheias nas planícies de inundação nos períodos de chuvas acentuadas, como também as denominadas inundações urbanas, ou seja, associadas à drenagem pluvial e até mesmo de efluentes (esgotamento sanitário) desordenada de loteamentos e ocupações habitacionais que ocasiona o aterramento da planície marginal e das lagoas, ocasionando uma série de impactos socioambientais resultando na perda de qualidade das águas (BARRETO, 2010). Segundo Ramos (2013, p. 11), as inundações são fenômenos hidrológicos extremos e periódicos, sejam elas naturais ou induzidas pela ação humana, com a submersão de uma área habitualmente emersa. Portanto, essas inundações afetam com maior frequência as áreas urbanas.

A ocupação e o uso desordenado das terras próximas e nas próprias lagoas das áreas ribeirinhas urbanas de Petrolina, especificamente as próximas do Loteamento Vale Dourado e do Condomínio Morada Nova Mais Viver, vêm ocasionando forte degradação e impactos socioambientais, como o aterro para construções, o despejo de resíduos e efluentes, retirada da mata ciliar e a pesca predatória, poluindo suas águas, interrompendo momentaneamente ou de forma permanente a drenagem vazante e o seu elo com o rio, assim como, a reprodução de peixes e de aves migratórias. Esses impactos são os principais mecanismos de degradação e

perda desses ambientes aquáticos, a qual podem ocasionar mudanças nos processos hidrogeomorfológicos, acarretando em impactos negativos na estrutura e função desses ambientes e as atividades humanas associadas (CUNHA; PIEDADE; JUNK, 2015; TOOTH *et al.*, 2015).

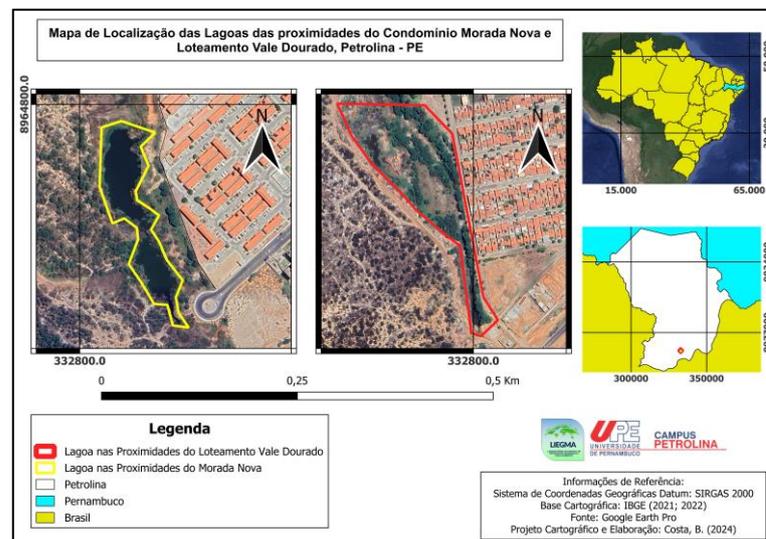
Outro fator relevante é o desconforto ambiental associado à perda de espelhos d'água que umidificam o rigor térmico da semiaridez e a beleza cênica da paisagem. Portanto, o presente estudo ao mapear e avaliar as condições socioambientais das lagoas marginais situadas na planície do Riacho das Porteiras, nas proximidades do Loteamento Vale Dourado e do Condomínio Morada Nova Mais Viver, poderá contribuir para o planejamento do ordenamento territorial urbano e desenvolvimento da cidade.

O Riacho das Porteiras é afluente intermitente do rio São Francisco perenizado por canais de drenagem das chuvas e de irrigação, aterrada para expansão habitacional, sendo de relevante interesse ao uso e a sustentabilidade dos recursos naturais, sobretudo hídricos, para toda bacia e seu grande contingente populacional.

## MATERIAL E MÉTODO

A área de estudo está localizada na zona urbana da cidade de Petrolina – PE, nas coordenadas 09°21'44.8" S e 40°31'18.4" W, próxima ao Loteamento Vale Dourado e Condomínio Morada Nova Mais Viver (Figura 01).

**Figura 01:** Mapa de localização da área de estudo.



**Fonte:** Autores, 2024.

Baseada na abordagem sistêmica (CHRISTOFOLETTI, 1999; CUNHA, 2008; RODRIGUES, 2010) que consiste numa análise integrada dos condicionantes físico-ambientais e sociais do espaço configurada na síntese de sua paisagem, as lagoas da planície do Riacho das Porteiras foi caracterizada como um sistema físico aberto, de entrada e saída de matéria e energia, ou seja, uma bacia onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume da água

escoado pelos seus canais que carregam materiais provenientes da mesma (ANTONELI; THOMAZ, 2007, P. 47), sendo adotados procedimentos para mapear e delimitar estes corpos hídricos, como também, avaliar suas condições socioambientais.

Nesse sentido, foram realizados: levantamento documental, cartográfico e averiguação em campo para caracterização integrada dos aspectos naturais (clima, litologia, topografia, drenagem, solos e cobertura vegetal) e socioeconômicos (uso e ocupação das terras) do recorte espacial em que as lagoas fazem parte, a planície do Riacho das Porteiras; Mapeamento das lagoas por meio do geoprocessamento de imagens de satélites e levantamento fotográfico de VANT (Veículos Aéreos Não Tripulados), mas precisamente por drones com plano de vôo prévio e aleatórios, assim como, o processamento de imagens no programa Agisoft Metashape para a elaboração da Orthophoto, Modelo Digital de Elevação (MDE) e do índice de vegetação das localidades, utilizando-se do cálculo baseado no Índice Resistente à Atmosfera na Região Visível (VARI) que consiste em projetar e enfatizar a vegetação na parte visível do espectro, utilizando em sua formulação as faixas espectrais do azul, verde e vermelho, atenuando as diferenças de iluminação e os efeitos atmosféricos, estimando a porcentagem de cobertura verde no solo a partir do cálculo  $VARI = (G - R) / (G + R - B)$  (GITELSON *et al*, 2002).

Para processamento dos dados e elaboração dos mapas utilizou-se as bases cartográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2019) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2018) para a sobreposição de imagens e dados das cartas, do modelo digital de elevação (MDE) do projeto Topodata integralizado do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2008) na escala de 1:250.000 na resolução de 30 metros que compreendiam toda a extensão territorial da cidade sendo utilizadas as cartas: 08S42\_ZN, 08S405ZN, 09S2\_ZN, 08S405ZN, 09S42\_ZN e 09S405ZN para a extração da hipsometria, drenagem e declividade do relevo.

Foram utilizados programas cartográficos como ArcMap 10.6.1, QGIS 3.16 para o processamento das bases cartográficas e a elaboração dos mapas e programas gráficos para configuração do produto final (Coreldraw, Powerpoint, Paint, etc). As imagens de satélite retiradas do Google Earth Pro e do DoveCubesats das localidades de estudo foram selecionadas de acordo com sua disponibilização em comparação com os índices pluviométricos do período estabelecido entre 2005 a 2023, onde foram selecionadas imagens de 2005, 2009, 2014, 2017, 2020, 2021, 2022 e 2023 no maior intervalo espaço-temporal disponíveis, contemplando os meses secos e chuvosos.

Foi realizado, também, o levantamento de campo com auxílio do Sistema de Posicionamento Global (GPS) e máquina fotográfica, para o georreferenciamento, registro e avaliação das lagoas cartografadas e das condições ambientais em que se encontram, enfatizando os aspectos da morfologia e dos demais condicionantes naturais (topografia, regime hidro-climático, vazão e armazenamento, escoamento superficial, sedimentação, solos e cobertura vegetal) e antrópicos (uso e ocupação das terras e urbanização) determinantes para a dinâmica hidrogeomorfológica, bem como, os indicadores de degradação das lagoas, como a interferência na drenagem durante os períodos de inundações, na qualidade da água, na função ecológica e no conforto socioambiental, inclusive por sua beleza cênica e potencial paisagístico. Os dados e os resultados obtidos foram organizados por meio da compilação de mapas, relatórios e publicações, contemplando a síntese das informações.

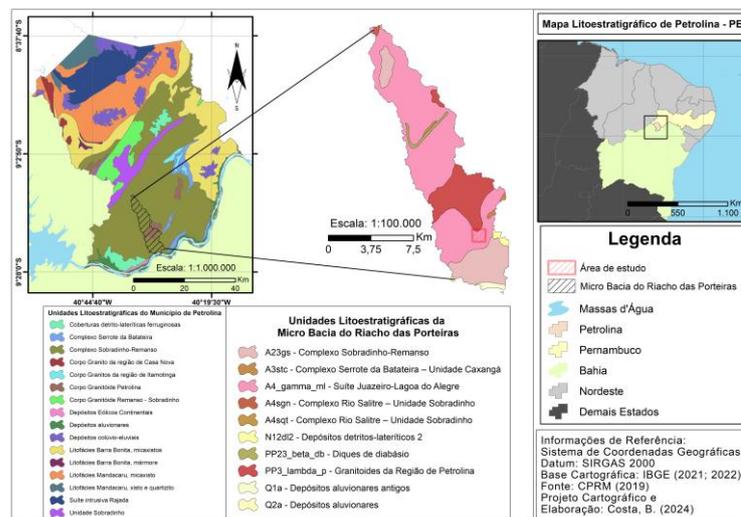
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Condicionantes físico-ambientais

#### Geologia

A planície do Riacho das Porteiras está inserida geologicamente na porção setentrional do Cráton São Francisco (CSF) classificadas em dez unidades litoestratigráficas e distribuídas regionalmente (Figura 02), sendo elas o Complexo Sobradinho – Remanso, Complexo Serrote da Batateira – Unidade Caxangá, Complexo Rio Salitre – Unidade Sobradinho, Diques de diabásio, Depósitos detritos-laterítico 2, Coberturas detriticas indiferenciadas, Depósitos aluvionares, Depósitos aluvionares antigos, com destaques às unidades Suíte Juazeiro – Lagoa do Alegre e Granitoides da Região de Petrolina, a qual tem ocorrência na área de estudo (Tabela 01):

**Figura 02:** Mapa Litoestratigráfico de Petrolina, PE.



Fonte: Autores, 2024.

**Tabela 01:** Unidades Litoestratigráficas da área de estudo.

Unidades Litoestratigráficas	Descrição
<b>Suíte Juazeiro – Lagoa do Alegre</b>	Datado entre 2800 – 2500 Ma, correspondente a era Geológica Neoarqueano, estruturado por ortognaisse com feições migmatíticas, fino a grosso, distribuídas pelos minerais de quartzo, feldspato e biotita na estrutura, apresentando feições como domos e bacias, bumerangues e laços, superpostos por uma foliação e crenulação podendo evoluir para uma foliação milonítica;
<b>Granitoides da Região de Petrolina</b>	Datado entre 2050 – 1800 Ma, correspondente a era Geológica Paleoproterozoico do período Orosiriano, estruturado por metagranito médio a grosso, composto por minerais de K-feldspato, plagioclásio, hornblenda e Fe-hastingsita, apresentando feições de foliação e lineação marcado por cristais de quartzo;

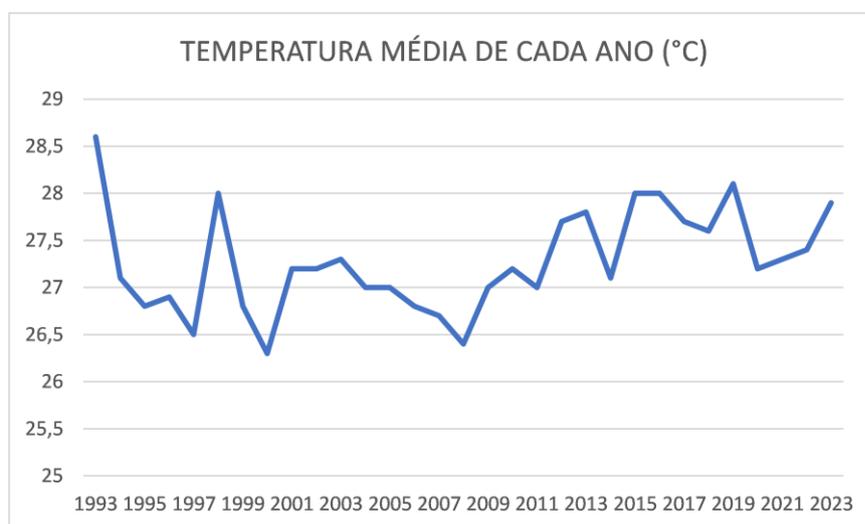
Fonte: CPRM, 2018.

O Cráton São Francisco foi definido por Almeida (1977) como um segmento crustal consolidado no paleoproterozóico, bordado por orógenos desenvolvidos durante o ciclo Brasileiro (Macedo, 2020, p.19) as quais são definidas como Paleoplacas.

## Clima

O clima local é quente e seco, típico de clima semiárido, com altas temperaturas e elevado poder de evaporação (SEMAS, 2014), escassez e precipitações irregulares ao longo do ano, caracterizado como BSh segundo Köppen (1901) e Geiger (1936) com temperatura média nos últimos 30 anos de 27,3 C° (Figura 03) e pluviosidade concentrada nos três primeiros meses e nos dois últimos meses do ano.

**Figura 03:** Temperatura Média dos últimos 30 anos do Município de Petrolina, PE.



Fonte: INMET, 2023.

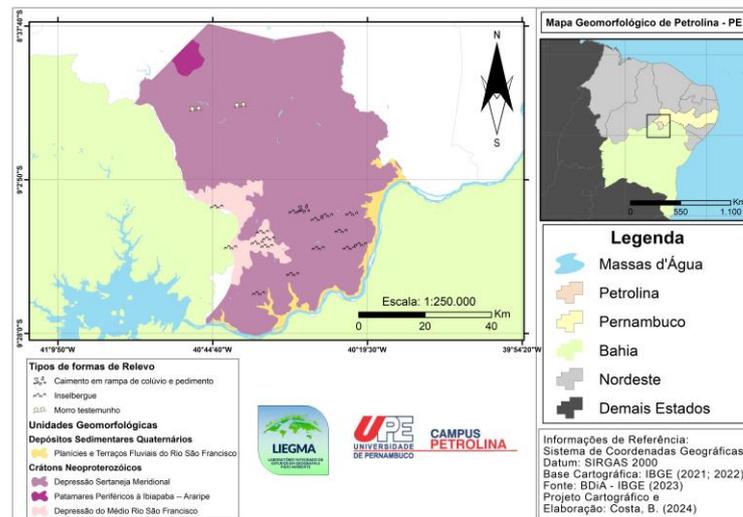
Contudo, no município de Petrolina localizado a margem esquerda do rio, no Submédio São Francisco, com taxas de insolação de 2.800 horas e alta taxa de evapotranspiração (Sousa; Cavalcanti; França, 2018), mas especificamente nas lagoas da planície do Riacho das Porteiras, a dinâmica hidrológica de inundação, vazão e escoamento da água está intrinsecamente relacionada à precipitação pluviométrica da cidade que durante 18 anos apresenta uma média de aproximadamente 433,2 mm por ano. Este panorama se reflete em solos pouco desenvolvidos, superfícies planas dissecadas sobre rochas cristalinas proterozóica, arqueanas e vegetação arbórea/arbustiva e hiperxerófila.

## Relevo

As unidades geomorfológicas existentes, conforme os processos morfogenéticos atuantes na área e as feições resultantes foram mapeados e registrados *in loco* (Figura 04). Nesse sentido, a área de estudo em questão faz parte da unidade geoambiental da Depressão Sertaneja (SOUSA; CAVALCANTI; FRANÇA, 2018). Nelas predominam as superfícies aplainadas com baixa

declividade, configurando níveis de pedimentos com entalhe pluvial moderado e recobrimento generalizado por pavimento detrítico, atravessado por vales estreitos com vertentes dissecadas, maciços e cristas residuais como os inselbergues e morros testemunhos, bem como, a planície poligenética do Alto Submédio São Francisco com superfícies sub-horizontais constituídas de depósitos areno-argilosos deficientemente drenados e sujeitos a inundações periódicas, além de terraços, ilhas, mantos arenosos e campos de dunas, onde estão situadas as próprias lagoas da área de estudo e o Riacho das Porteiras (LYRA; LIRA; FONSÊCA; SANTOS, 2018).

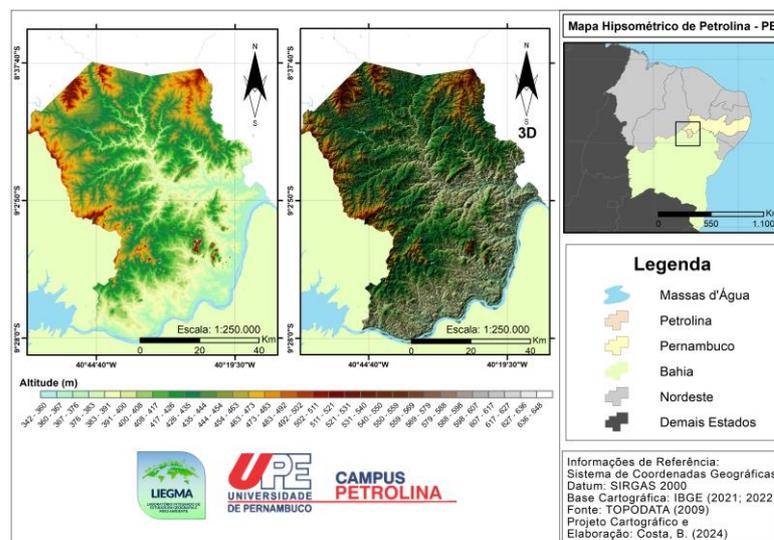
**Figura 04:** Mapa Geomorfológico de Petrolina, PE.



**Fonte:** Autores, 2024.

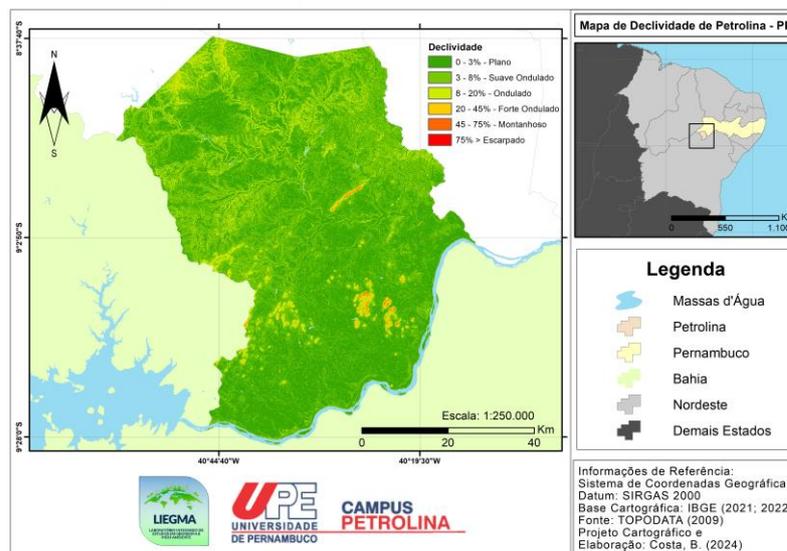
Portanto, trata-se de um relevo que possui pequena variação de altitude conforme a sua hipsometria (Figura 05) com declividade predominantemente plano e suave-ondulado, e nos pontos mais altos do município de Petrolina, montanhoso e escarpado (Figura 06), a qual se apresentam os morros e inselbergues, que por ter embasamento cristalino em sua composição são estruturas residuais que resistiram aos processos morfogenéticos e de esculturação.

**Figura 05:** Mapa Hipsométrico de Petrolina, PE.



Fonte: Autores, 2024.

**Figura 06:** Mapa de Declividade de Petrolina, PE.



Fonte: Autores, 2024.

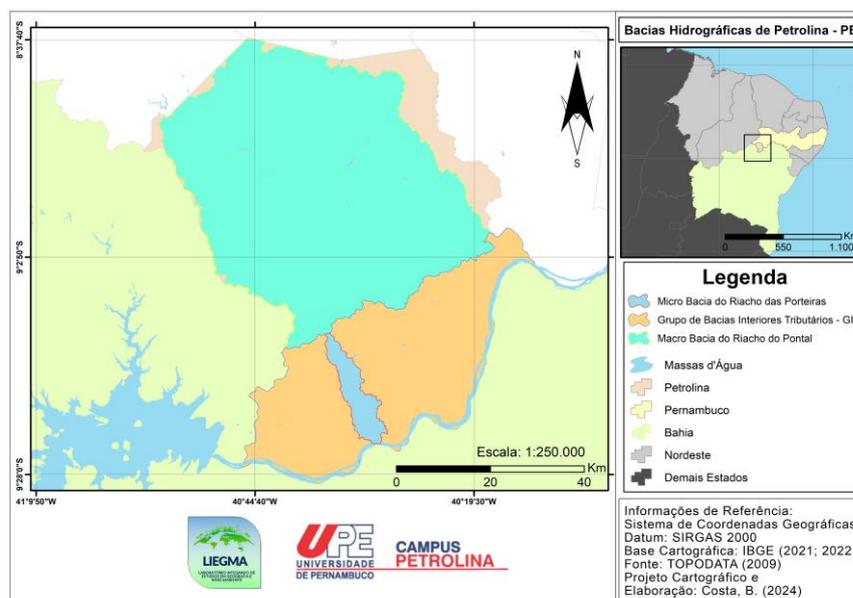
Tais condições são perceptíveis na planície do Riacho das Porteiras que se configura como uma típica planície de inundação resultante da vazão dos escoamentos pluviais e de canais de drenagem da rede hídrica urbana, inclusive de efluentes, bem como, seus processos geomórficos de erosão/sedimentação no leito e ao longo de suas margens, visualizando-se feições peculiares como lagoas, barras arenosas e detriticas com seixos rolados, diques, terraços, além de indícios de assoreamentos. Esta morfologia, segundo Rocha (2011), ocorre pelo regime climático ou hidrológico particular da bacia de drenagem, como uma forma proveniente do ajuste entre as variáveis da geometria hidráulica do canal e a sua carga, na busca do perfil gradacional do rio ao longo do tempo.

## Hidrografia

Quanto à hidrografia, o local situa-se na Macro Bacia do Rio São Francisco, no submédio, formada pela Sub Bacia do rio afluente Riacho do Pontal e pelo Grupo de Bacias Interiores Tributárias (GI8) (Figura 07). O GI8 limita-se ao norte com a macro bacia do rio Pontal, ao sul e a leste com o rio São Francisco, e a oeste com o Estado da Bahia e é formado por pequenos riachos que deságuam na margem esquerda do rio São Francisco. Destacam-se, dentre eles, os riachos Vitória, das Porteiras, Barreto, Salina, Bebedouro, da Cruz e Imburana, que drenam a porção sul do município de Petrolina. Apresenta uma área de 1.298,22 km<sup>2</sup>, e está totalmente inserida no Estado de Pernambuco, representando um percentual de 1,32% da área total do Estado, abrangendo apenas parte do município de Petrolina, incluindo a sua sede (LIRA, 2014).

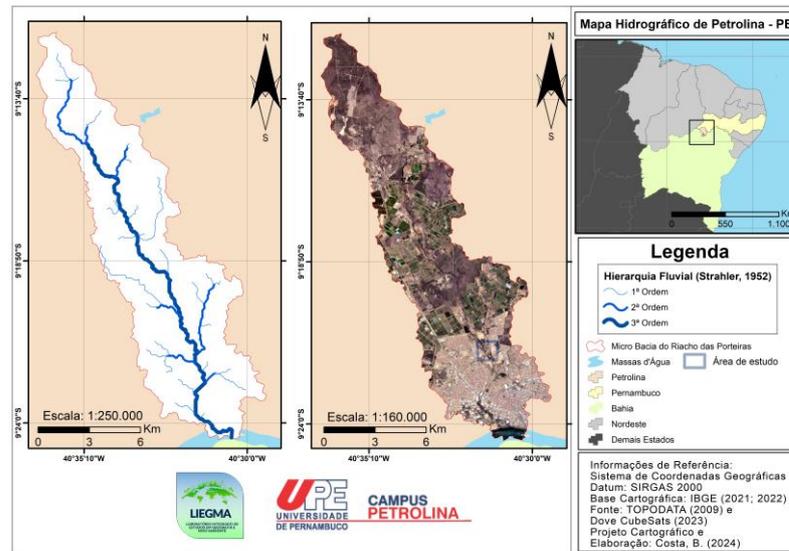
O Riacho das Porteiras, afluente intermitente com rios de primeira, segunda e terceira ordem, tem sua origem no interior do município próximo às localidades Água-banca e Projeto Maria Tereza, onde encalha seu curso d'água na zona urbana da cidade as margens do rio São Francisco. Alguns de seus trechos são perenizados pela drenagem da irrigação dos perímetros irrigados, assim como, pelos canais de drenagem urbana em que percorre recebendo muitos efluentes. O riacho possui aproximadamente 28 km de comprimento onde entalha seu curso numa área de baixo gradiente topográfico com uma morfologia de canal meandrante (Figura 08).

**Figura 07:** Bacias Hidrográficas de Petrolina, PE.



Fonte: Autores, 2024.

**Figura 08:** Mapa Hidrográfico da Micro Bacia do Riacho das Porteiras.



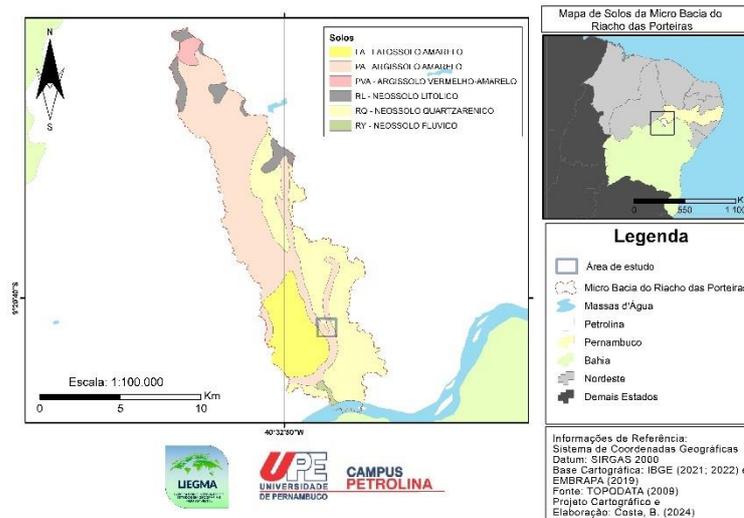
**Fonte:** Autores, 2024.

A montante nas proximidades da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Campus de Ciências Agrária (CCA), foi constatado por Barreto (2015) que suas margens foram desmatadas, tornando-o predisposto ao carreamento de sedimentos, assim como, constatado *in loco*, que nos trechos a jusante nas proximidades do Loteamento Vale Dourado e do Condomínio Morada Nova Mais Viver, o seu leito e suas lagoas tornaram-se receptores dos esgotos domésticos nas porções norte e oeste da zona urbana da cidade. A área é bem drenada devido à altitude e declividade, onde ocorre o escoamento gravitacional das águas das chuvas.

## Solos

Na Planície do Riacho das Porteiras, segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2018) e Cunha et al (2010), são identificados seis tipos de solos, dentre os quais sua distribuição e características correspondem aos Neossolos Quartzarênicos (RQ), Neossolos Flúvicos (RY), Argissolo Amarelo (PA), Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA), Latossolo Amarelo (LA) e os Neossolos Litólicos (RL) (Figura 09), destacando nas lagoas a ocorrência dos dois primeiros em alguns trechos das suas margens; (Figura 10) e do terceiro, quarto e quinto em áreas mais afastadas (Tabela 02). Esses solos correspondem aos condicionantes integrados da paisagem regional e local em que se inserem.

**Figura 09:** Mapa de Solos da Micro Bacia do Riacho das Porteiras, Petrolina, PE.



**Fonte:** Autores, 2024.

**Figura 10:** Neossolos Quartzarênicos (RQ), Neossolos Flúvicos (RY) nas proximidades do leito das lagoas.



**Fonte:** Autores, 2024.

**Tabela 02:** Características dos solos da área de estudo.

<b>Perfis Pedológicos (Sub-ordens)</b>	<b>Descrição</b>
<b>Neossolos Quartzarênicos</b>	Pouco evoluídos, rasos, com textura franco-arenosa e cascalhos de consistência seca e ligeiramente dura. Na cidade de Petrolina, PE, os Neossolos Quartzarênicos são solos profundos, bem drenados, desenvolvidos da alteração de cobertura pedimentar. São solos com baixa fertilidade natural e apresentam baixos teores de matéria orgânica condicionando uma baixa retenção de nutrientes para as plantas, sendo muito utilizados como fonte de areia na construção civil;
<b>Neossolos Flúvicos</b>	Ocorrência em áreas de influência fluviométricas, como em várzeas, planícies aluviais ou de inundação e terraços aluvionares. São solos ricos em matéria orgânica, o que possibilita o desenvolvimento de diversas culturas agrícolas. A drenagem destes solos varia de excessivamente drenados, nos mais arenosos, a imperfeitamente drenada, nos mais argilosos. O uso indiscriminado destas terras por parte da população ribeirinha está diretamente relacionado à sua morfologia que possibilita o plantio de monoculturas e a construção civil pelo seu baixo gradiente topográfico;
<b>Argissolo Amarelo</b>	Solos com acúmulo de argila em subsuperfície de atividade baixa ou raramente alta, apresentando profundidade variável. A textura varia de arenosa a argilosa, com consistência plástica e pegajosa e com coloração amarelada, localizadas em relevo que varia de plano a suave ondulado, sob vegetação de Caatinga Hiperxerófila. São solos bem drenados a moderadamente drenados, com baixa capacidade de retenção de umidade. Os solos dessa classe são bastante susceptíveis à erosão com presença de cascalhos e relevo com fortes declividades, não sendo recomendável para agricultura, mais sim para pastagem e reflorestamento ou preservação da flora e fauna.
<b>Argissolo Vermelho- Amarelo</b>	Solos que apresentam características gerais dos argissolos, com acúmulo de argila e cores na faixa do vermelho-amarelado, drenagem interna moderada a imperfeita. São presentes em superfícies planas em terrenos com declividade entre 0% e 2%, ou em superfícies suavemente-onduladas com declive entre 2% e 5%, predominando nesta última Argissolos Líticos e pedregosos. A utilização agrícola desse solo é limitada pelas condições climáticas semiáridas, quando secos apresentam consistência muito dura, dificultando a penetração e o crescimento das raízes, além da presença de pedregosidade na superfície, dificultando o processo de mecanização agrícola;
<b>Latossolo Amarelo</b>	São solos muito profundos e altamente ácidos (FERRACINI <i>et al</i> , 2001, p. 4), com boa drenagem, com ocorrência em áreas de pouca declividade em relevo entre plano a suave-ondulado. Quando eutróficos possuem elevado potencial agrícola, tendo em vista a sua elevada profundidade efetiva e a baixa declividade da paisagem em que se encontram, favorecendo a mecanização, permeabilidade e o armazenamento de água e minimizando a atuação dos processos erosivos (JUNIOR <i>et al</i> , 2020, p. 191).

**Fonte:** EMBRAPA (2018); CUNHA (2010).

Nos solos na localidade das lagoas há uma forte susceptibilidade a erosão devido ao seu uso inadequado e a ocupação urbana desordenada, o que gera um desequilíbrio no balanço morfogenético, e conseqüentemente o predomínio maior da morfogênese em detrimento da pedogênese, resultando em conseqüências ambientais adversas, afetando a estabilidade dos ecossistemas, a capacidade produtiva das terras e a sustentabilidade dos recursos naturais.

Nesse sentido, sobretudo nos solos Argissolos Vermelho-Amarelo, Latossolo Amarelo, Neossolos Flúvicos e Neossolo Quartzarênico, foi constatado por Lyra, Oliveira e Souza (2010) processos de ravinamento e incisões da drenagem ao longo das margens das lagoas, o que fica evidente que desde 2010 o desequilíbrio ambiental foi intensificado pela retirada da mata ciliar, expansão dos empreendimentos urbanos e pelo aumento de solos expostos.

## Vegetação

A área da planície do Riacho das Porteiras está inserida no domínio da caatinga correspondendo a um sistema atrelado aos condicionantes físicos-ambientais anteriormente delimitados, ou seja, uma vegetação adaptada à aridez do solo e à escassez de água na região, com características hiperxerófila e rasteira bastante degradada, como o Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* L.), Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul), Jurema preta (*Mimosa hostilis* Benth), entre outros (PACHECO; SANTOS, p. 181, 2019). É comum especificamente nas áreas de influência fluvial, de solos hidromórficos, a ocorrência de vegetação rasteira do tipo gramíneas e ciperáceas (ervas que crescem em terrenos alagadiços), arbustiva ou outras espécies adaptadas à inundação (Borges; Ferreira, 2019). A diversificação de cobertura vegetal compreende a Caatinga Hiperxerófila (nas partes altas) e ripária típica de várzea e floresta caducifolia (nas partes baixas).

## Condicionantes socioambientais

A dinâmica evolutiva das lagoas da planície de inundação do Riacho da Porteira está associada ao regime hidrológico que condiciona sua vazão, bem como, sua drenagem tributária maior e menor, ou seja, o Rio São Francisco e os demais subafluentes temporários. Este regime típico de clima semiárido com chuvas irregulares e concentradas nos últimos meses do ano ocasiona cheias ou secas, proporcionando a extrapolação da vazão de seu leito até as áreas naturais de inundação, tanto nas cabeceiras de drenagem a montante como nas de deflúvio a jusante, com destaques pluviométricos de grande volume e quantidade nos anos de 2009 e 2022, e pequeno com escassez nos anos de 2012 e 2017 (Figura 11). A depender do volume precipitacional, ocorrem à inundação de toda planície marginal principalmente as suas margens extremas e mais estreitas (LYRA; LIRA; FONSÊCA, 2018).

**Figura 11:** Índices Pluviométricos de Petrolina, PE, mensal e anual de 2005 a fevereiro de 2023.

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
2023	66,9	31,4											
2022	99,4	80,5	49,5	63,5	37,5	10,2	2,3	1,1	1,2	103,0	214,9	78,4	741,5
2021	38,1	49,1	28,4	41,1	2,7	7,2	1,8	0,6	0,3	28,8	67,1	208,7	473,9
2020	88,2	23,9	88,0	31,5	4,0	12,2	0,2	0,5	0,3	1,2	42,0	22,5	314,5
2019	6,6	94,1	63,1	61,8	30,3	6,2	1,4	1,3	0,0	9,1	0,0	19,4	293,3
2018	43,0	66,0	109,0	24,7	1,8	3,1	0,0	1,7	0,9	2,7	5,5	56,7	315,1
2017	10,0	24,0	6,0	3,0	26,0	9,0	5,0	1,0	12,0	0,0	7,0	20,0	123,0
2016	154,0	50,0	13,0	1,0	6,0	2,0	2,0	0,0	1,0	33,0	9,0	32,0	303,0
2015*	9,0	44,5	44,0	92,0	42,0	1,0	12,0	1,0	0,0	2,0	0,0	19,0	266,5
2014	8,4	31,3	6,2	55,6	4,8	1,0	6,8	3,9	1,5	0,3	65,3	31,2	216,3
2013	70,8	0,0	4,2	37,8	7,3	4,4	9,5	1,9	1,1	0,8	25,5	184,5	347,8
2012	6,3	61,5	4,0	0,0	14,3	5,7	0,9	2,4	0,0	0,0	11,9	0,2	107,2
2011	12,2	19,9	73,3	89,8	68,2	2,0	5,7	21,1	0,0	0,6	14,8	27,9	335,5
2010	8,9	77,5	91,0	148,3	11,9	14,0	12,2	0,0	2,7	18,2	0,0	164,5	549,2
2009	45,7	127,0	152,9	223,6	85,4	14,5	3,6	1,0	0,0	105,7	0,0	49,0	808,4
2008	27,0	75,1	183,4	165,0	12,1	5,1	0,3	1,2	0,0	0,0	0,0	54,6	523,3
2007	35,6	145,9	4,0	12,2	9,2	0,5	9,2	1,6	1,6	0,0	10,5	38,1	266,6
2006	2,6	81,7	101,8	62,3	3,5	7,6	7,2	0,2	8,0	2,9	74,9	14,2	367,2
2005	78,4	80,1	165,9	31,9	55,8	40,0	2,6	6,2	0,0	0,0	35,4	28,8	525,1

**Fonte:** EMBRAPA Semiárido, 2018 e PCD – Campus Petrolina (GTMAGEO, 2023).

Outro fator determinante da dinâmica evolutiva das lagoas está relacionado ao uso e ocupação das terras e a urbanização acelerada na localidade, influenciadas pela expansão dos loteamentos e construções de grandes condomínios gerando impactos sobre os corpos d'água, destacando-

se a contaminação por meio de efluentes (Figura 12), do depósito de resíduos sólidos no leito do riacho (Figura 13), as canalizações, as retificações, a retirada da mata ciliar, assoreamento e entre outras formas de alteração. Esses indicadores de degradação ambiental mostram que tanto as dinâmicas naturais quanto às ações antrópicas são responsáveis pelas alterações desses sistemas ambientais, sendo a urbanização, nesse caso, responsável pelas alterações e supressão de alguns desses elementos que acabam gerando grandes transformações na paisagem.

**Figura 12:** Efluentes produzidos pelo Condomínio Morada Nova e Loteamento Vale Dourado, canalizado diretamente para as lagoas.



**Fonte:** Autores, 2023.

**Figura 13:** Resíduos sólidos, entulho e lixo as margens do leito das lagoas nas proximidades do Condomínio Morada Nova.



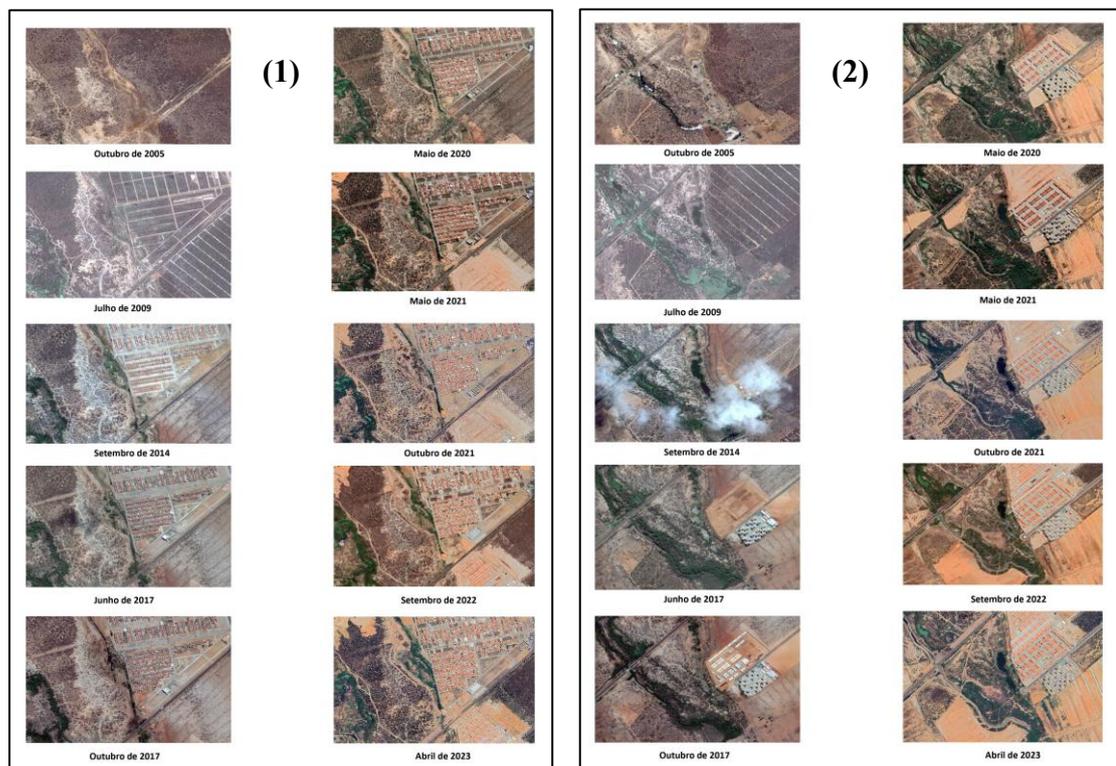
**Fonte:** Autores, 2023.

Diante dos fatos apresentados, foram processadas imagens de satélite do Google Earth Pro e de drone para avaliar a dinâmica evolutiva das lagoas em um intervalo espaço-temporal de 18 anos, de 2005 a 2023, considerando os índices pluviométricos dos meses mais secos e chuvosos do município de Petrolina, PE, assim como, os condicionantes sociais da localidade, inclusive dos dados censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE, 2010) que demonstram ao compilar esses dados um avanço dos loteamentos urbanos com o aumento de domicílios e índices populacionais.

De acordo com o Censo 2010, a área de estudo está inserida em três setores censitários, dois deles no Loteamento Vale Dourado e um no Condomínio Morada Nova Mais Viver. Dentre eles, os dois do Loteamento Vale Dourado apresentavam uma população residente total de 1.537 pessoas com um número de 414 domicílios, já o do Condomínio Morada Nova Mais Viver apresentava uma população residente total de 1.097 pessoas com um número de 291 domicílios.

Considerando o crescimento demográfico e urbano da cidade de Petrolina no período de 2000-2010, onde a população residente e o número de domicílios passaram respectivamente de 218.538 mil habitantes e 50.596 domicílios para 293.962 mil habitantes e 80.351 domicílios, ou seja, um crescimento de aproximadamente 34,5% e 58,8%, e ainda que, segundo dados populacionais atuais do censo demográfico IBGE de 2022, a população de Petrolina é de 386.786 mil habitantes e 259.855 mil domicílios, um aumento aproximado de 31,5% e 223,5% a mais do que a estimativa do ano de 2010, demonstrando que durante os últimos 12 anos esse aumento populacional reverberou em políticas de incentivo por parte do poder público ao mercado imobiliário para suprir as demandas habitacionais, a qual corroborou com o avanço dos loteamentos e condomínios, como no caso dos Loteamentos do Vale Dourado e do Condomínio Morada Novos Mais Viver.

**Figura 14:** Dinâmica evolutiva da lagoa e avanço dos loteamentos condomínios nas proximidades do Loteamento Vale Dourado (1) e Condomínio Morada Nova (2) no período de 2005 a 2023.



**Fonte:** Autores, 2024.

Conforme é visto nas imagens de satélite (Figura 14 e 15) a dinâmica evolutiva das lagoas está atrelada de forma intrínseca ao avanço dos loteamentos e condomínios que condicionam na alteração substancial desse ambiente, intensificando os processos de assoreamento, desgastes dos solos, alagamento das suas margens ocasionadas pela canalização de esgotos para seu leito e aumento da retirada da mata ciliar.

A construção desses condomínios e loteamentos em áreas de proteção ambiental como no caso do Riacho das Porteiras, conforme estabelece o Plano Diretor de Petrolina (2022), evidencia a

falta de ordenamento territorial urbano da cidade, que em tese, são áreas inapropriadas para atender a demanda desses empreendimentos, tais esses que são autorizados pela própria prefeitura para lotear, construir e vender, o que demonstra a falta de comprometimento do poder público com as questões socioambientais da cidade. O mercado imobiliário nos últimos anos na cidade de Petrolina, PE, vem avançando constantemente, com incentivo público-privado para atender a demanda populacional da cidade que vem crescendo de forma exponencial entre os anos de 1990 a 2022, o que evidencia o processo de produção da cidade em prol do crescimento do setor e mercado imobiliário.

Correlacionando esses dois aspectos é perceptível à transformação das lagoas nas proximidades do Loteamento Vale Dourado e Condomínio Morada Nova Mais Viver, fato também constatado na análise das imagens de drone e satélite e averiguação de campo. Nesse aspecto a dinâmica hidro-geomorfológica das lagoas, interfere nas condições socioambientais desse espaço, principalmente pela sua vazão periódica nas cheias e secas que são irregulares devido a sua condição climática.

Portanto essas lagoas são importantes para a drenagem pluvial e do próprio riacho evitando impactos hidrológicos como as próprias inundações em suas áreas circunjacentes, como também os impactos ecológicos para a manutenção da ictiofauna como as aves ripárias. Segundo Caccia Gouveia (2010) essas áreas apresentam condições originais e representativas de diversos momentos do processo histórico da produção do espaço urbano e expansão urbana promovidas de forma articulada com os processos físico-naturais e por intervenções antrópicas nas lagoas de acumulação.

O ano de 2005 apesar de concentrar um grande volume de precipitação nos três primeiros meses do ano, foi um ano de baixa vazão hídrica nos demais meses e sem cheias nas lagoas. Foi possível identificar nas imagens de satélite, que tanto a Lagoa nas proximidades do Loteamento Vale Dourado, quanto a Lagoa nas proximidades do Condomínio Morada Nova Mais Viver, que por sua vez ainda não existiam, no mês de outubro, apresentava uma paisagem com bastante aridez e com seu leito parcialmente a totalmente secos. Pode-se perceber que as áreas possuíam pouca antropização, mas conforme Lyra et al (2010) sua mata ciliar estava moderadamente transformada, deixando solos expostos e susceptíveis a processos de forte erosão e propensos a desertificação.

Já no ano de 2009 se destaca por apresentar o maior índice de precipitação pluviométrica anual, ou seja, 808,4 mm, com chuvas concentradas nos cinco primeiros meses do ano e no mês de outubro. Isto se refletiu na condição da cobertura vegetal ciliar mais densa da lagoa como também na sua vazão, em comparação com o ano de 2005 que foi bem mais reduzida. Neste ano os loteamentos urbanos foram delimitados e se iniciou o processo de aterramento e construção, afetando terras nas proximidades das lagoas.

No ano de 2014 foi um período seco, mas em consequência dos suprimentos hídricos do ano de 2013, a vazão das lagoas, sobretudo nas proximidades do condomínio morada nova que estava em início de construção e são situadas no nível topográfico mais baixo a jusante do Riacho das Porteiras, foi maior e com acúmulo de água. Contudo o Loteamento do Vale Dourado já estava edificado com muitas residências, inclusive nas proximidades da planície de inundação e suas margens, apresentando solos expostos, pouca mata-ciliar e aterrando partes das lagoas.

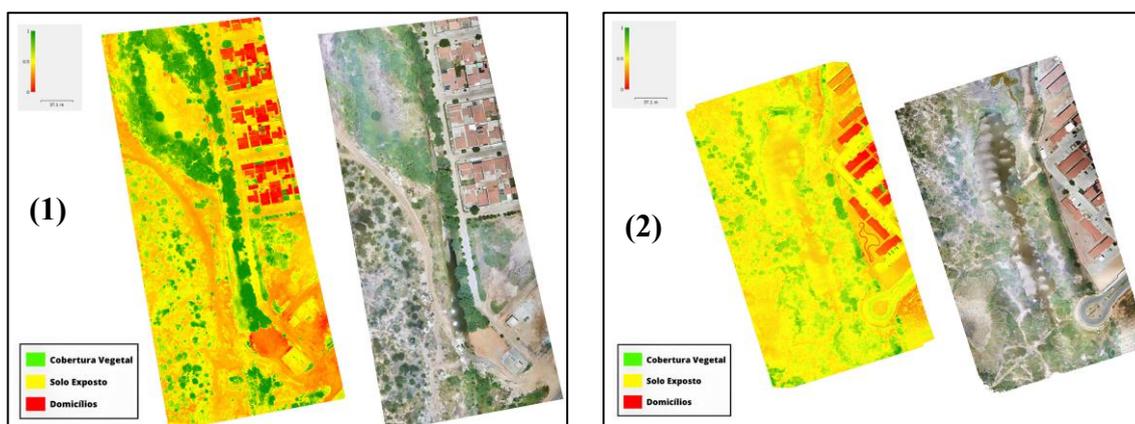
Com relação ao ano de 2017 que teve baixíssimo índice pluviométrico, sobretudo no mês de outubro, as imagens também corroboram essa redução pela baixa vazão das lagoas e o avanço do processo de ocupação com desmatamento, solo exposto e aterramento. Nos anos seguintes,

com destaque para o ano de 2020, esse quadro se alterou com uma maior vazão das lagoas, decorrente de uma concentração pluviométrica maior, sobretudo, nos meses de janeiro a março. Do ponto de vista da ocupação urbana o processo de expansão continuou com destaque para o crescimento do Condomínio Morada Novo Mais Viver, inclusive nas margens do riacho e das lagoas.

Seguindo essa tendência de aumento dos índices de precipitação dos anos de 2021, 2022 e 2023, considerando a irregularidade do período mais seco e do período chuvoso, a vazão das lagoas também aumentou, contudo, o deplecionamento do espelho e o assoreamento do leito das mesmas foram evidentes, o que pode estar estreitamente relacionado à expansão dos aterros dos loteamentos urbanos e seus desmatamentos e exposição dos solos aos processos erosivos, se destacando a construção de dois novos condomínios a montante do Condomínio Morada Nova, o Solaris Mais Viver, e a jusante, o Sunville Mais Viver.

Nesse sentido, foi possível observar o aumento do problema relacionado às práticas do uso e ocupação das terras em relação à exposição dos solos aos processos erosivos e até indícios de desertificação ao longo do leito do canal pela retirada da mata ciliar, sendo constatado no mapa do Índice Resistente à Atmosfera na Região do Visível (VARI). Após o cálculo do índice VARI, a cobertura vegetal, sobretudo nas margens das lagoas do Loteamento Vale Dourado e Condomínio Morada Nova Mais Viver, demonstra uma forte degradação associada à expansão desses empreendimentos (Figura 15).

**Figura 15:** Índice Resistente à Atmosfera na Região do Visível (VARI) das lagoas nas proximidades do Loteamento Vale Dourado (1) e Condomínio Morada Nova (2)

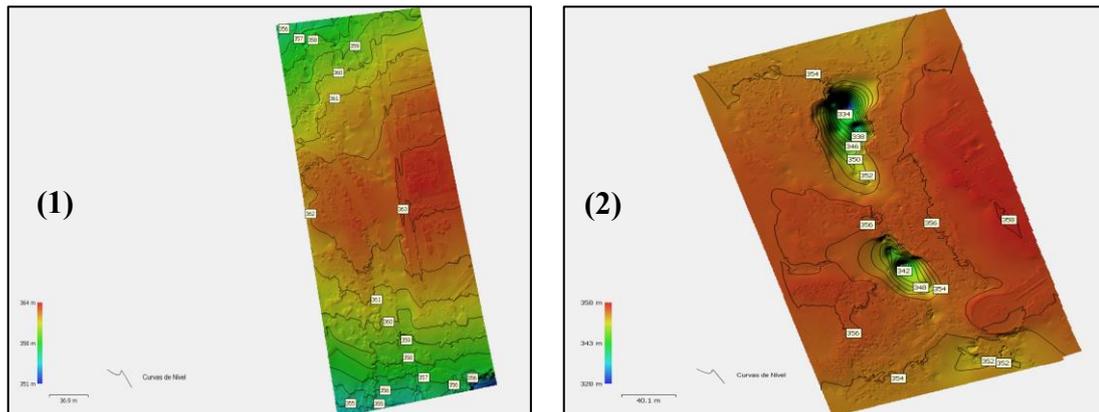


Fonte: Autores, 2023.

O Modelo Digital de Elevação (MDE) obtido por processamento das imagens de drone demonstram o deplecionamento do espelho d'água e o assoreamento do leito das lagoas e do próprio riacho das Porteiras, sendo estreitamente relacionados à expansão dos aterros dos loteamentos urbanos. No caso, a lagoa das proximidades do Loteamento Vale Dourado, não apresenta uma variação altimétrica entre as margens e seu leito, principalmente nas margens já edificadas, apresentando poucas variações altimétricas de 362 a 363 metros, ficando evidente que nas áreas já transformadas pelo avanço dos loteamentos já estão parcialmente ou totalmente aterradas, inclusive com canalizações instaladas (Figura 16<sup>1</sup>).

Já na lagoa das proximidades do Condomínio Morada Nova Mais Viver, há variações na sua altimetria desde as suas margens ao seu leito, apresentando uma altitude mínima de 334 metros no leito e nas áreas mais rebaixadas, e máxima de 358 metros nas áreas mais altas e habitadas, onde se localiza o condomínio. Porém, parte da lagoa já está aterrada pela expansão desse condomínio e com canalização a montante em andamento, ficando evidente o assoreamento da mesma a partir de entulhos e sedimentação em seu leito retratado in loco (Figura 16<sup>2</sup>).

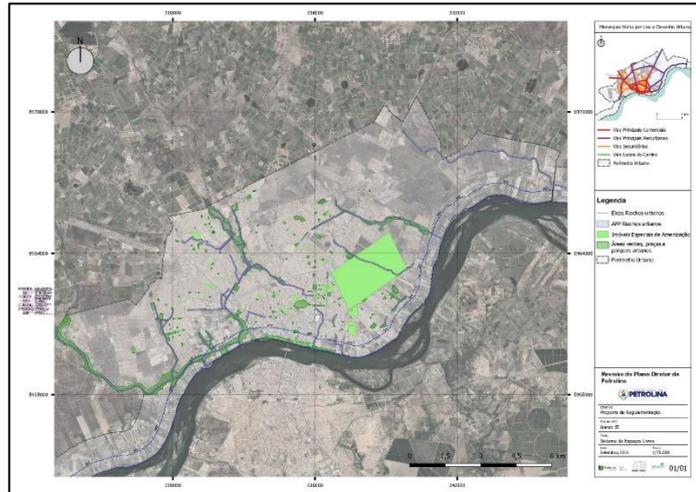
**Figura 16:** Modelo Digital de Elevação (MDE) das lagoas nas proximidades do Vale Dourado (1) e Morada Nova (2).



**Fonte:** Autores, 2023.

A partir dessa problemática, ficam evidentes as contradições do Plano Diretor de Petrolina (2022), que de acordo com a Lei Complementar N° 034/2022, Art. 28, define o Riacho das Porteiras como uma área de interesse ambiental, sendo caracterizada em duas unidades: Áreas de Proteção Permanente (APP) e Áreas verdes, praças e parques urbanos (Figura 21).

**Figura 17:** Mapa dos Sistemas de Espaços Livres de Petrolina, PE.

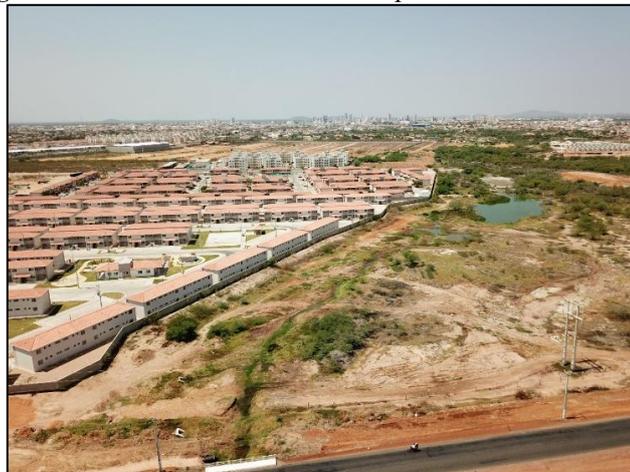


**Fonte:** Prefeitura de Petrolina, 2022.

A APP, conforme conceitua o plano diretor no Art. 32, consiste em áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, que tem como função preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitando o fluxo gênico da fauna e da flora, assegurando a proteção do solo e o bem-estar das populações urbanas, tendo como objetivo, de acordo com o Art. 33, recuperar áreas degradadas, livres ou ocupadas irregularmente, reconstituir a vegetação ciliar e características naturais e implantar parques lineares e equipamentos de lazer ao longo dessas áreas.

A proteção do riacho assegurada por Lei, não vem sendo aplicado na prática, tal fato fica evidente em vários de seus trechos. Porém, nas proximidades do Loteamento Vale Dourado e Condomínio Morada Nova Mais Viver ao norte da cidade, é perceptível o avanço desses loteamentos e condomínios no leito do riacho, que fica a menos de 30 metros de distância do mesmo, fato constatado a partir da averiguação de campo (Figura 18).

**Figura 18:** Condomínio Morada Nova próximo ao leito da lagoa.



**Fonte:** Autores, 2023.

Nesse aspecto a dinâmica hidro-geomorfológica da planície, interfere nas condições socioambientais desse espaço, principalmente pela sua vazão periódica nas cheias e secas decorrentes das precipitações irregulares naturais a sua condição climática semiárida. Portanto, é importante para a drenagem pluvial e do próprio riacho evitando impactos hidrológicos como as inundações em suas áreas circunjacentes, como também os impactos ecológicos para a manutenção da ictiofauna como as aves ripárias.

## CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos com a avaliação integrada dos dados documentais e cartográficos físicos-ambientais, pode-se compreender com mais detalhes as características das lagoas de inundação da micro bacia do Riacho das Porteiras nas proximidades do Condomínio Morada Nova Mais Viver e do Loteamento Vale Dourado, assim como, a sua paisagem como um todo, sendo importante para a vazão, drenagem e armazenamento das águas das chuvas e seu equilíbrio natural no sistema hidro-geomorfológico com a bacia do rio São Francisco, a qual é afluente, e também para a preservação dos ecossistemas que abrigam uma diversidade de aves e répteis.

Além disto, constatou-se que as lagoas vêm sendo constantemente degradadas pelo uso e ocupação desordenada de suas terras, influenciadas pela expansão urbana e uso para construções de condomínios e para loteamento, alterando substancialmente esse ambiente e sua paisagem, afetando o regime hidrológico, a topografia, os solos e cobertura vegetal. Portanto, o presente estudo ao mapear e avaliar as condições socioambientais das lagoas de forma sistêmica e integrada poderá contribuir tanto para o seu diagnóstico mais preciso, quanto para o planejamento do ordenamento territorial urbano e o desenvolvimento socioeconômico e ambiental de Petrolina – PE que vem apresentando descumprimento das leis ambientais municipais e incentivando a ocupação urbana em áreas irregulares que apresentam riscos de alagamento em dias de chuvas acentuadas, assim como, em áreas de Preservação Permanente (APP).

## AGRADECIMENTOS

A FACEPE pelo fomento de bolsa PIBIC (Edital 05/2022) e ao suporte do Laboratório de Estudos Integrados em Geografia e Meio Ambiente (LIEGMA) pertencente ao Colegiado de Geografia da Universidade de Pernambuco (UPE), Campus Petrolina.

## REFERÊNCIAS

- ANTONELI, V.; THOMAZ, E. L. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO DA BACIA DO ARROIO BOA VISTA - GUAMIRANGA-PR. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 8, n. 21, p. 46–58, 2007. DOI: 10.14393/RCG82115570. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15570>. Acesso em: 24 jul. 2023.
- BARRETO, G. S. Mapeamento ambiental da bacia hidrográfica da Lagoa Imboacica: subsídio para construção de planos de bacia. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 125–144, 2010. Disponível em:

<https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/boletim/article/view/2177-4560.20090017>. Acesso em: 6 dez. 2023.

BARRETO, R. D. **Uso e ocupação do solo às margens do Rio São Francisco no Município de Petrolina-PE: impactos ambientais no canal fluvial**. 2015. 108 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

BDIA. **Banco de Dados de Informações Ambientais - IBGE**. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 jul. 2023.

BORGES, F. O.; FERREIRA, V. O. Planícies de inundação e áreas inundáveis: análise comparativa dos conceitos mediante aplicação nas bacias hidrográficas do Ribeirão Bom Jardim e Rio das Pedras, Triângulo Mineiro. **Revista Cerrados (Unimontes)**, v. 17, n. 1, p. 114-130, 2019.

BRASIL EM RELEVOS. **Embrapa Monitoramento por satélite**. Disponível em: <https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/>. Acesso em: 15 jul. 2023.

BRASIL. Lei nº 034/2022, de 25 de fevereiro de 2022. Institui o Plano Diretor do Município de Petrolina, Pernambuco. **Câmara Municipal de Petrolina**: seção 1, Petrolina, PE, ano 2022, n. 1, p. 1-67, 25 fev. 2022.

CACCIA GOUVEIA, I. C. M. Da originalidade do sítio urbano de São Paulo às formas antrópicas: aplicação da abordagem, da Geomorfologia Antropogênica na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na Região Metropolitana de São Paulo. 2010. 385 p. Tese (Doutorado em Geografia) - Pós-Graduação em Geografia, FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

CARVALHO, C. M. S. **Lagoas Marginais: importância ecológica para a conservação de aves aquáticas no Alto São Francisco, Minas Gerais**. 2013. 57 f. Dissertação (Mestrado) Pós Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2013.

CHRISTOFOLETTI, A. A Modelagem de Sistemas Ambientais. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1999. 236p. CUNHA, S. B. Canais Fluviais e a Questão Ambiental. In: CUNHA, S.B., GUERRA, A. J. T. (Org.) **A Questão Ambiental: diferentes abordagens**. 4º Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008, p. 219-238.

CUNHA, F. J. T.; OLIVEIRA, M. B. N.; GIONGO, V.; SA, I.; TAURA, T.; FILHO, J. C. A.; LUCENA, A. M. A. **Solos da margem esquerda do Rio São Francisco: Município de Petrolina, Estado de Pernambuco**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010.

CUNHA, C. N.; PIEDADE, M. T. F.; JUNK, W. J. **Classificação e Delineamento das Áreas Úmidas Brasileiras e de seus Macrohabitats**. Cuiabá: EDUFMT, 2015. 165p.

EMBRAPA SEMIÁRIDO. **Precipitação pluviométrica mensal (mm) da Estação Agrometeorológica de Bebedouro, Petrolina – PE**. Disponível em: <http://www.cpsa.embrapa.br:8080/servicos/dadosmet/ceb-chuva.html>. Acesso em: 10 jul. de 2023.

FERRACINI, V. L.; PESSOA, M. C.; SILVA, A. S.; SPADOTTO, C. A. Análise de risco de contaminação das águas subterrâneas e superficiais da região de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA). **Pesticidas: revista de ecotoxicologia e meio ambiente**, v. 11, 2001.

FERREIRA, R. V.; DANTAS, M. E.; SHINGOTO, E. Origem das Paisagens. *In*: TORRES, F. S.; PFALTZGRAFT, P. A. S. (Org.). **Geodiversidade do Estado de Pernambuco**. Recife: CPRM, 2014. p. 51- 70. (disponível em: [www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)). Acesso em 17 de Dez. de 2022.

GITELSON, Anatoly A. et al. Novel algorithms for remote estimation of vegetation fraction. **Remote sensing of Environment**, v. 80, n. 1, p. 76-87, 2002.

IBGE. **Censo 2000**. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/petrolina/pesquisa/43/30281?ano=2000>. Acesso em: 14 jul. de 2023.

IBGE. **Censo 2010**. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>. Acesso em: 14 jul. de 2023.

IBGE. **Censo 2022**. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?=&t=resultados>. Acesso em: 14 jul. de 2023.

BDMEP-INMET. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa-Instituto Nacional de Meteorologia, 2023. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>; Acesso em: 28 de dez. de 2023.

JUNIOR, C. R. P.; PEREIRA, M. G.; NETO, E. C. S.; ANJOS, L. H. C.; FONTANA, A. Solos do Brasil: gênese, classificação e limitações ao uso. *In*: RIBEIRO, J. C. (Org.).

**Ciências exatas e da terra: conhecimentos estratégicos para o desenvolvimento do país**. Ponta Grossa: Atena, 2020. cap. 15, p. 183-199.

LIRA, D. R. **Evolução geomorfológica e paleoambiental das bacias do Riacho do Pontal e GI-8 no SubMédio São Francisco**. 2014. 234 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Pós Graduação em Geografia, CFCH, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

LOBATO, R.; MENEZES, J. DE LIMA, L. A.; SAPIENZA, J. A. Índice de vegetação por diferença normalizada para análise da redução da mata atlântica na região costeira do distrito de Tamoios–Cabo Frio/RJ. **Caderno de Estudos Geoambientais-CADEGEO**, 2011.

LUZ, S. C. S.; SILVA, K. M. S.; SILVA, A. K. M.; GABRIEL NETO, F. A.; FRANÇA, E. J.; SEVERI, A.C. A. W. Ictiofauna de uma Lagoa Marginal na Porção do Submédio Rio São Francisco, Remanso - BA. *In*: VIII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. **Anais [...]**. Caxambu: USP, 2007. p. 1-2.

LYRA, L. H. B.; LIRA, D. R.; FONSÊCA, D. N. ANÁLISE EVOLUTIVA DO USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS NAS ILHAS DO MASSANGANO E RODEADOURO, ALTO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO, PETROLINA-PE. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 35, n. 2, 2018.

LYRA, L. H. B.; OLIVEIRA, C. B.; SOUZA, F. Aspectos Geomorfológicos e a Dinâmica da Erosão Pluvial no Riacho da Porteira – Petrolina-PE. *In*: XVI Encontro Nacional de Geógrafos, 2010, Porto Alegre. ENG 2010. **Anais [...]**. Porto Alegre-RS: AGB, 2010. p. 01 09.

MACEDO, D. P. **Suíte Metagranítica Petrolina: Magmatismo Alcalino de 2.16 Ga na Borda Norte do Cráton do São Francisco, Estado de Pernambuco, Brasil**. Trabalho de

Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) - Instituto de Geociências e Geologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador. Salvador, p. 100. 2020.

MALTCHIK, L. Ecologia de rios intermitentes tropicais. **Perspectivas da limnologia no Brasil**, p. 77-89, 1999.

MEDEIROS, D., da Silva Costa, D., de Azevedo, S., & de Medeiros Costa, A. (2023). Caracterização morfométrica de lagoas naturais intermitentes na região do Seridó, Rio Grande do Norte: uma análise preliminar. **Boletim Do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, 18(3). <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v18i3.846>.

PACHECO, C. S. G. R.; SANTOS, R. P. Mining and its Impacts on the “Caatingas” of the Brazilian Semiárido. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v. 6, n. 5, p. 178-189, 2019.

PEREIRA, A. D. C.; BRAZ, E. R. C. Reservatório de Sobradinho Deplecionamento e Consequências. In: VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., 1993, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: INPE, 1993. p. 211-217.

PLANET. **PlanetScope Monitoring**. Disponível em: [https://www.planet.com/basemaps/#/mosaic/planet\\_medres\\_visual\\_2023\\_06\\_mosaic/zoom/2.15](https://www.planet.com/basemaps/#/mosaic/planet_medres_visual_2023_06_mosaic/zoom/2.15). Acesso em: 2 jul. 2023.

RAMOS, C. Perigos naturais devido a causas meteorológicas: o caso das cheias e inundações. **Porto: e-LP Engineering and Technology Journal**, v. 4, 2013, p. 11-16.

RIGEO. **Repositório Institucional de Geociências – CPRM**. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/18791>. Acesso em: 5 jul. 2023.

RIGEO. **Repositório Institucional de Geociências – CPRM**. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18648>. Acesso em: 5 jul. 2023.

ROCHA, P. C. Sistemas rio-planície de inundação: geomorfologia e conectividade hidrodinâmica. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 33, p. 50-67, 2011.

RODRIGUES, C. Avaliação do Impacto Humano da Urbanização em Sistema Hidro geomorfológicos. Desenvolvimento e Aplicação de Metodologia na Grande São Paulo. **RDG Revista do Departamento de Geografia**, USP. São Paulo: v. 20, 2010, p.111-126.

SCHEREN, R. S. Urbanização na planície de inundação do rio Gravataí - RS. 2014. 123p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geografia) - Pós-Graduação em Geografia, POSGEA/UFRGS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

SEMAS. **Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Pernambuco**. Disponível em: <https://www.acaatinga.org.br/sobre-a-caatinga>. Acesso em: 23 jul. de 2023.

SOUSA, M. E.; CAVALCANTI, L. C. S.; FRANÇA, L. F. O. Inventário do potencial pedagógico dos sítios e de geodiversidade do município de Petrolina-PE. **Geosul**, v. 33, n. 68, p. 395-415, 2018.

STEVANUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

TOPODATA. **Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil - INPE**. Disponível em:  
<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso em: 15 jul. 2023.

ZAPE. **Mapa de reconhecimento de baixa e média intensidade de solos do estado de Pernambuco - EMBRAPA**. Disponível em:  
[http://geoinfo.cnps.embrapa.br/layers/geonode%3Aasolo\\_ pernambuco\\_wgs84](http://geoinfo.cnps.embrapa.br/layers/geonode%3Aasolo_ pernambuco_wgs84). Acesso em: 20 jul. 2023.

## UMA EXPLANAÇÃO SOBRE O CONCEITO DE PAISAGEM DENTRO DO CONTEXTO DOS PROFETAS DA CHUVA NO NORDESTE BRASILEIRO

Eliê Regina Fedel Marques  
Helder Aurelio Gomes Liberado  
Maria Elisa Zanella

### INTRODUÇÃO

A seca no Nordeste é um problema que afeta a região há séculos, causando transtornos e prejuízos à população, especialmente aos mais pobres (SANTOS et al., 2012). Dentro desse contexto, para essa região, a palavra "seca" significa muito mais do que apenas falta de chuva. Para a população local, a seca é sinônimo de pobreza, fome e migração. Já a palavra "inverno", tem um significado especial na região, pois é associada ao período de chuvas, que é essencial para a agricultura (CAMPOS; STUDART, 2001).

A paisagem da caatinga, um bioma predominante na região, apresenta uma dualidade marcante. Por um lado, revela uma rusticidade encantadora, com sua delicadeza única. Durante determinados períodos, a região se enche de vida, exibindo flores de variadas formas, cores e perfumes, além de uma vegetação exuberante, com folhagens que se estendem em diversos tons de verde. No entanto, em outros momentos, a imagem é de desolação, onde a vegetação aparenta estar sem vida, com uma coloração branca-acinzentada. Essa transformação reflete o fenômeno natural e cíclico da seca, que traz consigo a escassez de água e alimentos, além de evidenciar a presença de animais mortos pelos caminhos. É nessa paisagem amarga que se revela a dura realidade desse contexto (GUERRA, 1981; MAIA, 2004).

Os moradores dessas regiões mais secas, em especial os mais antigos, acostumaram-se a fazer a previsão do tempo, para que assim pudessem se preparar para as práticas agrárias e pastoris. Historicamente, os sertanejos observam os sinais da natureza para saber quando vai chover. Aqueles que são mais experientes nessa prática são chamados de 'profetas da chuva'. A crença em profetas da chuva é comum em diversas culturas ao redor do mundo, especialmente em regiões onde a água é escassa e a chuva é vital para a sobrevivência. No nordeste brasileiro, os prognósticos dos profetas da chuva são tão respeitados que são divulgados nas rádios locais, mesmo quando não coincidem com as previsões das instituições oficiais (TADDEI, 2009).

Os profetas da chuva, em geral, usam critérios de observação da natureza para interpretar sinais do mundo ao seu redor. Esses sinais podem ser encontrados na posição dos planetas, no vento, no acasalamento dos animais, na barra no céu durante o Natal, no canto dos pássaros e nos humores corporais (MARTINS, 2006). Nesse sentido, o interesse pelos profetas da chuva é despertado não apenas por sua importância cultural, mas também por sua singularidade em relação às formas contemporâneas de comunicação e conhecimento (BRUNO; MARTINS, 2008).

Logo, para melhor compreender todo o universo que abrange os profetas da chuva, faz-se necessário um embasamento teórico quanto aos conceitos geográficos que estão contidos neste. Sabe-se que um conceito nunca surge do nada, mas sim a partir de uma multiplicidade de situações, resultando de uma interseção de problemas, outros conceitos e eventos. Todo conceito adquire sentido somente quando considerado em conjunto com outros conceitos, em relação e interação com elementos e conceitos, construindo redes, teias, constelações e planos

conceituais (CRUZ, 2013).

A Geografia, assim como qualquer campo disciplinar, desenvolveu ao longo de sua trajetória uma ampla gama de teorias, conceitos e categorias analíticas. No entanto, há um consenso razoável de que existem algumas categorias fundamentais que estruturam esse campo científico, quais sejam: espaço, paisagem, região, território e lugar. Essas categorias são consideradas pela comunidade como aquelas que conferem uma relativa identidade à Geografia como ciência (CRUZ, 2013).

Dentre todos esses conceitos citados, o conceito de paisagem será o foco do presente artigo, dado a relevância do entendimento deste para o estudo que abrange os atores principais que serão aqui destacados, a saber, os profetas da chuva do sertão nordestino. Ressalta-se que o estudo desse conceito auxilia na compreensão das práticas culturais e sociais dos habitantes da região. Não se almeja atribuir a esta categoria um nível de importância que menospreze as demais, apenas entende-se que este recorte é necessário para um melhor aprofundamento e entendimento do assunto em estudo.

O entendimento do conceito de paisagem tem sido motivo de diversos conflitos pelos teóricos ao longo do tempo, não apenas em termos conceituais e epistemológicos, mas também em relação aos elementos que devem ser considerados. Pelo olhar de Salgueiro (2001), a paisagem é entendida como um conceito central na geografia, representando a interação entre elementos naturais e humanos em um determinado espaço. A autora destaca a importância de compreender a paisagem como uma construção social, resultado das práticas e representações humanas. Através da análise da paisagem, é possível compreender as transformações ocorridas em um determinado lugar ao longo do tempo e as relações de poder que influenciam sua configuração. A geografia, por sua vez, utiliza a paisagem como um objeto de estudo para compreender os processos espaciais e as dinâmicas sociais que moldam os lugares.

A paisagem não se resume à soma de elementos geográficos desconexos. Em uma parcela específica do espaço, esse conceito surge como o produto da combinação dinâmica, logo, instável, de componentes físicos, biológicos e antrópicos. Esses elementos interagem dialeticamente entre si, dando origem a uma paisagem singular e inseparável, em constante evolução (BERTRAND, 2004).

De maneira convencional, os geógrafos estabelecem uma distinção entre a paisagem natural e a paisagem cultural. A paisagem natural refere-se à combinação de elementos como terreno, vegetação, solo, rios e lagos, ao passo que a paisagem cultural, moldada pela intervenção humana, abrange todas as alterações realizadas pelo ser humano, seja em ambientes urbanos ou rurais. De forma geral, a análise da paisagem requer uma abordagem específica, visando realizar uma avaliação que defina o conjunto dos elementos envolvidos, a escala a ser considerada e a temporalidade na paisagem. Em última instância, trata-se da apresentação do objeto dentro do seu contexto geográfico e histórico, considerando a configuração social e os processos naturais e humanos (SCHIER, 2003).

Para Carvalho e Marques (2019), a paisagem cultural é considerada um patrimônio a ser preservado e valorizado, contrastando com a perspectiva da paisagem natural, que é vista como um recurso a ser explorado de maneira sustentável. Conforme pontuado por Araújo (2009), observa-se que a preservação das paisagens culturais tem o potencial de impulsionar o desenvolvimento de técnicas modernas para o uso da terra, além de aprimorar os valores naturais da paisagem. Isso fortalece a noção de que a persistência de métodos tradicionais de manejo do solo serve como suporte para a diversidade biológica em várias regiões do mundo.

Como resultado, podemos inferir que a salvaguarda das paisagens culturais tradicionais pode assegurar a manutenção da biodiversidade.

A interpretação dos conceitos associados à paisagem cultural experimentou diversas transformações ao longo do tempo, resultando em novas generalizações em diferentes períodos na busca por uma explicação mais abrangente. A expectativa é que esta análise teórica forneça suporte aos estudos no campo da Geografia Cultural, especialmente aqueles que exploram os valores e significados atribuídos por comunidades às paisagens em que residem e interagem, estabelecendo vínculos afetivos com esses ambientes.

Existem diversas definições e interpretações dos conceitos geográficos, influenciadas pelas correntes de pensamento geográfico e pelo contexto histórico da academia. É importante ressaltar que não é intenção deste trabalho científico aprofundar-se amplamente no conceito de paisagem, mas sim fornecer uma explanação sobre esse e destacar sua importância dentro do contexto específico dos “profetas da chuva” no sertão nordestino. Como observa o antropólogo Taddei (2005), no estudo dos conceitos geográficos relacionados aos Profetas da Chuva, é possível observar a interação destes com os elementos físicos, como clima, relevo e recursos hídricos, e os aspectos sociais, culturais e econômicos da região.

O estudo do conceito de paisagem no contexto dos profetas da chuva no sertão permite compreender a complexidade das relações entre sociedade e ambiente nessa região. A interação entre conhecimentos tradicionais e científicos revela a importância de abordagens integradas e multidisciplinares para uma compreensão mais completa e contextualizada dos fenômenos geográficos. Assim, se é capaz de analisar as dinâmicas socioambientais e as práticas culturais que moldam a vida no sertão, contribuindo para um diálogo entre diferentes formas de conhecimento e uma melhor gestão dos recursos disponíveis.

Nesse contexto, a **questão norteadora** deste artigo é: Há correlação entre as práticas dos profetas da chuva no nordeste do Brasil com o conceito geográfico de paisagem cultural? Buscando responder essa questão, tem-se que o **objetivo geral** deste trabalho é entender se há correlação entre as práticas dos profetas da chuva no nordeste do Brasil com o conceito geográfico de paisagem cultural.

## MATERIAL E MÉTODO

### Local de estudo

Foi realizado um estudo exploratório sobre os profetas da chuva da Região Nordeste do Brasil. Esta região é composta de nove estados (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe). Tem uma área aproximada de 1.5 milhões de km<sup>2</sup> e 53 milhões de habitantes.

### Tipo da pesquisa

A metodologia utilizada para embasar essa pesquisa será a qualitativa, que (MARCONI; LAKATOS, 2017) definem como uma abordagem que "procura compreender os fenômenos sociais a partir da perspectiva dos atores sociais envolvidos". Os autores destacam que a metodologia qualitativa é uma abordagem flexível e adaptável, que pode ser utilizada para estudar uma ampla gama de fenômenos sociais. Eles também enfatizam a importância da

triangulação de dados na metodologia qualitativa, que consiste na utilização de diferentes métodos de coleta de dados para aumentar a confiabilidade da pesquisa.

A abordagem da presente pesquisa será a exploratória, que (GIL, 2022) define a que "busca o levantamento de informações sobre um tema com o intuito de torná-lo mais explícito ou de construir hipóteses". O autor destaca que a pesquisa exploratória é uma abordagem importante para a compreensão de novos fenômenos ou problemas. A pesquisa exploratória é uma abordagem valiosa para a compreensão de novos fenômenos ou problemas.

### **Coleta de Dados**

Neste trabalho científico, iremos dar destaque ao trabalho de 6 (seis) geógrafos do período intitulado Nova Geografia, ou seja, após o ano de 1970, tendo em vista que foi esse período que houve um fortalecimento do conceito de "paisagem cultural" e este passou a ter um novo olhar como ciência (CLAVAL, 1999), quais sejam: Cosgrove (1998, 2012), Schier (2003), Claval (1999, 2003, 2011, 2012), Sauer (1997), Maximiano (2004) e Santos (2004). Além disso, com o objetivo de embasar a temática referente aos profetas da chuva, utilizamos teóricos como Paiva *et al.* (2023), Bussi (2019), Taddei (2013, 2023), Pennesi (2015); Pennesi e Souza (2012), Bruno e Martins (2008), Martins (2006), Teixeira, Albuquerque e Paula (2020) e Câmara (2021, 2023)

Nesse sentido, objetivando demonstrar a viabilidade do presente artigo, formulou-se a Tabela 1. Esta trata-se de um compilado de artigos que visa a obtenção de uma pesquisa bibliográfica. A utilização deste método de investigação baseia-se na análise e revisão de materiais publicados anteriormente. Para o presente estudo, foram selecionados artigos científicos, visando explorar o conhecimento prévio e compreender a relação existente entre o conceito geográfico de paisagem cultural e os profetas da chuva do nordeste do Brasil (GIL, 2008).

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para Cosgrove (2012) os significados atribuídos às paisagens refletem a interação entre o indivíduo e o ambiente. Essa interação é moldada pelos processos de percepção e cognição ambiental, influenciados por fatores culturais e inconscientes, resultando em sentimentos e interpretações específicos em relação a uma determinada Paisagem, conferindo-lhe valor ou desvalor. Mesmo quando inserido em uma Cultura específica, um indivíduo pode ter uma perspectiva única em relação ao meio, embora padrões comportamentais observáveis tendam a emergir em relação à paisagem dentro de uma cultura.

Ao aplicar os conceitos de Paisagem e Cultura à comunidade dos denominados "profetas da chuva" do nordeste brasileiro, foi possível examinar os valores que essa comunidade atribui à sua própria paisagem. Os profetas da chuva atribuem grande valor a esse ambiente, pois é o local de seus antepassados, o lugar onde residem e onde visualizam seu futuro. Eles se consideram parte integrante dessa paisagem, assim como essa paisagem lhes pertence. Portanto, é a paisagem na qual construíram sua identidade, entendida como o sentimento de ser e pertencer a um lugar e a um grupo específico (SANTOS, 2004).

Nesse sentido, a Tabela 1 traça um paralelo entre o que os chamados geógrafos modernos, após 1970, descrevem como paisagem cultural e a realidade vivenciada pelos profetas da chuva no nordeste do Brasil, segundo alguns autores renovados que escrevem sobre a dita temática. Logo, os parágrafos que se seguem discorrerão sobre as ideias trazidas pelos autores aqui citados.

Tabela 1 – Correlação existente entre o conceito de “paisagem cultural” e “profetas da chuva”

AUTOR/ANO – SOBRE PAISAGEM CULTURAL	AUTOR/ANO - CORRELAÇÃO COM OS PROFETAS DA CHUVA
Cosgrove (1998, 2012) - As paisagens carregam consigo significados culturais tanto residuais quanto emergentes, além dos atuais. A abordagem histórica da geografia cultural, uma preferência válida, revela-se essencial para entender as formas e características presentes em diversas áreas da paisagem. A paisagem não apenas reflete, mas também é moldada pelo poder simbólico. Essa análise é particularmente apropriada para paisagens monumentais e rituais, como aquelas ocasionalmente exploradas pelos geógrafos.	Taddei (2013; 2023) - RITUAIS QUE INTERLIGAM PRÁTICAS DO PASSADO E PRESENTE
Schier (2003) - Determinadas paisagens incorporam em sua configuração traços culturais distintivos, adquirindo assim uma identidade característica. A problemática ambiental contemporânea está intrinsecamente vinculada à dimensão cultural e considera a influência única da ação humana na formação da paisagem.	Câmara (2021; 2023) MARCAS CULTURAIS
Claval (1999, 2003, 2011, 2012) diversos grupos culturais têm o poder de provocar alterações distintas nela, gerando uma preocupação mais centrada nos sistemas culturais do que nos próprios elementos físicos da paisagem. Não se trata mais simplesmente da interação do homem com a natureza na paisagem, mas sim de uma abordagem intelectual na qual grupos culturais diversos percebem e interpretam a paisagem, construindo marcos e significados exclusivos nela.	Paiva et al. (2023), PERCEBER E INTERPRETAR A PAISAGEM
Sauer (1997) - As ações humanas se manifestam diretamente na paisagem cultural. Assim, a paisagem cultural está sujeita a alterações devido ao desenvolvimento cultural ou à substituição de culturas. Essa forma específica de paisagem é a expressão geográfica em seu sentido mais amplo, e suas características são todas as criações humanas que definem e caracterizam essa paisagem.	Pennesi e Souza, (2012) ÁREA GEOGRÁFICA VISTA DE FORMA TRANSCENDENTAL
Maximiano (2004) - A concepção de paisagem perdura na memória da humanidade desde antes da formalização do conceito, cuja ideia inicial já existia fundamentada na observação do entorno. As manifestações dessa memória e da observação podem ser identificadas nas artes e nas ciências de várias culturas, inicialmente representando elementos comuns, como animais, montanhas ou rios.	Bussi (2019) OBSERVAÇÃO DO MEIO FÍSICO E EXPRESSAR COMO ARTE E CIÊNCIA

Santos (2004)- A paisagem é tudo menos estática, imutável. A cada transformação na sociedade, a economia, as relações sociais e políticas também se modificam, cada uma em seu próprio ritmo e intensidade. O mesmo se aplica ao espaço e à paisagem, que se metamorfoseiam para se ajustar às novas demandas da sociedade

Taddei (2013;  
2023)  
ADAPTAÇÃO  
ENTRE AS  
GERAÇÕES

Fonte: Elaborado pelos autores

Para Cosgrove (1998, 2012), a compreensão da complexidade dos significados associados às paisagens que observamos, incorporando expressões dos modos de vida do passado e do presente, requer um estudo empírico minucioso. Nesse sentido, Taddei (2013) traz que quando se trata da previsão de chuvas, observam-se diversas estratégias aparentemente recorrentes na maneira como a natureza e os animais (juntamente com seus corpos) participam desse processo. Não se trata apenas de identificar sinais, mas de perceber indicadores que refletem a transformação da vida e a intensidade dos fluxos energéticos. Essa compreensão fundamental ocorre primariamente através da visceralidade dos animais e plantas. O princípio essencial parece residir na percepção da intensidade do devir-organismo coletivo, na reprodução orgânica dos seres vivos, inserida nos ciclos do ecossistema.

Nessa perspectiva, para Claval (2012), a paisagem se torna a concretização e a materialização de ideias dentro de determinados sistemas de significação. Portanto, ela é humanizada não apenas pela ação humana, mas igualmente pelo pensamento. A paisagem é concebida como uma representação cultural. Em se tratando dos profetas da chuva do sertão nordestino, Paiva *et al.* (2023), afirmam que a com sua sabedoria popular o homem é capaz de interpretar os sinais da natureza, o que representa uma riqueza inestimável. Essa tradição cultural da profecia de chuvas nasceu e se consolidou, muito provavelmente, devido à condição de incertezas na região sobre a ocorrência do inverno no ano seguinte. Os profetas do sertão seguem uma sistemática de observação da natureza, embasados em experiências e leituras que incluem a posição dos planetas, a barra que aparece no céu, o vento, e o comportamento dos animais e aves. As profecias, nesse contexto, assumem a forma de trazer esperança ao homem do campo.

Para Schier (2003), a concepção de paisagem merece uma consideração mais aprofundada no contexto da avaliação ambiental e estética. Nesse sentido, sua compreensão está profundamente influenciada pela cultura das pessoas que a percebem e a moldam. Ainda sobre o assunto, para Câmara (2021), o conhecimento ancestral transmitido pelos profetas da chuva não se limita à formalidade do ensino, pelo contrário, permeia a alma do nordestino, do sertanejo, sendo adquirido de maneira empírica. Compartilhar esse saber não apenas contribui para a preservação de nossas raízes, mas também fomenta a abordagem desprovida de preconceitos, com acolhida e respeito, por parte da Academia, em relação a essa tradição.

Entender o conceito paisagem é essencial para compreender o significado atribuído ao sertão e como as práticas e crenças dos profetas da chuva se encaixam nesse contexto específico. Assim, a paisagem cultural é carregada de memórias, histórias e tradições que moldam as percepções e a relação das pessoas com o ambiente (TADDEI, 2009).

A paisagem sertaneja desempenha um papel significativo nas percepções e representações dos profetas da chuva. Através da observação da paisagem física e de suas transformações ao longo do tempo, os profetas interpretam sinais e padrões que podem indicar a chegada das chuvas. A paisagem também influencia as práticas agrícolas e as estratégias de subsistência das

comunidades, refletindo a adaptação humana às condições específicas do sertão (TADDEI, 2005).

## CONCLUSÕES

Assim, o estudo do conceito de paisagem no contexto do sertão nordestino, especificamente relacionados aos Profetas da Chuva, revela a interação entre conhecimentos tradicionais e científicos na compreensão do ambiente e das práticas sociais nessa região.

Os profetas da chuva são indivíduos reconhecidos localmente por suas habilidades em prever a ocorrência de chuvas. Eles utilizam métodos tradicionais, como a observação de fenômenos naturais, o comportamento de animais e a interpretação de sinais climáticos, para fazer suas previsões. Essas práticas são profundamente enraizadas na cultura e na história do sertão, onde a escassez de chuvas é um desafio constante para a vida das comunidades locais (PENNESI e SOUZA, 2012).

Como observa o antropólogo Renzo Taddei (2005) no estudo do conceito de paisagem relacionados aos Profetas da Chuva, é possível observar a interação destes com os elementos físicos, como clima, relevo e recursos hídricos, e os aspectos sociais, culturais e econômicos da região.

Assim, ao examinar a paisagem no contexto dos Profetas da Chuva, podemos explorar as interseções entre o ambiente físico, as práticas culturais e as relações sociais.

Em suma, a análise dos profetas da chuva no contexto do sertão destaca a importância do conceito de paisagem nas relações existentes na região em estudo. Ainda, a habilidade dos profetas de prever a ocorrência de chuvas confere a eles uma posição de influência na comunidade, pois a chuva é vital para a sobrevivência das pessoas no sertão, o que em tudo está relacionado ao conceito de paisagem cultural.

## AGRADECIMENTOS

Expressamos nosso sincero agradecimento à comunidade científica pelas valiosas produções e pesquisas que forneceram as bases necessárias para a condução do nosso estudo nesta região. A participação ativa e generosa de cada membro dessa comunidade foi fundamental para o êxito desta pesquisa. Além disso, estendemos nossos agradecimentos especiais aos profetas da chuva, cujo conhecimento e sabedoria desempenharam um papel crucial no enriquecimento de nosso trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Guilherme Maciel. Paisagem cultural: um conceito inovador. **Paisagem cultural e sustentabilidade. Belo Horizonte: IEDS**, [s. l.], p. 25, 2009.
- BARATA SALGUEIRO, Teresa. Paisagem e geografia. **Finisterra**, [s. l.], v. 36, n. 72, p. 37–53, 2001.
- BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, [s. l.], v. 8, 2004.
- BRUNO, Fernanda; MARTINS, Karla Patrícia Holanda. Profetas da natureza: ver e dizer no sertão. **Intexto**, [s. l.], n. 18, p. 97–109, 2008a.

BUSSI, Mariano. Hacia una visceralidad atmosférica. **Revista del Museo de Antropología**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 0, 2019.

CÂMARA, Yls Rabelo. O conhecimento ancestral dos profetas da chuva e sua continuidade ameaçada – onde entra a escola ? The ancestral knowledge of the rain prophets and their threatened continuity – where does the school come in ? El conocimiento ancestral de los profetas de. **Revista Educação e Emancipação**, [s. l.], v. v. 16, p. 438–465, 2023. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.18764/2358-4319v16n2.2023.37>.

CÂMARA, Yls Rabelo. Profetas da chuva quixadaenses: ancestralidade, cultura popular, oralidade, memória, resistência. **Ensino em Perspectivas**, [s. l.], v. 2, n. 4, p. 1–11, 2021.

CAMPOS, José Nilson B; STUDART, Ticiania Marinho de Carvalho. Secas no Nordeste do Brasil: origens, causas e soluções. **Fourth Inter-American Dialogue on Water Management**, [s. l.], v. 201, 2001.

CARVALHO, Raquel; MARQUES, Teresa. A evolução do conceito de paisagem cultural. **GOT: Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, [s. l.], n. 16, p. 81, 2019.

CLAVAL, Paul. A evolução recente da geografia cultural de língua francesa. **Geosul**, [s. l.], v. 18, n. 35, p. 7–26, 2003.

CLAVAL, Paul. A paisagem dos geógrafos. **Geografia cultural: uma antologia**, [s. l.], v. 1, p. 245–276, 2012.

CLAVAL, Paul Charles Christophe. Geografia Cultural: um balanço. **Geografia (Londrina)**, [s. l.], v. 20, n. 3, p. 5–24, 2011.

CLAVAL, Paul. Los fundamentos actuales de la geografia cultural. [s. l.], 1999a.

COSGROVE, Denis. A geografia está em toda parte: cultura e simbolismo nas paisagens humanas. **Geografia cultural: uma antologia**, [s. l.], v. 1, p. 219–237, 2012.

COSGROVE, Denis E. Em direção a uma geografia cultural radical: problemas da teoria. **Espaço e cultura**, [s. l.], n. 5, p. 5–29, 1998.

COSGROVE, Denis. Prospect, perspective and the evolution of the landscape idea. **Transactions of the Institute of British geographers**, [s. l.], p. 45–62, 1985.

CRUZ, Valter. Geografias , Políticas Públicas e Dinâmicas Territoriais A " TEORIA COMO CAIXA DE FERRAMENTAS ": REFLEXÕES SOBRE O USO DOS CONCEITOS NA PESQUISA EM GEOGRAFIA Geografias , Políticas Públicas e Dinâmicas Territoriais. [s. l.], p. 4454–4466, 2013a.

GIL, A C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa. Grupo GEN**. [S. l.: s. n.], 2022.

GUERRA, Paulo de Brito. A civilização da seca. **Fortaleza: Dnocs**, [s. l.], p. 186–187, 1981.

MAIA, G N. Caatinga. **Árvores e arbustos e suas utilidades. 1ª edição São Paulo**, [s. l.], 2004.

- MARCONI, M de A; LAKATOS, Eva Maria. Fundamentos de metodologia científica. São Paulo, SP: Atlas. **GEN**, [s. l.], 2017.
- MARTINS, Karla P H. Profetas da chuva. **Fortaleza: Tempo dImagem**, [s. l.], 2006a.
- MAXIMIANO, Liz Abad. Considerações sobre o conceito de paisagem. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, [s. l.], v. 8, 2004.
- PAIVA, Henrique Jorge Teles *et al.* SABERES EXPERIENCIAIS. **Revista Ceará Científico**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 125–132, 2023.
- PENNESI, Karen E. Perspectivas Culturais na Comunicação Climática (Cultural Perspectives on Climate Communication). [s. l.], 2015.
- PENNESI, Karen; SOUZA, Carla Renata Braga de. O encontro anual dos profetas da chuva em Quixadá, Ceará: a circulação de discursos na invenção de uma tradição. **Horizontes Antropológicos**, [s. l.], v. 18, p. 159–186, 2012.
- SANTOS, Edinaldo *et al.* A SECA NO NORDESTE NO ANO DE 2012: RELATO SOBRE A ESTIAGEM NA REGIÃO E O EXEMPLO DE PRÁTICA DE CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIO NO DISTRITO DE IGUAÇU/CANINDÉ-CE. **Revista Geonorte**, [s. l.], v. 3, n. 8, p. 819–830, 2012.
- SANTOS, Milton. **Pensando o espaço do homem**. [S. l.]: Edusp, 2004a. v. 5
- SAUER, Carl O. **Geografia Cultural**. [S. l.: s. n.], 1997.
- SCHIER, Raul Alfredo. Trajetórias do conceito de paisagem na geografia. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, [s. l.], v. 7, 2003.
- TADDEI, Renzo. Anthropologies of the future: on the social performativity of (climate) forecasts. *In*: ENVIRONMENTAL ANTHROPOLOGY. [S. l.]: Routledge, 2013. p. 246–265.
- TADDEI, Renzo Romano. **Of clouds and streams, prophets and profits: the political semiotics of climate and water in the Brazilian Northeast**. [S. l.]: Columbia University, 2005.
- TADDEI, Renzo. Os profetas da chuva do Sertão como produção midiática. **Trabajo presentado para la reunión anual de**, [s. l.], 2009.
- TADDEI, Renzo. OS PROFETAS DA CHUVA DO SERTÃO COMO PRODUÇÃO MIDIÁTICA. [s. l.], 2023.
- TEIXEIRA, BENEDITO; ALBUQUERQUE, CLAUDIA; PAULA, Ethel de. **Os Profetas. Pelo observar da natureza e o desejo de chover**. João Pessoa: Gráfica Santa Marta LTDA, 2020. Disponível em: <https://www.calameo.com/read/006531965b338e6456bd0>.

Jéssica Cristina Oliveira Frota  
Gustavo Souza Valladares  
Jorge Eduardo de Abreu Paula

### INTRODUÇÃO

A erosão dos solos, embora seja um dos fenômenos naturais mais estudados, ainda é pouco compreendida. No entanto, um dos principais problemas ambientais que vem se instalando nas zonas costeiras em todo o mundo é a erosão costeira, está por sua vez, inclui a erosão das praias e demais ambientes naturais e antrópicos existentes na linha de costa.

A erosão costeira é um processo que ocorre de maneira natural e está diretamente relacionada a diversos fatores de escala espacial e temporal, estando associada também às variações do nível relativo dos mares; aos fenômenos meteorológicos e à climatologia, bem como aos paleoclimas à hidrodinâmica atual e principalmente às alterações modeladoras de caráter antropogênico (SUGUIO, 1998).

Uma das diversas erosões que ocorrem nas zonas costeiras do Brasil e que vem ganhando bastante destaque é a erosão marinha. Esta também apresenta-se como um fenômeno natural de proporções globais que afeta grande parte dos litorais. Esse processo segundo MUEHE (2006) e o MMA (2008) vem se agravando com o aumento do nível dos mares provocado pelo aquecimento do planeta e o conseqüente degelo das regiões polares.

Este fenômeno, de forma gradativa, vem ao longo dos anos causando a destruição de diversas praias da zona costeira, ocasionando efeitos que remetem a vulnerabilidade costeira. Dessa forma, diversos fatores podem acelerar e multiplicar os efeitos destes impactos, especialmente quando estes interferem no fluxo de sedimentos e no equilíbrio dinâmico da linha de costa e de seus processos (VALLE, 1989; CAMPOS, 2003).

Castro (2007) define erosão marinha como sendo o resultado do movimento das águas oceânicas que atuam sobre as bordas continentais, modelando o relevo de forma destrutiva. Esse movimento das águas pode, também, modelar o relevo de forma construtiva, resultando em acumulação marinha e, conseqüentemente, dando origem a praias, restingas, recifes e tómbulos.

MUEHE (2006) ressalta que, a erosão marinha apesar de natural, também é um problema que está associado à ocupação desordenada e a falta de um planejamento urbano. A construção de edificações dentro da faixa de resposta dinâmica da praia às tempestades tende à retomada pelo mar da área construída. Isto evidencia a necessidade de inserção de normas que prevejam a manutenção de uma faixa de não edificação junto à orla, adotando, como prevenção, uma largura que considere um cenário de elevação do nível do mar e a tendência de retrogradação quando identificada previamente.

Morais (1996) em uma discussão bem detalhada sobre a definição e caracterização do processo de erosão, ressalta que a erosão costeira tem início quando o material erodido é levado da linha de costa em maior proporção do que é depositado. Sendo a razão remoção/deposição o fator de maior destaque para a identificação de ocorrência de erosão costeira em uma determinada área.

Outros fatores também de ordem ambiental atuam fortemente para agravar este problema, dentre os quais, a exploração indiscriminada de areia de dunas no pós-praia e antepraia, para a construção civil e aterros, o que acaba agravando seriamente o déficit de sedimentos nas praias e acelerando o processo de estreitamento das mesmas; Grandes concentrações de construções, tais como áreas portuárias, edifícios, estradas, diques, entre outros, no domínio do litoral, sobre dunas e o pós-praia, além de agredir a paisagem, contribuem também para aumentar o déficit de sedimentos e, por conseguinte, a erosão das praias (MAIA e MORAIS, 1995; MAIA, 1998a).

A preocupação crescente com esses impactos ambientais de ordem natural e antrópica intensificou os estudos nas regiões costeiras do Brasil e do mundo, onde diversos trabalhos como o de Santos et al. (1990); Pinheiro (2000); Araújo (2008); Neves e Muehe (2008); Vasconcelos (2010); Barros et al., (2010); Bastos et al., (2011); Paula (2013); Sousa (2015) denotam esta preocupação com a erosão marinha.

Diante desta perspectiva o objetivo desta pesquisa foi avaliar os riscos de erosão presentes na Planície Costeira do Estado do Piauí, utilizando técnicas de geoprocessamento, e as ferramentas e bancos de dados do sistema de informações geográficas (SIGs), como forma de subsidiar o planejamento ambiental dessa área de estudo.

## **MATERIAL E MÉTODO**

A planície costeira do estado do Piauí localiza-se no norte do litoral piauiense e no nordeste setentrional do Brasil, que vai desde a Baía das Canárias, até o limite com o Ceará, na foz dos rios Ubatuba e Timonha (FUNDAÇÃO CEPRO, 1990; BAPTISTA, 2004). Esta é uma área que merece destaque devido a importância que esses ambientes representam, pelas potencialidades naturais e, sobretudo paisagística que estas carregam consigo.

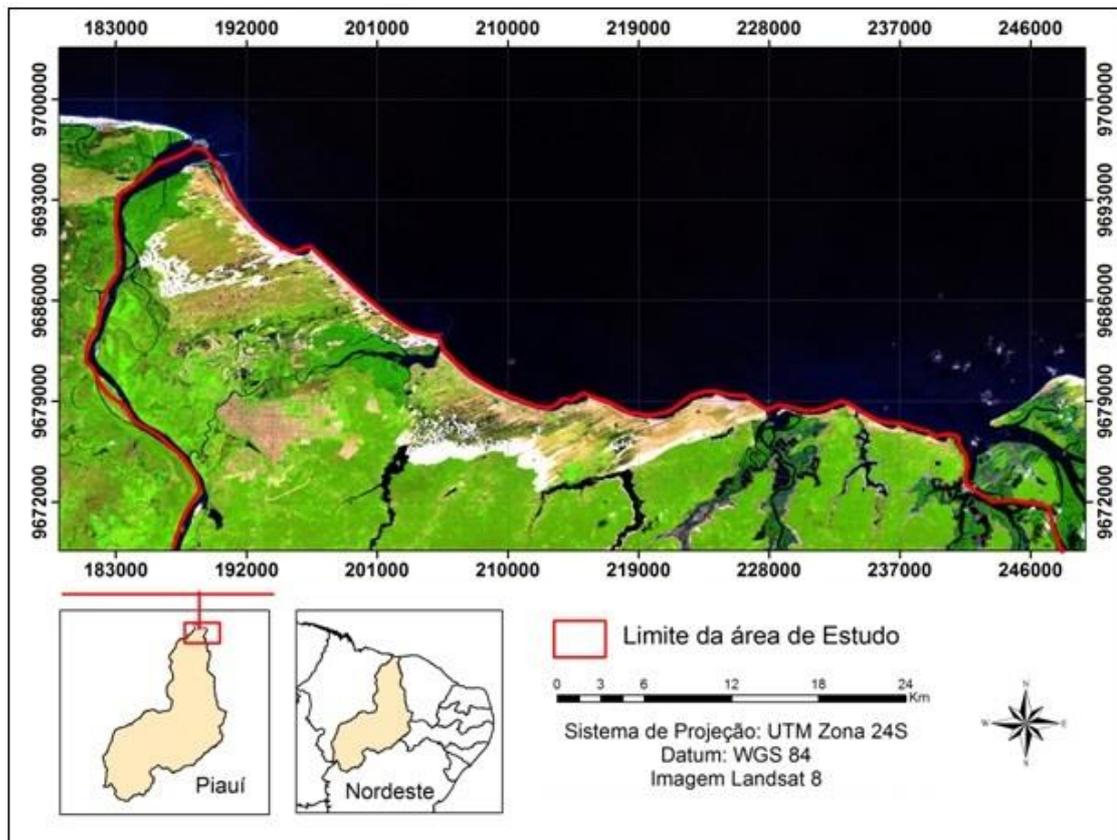
O recorte espacial da área de estudo abrange o município de Ilha Grande e parcialmente os municípios costeiros de Cajueiro da Praia, Luís Correia e Parnaíba (Figura 1) e ainda integra parte da área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba (APA). A área é limitada pelas coordenadas UTM 9668000/ 182000 W e 9668000/250000 e corresponde aos limites continentais das folhas topográficas SUDENE/DSG (1972) (SA 24 Y-A-IV) folha Parnaíba e (SA 24 Y-A-V) folha Bitupitá, ambas na escala 1:100.000.

A estrutura geológica na qual está assentada a Planície Costeira do Estado do Piauí é a bacia do Maranhão-Piauí. A bacia conta com um substrato representado por maciços arqueanos, crátons sisbrasilianos e cinturões orogênicos do brasileiro. Segundo o mapeamento geológico mais recente realizado por Sousa (2015) em uma escala de 1:100.000, a área de estudo apresenta nove unidades geológicas, sendo elas: Depósitos eólicos não vegetados; Depósito aluvial de planície de inundação; Depósito fluvio-marinho; Grupo Barreiras; Depósitos eólicos vegetados; Depósitos fluvio-lacustre; Paleodunas e Depósitos praias marinhos e eólicos. As unidades geomorfológicas que compõem a planície costeira do estado do Piauí compreendem os: relevos de agradação e os relevos de degradação. Ainda segundo Sousa (2015) em um trabalho mais detalhado sobre o mapeamento das unidades geomorfológicas da planície costeira do Piauí, a área apresenta 10 (dez) unidades geomorfológicas sendo elas: Cordão arenoso, planície eólica, dunas móveis, dunas estabilizadas, paleodunas, planície flúvio-marinha, terraço-marinho, planície e terraço- fluvial, planície lacustre e tabuleiro costeiro.

Segundo a classificação de solos realizada por Cabral e Valladares (2015) e Lima et al., (2016) foram encontradas as seguintes classes de solo na planície costeira do estado do Piauí: Argissolo

Amarelo, Neossolo Quartzarênico, Cambissolo Flúvico e Neossolo Flúvico, PlanossoloGleissolo, Plintossolo e Vertissolo.

**Figura 1 – Mapa de Localização da Planície Costeira do Estado do Piauí**



Fonte: Elaborado por Autores.

A Planície costeira do Piauí é influenciada por diversos agentes oceânicos, atmosféricos e continentais, motivo pelo qual ela é particularmente sensível a mudanças climáticas. De acordo com Cavalcanti (1996) a planície costeira do estado do Piauí possui índices elevados de precipitação pluviométrica, tratando-se, portanto, de uma área privilegiada, porém ao longo do ano a ocorrência das chuvas se dá de forma bastante irregular, sendo divididas ao ano em dois períodos distintos: o período chuvoso, que se inicia em dezembro e se prolonga até abril ou maio e o período seco, que corresponde aos meses de junho até novembro. Dentre os principais sistemas responsáveis pela quadra chuvosa no litoral do Piauí, podemos destacar: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), sua influência se traduz em chuvas intensas e relativamente regulares, principalmente nos meses de março-abril, onde se verificam os índices mais elevados de chuva, as linhas de instabilidade (LI) e os CCMs (Complexos Convectivos de Mesoescala).

Para a obtenção do mapa de risco de erosão, foram adotados os procedimentos metodológicos baseados em um método multicritério utilizado por Xavier da Silva (2001), chamado de média ponderada, representada pelo algoritmo da (Eq. 1).

$$A_{ij} = \sum_{k=1}^n (Pk.Nk)$$

Onde,  $K=1$ ;  $A_{ij}$  = qualquer célula da matriz;  $n$  = número de parâmetros envolvidos;  $P$ = peso atribuído ao parâmetro ou variável de 0 a 1;  $N$ = nota atribuída ao fator ou parâmetro espacial de interesse. Assim, para elaboração do mesmo foi considerado as relações e interações de fatores do meio físico como: declividade, geomorfologia e geologia.

Os pesos e as notas inseridas nesta pesquisa foram atribuídos com base na experiência de uma equipe especializada e também foram adaptados empiricamente à realidade e a escala de análise da área de estudo, observando a maior influência das variáveis na área, visando uma avaliação do grau de risco a erosão do solo na planície costeira do estado do Piauí. Conforme demonstra a (tabela 1), foram estabelecidos os maiores pesos para a declividade e a geomorfologia, tendo em vista que estas variáveis atuam de maneira mais intensa na área de estudo, sendo, portanto, os principais fatores que influenciam nos processos erosivos.

**Tabela 1 – Pesos atribuídos às variáveis utilizadas no mapeamento do risco de erosão**

VARIAVEL	PESO/ RISCO DE EROSÃO (0 a 1)
<i>Declividade</i>	0,4
<i>Geomorfologia</i>	0,4
<i>Geologia</i>	0,2
<b>SOMA</b>	<b>1</b>

Fonte: Elaborado por Autores.

Em seguida foram estabelecidas notas para as classes/unidades de cada variável selecionada, levando em consideração as unidades de maneira individual (Tabelas 2, 3 e 4). Na atribuição das notas das classes foram utilizados critérios semelhantes aos dos pesos. Assim, as classes de declividade com percentuais mais elevados receberam as maiores notas e as classes com percentuais menos elevados receberam as menores notas. Isso porque a declividade do terreno é quem controla boa parte da velocidade de deslocamento da água em escoamento superficial, dependendo do grau do seu declive.

**Tabela 2 – Notas atribuídas às classes de Declividade**

DECLIVIDADE (%)	NOTA/EROSÃO (0 a 1)	NOTA X PESO (0 a 1)
<i>0-1</i>	0	0
<i>1-3</i>	0,1	0,04
<i>3-5</i>	0,2	0,08
<i>5-10</i>	0,4	0,16
<i>10-20</i>	0,7	0,28
<i>&gt; 20</i>	1	0,4

Fonte: Elaborado por Autores.

A declividade está relacionada à inclinação do relevo em relação ao horizonte, esta variável é uma característica fundamental a ser avaliada para a análise da capacidade de uso do solo em relação às variadas formas de ocupação, tendo em vista que esta condiciona de forma direta o

escoamento superficial de uma área, que poderá influenciar no desenvolvimento ou não de feições erosivas.

Para a geomorfologia, atribuiu-se notas mais baixas para as áreas de fundo de vale, pois essas em geral são áreas de acumulação de sedimentos. Foram atribuídas notas mais elevadas para as unidades que apresentam uma vulnerabilidade alta a erosão devido a falta de vegetação controlando o carreamento dos sedimentos como é o caso das dunas móveis e da planície eólica. Já as maiores notas foram atribuídas às áreas que sofrem uma tensão maior devido à ação direta do mar (Erosão marinha) como as praias e o cordão arenoso.

**Tabela 3 – Notas atribuídas a cada classe das unidades geomorfológicas**

<b>GEOMORFOLOGIA</b>	<b>NOTAS/EROSÃO (0 a 1)</b>	<b>NOTAS X PESO (0 a 1)</b>
<i>Praias</i>	1,0	0,4
<i>Cordão arenoso</i>	1,0	0,4
<i>Planície eólica</i>	0,8	0,32
<i>Dunas móveis</i>	1,0	0,4
<i>Dunas estabilizadas</i>	0,6	0,24
<i>Paleodunas</i>	0,6	0,24
<i>Planície Fluvio-Marinha</i>	0	0
<i>Terraço Marinho</i>	0,2	0,08
<i>Planície e terraço fluvial</i>	0,6	0,24
<i>Planície Lacustre</i>	0	0
<i>Tabuleiro costeiro</i>	0,2	0,08
<i>Canais fluviais</i>	0	0

Fonte: Elaborado por Autores.

**Tabela 4 – Notas atribuídas a cada classe das unidades geológicas**

<b>GEOLOGIA</b>	<b>NOTAS/EROSÃO (0 a 1)</b>	<b>NOTAS X PESO (0 a 1)</b>
<i>Deposito eólico não vegetado</i>	1,0	0,2
<i>Deposito aluvial de planície de inundação</i>	0,7	0,14
<i>Depósito fluvio-marinho</i>	0,8	0,16
<i>Grupo Barreiras</i>	0,35	0,07
<i>Depósito eólico vegetado</i>	0,7	0,14
<i>Depósito fluvio-lacustre</i>	0,8	0,16
<i>Depósitos praias</i>	1,0	0,2
<i>Paleodunas</i>	0,7	0,14
<i>Depósitos eólicos arrasados</i>	0,7	0,14
<i>Canais fluviais</i>	0	0

Fonte: Elaborado por Autores, 2017.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise feita por métodos algébricos aplicados na planície costeira do estado do Piauí e os estudos de campo, pode-se perceber que na área de estudo, a complexidade de processos e mecanismos que favorecem a dinâmica morfogenética por parte do vento e da água são bastante evidentes.

Os resultados obtidos na avaliação de áreas de riscos de erosão do solo podem ser observados e analisados através da (tabela 5 e da figura 2) onde, para a planície costeira do estado do Piauí foram identificadas seis classes de risco de erosão, estas variando em graus de: Muito Baixo (< 0,2); Baixo (0,2 – 0,4); Moderado (0,4 – 0,45); Alto (0,45 – 0,59) Muito Alto (0,59 – 1) e Fora de análise (>1).

**Tabela 5 – Classes de Risco de Erosão na planície costeira do estado do Piauí**

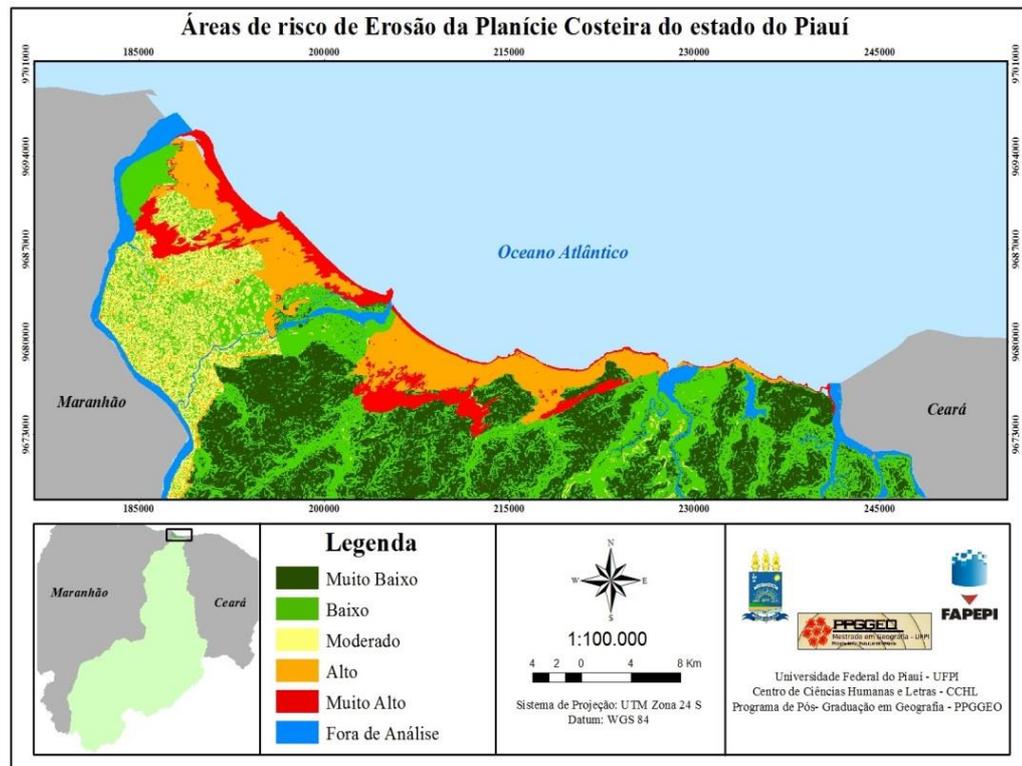
CLASSES DE RISCO DE EROSÃO	ÁREA		GRAU
	km <sup>2</sup>	(%)	
<i>Muito Baixo</i>	266,00	25,75	< 0,2
<i>Baixo</i>	290,23	37,07	0,2 – 0,4
<i>Moderado</i>	87,10	9,93	0,4 – 0,45
<i>Alto</i>	119,73	13,64	0,45 – 0,59
<i>Muito Alto</i>	51,70	5,89	0,59 – 1
<i>Fora de Análise</i>	62,80	7,16	>1
<b>TOTAL</b>	<b>877,56</b>	<b>100</b>	

Fonte: Elaborado por Autores.

Com base no mapeamento realizado (Figura 2) pode-se observar que a área classificada com risco muito baixo à erosão ocupa cerca de 25,75% da área de estudo o que corresponde a 266,00 km<sup>2</sup> de área. Essa classe de risco muito baixo ocorre nas áreas mais planas da paisagem, condição que favorece a infiltração da água e minimizam o escoamento superficial e, portanto, os processos erosivos. Essa classe, segundo o estudo geomorfológico realizado por Sousa (2015) se distribui sobre toda a área do Grupo Barreiras e por ser áreas mais elevadas (com altitudes variando entre 30 a 50 metros) e onde a presença da vegetação é bastante pertinente, é, portanto, classificada como áreas que apresentam uma baixa susceptibilidade a erosão.

Vale ressaltar ainda, que essa classe em sua maioria é composta por vegetação do tipo: arbustiva densa (onde permanece boa parte da vegetação nativa do local) e vegetação arbustiva aberta, ou seja, durante a maior parte do tempo, estes solos apresentam-se cobertos e protegidos, o que acaba por minimizar os processos erosivos.

**Figura 2** – Mapeamento das áreas de risco de erosão da Planície Costeira do Estado do Piauí



Fonte: Elaborado por Autores.

Apesar de apresentar uma cobertura vegetal bastante evidente ajudando a minimizar os processos erosivos, segundo Cabral e Valladares (2015) essa classe também é ocupada em alguns trechos/pontos por Argissolo Amarelo. Esses solos normalmente apresentam boa permeabilidade e podem ser utilizados para o manejo de diversas culturas, no entanto, eles apresentam elevado gradiente textural, o que denota certa susceptibilidade a erosão.

A classe de risco de erosão baixa é a classe de maior representatividade dentro da planície costeira do estado do Piauí. Esta classe ocupa cerca de 31,07% o que corresponde a 290,23km<sup>2</sup> da área de estudo e está relacionada principalmente às unidades geomorfológicas: planície flúvio-marinha, terraços marinhos e planícies lacustres, representadas pela lagoa do portinho, lagoa de Santana e lagoa de sobradinho.

As planícies lacustres representam áreas mais rebaixadas do terreno se comparada à classe anterior e atuam como áreas de acumulação de sedimentos, sendo estes ambientes responsáveis por um importante papel ecológico, atuando como um grande amortecedor energético mostrando-se, portanto, como um ambiente estável a erosão.

As combinações dos processos continentais e marinhos acabam propiciando a formação de um ambiente lamacento, encharcado, úmido, rico em matéria orgânica e com vegetação de mangue, típico das áreas de planície flúvio-marinha (Souza, 2000) o que confere também uma menor suscetibilidade de erosão eólica aos sedimentos.

Segundo Carvalho e Fonte (2007) os ambientes de terraço marinho estão associados a um importante episódio transgressivo do mar, denominado por Martin et al. (1980) de penúltima Transgressão. Segundo os autores, esses terraços apresentam, na superfície, vestígios de cordões litorâneos, remanescentes de antigas cristas de praia, parcialmente retrabalhados pela ação eólica ou semifixados pela vegetação herbáceo-arbustiva de restinga. Ainda de acordo com os autores os solos mais característicos desses sub ambientes são o Neossolos Quartzarênico e o Espodossolo, que são excessivamente drenados, extremamente ácidos e de baixa fertilidade natural.

Vale inferir ainda que boa parte dessa classe de risco de erosão está associada a pequenas áreas das paleodunas, das dunas estabilizadas e da unidade geomorfológica planície e terraços fluviais de acordo com o mapeamento realizado por Sousa (2015). Esse baixo risco nessas áreas se dá por conta da presença da vegetação arbóreo - arbustiva e rasteira presentes na região oeste da área de estudo, grande parte representadas por cajueiros, e por conta também dos diferentes tipos de uso, como os campos abertos localizados principalmente nas unidades de planície e terraços fluviais.

Apesar dos riscos nessas áreas apresentarem um grau de variação baixo, variando de 0,2 a 0,4 a ação humana efetuada na planície costeira do estado do Piauí vem contribuindo bastante para a degradação de alguns desses ambientes, como é o caso da construção de tanques de carcinicultura principalmente próximo das áreas de mangues, na planície dos rios Camurupim e Cardoso.

Atividades como essa, oferecem grande risco à estabilidade bioambiental da zona costeira. Conforme ressalta Vasconcelos (2000) esse tipo de atividade produz riqueza econômica, gera emprego e renda, mas não tem conciliado a alta produtividade com a preservação ambiental. A utilização indiscriminada de áreas de mangue e de zonas inundáveis, como os denominados 'apicuns', além de ilegais, tem provocado forte impacto pela ameaça à estabilidade das espécies costeiras, quando diminuem sensivelmente áreas de berçário de diversas espécies de peixes, moluscos e crustáceos e no caso da área de estudo, se não administrada de forma correta, pode acarretar mudanças no padrão de circulação hídrica do estuário e eutrofização do mesmo, com as descargas dos efluentes dos viveiros sem que haja um tratamento prévio.

As áreas de risco moderado também estão relacionadas às unidades: paleodunas, dunas estabilizadas e planície e terraços fluviais mais localizadas na zona oeste da área de estudo. Essas classes ocupam cerca de 9,93% (87,10 km<sup>2</sup>) da área de estudo e apresentam um grau de erosão mais elevado variando de 0,4 a 0,45 isso devido principalmente a presença de áreas mais declivosas e a presença de áreas sem cobertura vegetal (solo exposto).

A classe de risco alto corresponde a cerca de 119,73 km<sup>2</sup> da área de estudo e está associada principalmente a unidade de planície eólica apresentando uma pequena parte da unidade de planície e terraço fluvial e das paleodunas. Em campo pode-se perceber que boa parte desta classe principalmente a área que compete aos depósitos de deflação eólica, por apresentar campos naturais vem sendo bastante utilizada para a criação da pecuária extensiva. Esta classe, esta predominantemente associada aos Neossolos Quartzarênicos e por ser uma área onde o lençol freático encontra-se muito próximo à superfície terrestre, o pisoteio do gado tende a favorecer mais ainda os processos erosivos.

A classe de risco de erosão muito alto representa 5,89% da área de estudo o que corresponde a 51,70 km<sup>2</sup>. Essa classe está relacionada principalmente às dunas móveis presentes na planície costeira do estado, ao cordão arenoso e a praia. Esta classe apresenta um grau de variação de

erosão que vai de 0,59 a 1 demonstrando a enorme fragilidade desses ambientes em se tratando da erosão eólica e marinha.

De acordo com Costa e Souza (2009) as dunas são sistemas instáveis e ecologicamente frágeis, mesmo quando estabilizadas pela vegetação. No entanto, nos locais sem vegetação, a areia solta não oferece resistência ao vento, a inexistência dessa cobertura vegetal implica em risco de degradação dos solos, fato que amplia a susceptibilidade aos fenômenos morfogenéticos, como o exemplo da deflação eólica, tendo, portanto, uma enorme suscetibilidade a erosão.

Da mesma forma são as praias e o cordão arenoso que por apresentarem sedimentos soltos facilitam a erosão eólica, no entanto, a praia sofre ainda uma ação mais intensa da erosão marinha, sendo, portanto, ambientes extremamente vulneráveis a erosão. Em campo pode-se perceber o processo de “desaparecimento da praia”, por consequência principalmente do processo erosivo, isso devido à baixa capacidade dos principais rios que drenam a planície costeira do estado do Piauí (com exceção do rio Parnaíba) de carrear sedimentos de volta para a linha de costa.

A erosão marinha na planície costeira do estado do Piauí acaba afetando algumas praias com maior intensidade, isso devido à falta de sedimentos como é o caso da praia de Macapá, onde, barreiras de proteção de maneira artesanal foram feitas por “barraqueiros” no intuito de conter o avanço do mar e conseqüentemente a erosão marinha, que conforme mostra as imagens já trouxeram bastante prejuízos.

Paula (2013) ao estudar a dinâmica morfológica da planície costeira do estado do Piauí destaca que diversas atividades como a realização da atividade portuária, a urbanização e a execução de atividades relacionadas ao lazer, têm competido com as suscetibilidades naturais da área no tocante à erosão costeira. A planície costeira do Piauí ressalta o autor, apresenta elevado indicativo quanto aos processos de migração de sedimentos e a processos de erosão e remodelagem costeira.

A ação antrópica através da retirada de materiais sedimentares para construção civil ainda segundo Paula (2013) acabam comprometendo a zona costeira e trazendo sérios prejuízos a mesma, com destaque principalmente na praia da Pedra do Sal, localizada no município de Ilha Grande-PI com prejuízo sobre as estruturas costeiras; reabilitação de praias e interferências significativas na alimentação sedimentar da localidade de Coqueiro (Luís Correia-PI) bem como o processos de requalificação de trechos do litoral como ocorre na Praia de Atalaia.

Dessa maneira, pode-se inferir que, a soma de fatores de ocupação indevida do solo, construção sobre as dunas e sobre a zona de forte atuação dos ventos e das ondas vem desencadeando mudanças significativas no regime costeiro local da planície costeira do estado do Piauí e como resposta a isso, vem se observando o avanço do mar sobre as ruas e construções praianas com visíveis processos destrutivos.

## CONCLUSÃO

Foram mapeadas seis classes de risco de erosão para a Planície costeira do estado, com riscos variando de muito baixo a risco muito alto de erosão. O uso das ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto auxiliaram de maneira satisfatória no mapeamento das áreas de risco de erosão da planície costeira do estado.

A classificação quanto ao risco de erosão (Muito baixo, baixo, médio, alto e altíssimo risco) não indica necessariamente uma reordenação no uso do solo, mas sim, uma orientação de áreas

prioritárias para ações de conscientização, fiscalização e assistência técnica. Desse modo, os resultados da pesquisa poderão auxiliar pesquisadores e técnicos de órgãos públicos no planejamento de uso do solo e adoção de práticas conservacionistas na zona costeira piauiense. O mapa de suscetibilidade à erosão pode ser aplicado ao planejamento agrícola e ambiental na área.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Maria da Assunção. Depósitos do pleistocénico superior e do holocénico na plataforma litoral da região do Porto: a morfologia das plataformas de erosão marinha e a tectónica recente. **Revista Estudos do quaternário**. Portugal, n.º 5, 2008, p. 17-30.

BAPTISTA, E.M.C. **Caracterização e importância ecológica e econômica dos recifes da zona costeira do Estado do Piauí**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2004, 289 f.

BARROS, Sergio R. S, WASSERMAN, Julio Cesar , LIMA, Gilson B. A. Risco Ambiental na zona costeira: uma proposta interdisciplinar de gestão participativa para os Planos de Controle a Emergências dos portos brasileiros. **Revista da Gestão Costeira Integrada** 10(2):217-227 (2010).

BASTOS, Rafaella Brasil, FEITOSA, Fernando Antônio do Nascimento, KOENING, Maria Luise, Machado, Raquel Corrêia de Assis, Muniz, Kátia. Caracterização de uma zona costeira tropical (ipojuca-pernambuco-brasil): produtividade fitoplanctônica e outras variáveis ambientais. **Brazilian journal of aquatic science and technology**. v.15, Nº1, 2011.

BRASIL. Ministério do Exército – Diretoria do Serviço Geográfico. Região Nordeste do Brasil. **Folha SA 24 Y-A –V Bitupitá**. [S.I.]: SUDENE/DSG, 1972. Escala: 1: 100.000.

BRASIL. Ministério do Exército – Diretoria do Serviço Geográfico. Região Nordeste do Brasil. **Folha SA 24 Y-A-IV Parnaíba**. [S.I.]: SUDENE/DSG, 1972. Escala: 1: 100.000.

CABRAL, Léya. J. R. S.; VALLADARES, G. S. Potencialidade agrícola dos solos litorâneos do estado do Piauí. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2015, Natal/ RN. **Anais...do XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 2015.

CAMPOS, Alberto Alves ... [et al.]. **A Zona Costeira do Ceará: Diagnóstico para a Gestão Integrada** – Fortaleza: AQUASIS, 2003.

CARVALHO, Márcia Eliane Silva; FONTES, Arasy Losano. A Carcinicultura no Espaço Litorâneo Sergipano. **Revista da Fapese**, v.3, n. 1, p. 87-112, jan./jun. 2007.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra et al. **Manual de desastres**. vol. 1. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2007.

CAVALCANTI, A.P.B. Análise Integrada das Unidades Paisagísticas na Planície Deltaica do rio Parnaíba – Piauí/Maranhão. Mercator - **Revista de Geografia da UFC**, ano 03, número 06, 2004.

COSTA, J. J.; SOUZA, R. M. Paisagem costeira e derivações antropogênicas em sistemas dunares. **Scientia Plena**, Sergipe, v. 5, n. 10, p. 105-403, 2009.

FUNDAÇÃO CENTRO DE PESQUISAS ECONÔMICAS E SOCIAIS DO PIAUÍ – FUNDAÇÃO CEPRO. 1990. **Atlas do Estado do Piauí**. Rio de Janeiro: IBGE. 26p.

LIMA, A. M. ; VALLADARES, G. S. ; AMORIM, João Victor Alves ; FROTA, Jéssica Cristina Oliveira . **Riscos Associados a Solos do Delta do Parnaíba, Piauí**. In: V congresso Brasileiro de Educação ambiental aplicada e gestão ambiental, 2016.

MAIA, L. P., MORAIS, Jader Onofre de. Aspectos históricos e evolução a médio prazo da costa de Fortaleza. In: I Simpósio de Processos Sedimentares e Problemas Ambientais na Zona Costeira Nordeste do Brasil, 1995, Recife-PE. **Anais do I Simpósio de Processos Sedimentares e Problemas Ambientais na Zona Costeira Nordeste do Brasil, 1995**.

MAIA, L. P. **Procesos costeros y balance sedimentario a lo largo de Fortaleza (NE-Brasil): Implicaciones para una gestión adecuada de la zona litoral**. Tese de Doutorado. Universidade de Barcelona. 256p, 1998.

MARTIN, Louis; SUGUIO, Kenitiro.; FLEXOR, João M. et.al. Le quaternaire Marin brésilien (litoral pauliste, sud fluminense et bahianais). Paris: Cah. ORSTOM, v.11, n.1, 1980. p. 96-125.

MUEHE, D. Geomorfologia Costeira. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.) **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos**. 5 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

MMA - Ministério do Meio Ambiente (2008a) – **Documento Síntese sobre o I Simpósio Nacional sobre Erosão Costeira**. MMA, 25p. Brasília, DF, Brasil.

MORAIS, J.O. de. Processos e Impactos Ambientais em Zonas Costeiras. **Revista de Geologia da UFC**, Fortaleza – CE, v.9, p. 141-292, 1996.

*NEVES, Claudio Freitas; MUEHE, Dieter*. Vulnerabilidade, impactos e adaptação a mudanças do clima: a zona costeira. **Revista Parcerias Estratégicas**, Vol. 13, Nº 27, 2008.

PAULA, Jorge Eduardo de Abreu. **Dinâmica morfológica da planície costeira do estado do Piauí: evolução, comportamento dos processos costeiros e a variação da linha de costa**. 249f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Fortaleza- Ceará, 2013.

PINHEIRO, L. S. **Compatibilização dos processos morfodinâmicos e hidrodinâmicos com o uso e ocupação da praia da Caponga, Cascavel-CE**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Ceará, 180 p., 2000.

SANTOS, A. R., PRANDINI, F.L. OLIVEIRA A.M.S. Limites ambientais do desenvolvimento: geociências aplicadas, uma abordagem tecnológica da biosfera. **Public. da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE)**, 20 p. 1990.

SOUSA, Roneide dos Santos. **Planície Costeira do Estado do Piauí: mapeamento das unidades de paisagem, uso e cobertura da terra e vulnerabilidade ambiental.** 138f. (Mestrado em Geografia – Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal do Piauí), Teresina, 2015.

SUGUIO, K. Dicionário de Geologia Sedimentar e áreas afins. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, p. 222, 1998.

VALLE, A. S. **As obras de proteção e de reconstituição das praias de Espinho** (Tema IV)", in Recursos Hídricos, vol.9, nº3, 1989. p. 57-67.

VASCONCELOS, Fábio Perdigão. **TURISMO, METRÓPOLE E MEIO AMBIENTE: conhecimento, riscos e decisões.** INSTITUTO SUPERIOR E CENTRO EDUCACIONAL LUTERANO BOM JESUS/IELUSC, Joinville-SC, 2000.

VASCONCELOS, R.G.F. **Estudo do fenômeno da erosão marinha na praia de Icarai no município de Caucaia - Ceará.** Monografia apresentada ao curso de Especialização em Segurança Pública e Defesa Civil. 2010, 61f.

## A IMPORTÂNCIA DA RADIAÇÃO NOS ESTUDOS DE CONFORTO TÉRMICO HUMANO NO SEMIÁRIDO E O USO DE TERMÔMETROS DE GLOBO PARA SUA MENSURAÇÃO

Flávia Ingrid Bezerra Paiva Gomes  
Paulo Ricardo Barboza Gomes

### INTRODUÇÃO

Na composição espectral, a radiação da faixa visível apresenta cerca de 45% desta composição e a radiação infravermelha representa 46%. Os outros 9% são compostos da radiação ultravioleta. A radiação solar que incide no topo da atmosfera é variável e depende de três fatores: do período do ano, da hora do dia e da latitude. A radiação infravermelha ou termal é emitida por todos os corpos aquecidos pela radiação solar. A emissividade destes corpos, (radiação absorvida e transformada em calor), é liberada em onda longa. A atmosfera e a superfície terrestre também absorvem parte da radiação de ondas curtas e emitem radiação termal (ALVES, 2011).

A temperatura do ar, a umidade relativa, a velocidade do vento e a radiação são alguns dos fatores, segundo Epstein e Moran (2006), que causam estresse térmico. No meio externo, a temperatura média da pele é altamente correlacionada com a temperatura do ar e a radiação solar em conjunto, explicando cerca de 68% de sua variação (BLAZEJCZYK; NILSSON; HOLMÉR, 1993).

A radiação é considerada a principal forma de perda ou ganho de calor (60%), por isso, a temperatura radiante média é tida por diversos autores, como o parâmetro meteorológico que mais afeta o equilíbrio térmico humano durante condições ensolaradas (GIVONI, 1976; OLGAY, 1992; BLAZEJCZYK; NILSSON; HOLMÉR, 1993; ROSSI, 2012). Tal premissa faz desse parâmetro importantíssimo para as verificações de conforto térmico humano em ambientes com altos índices de insolação, como o semiárido.

Hodder e Parsons (2007) constatam que um incremento de  $200\text{W/m}^2$  na intensidade da radiação solar direta é responsável por um aumento superior a  $2^\circ\text{C}$  na temperatura média da pele e, de uma unidade na escala de sensação térmica. Estas alterações são inicializadas logo nos primeiros minutos de exposição, estabilizando-se após 10 a 12 minutos.

Petalas (2015) resumiu a influência dos principais fatores climáticos relacionados ao conforto térmico e suas respostas fisiológicas no organismo humano, em um ambiente quente. Neste resumo esclarece que a temperatura radiante média, quando alta, associada a uma alta velocidade do vento, resulta em uma sensação de maior calor e quando associada a uma baixa umidade do ar, resulta em uma sensação de pele seca. Nesta condição a pulsação (frequência cardíaca) é pouco afetada pela elevação da temperatura dentro de um limiar de baixo estresse térmico, contudo, pode ser bastante afetada quando o balanço térmico encontra-se no seu limite.

O termo temperatura radiante média (TRM) é comumente utilizado para referir-se à componente climática radiação. Ela pode ser definida como a temperatura ambiente de uma circunvizinhança, considerada uniformemente negra para eliminar o efeito de reflexão, com a qual o corpo (comumente um globo negro) troca tanta quantidade de energia quanto a do ambiente atual considerado (Bond & Kelly, 1955; *Apud* Campos, 1986). THORSSON et al.

(2007), tomando como base a ASHRAE (2004) a definem como a temperatura de superfície uniforme de um invólucro imaginário preto ou cinza em que um ocupante trocaria a mesma quantidade de calor radiante, como no espaço real não uniforme e resume a exposição do corpo humano a todos os fluxos de radiação curta e longa (direta, difusa, refletida e emitida) em um determinado ambiente. Eles ainda acrescentam que a temperatura radiante média (TRM) é uma das variáveis mais importantes na avaliação do conforto térmico, especialmente durante condições meteorológicas de tempo quente e ensolarado

Em outras palavras a Temperatura radiante média uma forma metodologicamente definida para mensurar a radiação em um ambiente. A TRM é comumente mensurada através de dois métodos: a partir da temperatura de globo e através de modelos computacionais, tais como RayMan (MATZARAKIS et al., 2007), SOLWEIG (LINDBERG et al., 2008) e ENVI-met (BRUSE, 2011). O uso destes modelos é mais comum em estudos de conforto térmico humano em ambientes urbanos pois necessitam, além de dos dados meteorológicos e geográficos de entrada (como latitude) de dados de morfologia urbana. No trabalho de Petalas (2015) fotografias utilizando a técnica de “olho de peixe” foram realizadas a fim de auxiliar na mensuração da TRM a partir do software Rayman.

A mensuração da intensidade da radiação a partir da medição das variações de temperatura dentro de um globo, sendo posteriormente utilizada uma fórmula matemática para fazer a correlação entre a temperatura do globo e a temperatura radiante média, é a forma mais comum de utilização dessa componente climática em estudos de conforto térmico humano. A referida fórmula será descrita e explorada nos próximos tópicos deste trabalho.

A normativa da ASHRAE Handbook of Fundamentals (ASHRAE, 2001) é uma referência basilar para a determinação da temperatura radiante média a partir de termômetros de globo, indicando, inclusive, os tipos de instrumentos a serem usados para as medições. A medição da temperatura de globo comumente é realizada em campo em experimentos como os das figuras a seguir.

Em um artigo metodológico Gobo e Galvani ordenaram algumas orientações quanto a forma de medição de temperatura de globo para o cálculo da TRM, como a recomendação de um globo de cor cinza médio (1), quando o sensor está exposto à radiação solar direta para melhor concordar com a superfície exterior de pessoas vestidas (ISO 7726, 1998 ; ASHRAE, 2001), e a orientação de que para ser capaz de registrar as variações bruscas na TRM com um termômetro de globo, o sensor precisa ter um tempo de resposta suficientemente curto para alcançar este objetivo e o globo, portanto, deve ser de tamanho pequeno e ter uma baixa capacidade de calor. (NIKOLOPOULOU et al., 1999).

Em muitos trabalhos são utilizados globos metálicos, sendo esta opção de material, inclusive, a mais usada em estações meteorológicas portáteis como a da figura 1. Contudo, mais importante que o material do qual é feito o globo é a sua espessura, que deve ser bastante fina, sendo o ideal menos de 0,4mm, segundo trabalho de avaliação de materiais alternativos para confecção de termômetro de globo de SOUZA *et al.* (2002). O globo acoplado ao termômetro de espeto mostrado na figura 2, por exemplo, é de material plástico e espessura fina. Muitos trabalhos (Nikolopoulou, 1999; Thorsson et al., 2007; Yalia e Johanson, 2013; Johansson et al., 2014) tem utilizado materiais semelhantes, tendo, em especial, ganhado notoriedade a adaptação de bolas de ping pong para esta finalidade.

Figuras 1 e 2: Equipamentos medindo a temperatura de globo em ambiente externo, na primeira imagem a partir de uma estação meteorológica e a segunda a partir de um termômetro de espeto acoplado a um globo.



Fontes: fig.1 - Gobo e Galvani (2016) e fig.2 – Acervo do Autores.

Como já explanado, os valores mensurados de temperatura de globo serão utilizados para calcular a temperatura radiante média através de uma fórmula. Nesta fórmula outras variáveis são necessárias, sendo uma delas a emissividade do material do globo. Neste caso, essa variável poderia ser alterada ao se utilizar um globo com material diferente do metálico, contudo, diversos trabalhos (Hirashima e Assis, 2011; Silva e Alvarez, 2015; Fernandes e Masiero, 2018) mesmo usando globos plásticos, mantém o mesmo valor de emissividade de globos metálicos, a saber, 0,9 para globos pintados na cor cinza e 0,95 para globos pintados na cor preta (indicados para estudos em áreas internas ou com a radiação incidindo de forma indireta, comumente vinculados à Arquitetura).

Sobre o uso da radiação como um componente de análise em trabalhos de conforto térmico humano a mesma vem sendo considerada como uma variável importante para as análises desde meados do século XX.

Missenard (1948), por exemplo, desenvolveu o índice de conforto Temperatura Resultante (RT), quando incluiu os efeitos da umidade e movimento do ar em pesquisas com indivíduos com e sem vestimenta. De acordo com Araújo (1996), a primeira definição prática deste índice foi a de que a temperatura de globo reproduzia o comportamento de um corpo humano.

Outra importante contribuição de Missenard deu-se ainda antes, em 1935, quando demonstrou que os coeficientes de transmissão por radiação e convecção do corpo humano são os mesmos para o diâmetro de 90mm do termômetro de globo (para o ar parado). Posteriormente que

tamanho menores de globo favoreciam a observação mais rápida de variações da radiação, o que se revelou importante para estudos de variação de conforto térmico humano e correlação de índices de conforto com respostas subjetivas de indivíduos a diferentes situações meteorológicas.

Tais premissas chegaram ao Brasil. O índice de bulbo úmido e termômetro de globo (Yaglou e Minard, 1957), também chamado IBUTG - que inclui os efeitos da radiação, temperatura do ar, umidade e velocidade do vento, foi adotado pela NR15 do Ministério do Trabalho no Brasil, para avaliação de ambientes de trabalho.

Vários trabalhos foram realizados no Brasil enfatizando a importância da componente radiação no conforto térmico humano. Funari (1995), por exemplo, estudou os efeitos da ocorrência do eclipse total do Sol (novembro de 1994), no conforto térmico; o estudo demonstrou que houve significativa variação do índice de conforto se comparado ao dia anterior ao eclipse – sendo considerados os mesmos horários e tipo predominante de tempo - ; tal fato é associado à queda da radiação solar direta, com o correspondente declínio da temperatura do ar e aumento da umidade relativa. Observe-se que tal influência foi identificada mesmo em médias latitudes, visto que o estudo se deu em Chapecó (SC).

Apesar disto percebe-se uma clara tendência de uso, no Brasil, de índices de conforto que utilizam apenas as componentes mais elementares para o conforto térmico humano: temperatura e umidade relativa do ar, em especial por serem de aplicação mais fácil, tendo em vista estes dados serem amplamente captados e disponibilizados em estações meteorológicas.(2)

Quanto a esta tendência Epstein e Moran (2006) ao analisarem alguns índices, dividem os mesmos em três grupos: 1 – racionais e 2 - empíricos (com aplicação de variáveis ambientais e fisiológicas, mais complexos, portanto) e 3 – simples, calculados através de variáveis climáticas básicas, como temperatura e umidade relativa do ar. Após o estudo sugerem a adoção do Discomfort Index (DI), desenvolvido por Thom (1959) para estudos de estresse para o calor. De fato, este índice de conforto também chamado de IDT (Índice de Desconforto de Thom) ou simplesmente de ID (Índice de desconforto) é um dos mais utilizados no país.

Essa tendência de utilização de índices mais simples acaba por diminuir consideravelmente os trabalhos que analisam a componente climática radiação no conforto térmico humano, pelo menos em análises em áreas externas ligadas à ciência Geográfica. Trabalhos em áreas internas, comumente ligados à Arquitetura, tem essa variável bem mais presente em suas análises. Tal fato é curioso, visto que a radiação tem, obviamente, uma influência no conforto térmico bem maior no conforto térmico externo, visto a ocorrência da radiação solar direta. Apesar disto, e por isso mesmo, tais trabalhos da arquitetura ajudam a reforçar a importância da análise desta componente nos estudos de conforto em ambientes externos.

Com relação a estudos de conforto térmico no semiárido que contemplem a variável climática radiação (ou TRM) em suas análises percebe-se uma baixa prevalência dos mesmos em relação a estudos que não analisam esta componente.

Em trabalho de revisão bibliográfica sobre os principais índices de conforto térmico humano utilizados na região semiárida Gomes e Zanella (2023) identificaram que menos de vinte por cento dos trabalhos utilizam em suas análises índices que usam a radiação (TRM ou outra forma de mensuração) como uma das variáveis de cálculo; o que é problemático, segundo as autoras, tendo em vista as características naturais da região de intensa radiação solar, ou, nas palavras das mesmas “a partir das próprias características climáticas do semiárido destacamos a

importância do uso de índices que levem em conta a radiação (como o WBGT, UTCI e outros índices analíticos) em estudos na região.”

As características regionais do semiárido de elevadas taxas de insolação e altas temperaturas são decorrência da sua posição latitudinal já que a região é submetida a forte radiação solar durante o ano todo. Assim, a maior parte do Nordeste apresenta temperaturas médias anuais que variam entre 26 e 28° C. Apenas áreas situadas em altitude mais elevadas apresentam médias inferiores a 26° C. (ZANELLA, 2014).

Tais valores médios podem ser alcançados pois, conforme Santos (2009, p. 15), em alguns lugares no semiárido, nos dias de maiores insolações, a temperatura pode ultrapassar os 45 ° C. Além disto, a região apresenta baixa amplitude térmica anual que varia de 5 ° C a menos de 2 ° C, do sul da Bahia ao litoral setentrional (NIMER, 1989). Sabe-se, contudo, que a amplitude térmica diária é considerável, ultrapassando facilmente os 10 ° C.

A precipitação média anual na região semiárida brasileira gira em torno de 750 mm (MARENCO *et al.*, 2011). Em algumas áreas a precipitação média não ultrapassa os 400 mm anuais. A evapotranspiração potencial média pode chegar a 2.500 mm ano, gerando elevados déficits hídricos (MONTENGRO e MONTENEGRO, 2012). Tal fato se dá em decorrência das elevadas taxas de insolação, elevadas temperaturas e baixas amplitudes térmicas anuais, com totais pluviométricos baixos e altamente variáveis no tempo e no espaço. (ZANELLA, 2014).

Sobre a pluviometria da região e a nomenclatura semiárido, Gomes e Zanella (2023), em artigo bibliográfico sobre a região, esclarecem que a nomenclatura semiárido é encontrada em diversas classificações climáticas e a região delimitada como semiárida no Brasil não necessariamente corresponderia a um tipo semiárido em uma classificação climática qualquer. Dependendo da metodologia adotada pela classificação climática a região reconhecida pelos órgãos estatais como semiárido pode apresentar desde condições subúmidas, até núcleos áridos, como tem sido reportado na imprensa nacional nos últimos meses.

No semiárido, em especial durante a estação seca (no norte de região entre os meses de agosto a dezembro), uma conjuntura meteorológica bastante comum é: temperatura radiante média alta, temperatura do ar alta, baixa umidade relativa do ar e alta velocidade do vento.

O objetivo deste trabalho foi realizar análise bibliográfica do uso da variável climática radiação solar dentro da perspectiva dos estudos de conforto térmico humano no Brasil e no semiárido e levantar orientações metodológicas de sua principal forma de mensuração: termômetros de globo e fórmula de temperatura radiante média. Para tanto realizou-se ainda uma exploração teórica da fórmula da TRM a fim de investigar orientações metodológicas adicionais para o uso dessa metodologia de mensuração da radiação.

## MATERIAL E MÉTODO

A metodologia utilizada neste trabalho tem duas bases de análise, a primeira é um levantamento bibliográfico exploratório e livre sobre a temática; a segunda é uma exploração teórica de resultados possíveis encontrados para a temperatura radiante média utilizando-se a equação abaixo e dependente, portanto, da temperatura de termômetro de globo.

Na segunda abordagem, exploratória e teórica, foi utilizado o *software* Matlab R2022a para a realização dos cálculos e exportação de gráficos. Nesta abordagem buscou-se analisar a

dependência dos valores de TRM calculados pela fórmula abaixo em relação à velocidade do vento, mantendo-se, para tanto as outras variáveis constantes.

$$Trm = \left[ (T_g + 273)^4 + \frac{1,1 \cdot 10^8 \cdot V^{0,6}}{\varepsilon_g \cdot D^{0,4}} (T_g - T_a) \right]^{\frac{1}{4}} - 273$$

Em que:

$T_{rm}$ : Temperatura radiante média (°C);

$T_g$ : Temperatura de globo (°C);

$T_a$ : Temperatura do ar (°C);

$V$ : Velocidade do vento (m/s);

$\varepsilon_g$ : Emissividade do globo;

$D$ : Diâmetro do globo (m).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O viés bibliográfico dessa análise resultou em duas conclusões principais. A primeira é que apesar da radiação ser uma componente climática cuja influência no conforto térmico humano seja bem documentada dentro da evolução os estudos de conforto no século XX, a mesma não é inserida na maioria dos estudos de conforto térmico humano no Brasil, estando aqui incluídos os estudos de conforto térmico no semiárido.

Nos índices de conforto que inserem a componente radiação entre suas variáveis a forma mais usual é através da Temperatura Radiante Média, temos exemplos em UTCI (3), PET(4) e SET(5); há ainda o WBTG(6) que utiliza diretamente a temperatura de globo.

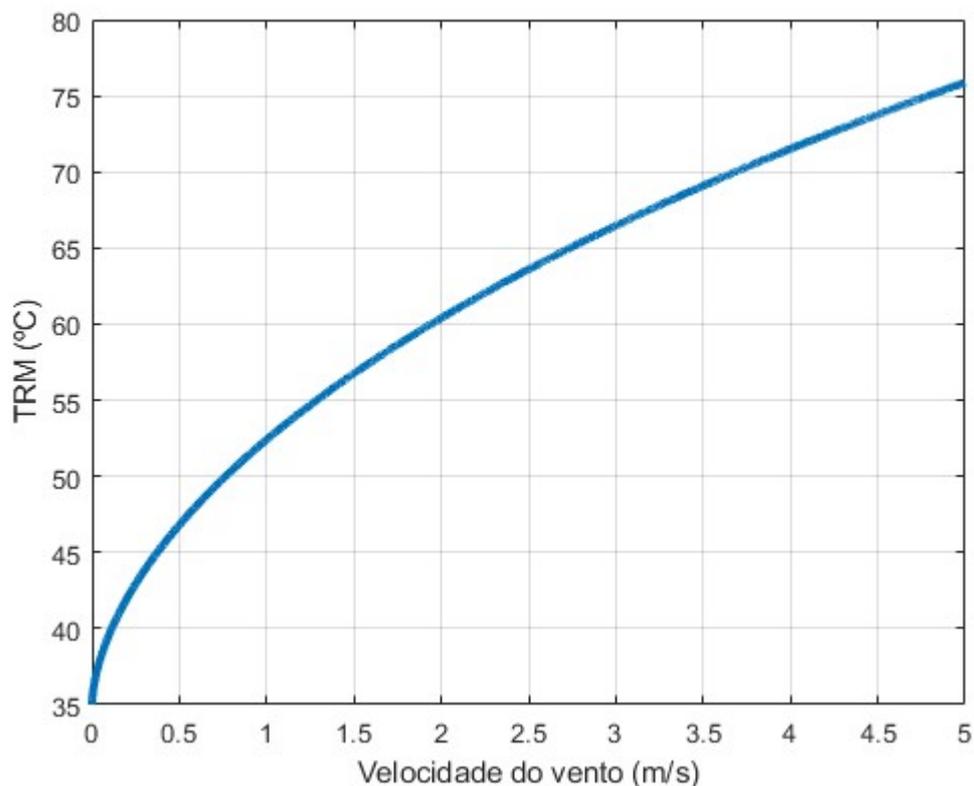
A segunda conclusão do viés bibliográfico desta análise é que a forma mais usual de mensuração da radiação em índices de conforto é via TRM, calculada a partir de termômetros de globo. Tal mensuração, para ser eficaz, exige alguns cuidados metodológicos que nem sempre estão sistematizados e expostos nos trabalhos que a utilizam.

Assim, procedemos a ordenação das seguintes orientações metodológicas para mensuração de TRM a partir de termômetros de globo: 1 – tempo necessário de ao menos 20 minutos de ajuste do termômetro de globo antes da primeira leitura (HIRASHIMA E ASSIS, 2011); 2 - diâmetro do globo, sendo quanto menor, mais sensível às variações de radiação (HIRASHIMA E ASSIS, 2011), 3 - cor do globo, que deve ser cinza médio para estudos em ambientes externos (ISO 7726, 1998) e negro para estudos em áreas internas, 4 - material do globo, sendo aceitáveis metal ou plástico desde que de fina espessura - ideal menos de 0,4mm – (SOUZA *et al.*, 2002) ; 5 - emissividade do material, valor que é exigido na fórmula da TRM e que costuma nos trabalhos com globo negro ser 0,95 e nos com globo cinza 0,9 (ASHRAE, 1997).

Observou-se, a partir da sistematização bibliográfica realizada e acima apresentada, que não existiam orientações metodológicas no uso da fórmula da TRM para intervalos limítrofes aceitáveis das variáveis da fórmula. A partir, então, de exploração livre e teórica da fórmula buscou-se analisar o resultado de TRM com diferentes condições de velocidade do vento (mantendo-se para isto as outras componentes da fórmula constantes).

A exploração foi feita com a velocidade do vento variando a partir de 0 até 5m/s e os resultados obtidos foram ordenados no gráfico a seguir.

**Figura 3:** Gráfico com resultados de TRM para diferentes condições de velocidade do vento.



**Fonte:** elaborado pelos autores.

A partir da análise da fórmula e do gráfico de resultados observou-se que em situações de total calmaria (quando a velocidade do vento é nula) o comportamento da fórmula não segue o padrão observado quando os valores são diferentes de zero, tendo uma tendência a superestimar o fator de arrefecimento do vento e de fazer a TRM tender ao mesmo valor da Temperatura de Globo, o que desconsideraria toda a perda de calor do globo para o ambiente, que ocorre, mesmo em uma situação de total calmaria.

## CONCLUSÃO

A partir do que foi verificado na exploração teórica da fórmula da TRM e exposto acima acrescentamos às orientações metodológicas previamente sistematizadas e expostas nos resultados à conclusão de que a TRM não deve ser calculada a partir da temperatura de termômetro de globo com o valor zero para velocidade do vento em situação de total calmaria.

Recomendamos, nestas condições meteorológicas, que seja considerado um valor de velocidade do vento de 0,1 m/s. Tal recomendação fundamenta-se no fato de que situações de total calmaria de ventos são meteorologicamente raras, pontuais e intercaladas com condições de velocidade do vento maiores (ainda que baixas). Salienta-se que dependendo da orientação metodológica para aferição desta velocidade do vento os valores já não tenderiam a zero mesmo em situações de calmaria, se fossem consideradas as velocidades do vento médias em um intervalo de tempo aceitável para que as rajadas de brisa suave fossem percebidas (vide THORSSON *et al.*, 2007).

### Notas:

- (1) Em diversos estudos de mensuração da TRM a partir de termômetros de globo, a cor utilizada para o globo é a preta, sendo inclusive o termo “globo negro” bastante comum nessa área. Contudo diversos estudos em ambientes externos concluíram que o globo negro superestimaria a TRM e um globo pintado na cor cinza médio estaria mais próximo da cor de albedo médio de uma pessoa vestida. Assim, ainda que trabalhos em áreas internas (comumente ligados à arquitetura) ainda utilizem o globo negro, em trabalhos em áreas externas ele deve ser pintado na cor cinza.
- (2) Estações meteorológicas mais completas também disponibilizam dados de radiação, contudo, normalmente em W/m<sup>2</sup>, e não em graus, como a Temperatura Média Radiante, que é variável de entrada para índices de conforto térmico. A correlação entre essas informações é possível, mas não é facilmente encontrada em trabalhos acadêmicos.
- (3) Índice Climático Térmico Universal. Vide Broede *et al.* (2010)
- (4) Temperatura Fisiológica Equivalente. Vide Höpfe (1999).
- (5) Temperatura Efetiva Padrão. Vide Gagge *et al.* (1986).
- (6) Mesmo IBUTG, já referenciado neste trabalho em tópico anterior

### REFERÊNCIAS

- ALVES, R. R. Métodos de avaliação do conforto térmico humano. **Monografia**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.
- ARAÚJO, V.M.D.A. Parâmetros de conforto térmico para usuários de edificações escolares no litoral nordestino brasileiro. São Paulo, **Tese de Doutorado** - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 1996.
- ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineering. **Handbook of fundamentals: physiological principles, comfort, health**. New York, 1997.
- ASHRAE. **Handbook of Fundamentals**. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers Inc., Atlanta. 2001.
- ANSI/ASHRAE Standard 55.; Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta: American society of heating, refrigerating, and air-conditioning engineers. 2004.
- BLAZEJCZYK, K.; NILSSON, H.; HOLMÉR, I. Solar heat load on man: review of different methods of estimation. **International Journal of Biometeorology**, v. 37, n. 3, p. 125-132, Sept. 1993
- BOND, T.E.; KELLY, C.F. The globe thermometer in agricultural research. **Agricultural Engineering**, California, v.36, n.5, p.251-255, Apr. 1955.

BRÖDE, P.; JENDRITZKY, G.; FIALA, D.; HAVENITH, G. The Universal Thermal Climate Index UTCI in operational use. In: Conference: adapting to change: new thinking on comfort cumberland lodge, 2010, Windsor, UK. Proceedings... London: Network for Comfort and Energy Use in Buildings, 2010.

BRUSE, M.; ENVI-met homepage. Disponível em <http://www.envi-met.com>. Acessado em 30 de Janeiro de 2024.

CAMPOS, A.T. Determinação dos índices de conforto térmico e da carga térmica de radiação em quatro tipos de galpões, em condições de verão para Viçosa - M.G. 1986. 66 f.

**Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

EPSTEIN, Y.; MORAN, D. S. Thermal comfort and the heat stress indices. **Industrial Health**, v. 44, n. 3, p. 388-398, 2006.

FERNANDES, M. E; MASIEIRO, E. Influência da morfologia urbana sobre o conforto térmico humano em um recorte urbano da cidade de São Carlos-SP. **Anais do 8º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável (PLURIS)**. Coimbra, 2018.

FUNARI, F. L. Observações meteorológicas durante o eclipse total do Sol de 03 de novembro de 1994, em Chapecó-SC. **REA – Rede de Astronomia Observacional – Reporte num.07**, p.7-13, 1995.

GAGGE, AP; FOBELETS, AP; BERGLUND, LG. "A standard predictive index of human response to the thermal environment". **ASHRAE Transactions** (2nd ed.). 92: 709–31. 1986.

GOBO, J. P. A; GALVANI, E. Referencial técnico e teórico-metodológico aplicado a estudos de conforto humano em ambientes externos. **Revista de Geografia** (Recife) V. 33, No. 4, 2016.

GOMES, F. I. B. P; ZANELLA, M. E. Análise sobre os índices de conforto térmico humano mais utilizados no semiárido brasileiro. **Anais do XV SBCG. 2023**. Guarapuava-PR.

GOMES, F. I. B. P; ZANELLA, M. E. Histórico, causas e características da semiaridez do Nordeste do Brasil. **Geografares**, [S. l.], v. 3, n. 37, p. 209–233, 2023.  
DOI:10.47456/geo.v3i37.41515. Acesso em: 30 jan. 2024.

HIRASHIMA, S. Q. S.; ASSIS, E. S. Confecção e aferição de termômetro de globo e abrigo meteorológico para medição de variáveis climáticas em ambientes externos. **Anais do XI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído - ENCAC**, Búzios, RJ, 10 f., 2011.

HÖPPE, P. R. The Physiological Equivalent Temperature: a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. **International Journal of Biometeorology**, Dordrecht, v. 43, p. 71-75, 1999.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). Thermal Environments-Instruments and methods for measuring physical quantities. ISO 7726. Geneva, 1998.

- JOHANSSON, E. THORSSON, S. EMMANUEL, R & KRÜGER, E. 'Instruments and methods in outdoor thermal comfort studies – the need for standardization', **Urban Climate**, vol. 10, no. Part 2, pp. 346–366. 2014.
- LINDBERG, F.; HOLMER, B.; THORSSON, S.; SOLWEIG 1.0 – Modelling spatial variations of 3D radiant fluxes and mean radiant temperature in complex urban settings. **International Journal of Biometeorology**, 52(7), 697–713. 2008.
- MARENGO, J.A., ALVES, L.M., BESERRA, E.A., LACERDA, F.F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro, in: **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande, 2011.
- MATZARAKIS, A.; Modelling radiation fluxes in simple and complex environments— Application of the RayMan model. **International Journal of Biometeorology**, 51(4), 323–334. 2007.
- MISSENARD, H. Equivalence thermiques des ambiances, équivalences de passage, équivalences de séjour. **Chaleur et Industrie**. Jul-Aug, 1948.
- MONTENEGRO, A.A.A; MONTENEGRO, S.M.G.L. Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. IN: **Recursos hídricos em regiões semiáridas** / editores, Hans Raj Gheyi, Vital Pedro da Silva Paz, Salomão de Sousa Medeiros, Carlos de Oliveira Galvão - Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012, 258P.
- NIKOLOPOULOU, M.; BAKER, N.; STEEMERS, K.; Improvements to the globe thermometer for outdoor use. **Arch. Sci. Rev.** 42, 27– 34. 1999.
- NIMER, E. Circulação atmosférica do Nordeste e suas consequências: o fenômeno das secas. In: **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.
- NIMER, E. Climatologia da Região Nordeste. In: **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.
- NR 15 – Atividades e Operações Insalubres. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego.
- PETALAS, K. V. **Estudo da sensação térmica e definição de limites de conforto para espaços abertos na cidade de Fortaleza, CE**. Tese (doutorado). Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Saneamento Ambiental, Fortaleza, 2015.
- SANTOS, Juvandi de Sousa. **Ocupação humana, caatinga, paleoambientes e mudanças ambientais nos setores nordestinos**. João Pessoa: JRC Gráfica, 2009.
- SILVA, F. T da; ALVAREZ, C. A de. A correlação entre variáveis climáticas em diferentes configurações urbanas. **Connecting People and Ideas**. Proceedings of EURO ELECS 2015. Guimarães, Portugal . ISBN 978T989T96543T8T9
- SOUZA, C. de F; TINOCO, I. de F. F; BAETA, F. da C; FERREIRA, W. P. M; SILVA, R. S. da. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.26, n.1, p.157-164, jan./fev., 2002.
- THOM, E.C. The discomfort index. **Weatherwise**, Boston, v.12, n.1, p.57-60, 1959.

THORSSON, S., LINDBERG, F., ELIASSON, I., HOLMER, B.; Different methods for estimating the mean radiant temperature in an outdoor urban setting. **International Journal of Climatology**. 27, 1893–1983. 2007.

YAGLOU, C P; MINARD, D. Control of heat casualties at military training centers, **American Medical Association Archives of Industrial Health**. Vol.16, pp 302 – 316, 1957.

YAHIA, M.W.; JOHANSSON, E. Evaluating the behaviour of different thermal indices by investigating various outdoor urban environments in the hot dry city of Damascus, Syria. **International Journal of Biometeorology**. 2013, 57, 615–630.

ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**, 1(36). 2014. P. 126–142.

## AVALIAÇÃO DA ESTIMATIVA DE PERDA DE SOLO NO SEMIÁRIDO SERGIPANO

Éder Guedes Freitas  
Vlândia Pinto Vidal de Oliveira

### INTRODUÇÃO

A erosão pode ser compreendida como o processo de “desagregação e remoção de partículas do solo ou de fragmentos e partículas de rochas pela ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo e/ou organismos” (IPT, 1986, citado por SANTORO, 2009, p. 55) sendo este o principal processo geomorfológico natural responsável pela modelagem da superfície terrestre, produzindo os materiais que serão transportados e depositados ao longo das vertentes (CARMO et al., 2016).

Diversos fatores influenciam na ocorrência do fenômeno, tais como as características morfológicas do terreno (declividade, comprimento e formato da rampa), cobertura vegetal, intensidade pluviométrica e a erodibilidade dos solos, possibilitando definir os locais e os diferentes graus de susceptibilidade à erosão, bem como quantidade e tamanho das partículas do material que pode ser carregado (AYRES, citado por BERTONI; LOMBARDI NETO, idem, p. 62), ou agindo como proteção natural face aos agentes externos (BERTONI; LOMBARDI NETO, idem).

Para Silva et al. (2019), a erosão hídrica é um dos principais problemas ambientais, uma vez que pode causar danos consideráveis aos solos, pela remoção das camadas superficiais dos solos, resultando na diminuição da fertilidade do solo, redução da camada arável e da diversidade e atividade microbiológica do solo, com conseqüente redução do potencial produtivo do solo e aumento nos custos de produção e recuperação dos solos, assumindo grande importância, no contexto da região semiárida brasileira, dada a sua irreversibilidade (SAMPAIO et al., 2005).

Contudo, tais processos têm sido intensificados pela intervenção humana, ocasionando a perda de grande quantidade de solo (SANTORO, 2009), sendo considerado o processo que mais contribui para a degradação das terras produtivas (WEILL; PIRES NETO, 2007). Os processos de degradação dos solos, tem início com o desmatamento e com a substituição da vegetação nativa, favorecendo e acelerando a ocorrência dos processos erosivos, ocasionando a perda de materiais (em especial de nutrientes e de matéria orgânica), desorganizando sua estrutura, levando a degradação deste importante recurso natural (SANTORO, 2009; CARMO et al., 2015).

Nesse contexto, se insere a discussão das questões ambientais na região semiárida brasileira, que, desde o início de sua ocupação, tem sido intensamente modificada pelas atividades humanas (CASTELLETTI et al., 2003; SÁ et al. 2010), sobretudo pela expansão da pecuária, a partir de meados o século XVII, a qual tem contribuído para transformar extensas áreas de caatinga em pastagens (ALVES, 2009; MMA, 2011). O uso indiscriminado dos recursos florestais tem efeitos negativos sobre a estabilidade e a capacidade regenerativa dos solos e da vegetação, prejudicando a regeneração natural e dificultando a permeabilidade dos solos (MMA, 2011, p. 26).

A redução da qualidade ambiental, é o aspecto mais visível do processo de degradação ambiental na região semiárida. Contudo, os efeitos desses processos se fazem sentir nas demais esferas da sociedade impactando diretamente nas esferas social, política e econômica das regiões afetadas por estes processos. A redução da capacidade produtiva está associada (além da perda de camada arável e matéria orgânica), à lixiviação de nutrientes e no ressecamento do perfil do solo que afetam, diretamente, na capacidade produtiva local e, portanto, na distribuição de renda, segurança alimentar, gerando, ainda, custos econômicos para a restauração ou recuperação ambiental.

O semiárido sergipano, de igual modo, é marcado pela degradação de sua cobertura florestal, sendo resultante de vários fatores, dentre os quais se destacam: a disseminação de práticas agrícolas inadequadas, o pastoreio excessivo, o desmatamento, impulsionadas pelas práticas agropecuárias, colocando-se em questão a própria capacidade de uso da terra e dos recursos para a manutenção das atividades produtivas e para a garantia dos serviços ambientais (FERNANDES et. al., 2015).

Segundo Martins et al. (2017), no estado de Sergipe um total de 841,61 km<sup>2</sup> do território já apresenta evidências de degradação, estando estas áreas concentradas nos setores noroeste e sudoeste do estado, equivalendo a 5,14% da área suscetível à desertificação (ASD) do estado. Pode-se relacionar esse quadro observado à intensa modificação nos padrões de uso e ocupação dos solos, com conversão das áreas de caatinga, por áreas de pastagens, ou agricultura, sem as devidas práticas conservacionistas, deixando expostos, os já frágeis solos da região, às intempéries climáticas, possibilitando a ocorrência de processos de degradação.

Nos municípios que compõem a microrregião sergipana do sertão do São Francisco, em análise realizada através de imagens de satélite, verificou-se que cerca de 15,99% da área (aproximadamente 869,70 km<sup>2</sup>) encontrava-se recoberta por vegetação nativa. Quanto à categoria de solo exposto, foi identificada uma área de 314,11 km<sup>2</sup> (cerca de 5,78%). Por fim, as áreas de intervenção antrópica (aqui abrangendo as áreas de vegetação aberta, arbustivas abertas, pastagens e cultivos) compreendeu uma parcela de 4.209,65 km<sup>2</sup>, cerca de 77,42% do território da microrregião.

Avaliar o potencial de perdas de solo possibilita um melhor dimensionamento e ordenamento do uso, centrado no potencial de suporte do solo, conservação do solo e água, além de possibilitar uma melhor compreensão da dinâmica ambiental e a predição de impactos ambientais (XAVIER et al., 2019; SOUSA, PAULA, 2019), podendo ser determinadas de várias formas, desde a adoção de métodos diretos de coleta e avaliação do material erodido, ou métodos indiretos, mediante modelagem matemática (XAVIER et al., *idem*).

Para Lopes et al. (2011), ambos os métodos de análise apresentam vantagens e desvantagens. Para a análise quantitativa, ainda que possibilite a obtenção de valores absolutos e precisos de erosão, exigem maior conhecimento, por parte do usuário, requererem mais informações do que os modelos qualitativos e são mais dispendiosos, do ponto de vista econômico e de tempo, visto que necessitam de avaliação local, para sua análise. Já os métodos qualitativos têm como principal vantagem a facilidade de manipulação dos fatores selecionados e sua posterior combinação, apresentando, contudo, uma aproximação grosseira e generalista dos valores de perda esperados para determinada área.

Um dos métodos, amplamente, utilizados nos estudos de erosão é a Equação Universal de Perda de Solo (EUPS). Este modelo, utiliza dos fatores topográficos (declividade e comprimento de rampa), índices de precipitação, cobertura vegetal e de erodibilidade do solo para predição das

perdas de solo em uma dada área, tendo como principal vantagem viabilizar a estimativa de perdas em áreas extensas (MOURA et al., 2017), sendo um recurso valioso ao planejamento ambiental e à tomada de decisões (JARDIM et al., 2017; SOUSA; PAULA, 2019).

O advento dos SIGs, contribuiu de forma significativa na utilização dos métodos de modelagem, sobretudo da EUPS, ao possibilitar uma maior velocidade e facilitação na análise e predição das perdas por erosão, possibilitar uma melhor análise da distribuição da erosão laminar, além de permitir a análise dos resultados associado-as aos padrões de uso e ocupação das terras e a modelagem do comportamento dos processos erosivos em diferentes cenários (LOPES et al., 2015; SOUSA, PAULA, 2019; XAVIER et al., 2019).

Xavier et al. (*idem*), destacam que, a eficiência e confiabilidade da aplicação do método está condicionado pela confiabilidade dos dados das suas variáveis, uma vez que pequenas variações nos valores adotados para cada indicador, afetam, significativamente o resultado final, tornando a metodologia para a obtenção dos dados mais importante que a própria equação. Diversos trabalhos, que aplicaram a metodologia para predição do potencial de perdas de solo por erosão no semiárido brasileiro, apresentaram diferenças significativas em seus resultados, influenciados, sobretudo, pelos métodos de cálculo utilizados para a obtenção dos valores para as variáveis analisadas.

Contudo, Lopes et al. (2015) e Xavier et al. (*idem*), chamam atenção que a utilização dessa metodologia não deve considerar os valores de perdas de solo como dados reais de erosão, visto que a metodologia tende a superestimar as perdas de solo, e sim serem utilizados para caracterizar, qualitativamente, as áreas quanto a sua, maior ou menor, susceptibilidade à erosão laminar, contribuindo de forma mais significativa para avaliar e identificar as áreas mais degradadas pelo processo.

Diante deste quadro, o presente estudo, propõe-se a avaliar a estimativa de perdas de solo, identificando as áreas com maior suscetibilidade à ocorrência do fenômeno, utilizando, para tal fim, a Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS) em ambiente SIG.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende os municípios componentes da Microrregião sergipana do Sertão do São Francisco – Canindé de São Francisco, Feira Nova, Gararu, Gracho Cardoso, Itabi, Monte Alegre de Sergipe, Nossa Senhora da Glória, Poço Redondo, Porto da Folha, com área de 5.444,31 km<sup>2</sup>, localizada entre as coordenadas 9°27'48,2" S 38°03'52,7" O e 10°23'07,7" S 37°20'36,6" O, distando, aproximadamente, 144 km da capital sergipana.

A geologia da área é composta por rochas da faixa de dobramentos sergipana, representadas por litótipos ígneos e metamórficos, de idade Neoproterozóica a mesoproterozóica e, pontualmente, por litótipos de idade paleozóica e cenozóica, representadas por materiais sedimentares, de composição clástica ou inconsolidada, (CARVALHO; MARTINS, 2017).

O clima é caracterizado como Semiárido, tipo “Bsh”, com precipitações inferiores a 800 mm/ano, com duas estações distintas: uma chuvosa de outono/inverno, entre os meses de março a julho, com duração de 3 a 5 meses, e uma estação seca, com duração de 7 a 9 meses (FERNANDES et al., 2015). As temperaturas médias anuais, apresentam-se elevadas em todos os meses do ano, variando de 25 a 28° C, com os meses de maio a setembro apresentando as menores temperaturas observadas.

O relevo é caracterizado por um modelado suave, marcados por declividades variando de 3 a 20%, as quais representam cerca de 44 e 36,82% do território, respectivamente, e ocorrência de superfícies declivosas, dispersos no território estando associadas aos maciços residuais e as áreas intensamente dissecadas, com declividades apresentando valores superiores a 20% representando cerca de 6,9% (forte onduladas), 0,42% (montanhosas) e 0,02% (escarpadas) do total.

Maior parte do território consiste de áreas com cotas altimétricas variando de 100 a 300 m, que juntas representam 85,6% do total, seguidas das áreas de cotas altimétricas menos expressivas, variando de 0 a 100 metros, que representam cerca de 10,2% do total, já as áreas com maiores cotas altimétricas (> 300 m), perfazem apenas 4,2% da área.

O quadro pedológico é composto por solos, em geral, pouco espessos e pouco desenvolvidos, predominando as classes de neossolos litólicos, planossolos, luvisolos, neossolos regolíticos e argissolos, respectivamente, influenciados pela composição litológica da região, combinada às condições climáticas semiáridas.

Na região predominam dois tipos de vegetação: a Caatinga Hipoxerófila e a Hiperxerófila, estando intimamente associadas ao regime de aridez predominante. Nas áreas com menor déficit hídrico, com até sete meses secos, há ocorrência da caatinga hipoxerófila, e nas demais ocorrem a caatinga hiperxerófila, esta última, restrita aos municípios de Canindé de São Francisco e Porto da Folha, (FRANCO, 1983 citado por GÓIS, 2020).

Para estimar as perdas de solo por erosão, foi utilizada a Equação Universal de Perda de Solos – EUPS, expresso na **Equação 1**.

$$EUPS = R * K * LS * C * P \quad (\text{Eq. 1})$$

Em que: A = perda de solo (ton/ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>); R = erosividade da chuva (MJ/ha<sup>-1</sup> mm h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>); K = erodibilidade do solo [ton/ha<sup>-1</sup> (MJ ha<sup>-1</sup> mm h<sup>-1</sup>)<sup>-1</sup>]; L = comprimento do declive (adimensional); S = grau de declive (adimensional); C = uso e manejo do solo (adimensional); P = práticas conservacionistas (adimensional).

Para a obtenção do fator LS, foram utilizadas imagens do radar ALOS-Palsar, com resolução espacial de 12,5 metros, processadas no software Qgis 3.10.8, sendo realizado o preenchimento de falhas, através do algoritmo *Fill sinks*, após isso, foi utilizado o algoritmo *basic terrain analysis*.

Os valores de erosividade da área em estudo, foram obtidos através da análise de dados pluviométricos de 14 estações – disponíveis Sistema de Informações Hidrológicas (HIDROWEB), da Agência Nacional de Águas (ANA): Capivara II, Delmiro Gouveia, Pão de Açúcar, Piranhas, Santana Do Ipanema, Traipu, Coronel João Sá, Lagoa Preta, Quixaba, Santa Brígida, São Francisco, Camboatã, Capela e Propriá.

A erosividade (R) é um índice numérico que expressa a capacidade da chuva, esperada para uma dada localidade, de causar erosão em uma área sem proteção vegetal, sendo resultante da soma dos valores mensais dos índices de erosão, expressos através da **equação 2**, apresentada por Bertoni; Lombardi Neto (2017).

$$EI = 67,355 * \left(\frac{r^2}{p}\right)^{0,85} \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde, EI = média mensal do índice de erosão, em MJ.mm.ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>; r = precipitação média mensal em milímetros e P = precipitação média anual em milímetros.

A erodibilidade (K), expressa a capacidade de um determinado solo em resistir à atuação dos processos erosivos, estando relacionada tanto às suas características morfológicas, como químicas e biológicas. Para os valores de erodibilidade, foram adotados os intervalos utilizados por Lopes et al. (2011) - Tabela 1.

As informações relativas à cobertura vegetal (fator C), foram obtidas através da utilização de imagens de sensores remotos, do satélite da série Landsat 8 (cena 215/67, data de aquisição 05/12/2017, com resolução espacial de 30 m), por meio do NDVI.

Para a obtenção do NDVI, foi utilizado o software Qgis (versões 2.18.28, *Las Palmas*, e 3.10.8, *A Coruña*), sendo realizados os seguintes procedimentos de Correção radiométrica, conforme descritos por Bezerra et al. (2018),

$$L\lambda = \left( \frac{LMax\lambda - LMin\lambda}{65535} \right) * DN + LMIN\lambda \quad (\text{Eq. 3})$$

Onde  $L\lambda$  é o valor da radiância espectral para a banda,  $LMax\lambda$  e  $LMin\lambda$  são os coeficientes de calibração das respectivas radiâncias espectrais de cada banda (W/m<sup>2</sup>/sr/ m),  $DN$  nível digital do pixel na imagem, que varia de 0 a 65535.

Após isso, foi realizada a reclassificação dos valores obtidos conforme Tabela 1.

**Tabela 1:** Valores adotados para os indicadores

Classe de cobertura	NDVI	C	Solo	K
água	-1 a 0.1	0	Argissolo	0,02
solo nu/área urbana	0.1 a 0.24	1	Luvissolo	0,036
Cultivo	0.24 a 0.275	0,25	Neossolo litólico	0,028
Pastagem	0.275 a 0.32	0,2		
vegetação arbustiva	0.32 a 0.47	0,02	Neossolo regolítico	0,012
vegetação arbustiva-arbórea	0.37 a 0.41	0,01		
vegetação arbórea-arbustiva	0.41 a 0.55	0,01	Planossolo	0,027
vegetação arbórea	> 0.55	0,01		

**Fonte:** Adaptado de Lopes et al. (2011).

Para a geração da carta de perdas de solos da microrregião sergipana do sertão do São Francisco, foram realizadas operações matemáticas, por meio da álgebra de mapas. O produto resultante foi reclassificado em cinco classes de fragilidade, variando de muito baixa a muito alta, tomando como base os valores de perda de solos, estabelecidos na Tabela 3.

Na área, em análise, não foram identificadas a adoção de práticas conservacionistas no manejo dos solos, por esta razão, foi adotado o valor 1 para o fator P no cálculo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A erosividade da chuva (fator R) é um índice numérico que expressa a capacidade da chuva, esperada para uma dada localidade, de causar erosão em uma área sem proteção vegetal

(BERTONI; LOMBARDI NETO, 2017), dependendo de características como tamanho, forma e velocidade terminal das gotas das chuvas ao atingirem o solo.

A distribuição dos valores de erosividade, apresentam relações com as características pluviométricas do território analisado, sofrendo variação, de oeste para leste, da ordem de 2.251 a 4.855,36 MJ.mm/ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> (Figura 1a), influenciadas pela melhoria nas condições pluviométricas. Os valores encontrados neste estudo, foram semelhantes àqueles obtidos por Moura et al. (2017) para a bacia hidrográfica do Rio São Francisco, Moreira et al. (2017) e Xavier et al. (2019) ao estudarem uma região semiárida no estado de Pernambuco, e por Rabelo e Araújo (2019), ao analisarem a erosividade em uma bacia no semiárido paraibano.

Nos municípios de Canindé de São Francisco e, parte dos municípios de, Poço Redondo, Monte Alegre e Nossa Senhora da Glória, foram obtidos os menores valores para o fator R, com totais inferiores a 2.500 MJ.mm/ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. No extremo oposto, os municípios de Feira Nova e partes dos municípios de Gracho Cardoso e Nossa Senhora da Glória, apresentaram totais superiores a 4.000 MJ.mm/ha<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.

Ainda, a variabilidade pluviométrica, típica da região semiárida, faz com que os valores de R variem entre a quadra seca e a chuvosa, conforme destacado por Jardim et al. (2017). Como esperado, os maiores valores de erosividade observados, foram encontrados entre os meses de maio a julho, que compreendem os meses com os maiores totais pluviométricos na região, ao passo que os menores valores foram obtidos entre os meses de setembro a dezembro.

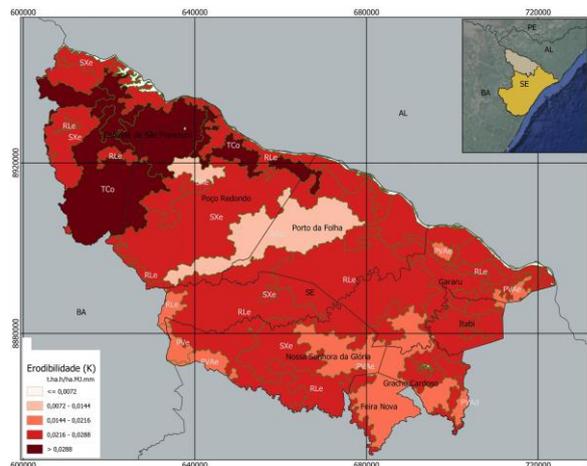
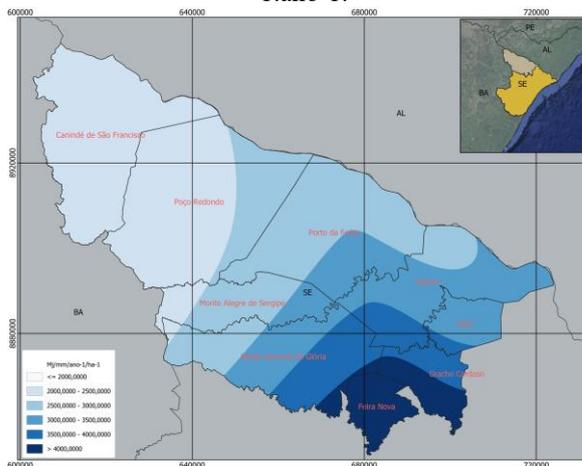
A erodibilidade dos solos (fator K) - Figura 1b, representa a vulnerabilidade do solo aos processos erosivos, apresentando diferentes taxas de perdas as quais são influenciadas por características intrínsecas do próprio solo. Solos com valores de erodibilidade mais altos, sofrerão mais intensamente com os efeitos dos processos erosivos do que um com baixa erodibilidade (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2017).

Na área em análise, cerca de 80,8% do território apresentou altos valores de erodibilidade (> 0,027 t.h.MJ<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>), devido a predominância de solos rasos e pouco desenvolvidos – compostos por Neossolos litólicos (44,49%), luvisolos (16,5%) e planossolos (19,87%), os argissolos, que representaram cerca de 10,84% do território, com valor de erodibilidade de 0,02 t.h.MJ<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>, e os neossolos regolíticos, 7,15%, que apresentaram os menores valores de erodibilidade (0,012 t.h.MJ<sup>-1</sup>.mm<sup>-1</sup>).

**Figura 1:** Plano de informações e valores correspondentes dos indicadores utilizados

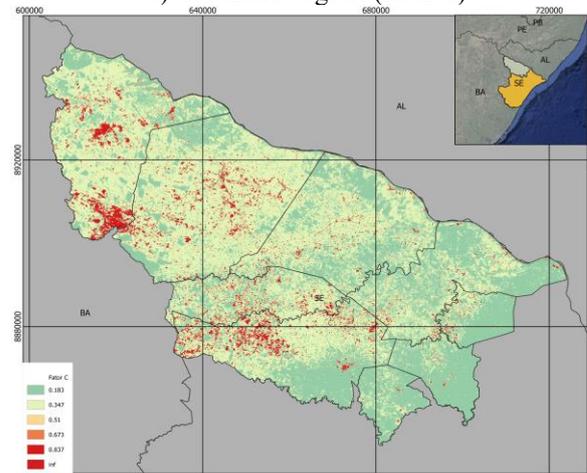
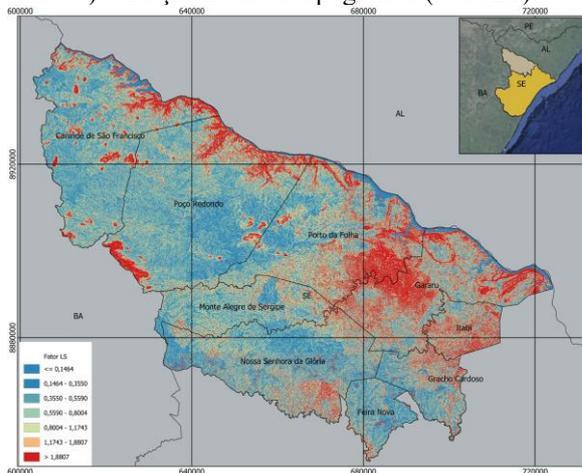
a) Erosividade da área (fator R), em MJ.mm/ha-1.h-1.ano-1.

b) Erodibilidades dos solos (fator K)



c) Variação do fator topográfico (fator LS)

d) Cobertura vegetal (fator C)



Fonte: Organizado pelo autor.

O fator LS, é um fator adimensional, que representa a relação de perdas esperadas de solo por unidade de área, em um declive qualquer, em relação às perdas esperadas em uma vertente de 25 metros de comprimento com declive de 9%. Segundo Bertoni; Lombardi Neto (2017), as características da vertente (sobretudo, pelo comprimento do declive, quanto pelo seu gradiente) influenciam fortemente na intensidade de atuação dos processos erosivos.

Na área em análise, o fator LS variou entre 0,0 à 71,554, com valor médio de 1.017 e desvio-padrão de 1.178 (Figura 1c). No geral, os valores de LS menores que 1 prevaleceram na região, representando mais de 65% do território (3.572,84 km<sup>2</sup>), seguidos pela classe de 1 a 2, que representou 21,48% (1.169,56km<sup>2</sup>), semelhantes àqueles obtidos por Moura et al. (2017).

Observando a distribuição dos valores de LS, verifica-se que os maiores valores esperados estão associadas às áreas mais declivosas, como nos maciços residuais e serras baixas, áreas de relevo ondulado, associadas à regiões de relevo bastante dissecadas, localizadas às margens do Rio São Francisco, bem como no setor mais oriental da microrregião analisada. Tal comportamento foi igualmente verificado nos trabalhos de Brasil et al. (2017) e Xavier et al. (2019), nos quais

os valores relativos ao indicador geomorfológico, os quais variaram conforme as características de declividade e amplitude locais.

De forma a caracterizar as formas de uso e ocupação, foi utilizada cena do satélite Landsat 8, 215/67, datada de 05/12/2017, por apresentar a menor taxa de cobertura por nuvens. Conforme resultados obtidos, verificou-se que cerca de 15,99% da área (aproximadamente 869,70 km<sup>2</sup>) encontrava-se recoberta por vegetação nativa. Quanto à categoria de solo exposto, foi identificada uma área de 314,11 km<sup>2</sup> (cerca de 5,78%). Por fim, as áreas de intervenção antrópica (aqui abrangendo as áreas de vegetação aberta, arbustivas abertas, pastagens e cultivos) compreendeu uma parcela de 4.209,65 km<sup>2</sup>, cerca de 77,42% do território da microrregião - Tabela 2.

**abela 2:** Área por classe de cobertura vegetal

Cobertura Vegetal (expressa em km <sup>2</sup> )							
MUNICÍPIO	Solo Nu/ Área Urbana	Cultivos	Pastagem	Vegetação arbustiva	Vegetação arbustiva-arbórea	Vegetação arbórea-arbustiva	Vegetação arbórea
Canindé de São Francisco	86,19	234,27	365,6	175,1	32,83	12,42	3,12
Feira Nova	1,61	3,56	31,84	73,72	41,71	30,5	0,28
Gararu	13,86	47,29	208,74	224,61	90,2	59,99	3,04
Gracho Cardoso	2,3	5,42	24,21	62,16	48,71	84,91	14,2
Itabi	4,7	12,89	31,71	41,9	30,35	58,09	3,76
Monte Alegre de Sergipe	32,31	92,54	140,21	95,94	19,64	6,04	0,08
Nossa Senhora da Glória	74,5	170,09	224,81	153,69	62,57	67,33	4,66
Poço Redondo	75,06	389,78	501,7	156,66	39,79	38,39	12,78
Porto da Folha	23,58	129,09	352,64	259,48	75,64	27,33	1,34
TOTAL	314,11	1084,93	1881,46	1243,26	441,44	385	43,26

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

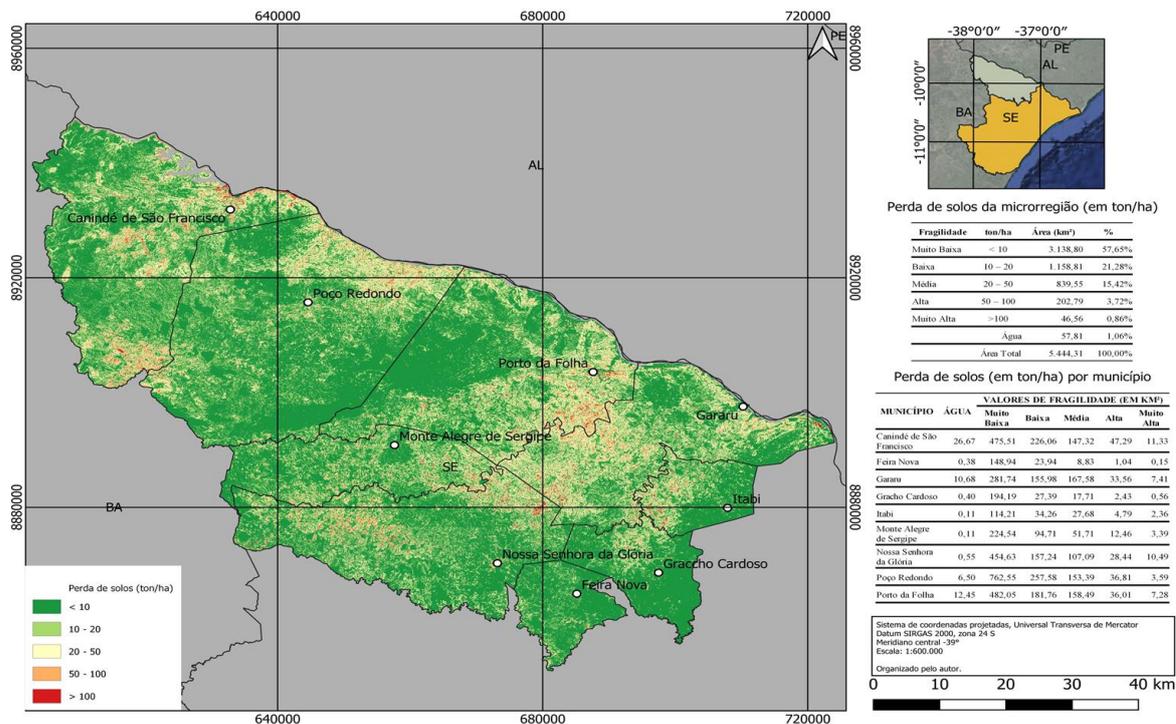
Os valores obtidos, neste estudo, divergiram significativamente daqueles apresentados por Moura et al. (2017), que observaram uma variação da ordem de 63,64 ton/ha.ano de estimativa de perda de solo. Tal diferença entre os resultados, pode ser explicada pela diferença nos valores adotados, para o fator CP, sobretudo, para as tipologias cultivos e áreas de pastagem. Contudo, no que diz respeito à distribuição das classes por perdas, foram encontrados resultados similares, com as áreas de menor potencial erosivo compreendendo maior parcela e as áreas de maior potencial, às menores.

Como resultado do cruzamento dos indicadores utilizados, foi obtido arquivo *raster*, com os valores de perdas de solo, esperados para a área - Figura 2. Na área, em estudo, foram observados uma amplitude nos valores de perdas de solos de 0 a 300 ton/ha, com valor médio de 13,93 ton/ha. Em 57,65% do território analisado predominaram perdas inferiores a 10 ton/ha/ano, seguidos pelas perdas de 10 a 20 ton/ha/ano (21,28%), 20 a 50 ton/ha/ano (15,42%) e maiores que 50 ton/ha/ano, correspondendo a 4,58% da região, conforme apresentado na Tabela 3.

**Tabela 3:** Estimativa de perdas de solo para a microrregião sergipana do sertão do São Francisco

Perdas de solo (t ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	Grau de erosão	Área	%
< 10	Muito Baixo	3138,8	57,65
10 – 20	Baixo	1158,81	21,28
20 – 50	Médio	839,55	15,42
50 – 100	Alto	202,79	3,72
> 100	Muito alto	46,56	0,86

Fonte: Organizado pelo autor.



**Figura 2:** Mapa de perda de solos da microrregião Sergipana do Sertão do São Francisco

Fonte: Organizado pelo autor.

Já Lopes et al. (2015), ao estudarem as perdas erosivas na bacia do açude Marengo, observaram resultados similares na distribuição das classes por perdas, sendo constatados que mais de 70% da área analisada, apresentou perdas inferiores à 50 ton/ha, sendo que em 52,43% da área foram obtidos valores inferiores a 10 ton/ha/ano, e, aproximadamente, 30% da área apresentando perdas superiores a 50 ton/ha/ano.

Os autores evidenciaram, ainda, que as maiores perdas de solo estimadas se localizavam nas linhas de drenagens dos riachos, devido as maiores declividades, e também nas regiões mais degradadas, as quais foram enquadradas como áreas de alto e muito alto grau de erosão.

Sousa; Paula (2019), por sua vez, ao estudarem o potencial erosivo na bacia hidrográfica do rio Seridó, na Paraíba, identificaram valores máximos de erosão da ordem de 165 ton/ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, com valores médios de 29 ton/ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, com as áreas mais críticas localizadas em parcelas com declividade mais acentuadas, locais com solos expostos e nas proximidades de reservatórios hídricos.

Na bacia do rio Coreaú, o potencial de erosão estimado por RABELO; ARAÚJO (2019), apresentou valores médios da ordem de  $15,80 \text{ ton/ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ , com valores máximos podendo atingir até  $1.206,90 \text{ ton/ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ , em áreas que combinam altos valores de declividade, uso intensivo e solo exposto. No geral, os resultados apresentados pelos autores também evidenciam os baixos valores de perdas de solo esperados, influenciados pelas características locais.

LOPES et al. (2011), apresentaram estimativas de perdas de solo bem próximas às avaliadas neste estudo. Os autores, destacaram que maior parte da área analisada apresenta perdas de solo inferiores a  $11 \text{ ton/ha/ano}$ , representando cerca de 74% do território estudado, sendo explicado pelos baixos valores observados no local, são influenciados pelas características de relevo e cobertura vegetal que garantem maior estabilidade do local face aos processos erosivos.

Por fim, XAVIER et al. (2019) ao aplicarem variações nos métodos de cálculo da erosividade e erodibilidade, no estado de Pernambuco, obtiveram resultados divergentes aos encontrados neste trabalho. Os autores verificaram que os maiores percentuais de perdas de solo esperadas, para a região, se encontram nos intervalos de 0 a  $10 \text{ ton/ha}$ , que corresponde a, aproximadamente, 61% do território, enquanto que as áreas com perdas maiores que  $50 \text{ ton/ha/ano}$ , correspondem, em média, a 26% da área.

A Tabela 4, apresenta o coeficiente de correlação entre os indicadores adotados e os valores de perdas estimadas para a área estudada. Observa-se que os indicadores morfológicos e de uso e ocupação tiveram significativa influência nos resultados obtidos, enquanto que a erosividade apresentou fraca correlação negativa. Isto evidencia o papel das características do relevo (declividade e vertentes) na localização e intensidade da ocorrência dos processos erosivos.

**Tabela 4:** Coeficiente de correlação dos indicadores

	USLE	Erosividade	LS	Solos	Vegetação
USLE	1.000000				
Erosividade	-0.034193	1.000000			
LS	0.549700	0.054703	1.000000		
Solos	0.229856	-0.299213	0.077738	1.000000	
Vegetação	0.441757	-0.229857	-0.130257	0.056887	1.000000

**Fonte:** Organizado pelo autor.

Os trabalhos de Lopes et al. (2011), Lopes et al. (2015) e Brasil et al. (2017) também destacaram a influência destes dois fatores na localização e intensidade do fenômeno avaliado. Apenas Xavier et al. (2019) encontraram relação do fator R com os valores de perdas de solo, nas áreas com maiores estimativas de erosão, independente das outras variáveis.

As áreas com menores perdas de solo estimadas ( $< 20 \text{ ton/ha/ano}$ ), devido às características de relevo e cobertura vegetal, se mostram mais favoráveis à exploração econômica e ao processo de uso e ocupação dos solos, se mostrando menos suscetíveis à ocorrência de processos erosivos, o que faz com que os riscos, quando ocorram, sejam de fácil reparação exigindo menores custos, logísticos e financeiros, para viabilização das atividades econômicas.

As áreas com perdas de solos variando de 20 a  $50 \text{ ton/ha/ano}$ , devido às características de relevo menos favoráveis que na classe anterior, podem ser consideradas como áreas de potencial considerável a degradação. Nestas a utilização intensiva dos solos, sem adoção de medidas de proteção, manejo e práticas de uso e ocupação dos solos compatíveis às capacidades de resiliência dos solos, podendo levar ao depauperamento do potencial produtivo dos solos,

devido à perda das camadas férteis e de nutrientes carreadas pelos efeitos dos agentes intempéricos, levando à degradação do solo.

Por fim, as áreas com perdas estimadas superiores a 50 ton/ha/ano, situadas em áreas de relevo mais movimentado, com menor percentual de cobertura vegetal e solos pouco desenvolvidos, faz com que estas áreas sejam extremamente mais sensíveis aos processos erosivos, sendo desaconselhada sua utilização direta. Desse modo, essas áreas devem ser consideradas como áreas de grande atenção, devido à sua maior suscetibilidade à ocorrência de processos erosivos, exigindo a adoção de políticas públicas, fiscalização e definição de estratégias de combate e mitigação de efeitos negativos dos efeitos erosivos e de recuperação ambiental.

A utilização da EUPS, para avaliação da estimativa de perdas de solo, possibilita a compreensão da relação entre os fatores que compõem a paisagem, e sua influência na dinâmica ambiental, permitindo analisar, de forma integrativa, as formas de uso e ocupação do território e identificar as áreas mais críticas aos processos erosivos, se tornando um poderoso instrumento ao processo de ordenamento territorial.

Sua integração com os sistemas de informações geográficas, tornam a análise e modelagem mais rápidas, menos custosas e permitem

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho, evidenciam que na microrregião sergipana do sertão do São Francisco, predominaram perdas inferiores a 10 ton/ha/ano, correspondendo a 57,65% do território analisado, seguidos pelas perdas de 10 a 20 ton/ha/ano (21,28%), 20 a 50 ton/ha/ano (15,42%) e maiores que 50 ton/ha/ano, correspondendo a 4,58% da região. Os valores máximos de perdas de solos para erosão oscilaram em torno das 300 ton/ha/ano, com valor médio de 13,93 ton/ha/ano.

Apesar dos diferentes métodos e intervalos adotados em outros estudos aplicados no semiárido brasileiro, as perdas por erosão no semiárido sergipano, apresentaram valores e distribuições bastante semelhantes às observadas em outras regiões do semiárido, localizadas nos estados do Ceará, Paraíba e Pernambuco, sendo influenciadas pelas características de relevo e cobertura vegetal, as quais foram mais significativas na localização e intensidade do fenômeno.

A utilização da EUPS, possibilitou uma maior compreensão da relação entre os fatores que compõem a paisagem, e sua influência na dinâmica ambiental, possibilitando a análise integrada das formas de uso e ocupação do território e a identificação das áreas mais críticas aos processos erosivos, sendo um poderoso instrumento ao processo de ordenamento territorial.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A. de; NASCIMENTO, S. S. do. Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 126-135, 2009.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Editora: Ícone Editora. 2017. 392p.
- BRASIL, J. B.; ROSA, G. Q.; RIBEIRO FILHO; J. C.; SILVA, C. V. T. Estimativa de perda de solo na bacia do açude Arneiroz II por ferramentas de geoprocessamento. **Ambiência**. v. 13, n. 2. p. 503-517, 2017. DOI:10.5935/ambiencia.2017.02.16rc.

CARMO, A. M. do; SOUTO, M. V. S.; DUARTE, C. R.; MESQUITA, A. F. Análise de Risco Ambiental à Erosão Gerada a partir de produtos de sensores remotos: MDE Topodata e Landsat 8. In: XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. **Anais...** João Pessoa-PB, Brasil, 2015. p. 5927-5934.

CARVALHO, L. M. de; MARTINS, V. de S (Orgs). **Geodiversidade do estado de Sergipe**. Salvador: CPRM, 2017. 153 p.

CASTELLETTI, C. H. M.; SANTOS, A. M. M.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. da. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: SILVA, J. M. C. da; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T. da; LINS, L. V. (Orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: Áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco, 2004. p. 91– 100.

FERNANDES, M. R. de M.; MATRICARDI, E. A. T.; ALMEIDA, A. Q. de; FERNANDES, M. M. Mudanças do Uso e de Cobertura da Terra na Região Semiárida de Sergipe. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 4, p. 472-482, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.121514>.

GÓIS, D. V. **Cenários de risco à desertificação no semiárido sergipano**. 2020. 183 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2020.

JARDIM, A. M. da R. F.; ARAÚJO JÚNIOR, G. do N.; SILVA, M. J. da; MORAIS, J. E. F. De; SILVA, T. G. F. da. Estimativas de perda de solo por erosão hídrica para o município de Serra Talhada, PE. **Journal of Environmental Analysis and Progress**. v. 2, n. 3, p. 186-193, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.24221/jeap.2.3.2017.1416.186-193>.

LOPES, F. B.; ANDRADE, E. M. de; TEIXEIRA, A. dos S.; CAITANO, R. F.; CHAVES, L. C. G. Uso de geoprocessamento na estimativa da perda de solo em microbacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 5, n. 2, p.88-96, 2011.

LOPES, J. W. B.; ARAÚJO NETO, J. R.; PINHEIRO, E. A. Produção de sedimentos e assoreamento em reservatório no semiárido: O caso do açude Marengo, Ceará. **Geoambiente on-line**. n. 24, p. 16-31, 2015.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Subsídios para a Elaboração do Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Caatinga**. Brasília: MMA, 2011. 128p.

MARTINS, E. S. P. R.; DE OLIVEIRA, S. B. P.; CARVALHO, M. S. B. D. S.; SIFEDINE, A.; FERRAZ, B. Uso de sensoriamento remoto para mapeamento de áreas susceptíveis à desertificação na região semiárida do Brasil. **Ciência & Trópico**, v. 41, n. 2, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.fundaj.gov.br/CIC/article/view/1663>>. Acesso em: 8 mar. 2022.

MOREIRA, E. B. M.; SOARES, D. B.; RIBEIRO, E. P.; NÓBREGA, R. S. Suscetibilidade à erosão hídrica na bacia hidrográfica do Rio Pajeú, Pernambuco. In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. (Orgs.). **Os desafios da Geografia Física na fronteira do conhecimento**. 1ed.: 2017, v. 1, p. 4069-4080.

MOURA, M. M.; FONTES, C. Dos S.; SANTOS, M. H. dos; ARAÚJO FILHO, R. N.; HOLANDA, F. S. R. Estimativa de perda de solo no baixo São Francisco sergipano. **Revista Scientia Agraria**. v. 18, n. 2, p. 126-135, 2017.

RABELO, D. R.; ARAÚJO, J. C. de. Estimativa e mapeamento da erosão bruta na bacia hidrográfica do Rio Seridó, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v.20, n.2, p.361-372, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v20i2.1414>.

SÁ, I. B.; CUNHA, T. J. F.; TEIXEIRA, A. H. de C.; ANGELOTTI, F.; DRUMOND, M. A. Processos de desertificação no Semiárido brasileiro. In: SÁ, I. B.; SILVA, P. C. G. da. (Ed.). **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. p. 127-158.

SANTORO, J. Erosão Continental. In.: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do. (orgs.). **Desastres Naturais: Conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. p. 53-70.

SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, M. do S. B.; SAMPAIO, Y. S. B. Impactos ambientais da agricultura no processo de desertificação no Nordeste do Brasil. **Revista Geografia**. v. 22, n. 01, p. 90-112, 2005. Disponível em:

<<https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/228637/23060>>. Acesso em: 11, set. 2020.

SILVA, J. R. I.; SOUZA, E. S. de; SANTOS, E. S. dos; ANTONINO, A. C. D. Efeito de diferentes usos do solo na erosão hídrica em região semiárida. **Revista Engenharia na Agricultura**. V.27, n.3, p.272-283, 2019.

SOUSA, F. R. C. De; PAULA, D. P. de. Análise de perda do solo por erosão na bacia hidrográfica do Rio Coreaú (Ceará-Brasil). **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v.20, n.3, p. 491-507, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v20i3.1393>.

WEILL, M. de A. M.; PIRES NETO, A. G. Erosão e Assoreamento. In. SANTOS, R. F. dos. **Vulnerabilidade ambiental: Desastres naturais ou fenômenos induzidos?**. Capítulo 4. Brasília: MMA, 2007. p. 39-60.

XAVIER, J. P. S., BARROS, A. H. C., WEBBER, D. C., ACCIOLY, L. J. O., MARQUES, F. A., ARAÚJO FILHO, J. C., SILVA, A. B. Estimativa da erosividade da chuva por diferentes métodos e seu impacto na equação universal de perdas de solo, no semiárido pernambucano. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.12, n.03, p. 859-875, 2019.

## A RELAÇÃO DO HUMANO COM A NATUREZA: É PRECISO DECOLONIALIZAR PARA RETERRITORIALIZAR

Eliane Terezinha Thiago Popp

### INTRODUÇÃO

O espaço geográfico resulta das interações sociais e naturais que acontecem de forma indissociável e ininterrupta. Nesta remodelação frenética sobre o espaço, desde o surgimento da humanidade, o humano é o principal mantenedor das transformações que acontecem. Em cada momento histórico, porém, as modificações sobre o espaço o lapidam de maneira diferente, resultando em novas reconfigurações espaciais.

Sendo assim, entender a forma como o humano se relaciona com a natureza neste período coetâneo torna-se relevante para desvendar os inúmeros problemas de esfera ambiental, social e econômica, vivenciados em diferentes partes do mundo. Por este motivo, revisitar a relação do humano com a natureza é uma estratégia para entender os motivos que o levam a se considerar um ser superior, que age, por vezes, de forma majoritariamente exploratória e dominadora para com a natureza.

Diante disso, identificar como esta relação entre sociedade-natureza está construída ao longo do tempo e espaço pode contribuir para que o humano se comporte de forma equânime, e, ainda, permitir que esse reconhecimento minimize os impactos, recorrentes, muitas vezes, desta relação desequilibrada.

Entendemos que a paisagem apresenta o resultado da interação entre a sociedade, na figura do homem, e a natureza, porém, olhar apenas as relações que acontecem nesse período coetâneo limita a compreensão espacial. Superar este pensamento que o humano possui sobre a natureza é buscar entender como ocorreu este processo, e apresentar uma proposta para decolonizar o que está enraizado na sociedade. Sendo assim, compreender a forma como os sujeitos que integram e se veem na sociedade, bem como o que os move diariamente, se torna importante para entender como estes transformam o espaço em que vivem, e como se relacionam com a natureza.

O que se percebe são inúmeras discussões referentes à apropriação da natureza e às consequências que poderão limitar o futuro da humanidade e do próprio planeta. Como pesquisadora e professora da Educação Básica, pesquisar e refletir sobre esta relação e o conceito de decolonialidade é algo desafiador. Esta pesquisa, contudo, é um fechar de brechas que há em minhas percepções quanto a este comportamento possessivo do humano sobre a natureza, e pesquisá-lo talvez seja uma forma de entender para, assim, seguir em outras pesquisas que tratam desta temática. São abordagens discutidas dentro da academia, todavia, na prática, ou seja, no cotidiano, o humano acaba seguindo o processo capitalista e consumista, o que leva a nos sentirmos integrados a um mundo que, por vezes, é identificado como exploratório, capitalista, machista e patriarcal.

Sendo assim, para este artigo definimos, como objetivo, apresentar e analisar as progressões temporais da relação do humano com a natureza, no Brasil, até os dias atuais. Os objetivos

específicos são os seguintes: 1) Pesquisar e identificar a progressão temporal que envolve a relação do humano com a natureza; e, 2) Identificar as emersões desta relação neste período histórico, bem como a relação com os conceitos de decolonialidade.

A pesquisa, de natureza qualitativa, está concomitante à hermenêutica dialógica, que serve como sustentação metodológica para este artigo, pois, ao se entrecruzarem, potencializam esta abordagem, que se caracteriza pela análise de interpretações, comparações e exposições. Pesquisas bibliográficas formam um arcabouço teórico que sustenta as discussões e sintetizações, e contribui na arguição das múltiplas relações que se apresentam entre os seres humanos e a natureza.

Para Gil (2008, p. 50), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de materiais científicos produzidos, como artigos e livros e/ou capítulos de livros, entre outros, que, para este artigo se complementa com a pesquisa qualitativa e hermenêutica dialógica. Para isso, as compreensões, discussões e reflexões interpretativas quanto à progressão temporal dada a esta relação pode ser atribuída como forma de entender a evolução desta relação.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A natureza sempre foi tema de pesquisa de inúmeros geógrafos, pois é o objeto que está simultaneamente relacionado com o humano – próximo ou distante. Diante disso, para este artigo foram realizados estudos com abordagem qualitativa, abrangendo leituras densas e direcionadas ao objeto pesquisado, como artigos, livros e capítulos de livros, que proporcionaram um arcabouço teórico de sustentação para as discussões aqui apresentadas.

A pesquisa envolve discussões que dialogam sobre como se deu este envolvimento entre o humano e a natureza, desde o período colonizatório até os dias atuais, porém, dando maior ênfase para o período coetâneo, ficando, assim definido, o recorte temporal para as duas décadas do século 21. É importante destacar que a relação estabelecida desde o período colonial servirá de base para entendermos como o humano se relaciona atualmente. A coleta de dados, além de ter compreendido a pesquisa em livros, foi realizada por meio do Google Acadêmico, a partir da seleção de algumas palavras-chaves, como sociedade-natureza e decolonialidade. Por fim, os resultados são apresentados em um subtítulo subsequente.

## **COLONIALIDADE: DESDE E ATÉ QUANDO?**

A humanidade, desde seu surgimento, relaciona-se com a natureza como esta sendo a provedora de elementos naturais para a sua subsistência. O período colonizatório, contudo, expôs uma realidade que talvez seja desconhecida em nosso país, sendo o movimento monetário proporcionado pelos elementos naturais, que passam a ser trocados como moeda, fenômeno promovido pelas Grandes Navegações, a partir do século 15. Com a chegada dos navegantes colonialistas, iniciou-se uma retirada agressiva dos elementos naturais, o que fez surgir ou se construir um novo pensamento, diferente daquele que se tinha antes em relação à natureza. Outrora, os povos originários mantinham uma relação de adoração, zelo e preservação da natureza, que estava atrelada ao comprometimento com o futuro, porém, isso foi negado pelos colonizadores.

Na Carta de Pero Vaz de Caminha, há o relato registrado que aborda as características

fisionômicas dos povos que aqui viviam, e que permite identificar esse processo de adoração aos elementos naturais. Caminha descreve dessa forma:

[...] pintados de preto e vermelho, e quartejados, assim pelos corpos como pelas pernas, que, certo, assim pareciam bem. Também andavam entre eles quatro ou cinco mulheres, novas, que assim nuas, não pareciam mal.[...]. Todos andam rapados até por cima das orelhas; assim mesmo de sobrancelhas e pestanas. Trazem todos as testas, de fonte a fonte, tintas de tintura preta, que parece uma fita preta da largura de dois dedos (Brasil, 2020, p. 3).

Esta narrativa, endereçada ao rei de Portugal, nos remete à percepção de que, ao chegar no Brasil, os europeus vangloriavam o que encontraram, aos detalhes, deixando a impressão de que eram objetos diferentes aos vistos em outros lugares e/ou que eram superiores ao que tinham em Portugal, por exemplo. Caminha admira a maneira como os indígenas utilizavam os adornos, seu comportamento individual e em grupo, costumes e tradições. Essa descrição produzida por Caminha ao rei de Portugal pode ser entendida como um “cardápio”.

O cardápio, segundo o dicionário (Dicio, 2023), é a “[...], relação das iguarias disponíveis para consumo, frequentemente entendido ou apresentada com a descrição da sua composição”. Sendo assim, é uma lista de produtos oferecidos, na maioria das vezes, aos clientes ou pessoas interessadas na aquisição de determinados produtos ou serviços, e, por isso, geralmente são cuidadosamente elaborados, permitindo ampliar as relações entre o ofertante e o comprador/aquisitor, que é a pessoa interessada no produto.

Chamamos esse movimento de colonialismo, marcado pela exploração, depredação e contrabando dos elementos aqui encontrados. Pode ser entendido como um período histórico e espacial de dominação de determinados países sobre outros, ou seja, o domínio de metrópoles sobre as colônias. Ao dominar os territórios, os colonizadores controlavam os saberes e fazeres dos povos colonizados, permitindo a fluidez das tradições, da cultura, da religião e dos costumes praticados pelos países dominantes sobre os colonizados, extinguindo, desvalorizando e massacrando a cultura dos povos originários.

Algumas pesquisas afirmam que o colonialismo pode ter sido superado aqui no Brasil, porém, a colonialidade (1) é reproduzida cotidianamente, estando presente em aspectos sociais, culturais, econômicos e ambientais, sendo entendida como um modo de agir e ser do humano (Quijano, 2009, p. 73). Com isso, o humano passa a se relacionar com a natureza, principalmente aqui no Brasil, de modo dominador, exploratório e capitalista. Para o autor, em pouco tempo o capitalismo tomou conta das relações, tornando-se eurocentrado e mundializado, assim como é nos dias de hoje.

Para esse pensando, o autor propõe pensar na colonialidade (2) como um modo de vida, deixado pelos colonizadores, que se instalou na alma do colonizado. O europeu transpôs a percepção de domínio e controle, que foi absorvida pelos colonizados.

Este modo de pensar, contudo, está implicado no eurocentrismo, carregado pelo conhecimento moderno e atrelado ao domínio dos portugueses, que, para Quijano (2009, p. 76), é uma doutrinação engessada, que coloca o colonizador europeu como dominante sobre o subalterno colonizado. A partir da percepção de comercializar os elementos naturais, o humano vai aprimorando o cardápio, de acordo com os interesses dos compradores, em detrimento ao período histórico vivido. Na Primeira e, igualmente, na Segunda Revolução Industrial, ocorreu a intensificação do uso dos elementos naturais, que os transformou em recursos naturais pelo

sistema capitalista. Isso promoveu, também, o fortalecimento do sistema, certificando uma relação de controle e dominação sobre a natureza, que passou a ser vista como provedora de recursos.

Essa exploração é fomentada pelas revoluções industriais, de forma atrelada ao modo capitalista com o qual as sociedades se organizam, principalmente aqui no Brasil. Pensar, pois, os movimentos e elementos que envolvem a natureza, seria comum que fossem verdadeiramente naturais e mantivessem o seu próprio tempo, de maneira independente, autônoma. O que se vê, todavia, é a forte influência do ser humano, demarcando, tanto o tempo quanto o espaço, influenciando, assim, na constituição das dinâmicas naturais.

Com isso, o espaço geográfico, desde os seus primórdios, está em constante remodelação estrutural, principalmente pela interferência da produção humana. Para Carlos (2019, p. 15), o espaço “é entendido como a condição, o meio e o produto da reprodução da sociedade”, se apresentando como a constituição entre a sociedade-natureza. Há a promoção de um dinamismo, que é percebido como o movimento resultante da relação do humano sobre a natureza, na direção de se constituir a sociedade, por intermédio da inserção e transformação dos recursos naturais dispostos na natureza. Ao ocorrer essa integração, há, como resultado, uma série de novos elementos, humanizados ou reestruturados para as suas próprias finalidades.

Diante disso, o dinamismo natural e social se encontra em movimento contínuo, pois as transformações postas pela sociedade são constantes e ininterruptas, tal qual a própria dinâmica da natureza. Neste processo, o humano é o principal agente intensificador e modificador do espaço, fazendo-se necessário que este se adapte às diversas transformações postas na natureza, principalmente ligadas às mudanças ocorridas nas últimas décadas e tencionadas pelo uso de tecnologias nos setores de produção e comunicação (Santos, 2020).

O pensamento de colonialidade impera na sociedade. Nesta direção, Moreira menciona que “a Natureza é máquina, o homem é estatístico e a economia é fragmentada” (2020, p. 22-23), dispondo o ser humano, a natureza e a economia interagindo entre si, ao qual o ser humano pratica a ação, ou seja, executa as mais diferentes formas de trabalho. A natureza é o elemento autorregulador da disposição dos recursos naturais, e o espaço ou economia é onde essa interação é exposta. O que se vê é uma sociedade movida pelo capitalismo, e isso vai impactar no modo do humano nas relações entre si e com os elementos ao seu entorno, principalmente nesse momento coetâneo, em que o neoliberalismo se torna a engrenagem principal desse fluxo processual no qual o humano e a natureza estão inseridos (Moreira, 2020, p. 111).

Algumas vezes, esse movimento integrado entre forças naturais e a força da interferência humana agrava as consequências para a humanidade, alterando vários elementos, bem como, os fatores e até os fenômenos naturais em determinadas regiões no mundo (3). Isso interfere na constituição e organização da sociedade.

Neste sentido, pensar na relação entre sociedade-natureza nos leva a entender que é possível ser provocada a segregação social e espacial, visto que uma minoria se beneficia dos recursos naturais, tanto economicamente quanto socialmente, enquanto uma parcela cada vez maior da população mundial fica à mercê do uso desses recursos. Citamos, como exemplo, a água potável e/ou tratada, que, ao tempo em que as grandes multinacionais utilizam milhares de litros deste recurso para suas produções industriais, pessoas e/ou famílias não a possuem nem mesmo para realizar a alimentação diária. O que se tem, na verdade, é uma natureza monopolizada, que serve de sustentação para o capital financeiro, ao passo que inúmeras pessoas não têm acesso ao mínimo necessário para sua sobrevivência.

O dinamismo social está associado à diversidade natural e aos fenômenos que esta provoca, principalmente a partir do uso excessivo e desequilibrado dos recursos naturais pelo homem. Como decorrência, há uma natureza que não é estática, irrelevante e nem mesmo passiva, sendo dinâmica e insubstituível.

Com isso, o modo como os seres humanos produzem o espaço geográfico tem a ver com o modo com que os sujeitos vivem, percebem e concebem, pois, se o ser humano produz o espaço, e a natureza constitui esse espaço, o ser humano constitui a natureza e modifica o espaço. Claval (2010) contribui nessa discussão, pois, para ele,

A experiência do espaço é, pois, fundamentalmente, a de suas interrupções, suas rupturas, seus contrastes, sua heterogeneidade. Esta não resulta somente da multiplicidade das condições naturais ou da diversificação das atividades produtivas. Ela nasce da experiência que os homens têm dos lugares e das emoções que esta suscita [...] (p. 55).

Atrelado a isto, Claval (2010, p. 124) afirma que “o problema não consiste em saber se é a natureza, ou o homem, quem manda, mas sim, compreender como os seres humanos levam em consideração a dimensão ecológica de sua existência”. É da natureza que o ser humano tire seu sustento diário, não apenas para alimentar o corpo, mas, também, para alimentar a alma. Essa correlação deve ser harmoniosa e equilibrada, mesmo porque, o autor (p. 128) assevera que “os homens fazem parte da natureza”, o que significa estar integrado, pertencendo e constituindo, e não somente como presenciador.

O cardápio da natureza, elaborado pelo ser humano, oferece recursos naturais limitados, como ar puro, água potável, solo fértil, diversidade de fauna e flora, entre outros elementos essenciais para a continuidade da vida humana. O homem criou ferramentas para utilizar esses recursos com eficiência, purificando-os quando necessário, fertilizando ou eliminando resíduos, mas ainda não possui ferramentas que possam encontrar esses elementos da forma como se encontram na natureza. Então, à medida que os recursos naturais são extraídos, contaminados e utilizados em grande escala, é possível que o resultado seja um grande desequilíbrio ambiental, com impactos na vida do ser humano e na própria sustentação da sociedade. Diante desse fato, não se pode negligenciar tais consequências.

Dessa equidade racional depende a própria existência da vida humana no Planeta Terra. O espaço é construído e reconstruído permanentemente pela natureza, mesmo levando décadas ou séculos, de modo independente do homem. Enquanto isso, o homem depende exclusivamente dos elementos naturais para sobreviver.

O humano, porém, entende que o conceito de natureza é apresentado como algo físico, criado, e que o ser humano distingue-se dos outros animais por nascer dotado do poder da razão. Com isso, o ser humano é desnaturalizado e fica à deriva, pois, como é um ser racional, não se sente pertencente à natureza, mas, também, não possui um elo explícito com a sociedade, tendo dificuldade de reconhecer sua gênese no espaço.

Moreira (2020, p. 118-119) definiu tal formação de sujeito como “um homem atópico”, um ser que simultaneamente está e não está, que é ausente e presente. Isso se justifica porque está presente na paisagem, no espaço e na natureza, e constitui a sociedade, pois todos estes mantêm relações em movimentos recíprocos, porém, não se veem pertencentes a nenhum lugar, entretanto, apesar de todos os lugares receberem classificações, o ser humano ainda não se identifica como sendo natureza, e talvez nem o fará.

Nessa interação entre homem-natureza, homem-objeto, homem-recursos, Marx (1968, p. 202 *apud* Moreira, 2020, p. 181) nos brinda com uma expressão apresentada no século 19, na qual aponta que, antes de mais nada, o trabalho é um processo que integra o ser humano e a natureza, no qual o ser humano impulsiona, regula e controla, com seu raciocínio e força, a natureza.

Com a fomentação do capitalismo, o que vemos é um processo intensificado e reestruturado do uso de técnicas, o que provoca profundas mudanças na concepção natural/ambiental. Diante desta intensificação do uso dos elementos naturais, o sistema neoliberalista amplia vários problemas sociais já existentes, e segrega o espaço e tudo o que está sobre ele. Santos (2020, p. 28-29), nesta direção, afirma que a “presença do homem já atribui um valor nas coisas”. Com as transformações impostas pelo capitalismo e apoiados pelo Estado, por meio da ampliação dos sistemas, como transporte, comunicação e transmissão de energia, o que se vê é o encaminhamento para a Terceira Revolução Industrial.

A apropriação da natureza por parte do ser humano, executada conforme a determinação de técnicas, que vão desde melhorias do solo, melhoramentos genéticos, produção artificial de calor, vapor de água, vento, enfim, hoje o homem cria técnicas para aproveitar os recursos naturais e transformá-los num menor custo possível, com o intuito de obter maior lucratividade. Para isso, utiliza a bioengenharia, como uma versão moderna da biodiversidade, técnica essa que está sendo capaz de relacionar-se com a natureza complexa e autorregenerativa, sendo que o paradigma tecnocientífico-histórico, de caráter físico-mecânico se mostrou incapaz (Moreira, 2020, p. 146). Aplicando tecnologias que alteram a própria concepção da vida desses seres vivos, tanto animal como vegetal, contribui-se, então, para o aumento da produtividade e, ao mesmo tempo, para a exploração dos elementos naturais.

Contudo, como é poder capitalizado é concentrado, as publicações de pesquisas que apresentam os prejuízos ambientais são praticamente escassas, abafadas. Pois, o capital não quer mudança de pensamento e consequentemente comportamental quanto a relação do humano com a natureza, isso é notório. Pois, mudanças de pensamento, podem desencadear outras posturas, atitudes e consciência quanto aos recursos naturais. E aí teríamos uma nova versão de relação entre humano e a natureza.

## A NATUREZA HOJE

Acredita-se que, a partir da década de 70, discussões em esfera mundial, referentes às questões ambientais, despertaram questionamentos de uma parcela da sociedade, como os cientistas e pesquisadores, pois, até então, tinha-se dúvidas quanto ao impacto das interferências humanas sobre a natureza. Essas alterações, no entanto, foram se intensificando, assim como as consequências. Neste período, Estocolmo (4), na Suécia, sediou, entre os dias 5 e 16 de junho de 1972, um grande movimento internacional, onde estiveram reunidos 113 países, com o objetivo de discutir sobre os problemas ambientais, alertando o mundo em relação às mudanças climáticas e às alterações nos modos de vida das pessoas, em diferentes partes do mundo.

A partir da realização deste encontro em Estocolmo, foi elaborada a Declaração de Estocolmo, que instituiu o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA –, que tem a finalidade de orientar, contribuir e capacitar os países, para que estes busquem melhorar a qualidade de vida dos habitantes de hoje e do futuro (Proclima – Programa Estadual de Mudanças Climáticas do Estado de São Paulo, 2023). Diante disso, muitos outros programas, leis, resoluções e declarações foram instituídos em vários países, inclusive no Brasil, a fim de

preservar, zelar e manter o equilíbrio da natureza. Isso, é o reflexo do que vemos e sentimos no espaço geográfico, pois o desequilíbrio é notável, e isso é indiscutível. No entanto, as causas dessas transformações em relação ao comportamento de inúmeros fenômenos naturais ainda são questionadas, pois não há um consenso dos motivos.

No entanto, que há mudanças isso é aceito pela grande maioria de pesquisadores, diante disso, para Silva e Felício (2017, p. 5), este encontro em Estocolmo, que discutiu questões ambientais e seus impactos, resultou na busca pelo uso racional dos elementos naturais, objetivando promover um equilíbrio sustentável, movimento este que, após 16 anos, ficou delineado na Constituição Federal do Brasil de 1988. Neste sentido, a Constituição menciona que os elementos naturais servem de subsídios para a economia, afirmando que o uso sustentável é uma forma desta geração preocupar-se com as futuras gerações.

Entre as décadas de 80 e 90, o Brasil passou pelo processo de redemocratização, que pode ter contribuído para a inserção desta temática como ponto relevante, do qual se delineou, por exemplo, no Artigo 225, que:

[...] todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (Brasil, 1988).

A Constituição Federal do Brasil de 1988 (Brasil, 1988) pode ser um dos primeiros documentos oficiais que trata do uso dos elementos da natureza pela sociedade, todavia, expõe, de forma ofuscada, que o meio ambiente deve ser usado como um bem em comum. Sendo assim, dispõe de um novo olhar, ao mencionar a relação da sociedade com os elementos da natureza, citando o impacto que o ser humano causa por conta da sua interferência.

Quijano (2009, p. 84), nesta direção, define como “o poder como a mais persistente forma de articulação estrutural de alcance societal”, pois a natureza, atualmente, encontra-se praticamente toda mercantilizada. Para o autor, isso acontece a partir do momento em que o ser humano busca nela apenas fonte de recursos naturais para subtrair, e não entende que deveria haver manifestação de decolonialidade, entendido como um novo modo de relacionar-se, respeitando o uso dos elementos naturais.

Neste sentido, o capital financeiro, atrelado ao modo de pensar e arraigado pela colonialidade, tece o cotidiano dos humanos e, por vezes, norteia suas relações e a forma de distribuição espacial e territorial do nosso tempo histórico. É um processo impregnado no modo humano de agir e pensar, dificultando o desenvolvimento comportamental que deveria ser orientado pelo zelo, cuidado e harmonia da sua relação com a natureza.

Para Quijano (2009), uma das formas de transformar o modo de pensar e ser do humano é decolonializar o seu pensamento, que seria libertar-se do pensamento colonizatório, isso implica mudanças ou rupturas comportamentais, com tudo e todos que o rodeiam, em razão de que praticamente todos os elementos naturais são avaliados conforme o seu valor de monetário. Decolonializar, portanto, é preciso, para que se tenha uma relação equilibrada entre a natureza, o capital e o humano Talvez, nesse momento alguns pesquisadores acreditam que possa ser inútil essa mudança, contudo, entendemos que há tempo sim de mudanças, e além de tempo, há necessidade, até mesmo para o planeta não entrar em colapso. Apesar de esse ser o medo da grande maioria, há rupturas atitudinais e comportamentais que são difíceis de serem realizadas.

Não estamos, aqui, orientando ou sugerindo que as coisas não tenham valor monetário, ou que simplesmente deve-se abandonar todas as formas de plantio, extração ou cultivo, mas, apenas, entendemos que se deve haver um pensamento de uso consciente e equilibrado, que possibilite que todos os humanos tenham acesso aos elementos naturais.

## CONCLUSÕES

Os modos de relação entre o homem e a natureza e o uso dos recursos naturais se dão pelas determinações históricas, deixando de ser analisados de forma isolada, visto que sofrem inúmeras influências. Nesta direção, Santos (2001) afirma que os lugares, a paisagem, a região e o território não eram mais explicados por si só, isolados, como “gavetas intocáveis”, mas, sim, que existia uma interconexão, fazendo com que os fenômenos modificadores de determinado lugar, muitas vezes, não estivessem lá, podendo os mesmos estar em qualquer outra parte do globo onde o poder do capital estivesse. Isso explica que é o capital que gerencia, na maioria das vezes, as relações entre sociedade-natureza, e que o comportamento se dá pelo modo de pensar. Assim aconteceu aqui no Brasil, com mudanças grotescas e quase irreversíveis no modo de pensar do humano.

É notório que a colonialidade ainda está presente na maneira pela qual o humano relaciona-se com a natureza, sendo perceptível no comportamento diário, em qualquer escala do espaço geográfico. São os modos que delinearam o comportamento do humano, induzindo as suas relações com a sua espécie e também com o não humano.

Para Santos (2009), enquanto a dominação controlar, de forma articulada, e a resistência manter-se fragmentada, e isso implica em desencontros, existe pouca possibilidade de superarmos o capitalismo e o colonialismo enquanto sociedade. Isso reflete em relação à natureza, pois, para o autor, quando a sociedade imagina o fim do mundo por questões ambientais, e não em razão do capitalismo, evidencia o domínio no pensamento.

Diante disso, para Santos (2009), se foi ensinado ao humano dominar a natureza, respeitar também pode ser ensinado, pois, pensar num comportamento que esteja delineado pela preservação, zelo e cuidado com a natureza, é extremamente importante e necessário decolonizar. Isso implica em alterações comportamentais que não acontecem de forma imediata, mas que são construídas no decorrer do tempo, quando não há retrocessos.

Diante disso, analisar esse modo de agir pode ser uma maneira de territorializar o comportamento, alterando, dessa forma, o próprio futuro da humanidade. Assim, decolonizar para reterritorializar é uma forma de influenciar nas relações, permitindo ao sujeito repensar sua maneira de se apropriar e transformar o espaço geográfico. A partir disso, uma maneira de buscar viver em equilíbrio é reconsiderar o papel da natureza, tirando-a da situação de inferioridade e submissão, e passar a considerá-la paralela à sociedade. É algo desafiador, mas não impossível.

De acordo com Enes e Bicalho (2014), a vida é um constante movimento de desterritorialização e reterritorialização, pois, o tempo todo estamos circulando de um espaço para outro, de um território para outro, e, para isso, abandonamos alguns territórios e tomamos posse de outros. Contudo, não se destrói territórios abandonados, mas se remodelam novos modos de agir e ser. É isso que defendemos: uma nova forma de olhar para a natureza, decolonizando e reterritorializando.

Neste sentido, é interessante pensar que a natureza, além de ser utilizada para a extração de

recursos, também desperta um viés, que talvez podemos denominar como inspiração emocional, pois torna-se um refúgio do mesmo humano, que ora a consome, sem demasia. É claro que a natureza e seus espaços preservados também são expropriados, mas a diferença está no fato de que a grande maioria dos humanos admite que a natureza transmite tranquilidade e paz interior, que muitas vezes não são encontradas em nenhum outro lugar. Para isso, os humanos acabam, muitas vezes, pagando valores monetários altos, para sentirem a tranquilidade da natureza, frequentando espaços delimitados, preservados para esta finalidade.

Em alguns casos, os humanos chamam esses lugares encobertos por árvores, rios e vegetação de refúgio verde, e maximizam a necessidade de frequentarem lugares assim para se refazerem espiritualmente, buscando a calma. Diante disso, o humano tem pensamentos e ações que devem ser desvinculados do período colonialista, permitindo que haja uma nova reterritorialização.

O reconhecimento das práticas e pensamentos colonizatórios pode ser gatilho para prospectar a decolonialidade quanto ao modo de o humano relacionar-se com a natureza, porém, discussões teóricas devem servir para sustentar e ampliar a luta em favor da decolonialidade, projetando, assim, a reterritorialização.

### Notas:

- (1) A colonialidade é um dos elementos constitutivos e específicos do padrão mundial do poder capitalista. Sustenta-se na imposição de uma classificação racial/étnica da população do mundo, como pedra angular do referido padrão de poder, e opera em cada um dos planos, meios e dimensões, materiais e subjetivos, da existência social cotidiana e da escala societal. Origina-se e mundializa-se a partir da América (Quijano, 2009, p. 73).
- (2) Enquanto a dominação agir articuladamente e a resistência a ela agir fragmentadamente, dificilmente deixaremos de viver em sociedades capitalistas, colonialistas e homofóbicas-patriarcais. Talvez, por isso, e como se tem visto ultimamente, aos jovens de muitos países seja hoje mais fácil imaginar o fim do mundo (pelo agravamento da crise ambiental) do que o fim do capitalismo (Quijano, 2009).
- (3) O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) menciona danos irreversíveis no meio ambiente. Mais informações em <https://news.un.org/pt/story/2021/08/1759272>.
- (4) Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/proclima/conferencias-internacionais-sobre-o-meio-ambiente/estocolmo/#:~:text=Foi%20um%20marco%20hist%C3%B3rico%20por,o%20Meio%20Ambiente%20\(PNUMA\)](https://cetesb.sp.gov.br/proclima/conferencias-internacionais-sobre-o-meio-ambiente/estocolmo/#:~:text=Foi%20um%20marco%20hist%C3%B3rico%20por,o%20Meio%20Ambiente%20(PNUMA)).

### REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Cultura. Fundação Biblioteca Nacional. Departamento Nacional do Livro. **A Carta de Pero Vaz de Caminha**. Disponível em:

[http://objdigital.bn.br/Acervo\\_Digital/Livros\\_eletronicos/carta.pdf](http://objdigital.bn.br/Acervo_Digital/Livros_eletronicos/carta.pdf). Acesso em: nov. 2020.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos.

**Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em:

[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm).

CARLOS, Ana Fani A. Henri Lefebvre: a problemática urbana em sua determinação espacial.

**Geosp – Espaço e Tempo**, v. 23, n. 3, p. 458-477, dez. 2019. Disponível em:

<https://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/163371>.

CLAVAL, Paul. **Terra dos homens: a geografia**. Tradução Domitila Madureira. São Paulo: Contexto, 2010.

DICIO. Dicionário Online de Português. **Cardápio**. 2 dez. 2023. Disponível em:  
<https://www.dicio.com.br/>.

ENES, Eliene Nery Santana; BICALHO, Maria Gabriela Parenti.  
Desterritorialização/Reterritorialização: processos vivenciados por professoras de uma escola  
de educação especial no contexto da educação inclusiva. **Educação em Revista**, Belo  
Horizonte, v. 30, n. 1, p. 189-214, mar. 2014. Disponível em:  
<https://www.scielo.br/jj/edur/a/s9hTrTjxknZLc9mKvFgH74x/#>. Acesso em: 25 dez. 2023.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MOREIRA, Ruy. **Pensar e ser em geografia**: ensaios de história, epistemologia e ontologia  
do espaço geográfico. 2 ed. 2ª reimpr. São Paulo: Contexto, 2020.

PROCLIMA. **Programa Estadual de Mudanças Climáticas do Estado de São Paulo**.  
Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/proclima/conferencias-internacionais-sobre-o-meio-ambiente/estocolmo/#:~:text=Foi%20um%20marco%20hist%C3%B3rico%20por,o%20Meio%20Ambiente%20\(PNUMA\)](https://cetesb.sp.gov.br/proclima/conferencias-internacionais-sobre-o-meio-ambiente/estocolmo/#:~:text=Foi%20um%20marco%20hist%C3%B3rico%20por,o%20Meio%20Ambiente%20(PNUMA)). Acesso em: 20 dez. 2023.

QUIJANO, Aníbal. Colonialidade do poder e classificação social. In: SANTOS, Boaventura  
de Sousa; MENESES, Maria Paula (org.). **Epistemologias do Sul**. Coimbra-Portugal: G.C.  
Gráfica, 2009. p. 73-118. Disponível em:  
<https://www.icict.fiocruz.br/sites/www.icict.fiocruz.br/files/Epistemologias%20do%20Sul.pdf>

SANTOS, Boaventura de Souza. Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma  
ecologia do saber. In: SANTOS, Boaventura de Sousa; MENESES, Maria Paula (org.).  
**Epistemologias do Sul**. Coimbra-Portugal: G.C. Gráfica, 2009. p. 23-71. Disponível em:  
<https://www.icict.fiocruz.br/sites/www.icict.fiocruz.br/files/Epistemologias%20do%20Sul.pdf>

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço**: técnica e tempo, razão e emoção. 4. ed., 2ª reimpr.  
São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

SANTOS, Milton. **Metamorfoses do espaço habitado**. 6. ed. 2ª reimpr. São Paulo: Editora  
da Universidade de São Paulo, 2014.

SANTOS, Milton. **Pensando o espaço do Homem**. 5. ed. 3ª reimpr. São Paulo: Editora da  
Universidade de São Paulo, 2020.

SILVA, Fúlvia Leticia Perego; FELICIO, Munir Jorge. Os princípios gerais do direito  
ambiental. **Colloquium Socialis**, Presidente Prudente, v. 1, n. Especial, p. 632-640, jan./abr.  
2017. Disponível em:  
<http://www.unoeste.br/site/enepe/2016/suplementos/area/Socialis/Direito/OS%20PRINC%3%20%20%20GERAIS%20DO%20DIREITO%20AMBIENTAL.pdf>. Acesso em: 20 dez.  
2023.

## REFLEXÕES SOBRE O CLIMA SEMIÁRIDO NO ESTADO DO MARANHÃO

Daniele Costa Rufino  
Izabela da Rocha Barboza  
Paulo Ricardo dos Santos Rubim  
Antonio Cordeiro Feitosa

### INTRODUÇÃO

O estudo do clima vem assumindo posição de grande destaque na interação das características físicas do sistema terrestre, abrangendo aspectos da atmosfera, hidrosfera e a biosfera, pois a ampla variedade de seus elementos resulta em diversos tipos de zonas climáticas e subtipos dos climas na superfície terrestre. A literatura apresenta diferentes tipos de climas, como os climas áridos, semiáridos, subúmidos, úmidos e superúmidos.

“As regiões áridas e semiáridas estendem-se por todos os continentes do globo, ocupando 1/3 de toda a superfície da terra e abrigoando cerca de 1/6 de toda a população” (Matallo Junior, 2001 p. 15). Nessas regiões o grau de precipitação ocorre de forma irregular, porém, podendo ocorrer longos períodos de secas, a falta de chuva nessas regiões gera a perda da quantidade de água local, levando rios, lagos e reservatórios esgotarem, afetando os animais, o homem, murchando a vegetação, desertificando e degradando o solo.

O índice de pluviométrico é fundamental no processo de classificação do clima de estudo, a UNESCO (1979), tendo base nos estudos de classificação climática de Thornthwaite (1) (1948), apresenta o cálculo do balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, que varia entre 0,20 a 0,50.

A participação de geógrafos e climatólogos foi fundamental para a classificação dos climas e subclimas conhecidos, dando destaque para Köppen (2) (1918), Strahler (3) (1969) e Thornthwaite (1948). A partir de seus estudos, modelos foram desenvolvidos na identificação de grupos climáticos, ressaltando-se que cada região possui características próprias. Logo, a definição do clima de cada parte pode imprecisa, encerrando certo grau de generalização. Cabe ressaltar a presença de dois tipos de climas semiáridos no planeta, o Semiárido Quente e o Semiárido Frio.

O clima semiárido brasileiro (SAB), predomina na região nordeste do país, correspondendo a áreas totais ou parciais dos seus nove estados e a parte setentrional de Minas Gerais, sendo essa região marcada por problemas climáticos, “com uma precipitação anual máxima de 800 mm, insolação média de 2.800 h.ano<sup>-1</sup>, temperaturas médias anuais de 23 °C a 27 °C, evaporação média de 2.000 mm.ano<sup>-1</sup> e umidade relativa do ar média em torno de 50%” (Silva et al., 2010, p. 19).

A baixa pluviosidade e o longo período de seca alteram no regime pluviométrico do clima semiárido brasileiro, atrelado a isso, grandes ondas de calor, gerando altos índices de evapotranspiração do decorrer do ano, acometendo a região a ter um balanço hídrico negativo, destaca Silva et al (2010).

Os critérios atuais adotados no Brasil para classificar o clima dessa região foram baseados em três passos: Índice de Aridez de Thornthwaite inferior ou igual a 0,50; Precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800mm e; Percentual Diário de Déficit Hídrico

igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano, SUDENE (2021). Entretanto ao longo dos anos esses critérios foram estabelecidos de outras maneiras, visto que, os estudos das áreas semiáridas no Brasil ocorreram de maneira formal só a partir da década de 1970, Silva et al., (2010).

A região onde ocorre as secas no Brasil, é onde se encontra a maior parte da semiaridez brasileira, é influenciada pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e outros sistemas. Os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe, e parte de Minas Gerais eram regular e historicamente atingidos, até que em 1936, as regiões de seca foram demarcadas oficialmente, sendo definido o Polígono das Secas, porém, em 1989 foi denominada para Região Semiárida. A partir de 1979 o estado do Maranhão também vem sendo sentido os efeitos dessa sazonalidade.

A vegetação do semiárido brasileiro é adaptada para suportar às condições de aridez que a assolam, possui um ecossistema único e diverso, conhecido com caatinga. “Tratando-se do semi-árido a principal resposta fito-ecológica da semi-aridez é configurada pelo ecossistema das caatingas e das transições com outros ecossistemas verificados no ambiente nordestino”, (Pereira Júnior, 2007, p. 19-22). A caatinga é o único bioma estritamente brasileiro, tendo sua diversidade configurada pelo grau de ocorrências de chuvas.

No âmbito dos critérios estabelecidos para as classificações climáticas, o Brasil passou por um longo processo de estudos no que se refere ao semiárido brasileiro, registrando-se fases de inclusão e exclusão de municípios. A inserção de municípios maranhenses no mapa do semiárido brasileiro só ocorreu no ano de 2017, tendo dois municípios inseridos e em 2021, a delimitação mais recente, foram anexados mais quatorze.

Tendo em vista os parâmetros gerais estabelecidos, registram-se diferentes pontos de vista a respeito da inserção do Maranhão como área de clima semiárido, notadamente em face dos índices de precipitação e vegetação típicas do bioma Caatinga. Muitas das discussões que abordam essa inserção, são fundamentadas em pautas sociais e econômicas, encontrando-se publicações em seus autores admitem mais de 45 municípios nesta classificação.

Com o objetivo de analisar os parâmetros climáticos da área maranhense cujos índices são mais convergentes com os níveis de semiaridez do bioma Caatinga, considera-se a importância deste estudo. O método e os procedimentos metodológicos desenvolvidos, utilizados para essa pesquisa se basearam no exame da produção bibliográfica e das séries de dados sobre as variáveis ambientais para formulação de informações comparativas, a fim de se levantar discussões sobre o tema.

Considerando a validade das temáticas vinculadas, reforçamos a falta de enquadramento da área no contexto das variáveis geográficas sob a ótica do clima do estado do Maranhão. No presente trabalho, apresenta-se uma reflexão do clima semiárido maranhense, tendo como embasamento as classificações climáticas e representação de dados comparativos por meio de tabelas e mapas, visto que, embora se tenha a temperatura compatível com os critérios estabelecidos pelo Índice de Aridez - IA, o índice de pluviosidade, a estrutura da cobertura vegetal e a perenidade dos rios não amparam o modelo de classificação do semiárido brasileiro.

## MATERIAL E MÉTODO

A metodologia aplicada nesta pesquisa possui o caráter exploratório, com o propósito de analisar toda a região semiárida brasileira. A pesquisa exploratória tem grande potencial de

aproximar o pesquisador do conhecimento, permitindo, a partir dessa interação, um contato maior com os fatos investigados. “A pesquisa exploratória tem como objetivo principal desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores” (Gil, 2008, p. 27).

Visando atingir seus objetivos, essa pesquisa faz uso do método dedutivo que:

de acordo com a aceção clássica, é o método que parte do geral e, a seguir, desce ao particular. Parte de princípios reconhecidos como verdadeiros e indiscutíveis e possibilita chegar a conclusões de maneira puramente formal, isto é, em virtude unicamente de sua lógica (Gil, 2008, p. 9).

Com esse intuito, foi realizada uma análise bibliográfica para adquirir e ampliar as informações sobre a região semiárida brasileira e delimitar o objeto da pesquisa, evidenciando sua importância, pois permite “ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente” (Gil, 2008, p. 50).

Para a coleta de dados, realizou-se uma pesquisa documental para a construção do trabalho a partir de dados primários, buscando-se informações oficiais do Governo Federal, Agência Nacional de Água e Saneamento Básico (ANA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Ministério da Integração Nacional e Articulação Semiárido Brasileiro (ASA) para realizar estudos da região semiárida.

Considerando o conjunto dos dados primários disponíveis, optou-se por fazer um recorte temporal de 2005-2021 quanto às delimitações do semiárido brasileiro, para fazer as análises dos municípios e estados utilizando tabelas e gráficos. Foram analisadas as delimitações do semiárido por meio das Resoluções nº 107/2017 e 115/2017, as quais determinaram a inclusão de 16 dos seus 227 municípios no semiárido brasileiro. Após essa fase, buscamos mostrar que, mesmo não tendo características de uma região semiárida típica, por seus parâmetros físicos, do ponto de vista social o Maranhão se encaixa no semiárido do Brasil.

Para compreensão dos demais condicionantes climáticos e territoriais da região semiárida, foram cotejados os mapas temáticos publicados por órgãos públicos brasileiros, particularmente a SUDENE, o IBGE e a Agência Nacional de Água e Saneamento Básico, além de registros fotográficos com informações pertinentes a respeito da vegetação. Os materiais e métodos utilizados possibilitaram reflexões a respeito do semiárido maranhense direcionando as discussões na perspectiva geográfica.

## O SUBCLIMA SEMIÁRIDO

O semiárido é um dos diversos subtipos de climas que englobam os climas mais gerais; para alcançar seu conceito foram desenvolvidos critérios de caracterização do seu processo histórico de compreensão, no âmbito das classificações climáticas, de que resultaram diferentes modelos de investigação.

O clima, a vegetação, a hidrografia, a fauna e os solos, fazem parte de um conjunto de elementos que interagem na configuração do sistema ambiental. Essa interação faz com que em cada parte do mundo tenha suas características próprias, podendo ser divergentes ou semelhantes.

“O clima, portanto, refere-se às características da atmosfera, inferidas de observações contínuas durante um longo período” (Ayoade, 2012, p. 2). Torres e Machado (2011), declaram que o

clima possui total influência nos aspectos físicos ao seu redor, especialmente através de seus elementos, sendo possível reconhecer 5 tipos básicos de climas: árido, semiárido, úmido, subúmido e superúmido.

Tratar de temperatura e de precipitação é tratar sobre o clima, os índices pluviométricos e de temperatura de cada região ditarão como o clima atua, tendo impacto direto na vegetação, nos recursos hídricos, na fauna e até na economia e na sociedade.

A temperatura é, sem dúvida, um dos principais elementos do clima e, daí, a primeira distinção a ser feita, baseada nas zonas térmicas da Terra: climas quentes, climas temperados e climas frios. Essa classificação, adotada por Alexandre Supan (1879), é por demais simples. Por isso, outras distinções são admitidas, acrescentando-se mais dois aos três tipos principais citados: climas temperados, quentes e climas polares. As chuvas constituem outro elemento de grande importância na classificação dos climas (Torres e Machado, 2011, p. 133).

A realização do mapeamento climático pode apresentar certas falhas, pois assim como outras representações da natureza, apresenta generalizações e certo nível de imprecisão para áreas específicas (Torres e Machado (2011).

Dentre os diversos modelos de classificação dos climas, Ayoade (2012) destaca duas abordagens básicas na divisão climática: Abordagem Genérica – que está fundamentada nos controles climáticos, ou seja, condições que constatarem ou causam diferentes climas; Abordagem Genérica ou Empírica – pautada nos elementos climáticos como a vegetação ou a ação do homem.

O IBGE (2019), destaca três Zonas Climáticas no globo terrestre, são elas: Zona Polar, Temperada e Intertropical. E os tipos climáticos em dez: Equatorial, Mediterrâneo, Tropical, Temperado, Subtropical, Frio, Desértico, Semiárido, Frio, Polar, Frio de montanha.

Diversas classificações climáticas foram estabelecidas ao longo dos anos, destacando-se os autores, Köppen, Strahler, Thornthwaite. O modelo de Köppen (1918), é o mais adotado, seja na forma original ou com adaptações. Para Ayoade (2012), este autor utiliza dados empíricos e esquematiza seu método em cinco tipos climáticos, baseado na temperatura e referidos pelas letras – A (climas tropicais chuvosos), B (climas secos), C (climas temperados chuvosos e moderadamente quentes), D (climas com neve-floresta) e E (climas polares).

Neste conjunto, destacamos a letra B – Climas Secos, onde o autor reconhece as categorias áridas e semiáridas nesse clima, “caracterizam os tipos áridos e/ ou semiáridos” (Torres; Machado, 2012, p. 139). “A evaporação potencial média anual é maior do que a precipitação média anual” (Ayoade, 2012, p. 233).

Strahler (1969), utiliza da classificação genética, tendo como critérios as particularidades das massas de ar dominantes e de precipitação (Torres; Machado (2012), identificando três grupos climáticos: I – Climas das latitudes baixas; II – Climas das latitudes médias; III – Climas das latitudes altas. Aqui destacamos o grupo I, com os subtipos: Equatorial úmido; Litorâneo, com ventos alísios; Desértico tropical e de estepe; Desértico da costa ocidental; e Tropical seco-úmido.

Thornthwaite (1948), também utiliza a classificação empírica elaborando um modelo de “sistema bioclimático que se baseia no cálculo da evapotranspiração potencial (ETP),

considerando-se a temperatura média mensal e a duração do dia” (Torres; Machado, 2012, p. 161).

$$\text{Equação: } ETP = 16 Ni (Ti / D)^a$$

A classificação de Thornthwaite, é a mais aceita para aplicação nas regiões semiáridas, utilizando a técnica para definir o IA.

Sabemos razoavelmente bem como a precipitação varia de um lugar para outro, [...] e também como varia ao longo do ano e de um ano para outro. Por outro lado, nenhum instrumento foi ainda aperfeiçoado para medir o movimento da água da Terra para a atmosfera e, conseqüentemente, não sabemos quase nada sobre a distribuição da evapotranspiração no espaço ou no tempo. Não podemos dizer se o clima é úmido ou seco conhecendo apenas a precipitação. Devemos saber se a precipitação é maior ou menor que a água necessária para a evaporação e a transpiração. A precipitação e a evapotranspiração são fatores climáticos igualmente importantes. Dado que a precipitação e a evapotranspiração se devem a causas meteorológicas diferentes, nem sempre são iguais em quantidade ou distribuição ao longo do ano (Thornthwaite, 1948, p. 55). (Tradução livre).

De forma simples e clara, o semiárido é uma região seca e quente, onde a ocorrência pluviométrica ocorre de forma instável, sendo sua vegetação e solo fortes indicativos desse clima. “Onde a deficiência hídrica é grande em comparação com a necessidade, o clima é seco” (Thornthwaite, 1948, p. 56). (Tradução livre).

Estando presente em quase toda parte do globo, o semiárido, podendo suas características terem pequenas mudanças conforme a região do planeta que está inserido. A UNESCO (1979, p. 11) caracteriza esse clima como

A zona semiárida ( $0,20 < P/ETP < 0,50$ ) [...] Esta é uma zona de estepe, com algumas savanas e matas tropicais. Estas são por vezes boas áreas de pastagem e a agricultura de sequeiro é possível, embora a colheita seja muitas vezes irregular devido à grande variabilidade das chuvas. A precipitação média anual nesta zona varia entre 300-400 mm e 700 ou mesmo 800 mm nos regimes pluviométricos de verão, e entre 200-250 e 400-500 mm nos regimes pluviométricos de inverno, nas latitudes mediterrâneas e tropicais. A variabilidade interanual da precipitação está entre 25 e 50 por cento. (Tradução livre).

O complexo clima semiárido ainda se divide em dois, o semiárido quente e o frio. Sendo o semiárido quente presente em todas as partes do planeta, exceto no continente europeu, sua maior extensão se encontra na região africana e australiana. O semiárido frio, está presente em todos os continentes, sendo sua maior extensão no continente asiático.

O Brasil não é o único país da América Latina a apresentar características semiáridas, Santos; Perez-Marin et al., (2013, p. 11) também destaca o semiárido quente e frio na região latina, observando:

que a maior área de Clima Semiárido frio encontra-se na porção mais ao sul do continente, nas regiões mais altas como no Deserto do Atacama, que se estende desde o Norte do Chile até a divisa com o Peru (totalizando aproximadamente 1.000 km de extensão), e na parte central e sul da Argentina. Quanto ao Clima Semiárido quente, a Região Nordeste do Brasil se destaca por ter a maior extensão territorial, mas ocorre também na parte central da Argentina.

O sistema climático do semiárido abrange de um rico e complexo território, apesar de estar sempre atrelado a seca, deserto, caatinga, cactos e outros adjetivos. O semiárido brasileiro, apresenta características únicas e que foram determinantes no processo de sua delimitação, sendo habitado por mais de 28 milhões de pessoas nos nove estados do Nordeste. Entretanto, muitas etapas foram necessárias para se chegar na conjuntura atual, tema que será abordado no próximo tópico.

## A EVOLUÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

O território brasileiro possui uma das grandes regiões de semiaridez na América Latina, predominando na Região Nordeste e o norte de Minas Gerais. É um dos espaços semiáridos do mundo mais populosos, ocupando 12% do território nacional. Segundo dados do Instituto Nacional do Semiárido (INSA), a população do semiárido brasileiro ultrapassa 28 milhões de habitantes, divididos entre 62% nas áreas urbanas e 38% nas áreas rurais.

A Bahia é o estado que abrange maior área com características semiáridas, contendo 283 municípios. O Maranhão é o estado que apresenta menor extensão, com apenas 16 municípios inseridos nessas características (IBGE, 2022).

Na região semiárida do Brasil o clima é mais chuvoso em comparação com outras áreas semiáridas do mundo, sendo de até 800 mm a taxa de precipitação (Silva et al., 2010), convergindo altos índices de insolação e evaporação, contra o mais baixo período de precipitação.

Com uma insolação média de 2.800 horas/ano, temperaturas médias anuais de 23 °C a 27 °C, evaporação média de 2.000 mm/ano e umidade relativa do ar média em torno de 50%, o Semiárido brasileiro, caracteristicamente, apresenta forte insolação, temperaturas relativamente altas e regime de chuvas marcado pela escassez, irregularidade e concentração das precipitações em um curto período (em média, de três a quatro meses), fornecendo volumes de água insuficientes em seus mananciais para atendimento das necessidades da população (Silva et al., 2010, p. 8).

A desertificação no Brasil está intrinsecamente ligada ao clima semiárido. A Lei nº 13.153 de 30 de julho de 2015, que institui a Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca e seus instrumentos, estabelece a desertificação como determinante de impacto no semiárido brasileiro.

O Brasil apresenta quatro tipos de Clima Semiárido distintos, sendo eles diferenciados por períodos (meses) de chuva e zonas de ocorrência. O Instituto Nacional do Semiárido (INSA) em parceria com o Governo Federal, no ano de 2014, disponibilizou uma cartilha contendo dados relativos às características gerais e as particularidades das regiões caracterizadas por tais condições climáticas, como transcrito a seguir.

Clima Semiárido com 6 meses sem ocorrência de chuvas (6 meses secos): ocorre em todos os estados da região Nordeste, com maior incidência no Piauí e no leste do Maranhão; Clima Semiárido que se prolonga de 7 a 8 meses secos: predomina nos sertões do Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Sergipe e Bahia, além de parte do sertão alagoano e piauiense; Clima Semiárido que se prolonga de 9 a 10 meses secos: é encontrado nos sertões da Paraíba, parte do Rio Grande do Norte, nos sertões da Bahia e Pernambuco; Clima Semiárido mais severo, com duração de 11 meses secos: ocorre na Paraíba e no Sertão baiano (Santos; Perez-Marin et al., 2013, p. 9).

A diversidade no semiárido brasileiro é uma característica marcante, diversidade que ocorre principalmente em sua paisagem. Engana-se quem pensa que o semiárido do Brasil é marcado apenas pela presença das cactáceas ou que tenha poucas riquezas naturais. “A vegetação se apresenta em grupos de árvores e arbustos espontâneos, densos, baixos, leitosos, de aspecto seco, dotados de espinho, de folhas pequenas e caducas no período seco, que protegem a planta contra a desidratação pelo calor e pelo vento” (Santos; Perez-Marin et al., 2013, p. 25).

Por sua grande extensão territorial, a semiaridez brasileira passeia por diversos ambientes, Pereira Júnior (2007) aponta a sua compartimentação em sete Grandes Unidades Geossistêmicas: Depressão sertaneja, Planaltos sedimentares, Planalto da borborema, Planaltos com coberturas calcárias e maciços serranos residuais; Chapada Diamantina e encostas do planalto baiano e tabuleiros pré-litorâneos e parte da planície costeira.

Uma condição natural evidente é a transição do ecossistema da caatinga por todo espaço nordestino, desde áreas litorâneas, cerrado, amazônia, entre outras. Mencionar caatinga é dialogar sobre o semiárido brasileiro, ainda mais que a caatinga é um bioma fisiográfico, ou seja, ocorre unicamente no Brasil, possuindo diversas espécies endêmicas, comprovando sua grande riqueza e valor. A “Caatinga é uma região (fisiográfica) que apresenta clima quente e seco durante o dia e fresco durante a noite. As chuvas nesta região podem variar anualmente entre 200 mm e 1.000 mm, com distribuição de janeiro a maio” (Santos; Perez-Marin et al., 2013, p. 25).

A Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro. Engloba os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Maranhão, Sergipe e parte do norte de Minas Gerais. Possui uma área de 850.000 km<sup>2</sup>, aproximadamente 10% do território nacional. Denomina-se Caatinga pela aparência que a floresta revela durante a estação seca, quando a quase totalidade das plantas está sem folhas, com os troncos esbranquiçados e presença de espinhos. Uma característica notável da Caatinga é a sua alta resistência à seca (Santos; Perez-Marin et al., 2013, p. 21).

Nota-se que o bioma Caatinga se reflete totalmente no clima em que está inserida, as espécies presentes são propícias a resistirem às dificuldades de semiaridez da região em que está inserida.

As características geológicas da região também contribuem na caracterização do clima semiárido no Brasil, apresentando problemas de drenagem, solos poucos férteis e com baixa aptidão produtiva. Silva et al (2010) destaca o fracionamento do solo semiárido sob a caatinga em quatro, sendo Latossolos (19%); Neossolos Litólicos (19%); Argissolos (15%) e Luvisolos (13%).

Observa-se que a vegetação do semiárido se distingue para além das imagens conhecidas, como cactos e terrenos totalmente arenosos e desérticos. O volume variado de precipitação, as propriedades do solo e até a ação antrópica da região semiárida ditam sobre seu ecossistema, ocasionando que suas características não sejam uniformes, podendo aparecer e desaparecer conforme o volume de chuva de determinada época do ano.

Antes de ser nominada como Semiárido brasileiro, essa região foi primeiramente conhecida como Polígono da Secas, conforme a estabelecida na Constituição Federal de 1834, na Lei nº 175 de janeiro de 1936, que trata o art. 177, compreendia os estados que hoje fazem parte do atual semiárido do Brasil.

As características apontadas para região do Polígono das Secas são as mesmas em que se descreve o semiárido – “escassez dos recursos hídricos de superfície, causada, em especial, pelos baixos índices pluviométricos, que se concentram em uma curta estação úmida e apresentavam irregularidades entre os anos, resultando em secas periódicas. [...] a região também apresenta elevadas taxas de evapotranspiração potencial, baixa cobertura vegetal e a pouca espessura do solo, conjunto que resulta em um ecossistema frágil e em um baixo potencial produtivo” (SUDENE, 2021, p. 10).

O Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN-Brasil (2005), ressalta que, com o devido reconhecimento em 1936, essa área abrangia uma expansão de 672.281,98 km<sup>2</sup>, sendo considerado até o ano de 1989, quando foi realizada uma nova demarcação, que passou a ter 1.085.187 km<sup>2</sup>. Além disso, o Decreto nº 63.778, de 11 de dezembro de 1968, Art. 2º, concedia a SUDENE aptidão para estabelecer os municípios que seriam inseridos no Polígono das Secas.

A partir de 1989 o termo Polígono das Secas é deixado de se utilizar, sendo substituído pela Região Semi-Árida do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE). Assim, a SUDENE passou a produzir dados a respeito da Região Semi-Árida do FNE. Passando a ocupar uma área de 1.662.947 km<sup>2</sup>, até 1998, nos municípios do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, e para a Área Mineira do Polígono das Secas, segundo (PAN-Brasil, 2005).

A Constituição Federal de 1988, art. 159 I, b) e c), estabelece a destinação de recursos para as regiões do semiárido brasileiro. Em 1995 a SUDENE realiza uma nova demarcação, através da Portaria nº 1.181. Inicialmente os critérios estabelecidos foram “precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm” (SUDENE, 2017). Nove anos depois, em março de 2004 ocorre a delimitação do novo semiárido brasileiro, por meio da Portaria Interministerial nº 6, instituindo o Grupo de Trabalho Interministerial (GTI), que em 2005 definiu novos critérios para a classificação de municípios no semiárido – precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 mm; índice de aridez de até 0,5 considerando o período entre 1961 e 1990; risco de cerca maior que 60%. Sucedendo em 1.135 municípios (SUDENE, 2017).

Em 2014 um novo estudo é realizado, mantendo os mesmos critérios de classificação de 2005, sendo aprovado em 2017, anexando 1.189 municípios. Entretanto os estados do Maranhão, Paraíba, Ceará, Rio Grande do Norte e Bahia recorreram desta delimitação com o intuito de incluir seus municípios no semiárido. Realizada a nova revisão, 73 novos municípios são inseridos, totalizando 1.262 municípios do semiárido brasileiro, sendo neste ano a entrada do Maranhão com dois municípios.

Apesar da recomendação da GTI-2005, que sugere a delimitação do semiárido brasileiro seja realizada de dez em dez anos, em caso de possíveis mudanças climáticas (SUDENE, 2021), em 2021 foi realizada uma nova demarcação do semiárido.

Em discussão, foi proposto e acordado em consenso para que fossem geradas análises da configuração do Semiárido utilizando dados climatológicos atualizados, dos anos de 1991 a 2020, empregando-se os mesmos critérios técnicos adotados da delimitação anterior, que foram: Índice de Aridez de Thornthwaite inferior ou igual a 0,50; Precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800mm e; Percentual Diário de Déficit Hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano (SUDENE, 2021, p. 13).

Após o estudo de delimitação baseada nos critérios atuais, resultou num total de 1.427 municípios no semiárido brasileiro estabelecidos pela SUDENE em 2021, sendo essa delimitação a última realizada até o momento presente.

## O Semiárido nordestino

O Semiárido Nordeste, ou Polígono das Secas como era denominado, é uma região delimitada por meio das resoluções nº 107/2017 e 115/2017 do Conselho Deliberativo da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, que agrega os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe e mais ao norte, Minas Gerais. No Nordeste, os seus nove estados ocupam cerca de 85% de área caracterizada como semiárido, e territorialmente possui 1.128.698 km<sup>2</sup> com população de 27.840.630 habitantes (ASA, 2022; IBGE, 2022).

Ao longo dos anos, muitos órgãos governamentais e critérios técnicos foram sendo estabelecidos com o objetivo de definir regiões com características semiáridas. Nesse sentido, houve diversas redefinições, tanto por fatores políticos quanto pelos próprios critérios que passaram por atualizações.

Dessa forma, o Conselho Deliberativo da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste alterou, em 2021, os critérios quanto à delimitação das fronteiras do semiárido, trazendo a inclusão de uns municípios, e exclusão de outros. Ao que se sabe, o Ministério da Integração Nacional e a SUDENE afirmam que os parâmetros para essa nova delimitação se deram a partir das mudanças climáticas, em especial por causa da última seca prolongada (Gomes e Zanella, 2023). Os critérios determinam que os municípios tenham: I- Precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm; II – Índice de Aridez de Thorntwaite igual ou inferior a 0,50; III – Percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano (SUDENE, 2021).

Como um fator determinante no ambiente, o clima que caracteriza a paisagem do semiárido nordestino, e o que o diferencia das demais regiões do globo. Diversas regiões do semiárido são hoje reconhecidas como unidades por apresentarem características climáticas semelhantes, mas o Nordeste se diferencia das demais regiões na medida em que apresenta uma irregularidade temporal e espacial quanto às distribuições das chuvas (Nimer, 1979; Gomes e Zanella, 2023). Estudar o clima de uma região como essa, que possui um longo histórico de problemas hídricos é fundamental, já que esse fator influencia diretamente nos regimes dos rios, escoamento superficial e disponibilidade hídrica (Zanella, 2014).

No semiárido nordestino, as temperaturas e taxas de insolação são altas, enquanto os índices de umidade são frequentemente baixos. Suas altas insolações resultam da posição geográfica latitudinal da região, que a faz receber forte radiação solar durante o ano (Zanella, 2014). Segundo a Articulação Semiárido Brasileiro, os índices de evaporação, os quais chegam a 3.000 mm por ano, superam o volume de chuva, provocando um grande déficit hídrico (Asa, 2022). Essas elevadas taxas de evaporação indicam o índice de aridez, fazendo com que cerca de 40% da água presente nos reservatórios sejam evaporadas (Suassuna, 2002).

Quanto às precipitações, estas sofrem irregularidades quanto a sua distribuição, trazendo para a região totais pluviométricos baixos e distribuição sazonal das chuvas, fazendo com que haja uma estação chuvosa que dura de três a cinco meses (Zanella, 2014). Em contrapartida a isso, o semiárido nordestino também apresenta períodos marcados pela deficiência ou escassez

hídrica, causando um fenômeno cíclico, conhecido por muitos como a seca. Estudos feitos por Andrade (1986) indicam a divisão de dois tipos de seca no sertão nordestino. Conforme esse autor, a primeira se trata de uma seca anual que dura em média sete a oito meses, e por outro lado, existem as secas periódicas, prevalecendo essas por dois a quatro anos.

Grande parte do Nordeste brasileiro é semiárido graças às condições climáticas de temperatura, umidade e precipitações. Alguns estudos foram sendo realizados para explicar por que a região nordestina é semiárida, e desde quando surgiram os primeiros registros de semiaridez. Gomes e Zanella (2023) apontam, com base em análises feitas por alguns autores, que no período Holoceno, estudos sobre o clima do Nordeste eram bem raros, mas que as pesquisas feitas mostraram fortes flutuações nas precipitações.

Em uma dessas pesquisas, Sifeddine et al., (2003) direcionaram estudos sedimentológicos no Maranhão, e identificaram que as condições climáticas dos últimos 21 anos nessa região foram predominantemente secas com alguns períodos úmidos. Nisso, concluíram que a Zona de Convergência Intertropical foi a responsável por esses períodos úmidos nesse estado, fazendo crer que as precipitações no Nordeste, naquela época, tinham estreita relação com o deslocamento das ZCIT (Gomes e Zanella, 2023).

Historicamente, o semiárido do Nordeste possui suas raízes atreladas aos problemas da seca. É um fenômeno natural que ocorre em muitas regiões do Brasil, como é o caso da Amazônia, que em 2005 registrou um total de 137 mil famílias afetadas (Nascimento e Santos, 2022). Apesar de afetar outras regiões tais como Sul e Sudeste, é no Nordeste que esse episódio ocorre de forma cíclica impactando diretamente os nordestinos.

Marengo (2006) evidencia os primeiros registros de seca, os quais datam desde o século XVII, em específico no período colonial quando os portugueses chegaram ao Brasil. Embora aconteça, consoante esse autor, estatisticamente de 18 a 19 anos em cada século, percebe-se que esse evento veio prevalecendo de forma mais frequente a partir do século XX. Lima e Magalhães (2018) apontam que as grandes secas não somente trouxeram impactos econômicos, mas também tragédias humanas provocadas pela estiagem, e que no transcurso dos anos surgiram diversas políticas com o objetivo de minimizar seus efeitos, entretanto, poucas delas obtiveram grandes êxitos.

Diversos autores explicam que a causa das irregularidades temporal e espacial das precipitações do Nordeste do Brasil estão relacionadas com a atuação dos sistemas atmosféricos. Em vista disso, faz-se uma análise de quatro desses sistemas sob a perspectiva de Ferreira e Melo (2005) e Zanella (2014).

Acerca dos mecanismos que possibilitam os períodos chuvosos, observa-se a Zona de Convergência Intertropical – ZCIT que se forma no confronto dos ventos alísios de nordeste com os de sudeste, cujo choque faz com que o ar quente e úmido promova a formação de nuvens. No Nordeste, os alísios de NE e SE se deslocam para a região na época do verão, causando atividades de baixas pressões, alta nebulosidade e chuvas muito frequentes (Ferreira e Melo, 2005). Na Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS, ocorre o choque das massas quentes e úmidas na Amazônia e Atlântico Sul (Zanella, 2014).

Quanto aos sistemas atmosféricos causadores das secas em períodos sazonais, o Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul com a Massa Tropical e a Massa Equatorial Atlântica se encarregam por soprarem os ventos alísios do quadrante E-SE. Dessa forma, as massas de ar, juntamente sob a ação dos ventos corroboram para que haja longos eventos de seca (Zanella, 2014). Em

compensação, o ENOS, ou El Niño Oscilação Sul é considerado um dos principais, se não o principal fator determinante dos problemas de seca no Nordeste, apesar de estudos afirmarem influência do Dipolo do Atlântico neste processo.

Para Ferreira e Melo (2005), em anos de El Niño, as águas do pacífico sofrem aquecimento e causam o deslocamento da convecção equatorial, alterando a posição da Célula de Walker. Devido ao deslocamento da circulação atmosférica, o ar quente dessa região é empurrado, gerando essa célula no Nordeste brasileiro e na Amazônia oriental. “Dependendo da intensidade da célula e sua fase de ocorrência, pode haver inibição das nuvens e a descida da Zona de Convergência Inter Tropical, trazendo poucas chuvas na região nordestina” (Ferreira e Melo, 2005, p. 25). Pelo exposto, fica evidente a atuação direta ou indireta desses sistemas atmosféricos nas irregularidades das chuvas no Nordeste, fazendo com que os problemas relacionados às secas se prologuem afetando a vida e os recursos hídricos da região.

### O Semiárido maranhense

O clima é um dos fatores determinantes da configuração da paisagem e sua compreensão é necessária para que algumas medidas sejam tomadas, considerando que influencia diretamente a vegetação, o solo e o relevo. Para compreender o clima semiárido dentro do Maranhão é necessário fazer algumas reflexões, visto que, o estado foi inserido há pouco tempo.

Previamente, é fundamental estabelecer a distinção entre tempo e clima, uma vez que ambos são conceitos distintos. Segundo Torres e Machado (2011), o tempo é algo momentâneo, um estado particular e efêmero da atmosfera. O tempo lida com eventos específicos, com a variabilidade do que acontece no dia a dia, as chuvas, o calor, o frio, ciclones, anticiclones e entre outros fenômenos. A combinação desses elementos forma o clima.

Por outro lado, o clima é a somatória do tempo num determinado lugar. Segundo Ayoade (2012, p. 2), para determinar o clima de um lugar é necessário um período de aproximadamente 30-35 anos. O clima é definido pela média do tempo ao longo de alguns anos. O clima é “[...] O clima abrange um maior número de dados do que as condições médias do tempo numa determinada área”. Para determinar o clima de um lugar são necessárias algumas observações, e não determinado em um curto período de tempo, sendo necessário analisar o tempo para determinar o clima.

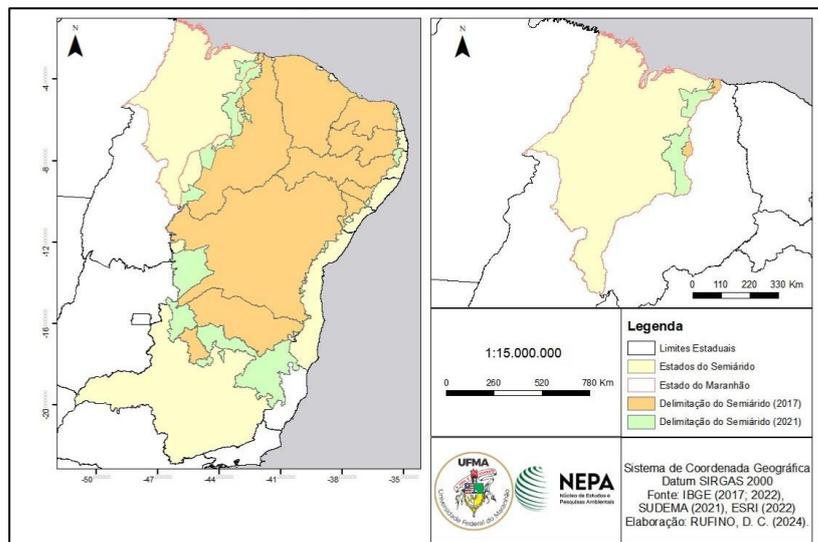
Sabe-se que a delimitação do semiárido brasileiro passou por diversas etapas ao longo dos anos, além de que, ocorreram mudanças nos critérios utilizados, com isso, surgiu espaço para inserir ou excluir regiões com tais características, avaliando de acordo com os critérios estabelecidos. Consta-se que, o Estado do Maranhão foi o último a ser inserido nessa delimitação, sendo anexado apenas no ano de 2017 (Figura 1).

Em 2017, a SUDENE, divulgou a nova delimitação do semiárido utilizando os seguintes critérios: precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm; índice de aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50; percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano. Para os municípios integrarem a nova delimitação, era necessário atingir pelo menos um dos critérios estabelecidos.

Desde a formulação dos estados que fariam parte do semiárido brasileiro, o Maranhão não estava incluído devido à ausência das características necessárias. Quando o Maranhão passou a fazer parte dessa classificação, os municípios incluídos foram de Araioses e Timon. Em 2021,

foi apresentada uma delimitação atualizada do semiárido, incluindo 14 novos municípios do Maranhão, totalizando 16 municípios na região.

**Figura 1:** Delimitação do Semiárido no Estado do Maranhão.



**Fonte:** Elaborado pelos autores, 2024.

Analisando os critérios utilizados pela SUDENE para a inclusão do estado do Maranhão no semiárido, é possível observar na (Tabela 1), quais os critérios o Maranhão atingiu. O estado foi incluído, apenas por conta do déficit hídrico e a mesma delimitação é utilizada pelo IBGE. A nova delimitação do semiárido tende a ser confusa, porque a mesma se contradiz em alguns conceitos, principalmente o do clima de uma região, além de não respeitar o critério de revisão a cada década, estabelecido pela GTI-2005, dado que atualização foi realizada somente quatro anos depois. Como a última delimitação havia sido realizada em 2017, não se tinha a necessidade de uma nova delimitação em um curto período de tempo, mesmo com as mudanças que vem ocorrendo nos últimos anos. É necessário que se tenha um tempo maior para realizar as análises dos dados. Como afirma Gomes e Zanella (2023), a revisão deveria ser somente em 2027, e essa delimitação precoce fomenta uma desconfiança em relação à validade dos critérios da nova delimitação.

**Tabela 1** – Critérios para inclusão de municípios maranhenses na delimitação de 2021 do semiárido.

MUNICÍPIOS	ÍNDICE DE ARIDEZ	PRECIPITAÇÃO	DÉFICIT HÍDRICO
Água Doce do Maranhão	Não	Não	Sim
Araioses	Não	Não	Sim
Santa Quitéria do Maranhão	Não	Não	Sim
Santana do Maranhão	Não	Não	Sim
Barão de Grajaú	Não	Não	Sim
São Bernado	Não	Não	Sim
São Francisco do Maranhão	Não	Não	Sim
Brejo	Não	Não	Sim
Burití	Não	Não	Sim
Magalhães de Almeida	Não	Não	Sim
Matões	Não	Não	Sim
Milagres do Maranhão	Não	Não	Sim
Caxias	Não	Não	Sim
Tutóia	Não	Não	Sim

**Fonte:** Adaptado da Sudene, 2021.

De acordo com os critérios determinantes que indicam uma região com clima semiárido estão relacionados à meteorologia e à hidrologia, por via de regra, não se considera as especificidades econômicas e sociais, mas são considerados a temperatura, umidade, precipitação e vegetação, justamente por esses indicativos serem fundamentais para determinar o clima semiárido.

As características do semiárido maranhense são singulares, principalmente, por não ser um semiárido típico, com os atributos que são considerados predominantes. Um dos fatores que caracterizam são as precipitações médias. No semiárido brasileiro as precipitações inclinam-se a variar médias entre 600 mm e 800 anuais na maior parte das regiões, mas costumam diminuir para 300 mm a 600 mm em certas áreas, entretanto podem chegar entre 800 mm e alcançar até 1.700 mm em outras áreas (Silva, 2008; Souza Filho, 2011; Oliveira, 2013). A precipitação é uma variável predominantes para a caracterização do clima semiárido, o Maranhão está localizado em uma região de transição climática, ele recebe influência do Semiárido e da Amazônia, logo, existe uma variabilidade na precipitação, umidade e temperatura. O clima do Maranhão é dividido em dois períodos, um chuvoso e outro seco. Quando se trata das médias pluviométricas do estado do Maranhão (Tabela 2), todas estão acima dos 1.000 mm/ano.

Os municípios que integram o semiárido no estado estão localizados no leste maranhense (Figura 1), a tabela mostra a média anual de precipitação nesse local dos anos de 1991 a 2020, foi entre 1.091 e 1.500 mm/ano; 1.501 e 1.850 mm/ano. O leste maranhense por possuir uma grande extensão tende a ter uma variação nas médias de precipitação. O clima do leste maranhense é caracterizado como tropical da zona equatorial, no qual é quente com média maior que 18°C em todos os meses. Segundo o IBGE (2002), o semiárido tem 4 classificações de períodos de seca, o leste maranhense se enquadra na classificação de 6 meses secos.

**Tabela 2** – Média Anual da precipitação no estado do Maranhão entre os anos de 1991 a 2020.

MESORREGIÃO	PLUVIOSIDADE
Norte Maranhense	Superior a 1.851 mm/ano; entre 1.501 e 1.850 mm/ano.
Centro Maranhense	Entre 1.091 e 1.500 mm/ano; 1.501 e 1.850 mm/ano.
Oeste Maranhense	Entre 1.091 e 1.500 mm/ano; 1.501 e 1.850 mm/ano; superior a 1.851 mm/ano.
Leste Maranhense	Entre 1.091 e 1.500 mm/ano; entre 1.501 e 1.850 mm/ano.
Sul Maranhense	Entre 1.091 e 1.500 mm/ano; entre 1.501 e 1.850 mm/ano.

**Fonte:** Adaptado da SEMA, 2023.

As temperaturas elevadas tendem a ser uma das características climática do semiárido. Segundo Ramalho (2013), as médias anuais das temperaturas estão em torno de 28°C e a máxima em torno de 40°C. No Maranhão a temperatura média anual do ar é 26° C, mas em alguns municípios a temperatura média costuma ser mais elevada e ficando acima dos 27°C. Segundo os dados disponibilizados pela UEMA no ano de 2010, a temperatura média anual do leste maranhense variava entre 24°C e 27°C. Além disso, as regiões semiáridas são caracterizadas pela baixa umidade, que em geral, é de aproximadamente 50%. Segundo Feitosa e Trovão (2006), a umidade relativa do leste maranhense estava entre 73% e 76%.

A Caatinga é considerada o bioma predominante da região semiárida, contudo, se associa a cactáceas como um fator principal da caatinga. No Maranhão o bioma é dividido entre cerrado (64%), Amazônia (35%) e Caatinga (1%), mesmo ocupando uma porção pequena no estado, possui característica na qual se difere dos outros, não se tem a predominância de cactos, mas é

possível observar a presença de uma vegetação arbustiva com galhos retorcidos e com raízes profundas (Figura 2). No estado, apenas 15 municípios estão associados ao bioma Caatinga, estão localizados no leste maranhense, conforme (Araújo et al., 2016).

Em uma aula de campo realizada no município de Magalhães de Almeida em 2012, foi possível observar a presença dessa vegetação característica da caatinga. Sendo a característica eminente da caatinga a alta resistência à seca, perda das folhas, trocos apresentam aspectos esbranquiçados e determinadas plantas apresentam espinhos. No Maranhão o trimestre mais seco do ano é julho, agosto e setembro, o registro feito no mês de setembro demonstra a resistência da vegetação nesse período.

Compreender o semiárido maranhense vai além das delimitações que se tem hoje, ao decorrer desse parágrafo foram apresentados os indicativos do semiárido como a temperatura, umidade, precipitação e vegetação, buscando evidenciar principalmente o leste maranhense, que atualmente se encontram os municípios pertencentes ao semiárido. No intuito de realizar uma análise para entender como estado se encaixa dentro do clima semiárido, levando outros fatores em consideração, além do déficit hídrico.

Observa-se que a semiaridez maranhense se enquadra mais por uma questão política, mas não isenta que o mesmo se encaixe dentro de algumas características. Como afirma, Gomes e Zanella (2023), os critérios determinados pela SUDENE vai incluir ou excluir um município da região denominada semiárido, em alguns momentos as redefinições vão ocorrer por fatores políticos. Em 2009, alguns pesquisadores consideravam que cerca de 46 municípios do Maranhão, deveriam estar inseridos dentro da região do semiárido, mas os fatores nos quais eles se apoiavam, eram justamente sociais, como o índice de exclusão social.

**Figura 2:** Aspectos da vegetação do município Magalhães de Almeida – MA.



**Fonte:** Arquivo dos autores, 2012.

É fato que existe uma visão determinista em relação ao nordeste, por ser considerada uma região com grandes problemas sociais e econômicos. Comparações entre os índices de exclusão social, não garantem que uma região pertence ou não ao semiárido, visto que, existe uma justificativa dos porquês uma determinada sociedade está passando por exclusão. Não é o intuito deste trabalho entrar nessas questões, mas é fundamental refletir sobre o tema, em que a maioria das vezes a exclusão vem justamente por conta das questões políticas estabelecidas. Ainda é necessária uma discussão maior sobre o clima do semiárido no Maranhão, principalmente para

compreender como esse clima atua dentro do estado, não no intuito de arrecadações financeiras, mas com a finalidade de esclarecer a inserção do Maranhão.

## CONCLUSÕES

O clima semiárido brasileiro, diferente dos outros ao redor do mundo, apresenta determinadas características próprias, sendo que esse fator, ao longo do tempo foi marcando os elementos da paisagem semiárida do país, particularmente a vegetação, solos e relevo.

A premissa maior deste artigo foi trazer reflexões sobre o clima semiárido no estado do Maranhão por meio de uma abordagem climática, entendendo o clima como elemento que caracteriza uma região. Antes disso, buscou-se apontar algumas informações sobre o clima, como as classificações e seu processo histórico de estudo, destacando as classificações climáticas existentes por meio dos métodos de Köppen (1918), Strahler (1969) e Thornthwaite (1948), visto a importância desses autores na literatura sobre os climas.

Quanto ao semiárido nordestino, conclui-se que a região possui um longo histórico de problemas hídricos causados pelas irregularidades temporais e espaciais das chuvas, onde essas irregularidades são provocadas direta ou indiretamente pelos sistemas atmosféricos.

Como foi tratado no trabalho, o semiárido engloba onze estados do Brasil, com cerca de 1.427 municípios. Esses municípios passaram por longos processos de delimitações, seja por questões políticas e critérios técnicos, que se atualizaram durante os anos. Nesse contexto, o Maranhão foi o último estado do Nordeste a ser inserido no semiárido brasileiro, sendo incluído 2 municípios na delimitação de 2017 e depois mais 14 municípios em 2021, sendo essa classificação baseada através de um único critério, o déficit hídrico da região.

A partir desse pressuposto, buscou-se mostrar que os estudos do clima e tempo, respeitando seus limites temporais são fundamentais para a classificação adequada do clima de uma região. O Maranhão, apesar de apresentar em determinadas regiões vegetação semelhante a caatinga, ainda assim esse não foi um dos critérios estabelecidos da SUDENE para inserção de seus municípios no semiárido brasileiro, o que gera certa confusão. Desta forma, urge a necessidade de reflexão para o estabelecimento desses critérios, será que o Maranhão de fato contém municípios que deveriam estar presentes no semiárido brasileiro ou sua inserção se encontra respaldada em uma ótica política? Ademais, compreendemos que discussões sobre o clima de uma região tão complexa como essa são amplamente válidas, e jamais devem ser descartadas.

### Notas:

- (1) Charles Thornthwaite: elaborou sua proposta de classificação racional do clima, partindo dos pressupostos de rendimento econômico e de padrões agronômicos.
- (2) Wladimir Köppen: [...] sistematização e construção das bases teóricas e metodológicas do estudo moderno do clima.
- (3) Arthur Strahler: [...] divulgaria sua proposta de classificação climática que pretendia dotar as concepções de clima aceitas até então [...].

Fonte: SANT'ANNA NETO, 2001.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. C. A intervenção do Estado e a seca no Nordeste do Brasil. *Revista de Economia Política*, São Paulo, v. 6, n. 4, p. 125- 130, 1986. Disponível em: <https://centrodeeconomiapolitica.org/repojs/index.php/journal/article/view/1825/1811>. Acesso em: 18 jan. 2024.
- ARAUJO, L. S. de; SILVA, G. B. S. da; TORRESAN, F. E.; VICTORIA, D. de C.; VICENTE, L. E.; BOLFE, E. L.; MANZATTO, C. V. Conservação da biodiversidade do estado do Maranhão: cenário atual em dados geoespaciais. *Embrapa Meio Ambiente*, Jaguariúna. 28p, 2016.
- ASA - ARTICULAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. Semiárido - é no semiárido que a vida pulsa! Disponível em: <https://www.asabrasil.org.br/semiarido#caracteristicas-semiarido>. Acesso em: 07 jan. 2024.
- AYOADE, J. O. *Introdução à climatologia para os trópicos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.
- BRASIL. Lei nº 13.153, de 30 de julho de 2015. Institui a Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca e seus instrumentos; prevê a criação da Comissão Nacional de Combate à Desertificação; e dá outras providências. Brasília, DF, 30 jul. 2015.
- BRASIL. Lei nº 175, de 7 de janeiro de 1936. Regula o disposto no art. 177 da Constituição. Rio de Janeiro, RJ, 07 de jan. 1936.
- CÂMARA DOS DEPUTADOS. Legislação Informatizada - Decreto nº 63.778, de 11 de dezembro de 1968 - Publicação Original. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1960-1969/decreto-63778-11-dezembro-1968-405144-publicacaooriginal-1-pe.html#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20inclus%C3%A3o%20de%20munic%C3%ADpios%20na%20C3%A1rea%20do%20Pol%C3%ADgono%20das%20Secas>. Acesso em: 28 jan. 2024.
- FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos pacífico e Atlântico no clima da região. *Revista Brasileira de Climatologia*, ACLIMA, ano 1, dez. 2005.
- GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Editora Atlas AS, 2008.
- GOMES, F. I. B. P; ZANELLA, M. E. Histórico, causas e características da semiaridez do Nordeste do Brasil. *Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia e do Departamento de Geografia da UFES*. V. 3, n. 37. Julho-Dezembro, 2023. ISSN: 2175-3709. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/geografares/article/view/41515>. Acesso em: 12 jan. 2024.
- GOMES, F. I. B.P; ZANELLA, M. E. Histórico, causas e características da semiaridez do Nordeste do Brasil. *Geografares*, [S. l.], v. 3, n. 37, p. 209–233, 2023. DOI: 10.47456/geo.v3i37.41515. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/geografares/article/view/41515>. Acesso em: 26 jan. 2024.
- GOV.BR. Instituto Nacional do Semiárido - INSA. Disponível em: <https://www.gov.br/insa/pt-br/semiarido->

brasileiro#:~:text=O%20Semi%C3%A1rido%20Brasileiro%20se%20estende,semi%C3%A1ridos%20mais%20povoados%20do%20mundo. Acesso em:

IBGE. Áreas territoriais. 2022. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html> Acesso em: 15 jan. 2024.

IBGE. Atlas Escolar. Disponível em: <https://atlascolar.ibge.gov.br/mapas-atlas/mapas-do-mundo/dinamica-dos-climas.html>. Acesso em: 09 jan. 2014.

IBGE. Mapa de clima do Brasil – 2002. IBGE: Rio de Janeiro, 2002. Disponível em:

[https://atlascolar.ibge.gov.br/images/atlas/mapas\\_brasil/brasil\\_clima.pdf](https://atlascolar.ibge.gov.br/images/atlas/mapas_brasil/brasil_clima.pdf). Acesso em: 25 jan. 2024.

IBGE. Semiárido Brasileiro. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15974-semiarido-brasileiro.html>. Acesso em: 09 jan. 2024.

JUSBRASIL. Artigo 159 da Constituição Federal de 1988. Disponível em:

<https://www.jusbrasil.com.br/topicos/10665073/artigo-159-da-constituicao-federal-de-1988>. Acesso em: 28 jan. 2024.

LIMA, J. R.; MAGALHÃES, A. R. Secas no Nordeste: registros históricos das catástrofes econômicas e humanas do século 16 ao século 21. *Revista Parcerias Estratégicas*, Brasília-DF, v. 23, n. 46, p. 191-212, jan./jun. 2018.

MARENGO, J. A. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília, DF: MMA, 2006. 202 p.

MARIN, M. P; SANTOS, A. P. S. (org.). O semiárido brasileiro: riquezas, diversidades e saberes. Campinas Grande: INSA/MCTI, 2013. 73 p.

MATALLO JUNIOR, H. As regiões secas no mundo. In: MATALLO JUNIOR, H. INDICADORES DE DESERTIFICAÇÃO: histórico e perspectivas. Brasília: UNESCO, 2001. p. 15-22.

MMA, Secretaria de Recursos Hídricos. Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAN-Brasil. Brasília, PAN Brasil, 2005.

NASCIMENTO, C. E. P; SANTOS, M. D. C. ESTADO E POLÍTICAS PÚBLICAS: A SECA NO SEMIÁRIDO NORDESTINO. *GEOTemas*, Pau dos Ferros, RN, Brasil ISSN: 2236-255X, v. 12, 2022.

NIMER, E. Circulação atmosférica do Nordeste e suas consequências: o fenômeno das secas. In: *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

OLIVEIRA, I. F. Semiárido Baiano: a dinâmica contraditória do desenvolvimento. 2013. 355 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Regional e Urbano) – Universidade Salvador, Laureate International Universities, Salvador, 2013.

PEREIRA JÚNIOR, J. S. NOVA DELIMITAÇÃO DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO. Câmara dos Deputados, Consultoria Legislativa. p. 1-24. 2007.

RAMALHO, M. F. de J. L. A fragilidade ambiental do nordeste brasileiro: o clima semiárido e as imprevisões das grandes estiagens. *Sociedade e Território*, Natal, v. 25, n. 2, p. 104–115,

2013. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/sociedadeeterritorio/article/view/3629>. Acesso em: 25 jan. 2024.

SANT'ANNA NETO, João Lima. História da Climatologia no Brasil: gênese, paradigmas e a construção de uma Geografia do Clima. Tese de Livre-Docência. Presidente Prudente: FCT/UNESP, 2001.

SANTOS, A. P. S dos; PEREZ-MARIN, A. M. FORERO, L. F. U. et al. O SEMIÁRIDO BRASILEIRO: Riquezas, diversidades e saberes. Paraíba: Instituto Nacional do Semiárido, 2013.

SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais. Plataforma do Governo do Maranhão. São Luís, MA. Disponível em: <https://www.sema.ma.gov.br/noticias/as-chuvas-no-maranhao>. Acesso em: 20 jan. 2024.

SILVA, P. C. G. da; MOURA, M. S. B. de; KIILL, L. H. P. Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. In: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. da. (Ed.). Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. p. 18-48.

SILVA, R. M. A. S. Entre o combate à seca e a convivência com o semi-árido: transições paradigmáticas e sustentabilidade para o desenvolvimento. Fortaleza: BNB, 2008.

SOUZA FILHO, F. A. A política nacional de recursos hídricos: desafios para sua implantação no semiárido brasileiro. In: MEDEIROS, S.S. et al. Recursos hídricos em regiões semiáridas. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido – INSA, 2011.

SUASSUNA, J. A pequena e média açudagem no semi-árido nordestino: uso da água na produção de alimentos. Disponível em: <https://www.gov.br/fundaj/pt-br/destaques/observa-fundaj-itens/observa-fundaj/artigos-de-joao-suassuna>. Acesso em: 28 jan. 2024.

SUDENE. Relatório Final Preliminar para delimitação do Semiárido. Ministério do Desenvolvimento Regional. 2021. 272p.

THORNTHWAITE, C. W. An Approach toward a Rational Classification of Climate. *Geographical Review*, v. 38, n. 1, p. 55-94, 1948.

TORRES, F. T. P.; MACHADO, P. J. O. Introdução à Climatologia. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

UNESCO. Map of the world distribution of arid regions. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. p. 1-54, 1979.

ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. *Caderno Prudentino de Geografia*, 1 (36). 2014. P. 126-142.

## PAISAGENS CÊNICAS NATURAIS E MODIFICAÇÕES EM UM PARQUE URBANO DE SOBRAL - CE

Elissandro de Sousa Gomes  
Francisco Bruno Monte Gomes  
Lívia Alves de Souza  
Leidy Dayane Paiva de Abreu  
Erandir Cruz Martins

### INTRODUÇÃO

As novas dinâmicas sociais provocam o ordenamento no meio urbano que sofre modificações pelas ações dos fenômenos naturais, bem como sob influência das antrópicas. Os aglomerados em cidades causam uma metamorfose nesse espaço, a qual estão inseridos os objetos e as ações conjuntas, que ainda podem provocar mudanças nos cenários decorridos em seus aspectos. Em detrimento, as paisagens cênicas naturais também sofrem alterações.

A paisagem urbana sofre transformações constantes, advindas da dinâmica das cidades de produção e transformação dos espaços. Compreender essa dinâmica e seus resultados, emerge da necessidade de compreender a cidade e seus habitantes, e ainda, o resultado destas transformações (positivos ou negativos) visando a construção de espaços mais sustentáveis, equitativos e impactantes na qualidade de vida cidadã. (Inara; Fernanda, 2019, p. 2).

Com o crescimento das cidades e a formação dos grandes centros urbanos os indivíduos influenciados a acompanhar as tendências do desenvolvimento tecnológico, industrial e econômico atuam nesse meio inserido provocando uma remodelagem do que antes estava presente por conta destes fatores relevantes, além dos feitos pelos setores civil/imobiliário. Dado isso o natural é drasticamente suprimido na troca do que é imposto pelo artificial.

Essas questões podem causar impactos em magnitudes diferenciadas, seja devido ao fato da redução de diversidade arbórea, alterações dos recursos naturais, desequilíbrio dos ecossistemas, menor contato com as áreas verdes, mudança da percepção dos indivíduos, poluição visual, baixa qualidade de vida e outros que caminham contrariamente ao Desenvolvimento Sustentável. À proporção que estas ações se ampliam a preocupação com o cuidado/preservação do Meio Ambiente também estão sendo defasados.

Nos espaços públicos urbanos e propícios às áreas de lazer é essencial que haja a preservação do que ali se encontra com naturalidade visando atrelar à concepção dos visitantes no local da importância que a natureza representa e que deve ser mantida e preservada, garantindo que esses aspectos serão considerados como de suma importância apesar, da inserção nas cidades.

Tomando-se por referência locais destinados aos passeios, caminhadas, e outras atividades inerentes ao lazer social como os parques, praças e jardins etc., incluídos no urbano, necessitam de um olhar com voltas a questões de preservação das paisagens naturais garantindo alterações mínimas possíveis e mantenedoras das características primárias. E com isso permitir que aqueles com acesso tenham um contato com os objetos naturalizados.

As mudanças são quantitativas mas também são qualitativas. Se até mesmo no início dos tempos modernos as cidades contaram com jardins, isso vai tornando-se mais raro: o meio urbano é cada vez mais um meio artificial fabricado com restos da natureza primitiva crescentemente encobertos pelas obras dos homens. A paisagem cultural substitui a paisagem natural e os

artefatos tomam, sobre a superfície da terra, um lugar cada vez mais amplo (Santos, 1988, p. 42).

Logo, com voltas às premissas em destaque na Cidade de Sobral - CE, em tratando-se de um recorte espacial do Parque da cidade - Central urbano, realizaram a descrição das paisagens cênicas naturais presentes com suas modificações por requalificação no local. Para posterior apresentação e exposição do resgate com as observações empíricas e estudo explorado ao discorrer da pesquisa. A partir disso demonstrar a percepção, fatores, consequências socioambientais decorrentes dessas alterações.

Segundo Santos (1988, p. 21) “Tudo aquilo que nós vemos, o que nossa visão alcança, é a paisagem. Esta pode ser definida como o domínio do visível, aquilo que a vista abarca. Não é formada apenas de volumes, mas também de cores, movimentos, odores, sons etc.”

Na concepção de Bertrand (2004), paisagem não é, somente, a adição de elementos geográficos descombinados, é o resultado da combinação dinâmica entre elementos físicos, biológicos e antrópicos. A relação entre todos esses elementos faz da paisagem um conjunto único em contínua construção. No entanto, atualmente, o poder de modificação da paisagem é tão intenso que não permite, sequer, a consolidação do patrimônio natural através do sentimento de apropriação por parte da sociedade.

Nos estudos da ciência geográfica o conceito de paisagem leva em consideração os traços, elementos, objetos presentes no meio que os olhos podem alcançar e tornar-se perceptível pelo sentido da visão, tendem a ser modificadas pelos fenômenos físicos-naturais ou mesmo pelas ações antrópicas, é composta por elementos intangíveis e inclui valores e significados (Montes *et al.*, 2022). Desde os primórdios, os seres humanos começaram habitar espaços para manutenção de sua sobrevivência utilizando de caça, pesca até o desenvolvimento da agricultura que se resultou no processo moderno da industrialização e estimulou a procura pelos grandes centros urbanos. Esses fatores começaram a reconstruir os aspectos das paisagens naturais.

Essas paisagens demonstram em suas formas e aspectos uma imagem que estimula a percepção dos indivíduos alterando a forma como conseguem subjugar o papel e a importância do conjunto integrado das coisas. E no contato recorrente com a natureza pode haver o reconhecimento da importância que estas questões representam e porque necessitam ser mantidas. A sociedade em um fluxo agitado do dia a dia aprecia de forma monótona seu processo rotineiro. Na maioria das situações o vai e vem dos objetos artificializados prendem esse olhar, construindo um falso modo de enxergar.

A exemplo do é captado pelas vivências no espaço cotidiano por meio do contato com o trânsito, *outdoors* e anúncios, verticalização dos bairros e estruturas prediais, diversificação dos componentes ecossistêmicos, além de outros feitos pelos seres humanos. Paterman (2020, p. 3) consolida uma defesa da paisagem [...] nos termos ambientais [...] de uma perda atribuída simultaneamente a ecossistemas e formas urbanas sob desaparecimento ou homogeneização em meio a dinâmicas de desenvolvimento globais. Pois, podem influenciar o socioemocional onde, as atividades intensas e aceleradas geram elevados índices de estresse e irritabilidade, para tanto tem-se a necessidade de preservação destes aspectos paisagísticos naturais.

Entende-se, portanto, que a paisagem dos bens naturais não está relacionada apenas a valores naturais (existência), mas que se faz necessária a compreensão da sua relação com os indivíduos que a ela percebem, para além de suas características morfológicas (Moura, 2020).

Praças e parques são espaços livres essenciais para a estruturação e funcionalidade da vida urbana. Estes ambientes constituem-se paisagem e unidades urbanísticas, que buscam promover a sociabilidade (encontro, circulação, permanência, descanso), apreciação cênica, seu uso e conservação, exaltar potenciais ambientais, construir uma identidade local, contato com áreas verdes, qualidade ambiental e de vida para a população. Neste sentido, os cidadãos possuem direitos garantidos por lei de terem acesso com qualidade ao lazer (Christmann; Foletto, 2020, p. 2).

Sem embargo, a administração pública ser responsável pela gestão e manutenção desses espaços voltados a atender a população em suas formas abstratas e estruturadas com valores inseridos no meio urbano, os avanços de ações no processo de dinamicidade no âmbito socioespacial se tornam frequentes atribuindo valores culturais e patrimoniais à natureza. Assim, no contexto patrimonial, tradicionalmente, a paisagem dos bens naturais se configura enquanto uma expressão físico-visual dos elementos e processos naturais através da percepção do indivíduo, ou conjunto de indivíduos, imersos na experiência da paisagem (Moura, 2020).

O conjunto de elementos e objetos que contemplam as paisagens dos parques urbanos como da biodiversidade em suas peculiaridades, os recursos hídricos que aproveitam do seu trajeto, a diversidade arbórea somados ainda as estruturas inseridas propícias ao âmbito para atender os objetivos de vias, lazer, esporte e diversão são elementos convidativos para o paisagismo dado que, se tornam aguçadas com as cenas representativas, através dessas dinâmicas do conjunto sociedade-natureza.

“Com efeito, estudar [...] o ambiente construído, não é um processo estático, isolado, mas sim, vivenciar o dia-a-dia. É um processo dinâmico de relações constantes”. (Matos *et al.*, 2014, p. 2).

Deste modo, pelos interesses patrimoniais dos projetos de gestão pública direcionados aos parques urbanos tem-se a noção que por trás dessas ações implicadas sobre o espaço busca-se uma interação conjuntural dos elementos, seres e objetos presentes. Para que com isto possa haver uma forma diferente de viver e presenciar esses territórios, alterando ainda a produção do espaço e a apropriação através dos cidadãos, atribuindo o caráter cultural e de preservação das belezas cênicas nas rebuscadas paisagens transformadas (Campos; Murtinho, 2017, Gomes, 2019).

## MATERIAL E MÉTODO

Trata-se de uma pesquisa de campo de natureza do tipo exploratória-descritiva em um Parque Urbano no Município de Sobral - CE. O Município está localizado no noroeste do estado do Ceará a 238 Km da capital Fortaleza, de acordo com o último censo levantado a população do local está na ordem de 203.023 habitantes (IBGE, 2023), é considerada uma média cidade, dado o seu quantitativo populacional. O local possui uma gestão voltada à população de caráter relevante, pois, busca atribuir políticas públicas abrangendo diversas vertentes e aspectos que atendam aos anseios dos cidadãos residentes.

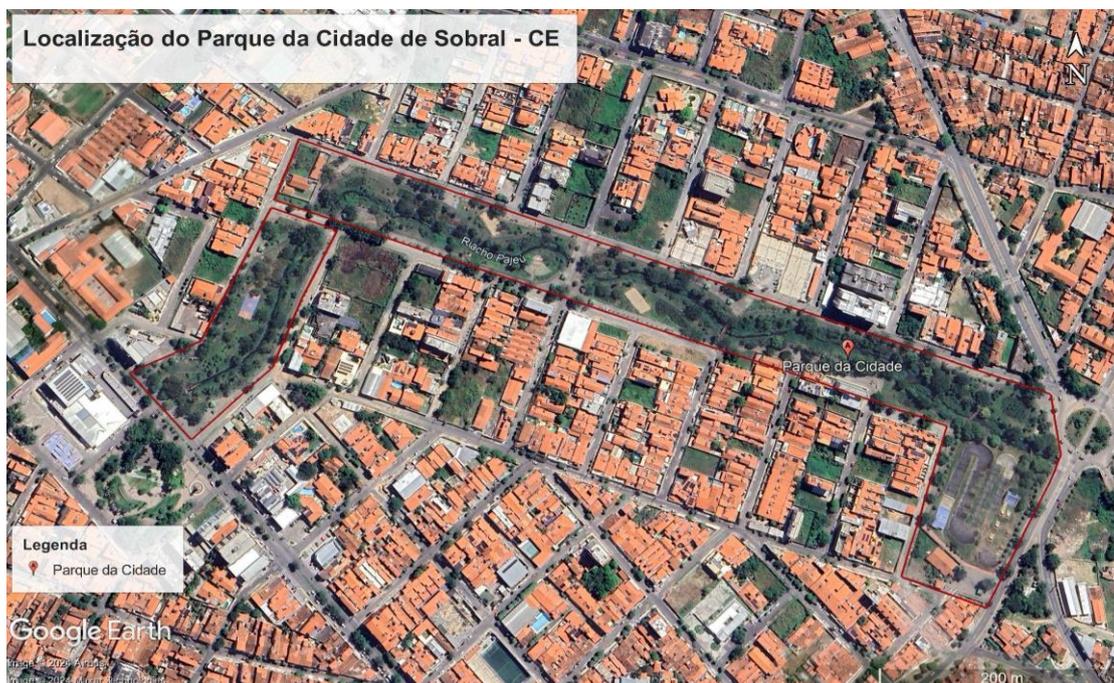
Por meio de investimentos são aplicados recursos previstos na criação de áreas de lazer social e que promovam qualidade de vida para o local. Em tratando-se dos parques, além de outros espaços públicos, esta cidade vem demonstrando um trabalho para que estes possam estar presentes em pontos democráticos no acesso pela sociedade presente, entretanto, resulta em uma segregação pois, a localização destes pontos contempla na sua maioria bairros mais

centralizados e nobres. A cidade em questão trabalha inerente aos conceitos de paisagismo e jardinagem com arquitetura rebuscada e com dinamicidade para despertar do público o contato com o meio. O município possui em sua totalidade 113 praças e 13 parques urbanos dentre outras áreas na sede.

Ainda com projetos de revitalização e com objetivo de aproximar as pessoas do contato e importância da preservação da natureza pela forma que as urbes vêm sendo construídas tem sido realizado de forma ecológica a inserção dos “parques naturalizados” que buscam inserir elementos que são provenientes a exemplo de restos de madeiras e podas de árvores que seriam destinados ao aterro sanitário. Na forma de reaproveitamento e trabalho com arquitetura inovadora (Sobral, 2023).

O objeto de estudo para escolha observacional foi o Parque da cidade de Sobral - CE inaugurado em 2004 na sede urbana, o referido parque apresenta-se como um espaço multifacetado, onde diversas modalidades de lazer se interpõem e se cruzam em seus caminhos sinuosos. Abrange uma área de 70 mil m<sup>2</sup> e integra os bairros do Junco, da Colina, Alto da Expectativa e Campos do Velhos (Figura 1). Está cortado linearmente por um importante corpo hídrico, o Riacho Pajeú que possui significado simbólico para a cidade. A requalificação no local o qual em síntese houve um investimento na ordem aproximada de R\$ 2 milhões de forma a atribuir ao espaço uma revitalização para melhoramento paisagístico e urbano atendendo o caráter de qualidade de vida da população (Sobral, 2023).

Figura 1 - Localização do Parque



Fonte: Adaptado de *Google earth pro*, 2024.

O investimento foi advindo da gestão municipal por meio da Prefeitura local com a inserção do Programa de Desenvolvimento Socioambiental (Prodesol), financiado pelo Banco de Desenvolvimento da América Latina e Caribe (CAF) e está sob execução da Secretaria de

Urbanismo, Habitação e Meio Ambiente (SEUMA). Ainda, o local está sob gerenciamento, monitoramento e fiscalização da Agência Municipal do Meio Ambiente (AMA).

Como incentivo da prática e outras políticas importantes, a promulgação da Lei complementar nº 92/2023, que dispõe sobre o Plano Diretor de Sobral, e dá outras providências reitera que o sistema municipal de áreas verdes urbanas deverá ser composto de praças e parques urbanos, espaços livres e áreas verdes originárias de parcelamento do solo, vegetados ou não, de propriedade pública ou particular atuantes sobre o território delimitado (Sobral, 2023, art. 28).

A pesquisa foi realizada no período compreendido entre o segundo semestre do ano de 2023, quanto sua finalidade é básica a qual reúne, além dos estudos e que tem como propósito preencher uma lacuna do conhecimento. Teve por objetivo a natureza que se remete ao tipo exploratória-descritiva: tem como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou construir hipóteses, de ordem qualitativa (Gil, 2021).

Pelas proposições de técnicas para realização de pesquisas, seguiram os seguintes delineamentos geográficos: pesquisa bibliográfica, levantamento de campo, registros fotográficos e estudo de caso para realização deste trabalho. Em suma, utilizaram do método indutivo (empirismo) que consiste no: conhecimento produzido que privilegia a experiência sensorial dos homens, adquirida através dos órgãos dos sentidos e pela prática da indução: observação, descrição e catalogação de vários eventos na busca de um comportamento geral, síntese, identificada como lei ou teoria. Para posterior apresentação e discussão dessas representações em suas formas, características e estruturas no que se refere às paisagens no local (Machado, 2015).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados alcançados e explorados para descrição durante a realização desta pesquisa nos dados adquiridos serão explicitados ao decorrer deste trabalho. Nos quais serão apresentados sucintamente com um resgate das paisagens que foram remodeladas e reconfiguradas no espaço com influência da requalificação. Com vistas a demonstração dos resultados e posterior discussão.

### Paisagens remodeladas com a requalificação no parque da cidade

A partir do explorado da pesquisa e coleta *in loco* foi possível através de observação empírica o registro temporal cênico das paisagens com voltas as modificações no parque. Vale ressaltar que este meio passou por inserções que buscou atender os anseios previstos ao público local. No qual Santos (2006, p. 67) enfatiza “paisagem se dá como um conjunto de objetos reais-concretos, e nesse sentido a paisagem é transtemporal, juntando objetos passados e presentes, uma construção transversal”.

Em tratando-se dos aspectos estruturais com o explorado algumas práticas aplicadas ao meio foram reconsideradas, seja para atendimento dos objetivos determinados e sob influência de modificações nas paisagens naturais. As paisagens que se materializam/consolidam atraem a atenção dos indivíduos presentes dado que, há um entendimento estrutural ao meio nas representações sentimentais e simbólicas, a nossa percepção da paisagem é sempre um processo seletivo de apreensão. Essa apreensão pode ser resultado de interesses nossos ou de quem nos comanda, podem ser motivações visíveis ou invisíveis. Assim por parte das influências sociais

atribuem uma concepção aos espaços públicos inerente aos parques urbanos tornando estes territórios espaços vivos e com sentido (Callai, 2020). Além de atender às questões de infraestrutura que o poder público deve fornecer.

Com voltas a qualidade de vida de sua população no esporte, lazer, pertencimento, diversão e recreação, descanso, segurança e convívio com a natureza do apanhado obtiveram de elementos inseridos adeptos, ao que se ressalta como primordial ao bem-estar indispensável para a rotina que indivíduos vivenciam no seu dia a dia. Foi possível notar que esses usos e apropriações ocorrem geralmente nos finais de semana por parte dos frequentadores locais, e há presença de guardas civis municipais que caracterizam uma sensação de segurança.

A pesquisa de Falconi (2008) no referido local, corrobora afirmando que lazer abrange uma série de significados que se caracterizam por uma “relativa liberdade” nos momentos em que é praticado e na escolha das atividades a serem exercidas. Mais do que uma contraposição ao trabalho, o lazer apresenta-se como um momento em que os indivíduos extravasam suas energias a fim de poder relaxar ou esgotar-se completamente. E as paisagens nos termos de lazer no seu retrabalho são indispensáveis como suplemento a concepção em uma via de mão dupla que influencia e é influenciada pela sociedade, o que possibilita que os lugares acabam proporcionando uma identificação com as pessoas que moram na cidade.

O Parque está situado em um trecho linear pela sua estruturação no momento de construção, no qual o Riacho Pajeú perfaz seu fluxo contínuo na área, é o maior riacho a céu aberto que cruza a zona urbana do Município de Sobral, dado que, segue no Parque Pajeú e na Lagoa da fazenda, esta por vez deságua no rio Acaraú ambos situados no Município de Sobral. O corpo hídrico é um meio que sofre recorrentemente de preocupantes consequências e desafios pelas ações antrópicas as quais podem provocar diversas adversidades no caráter de poluição para o ambiente aquático na biodiversidade existente e interferindo nos aspectos visuais de paisagem resultante. Em pontos distintos do local há a deságua nas correntezas que o riacho faz no seu trajeto.

A qualidade das águas é uma preocupação cada vez mais recorrente por causa do aumento de demanda, da poluição e da diminuição de áreas naturais. As ações humanas têm forte influência sobre a qualidade e a quantidade das águas e que influem sobre os cenários de paisagens antrópicas e naturais (Fonseca; Freitas, 2020). Esses fenômenos podem acentuar problemáticas e tornar incipiente o embelezamento que os recursos hídricos podem representar sobre os contempladores, e conseqüentemente provocar um descontentamento nas paisagens cênicas decorridas e desordem no conjunto biótico presente, e para tal, necessitam de intervenções como as que estão sendo utilizadas.

Em decorrência e no intuito da preservação e cuidado aos aspectos naturalísticos do lugar como medida mitigadora aos potenciais atos de degradação e poluição foram implantados no local variados grupos de plantas para proporcionar o equilíbrio ecossistêmico com voltas a preservação e despoluição no corpo hídrico do Riacho Pajeú.

Os “Jardins Biofiltrantes” que consistem em uma solução baseada na natureza e no uso de fitorremediação nos extratos dessas plantas para que microrganismos utilizem da matéria orgânica para se desenvolver, é utilizado para diminuir a sobrecarga provenientes de efluentes clandestinos descarregados no Riacho Pajeú e melhorar a qualidade da água favorecendo o potencial de autodepuração e controle de eutrofização antrópica na escolha devida de grupos específicos de plantas aquáticas e substratos (brita, areia, bambu, casca de arroz, entre outros), na realização dessa ação reparadora (Coelho; Ferreira; Pellegrino, 2021).

Os autores supracitados afirmam:

A Infraestrutura Verde e as soluções baseadas na natureza no uso dos Biofiltrantes mimetizam as funções naturais da paisagem, proporcionam assim a prestação de serviços ecossistêmicos. Devem ser aproveitados pelos municípios em detrimento de determinadas infraestruturas tradicionais (ou cinzas), demasiado onerosas e com grande impacto ambiental. Por isso, além dos objetivos de qualidade ambiental, promovem melhorias paisagísticas (Coelho; Ferreira; Pellegrino, 2021).

A diversidade arbórea presente melhorou os aspectos visuais e estimulou a percepção daqueles que apreciam estas paisagens no seu entendimento na qual foram utilizadas placas de identificação do grupo vegetal presente dos jardins, reconciliando as pessoas com a natureza. Porém, algumas dessas placas não estão mais presentes. Bem como há a preservação da outra massa vegetal integrada à natureza. Observaram que há um incômodo quando os grupos vegetais dos jardins são podados, mas é necessário para efetivar a aplicação. Contudo, não há o repasse dessas explicações e esclarecimentos às pessoas por parte do órgão gestor.

Parques urbanos com funções sociais e estruturais pela apropriação dos cidadãos decorrem de algumas questões e desafios que surgem pela interação conjunta a saber de usos indevidos de utilização no local como do descarte inadequado dos resíduos gerados, dispostos seja no solo ou no corpo hídrico. Que em eventuais situações provocam adversidades ao caráter das paisagens e degradação ambiental. Porém, foram realizados investimentos pelo poder público na inserção de lixeiras urbanas estimulando as boas práticas, mas identificaram nitidamente que estas medidas não são efetivadas pela falta de sensibilização por parte da população quando em contato no referido parque no descarte incorreto de seus resíduos gerados.

Com o explorado da pesquisa e observação das modificações com as cenas representativas dos feitos com elementos e objetos inseridos visando atender estas questões. Obtiveram dos registros, a fim de demonstração dos fatores em relação às paisagens cênicas naturais do parque de modo a uma melhor explanação, em síntese na sua descrição (Figura 2).

A produção do espaço aos arredores do recorte espacial foi potencializada com estas ações visto que, a especulação imobiliária foi impulsionada em urbes construídas. Na inserção a saber: ampliação de residências, empreendimentos, condomínios, quiosques comerciais, pontos estes visados ao lazer e bem-estar que desta forma, atenuam as concepções de paisagens reconstruídas. Entretanto, este fato pode decorrer em uma segregação socioespacial com a supervalorização destes espaços, concentrando o poder aquisitivo predominante.

Portanto, as modificações das paisagens por meio da requalificação no local ocorreram com voltas aos preceitos de valorização do patrimônio natural com inserção de atributos que instigam ao entendimento e pertencimento do *locus*, que ainda buscam preservar os aspectos de natureza na reaproximação da comunidade com acesso a estas cenas representativas.

**Figura 2** - Elementos e objetos contemplativos das paisagens cênicas naturais



**A** - Pontes do parque; **B** - Parque naturalizado; **C** - Quadra de esportes; **D** - *Skatepark* e *bicicross*; **E** - Ponto de descarga hídrica do Riacho Pajeú; **F** - Jardim Biofiltrante com placa de identificação; **G** - Jardim Biofiltrante sem placa de identificação; **H** - Lixeira urbana inserida no parque; **I** - Descarte incorreto de resíduos no corpo hídrico

Fonte: Autores 2023.

## CONCLUSÕES

Concluem que esta revitalização atendeu aos preceitos de qualidade de vida atribuída a população do município, com inserção de objetos e elementos das paisagens naturais, e que o poder público ainda investe com políticas inovadoras atribuindo conceitos de preservação e reconhecimento dos espaços descritos por meio das alterações moderadas nas paisagens naturais. Além das soluções que melhoram os aspectos socioambientais.

Esta pesquisa pode ser complementada atendendo ao caráter científico da ciência geográfica e de outras vertentes que possam suplementar o estudo em evidência. Bem como compreender os anseios e a percepção que a população pode deter sobre a aplicação de medidas impostas pelo poder público no local, ressaltando as questões atreladas às paisagens na construção de um

pensamento crítico. Que podem servir de ações e estratégias pela gestão local no melhoramento com uso de ações e estratégias correlacionadas.

Houve também a intenção de reconciliar os indivíduos com os atributos das paisagens visando o entendimento e reconhecimento do papel que a natureza representa. Sejam nos elementos harmônicos paisagísticos que foram inseridos no trabalho arquitetônico na área verde, e nas ações que visam o cuidado com meio ambiente para que todos esses fatores sejam consolidados na percepção das pessoas.

Ressaltam da importância que estas aplicações representam no âmbito de forma a contemplar as questões voltadas aos Parques urbanos e passíveis de disseminação para outros inseridos no município e modelo para as cidades circunvizinhas com inovações e melhoramento urbanístico e paisagístico.

Por fim, reconhecem que deve haver uma gestão democrática na participação da população referente às questões. É de um amplo repasse das concepções impostas nas paisagens como de suma para atender os anseios das pessoas. E do uso de Educação Socioambiental através dos agentes e órgãos responsáveis de modo a sensibilizar os indivíduos quanto aos usos devidos do espaço público com a preservação, cuidado e ações mitigadoras relacionados às questões ambientais e nos termos das paisagens.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFCE), Sobral - CE pelo repasse de fundamentos e conceitos na jornada acadêmica de modo a atrelar nas concepções adquiridas um pensamento didático na produção e âmbito científico-informacional em caráter relevante complementando outras áreas do conhecimento como a Ciência Geográfica.

A Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), Sobral - CE por proporcionar eventos como o VI Fórum Internacional do Semiárido que serve de espaço na gama disseminada de estudos, pesquisas e trabalhos no âmbito científico fortalecendo os âmbitos acadêmicos e os Programas Universitários na troca de informações e saberes no desenvolvimento deste evento.

## REFERÊNCIAS

BERTRAND, Georges. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico.** Cadernos de Ciências da Terra. São Paulo, n. 8, p. 141-152, 2004.

CALLAI, Helena Copetti. **Na Geografia, a paisagem, o estudo do lugar e a pesquisa como princípio da aprendizagem.** Ciência Geográfica, v. 24, p. 59-68, 2020.

CAMPOS, Joana Capela de.; MURTINHO, Vitor. **O passado em permanente construção. O património em transformação. O caso da Universidade de Coimbra – Alta e Sofia Património Mundial.** Cadernos de Geografia. Coimbra: FLUC, n. 36, p. 63-75, 2017.

CHRISTMANN, Samara Simon.; FOLETO, Eliane Maria. **preferência da paisagem no centro de Panambi/RS: Espaços livres de lazer e recreação.** Geografia UERJ. Rio de Janeiro, n. 36, 2020.

- COELHO, Matheus Aguiar. FERREIRA, Bruno Ary.; PELLEGRINO, Paulo Renato Mesquita. **Soluções baseadas na natureza: Análise inicial dos Jardins Biofiltrantes DE SOBRAL-CE.** 2021. *IN:* 10 Simpósio de Gestão Ambiental e Biodiversidade. 11 nov. 2021.
- FALCONI, Andrea Venini. **Lazer no Parque da Cidade: espaço urbano, sociabilidade e consumo em Sobral /CE.** 2008. Trabalho de Conclusão de curso (Bacharelado em Ciências Sociais) - Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, CE, 2008.
- FERNANDES, Fernanda Elias (coord.). **IPPAS Inventário dos Parques, Praças e Alamedas de Sobral.** Sobral: PMS. v. 1, 2021. 256 p.
- FONSECA, Mariana Davila.; FREITAS, Paiva de Paula. **Integração de ferramentas de modelagem ambiental, fragmentação da paisagem e tratamentos estatísticos na avaliação da qualidade da água.** Revista Brasileira de Ciências Ambientais, v. 55, n. 4, dez. 2020.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2021.
- GOMES, Marcos Antonio Silvestre. **A produção do espaço público e o “Mote” da sustentabilidade: Uma análise das ações empregadas no Parque Madureira (Rio de Janeiro-RJ).** Revista Continentes (UFRRJ). n. 14, 2019.
- INARA, CAMARA.; FERNANDA, MOSCARELLI. **Análise da paisagem e percepção pelos usuários do Parque da Gare, RS.** GOT, n.º 16 – Revista de Geografia e Ordenamento do Território. mar. 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE.** Cidade de Sobral - CE. 2023.
- MACHADO, Mônica Sampaio. **Metodologia da Geografia: volume único / Mônica Sampaio Machado.** Rio de Janeiro: Fundação Cecierj, 2015.
- MATOS, Karenina Cardoso *et al.* **Os parques ambientais de Teresina como eixos lineares do sistema de espaço público.** Paisagem e ambiente. São Paulo: Ensaios. n. 33, p. 165-180, 2014.
- MONTES, Fábio Vieira de. *et al.* **Abordagens da paisagem no ensino de Geografia: Correntes Geográficas e Geografia Escolar.** Revista Geotemas, v. 12, p. 1-25, 2022.
- MOURA, Célio Henrique Rocha.; *et al.* **Natureza e Patrimônio: os valores culturais do fragmento florestal do Parque Estadual Dois Irmãos e do Refúgio de Vida Silvestre Mata do Engenho Uchôa (Pernambuco).** Revista Brasileira de Meio Ambiente, v. 8, n. 3, p. 176-193 2020.
- PATERMAN, Rachel. **Construindo a paisagem: arquitetura, meio ambiente e poder em um Rio de Janeiro em expansão.** Interseções. Rio de Janeiro, v. 22, n. 3, p. 362-387, dez. 2020.
- SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção.** São Paulo: EDUSP. 2006. 260 p.

SANTOS, Milton. **Metamorfoses do espaço habitado, fundamentos Teórico e metodológico da geografia**. São Paulo: Hucitec. 1988.

SOBRAL, Lei complementar nº. 92, de 17 de novembro de 2023, Dispõe sobre o Plano Diretor de Sobral, e dá outras providências. **Diário Oficial do Município**. Poder Executivo, Sobral, 17 nov. 2023.

SOBRAL, Prefeitura Municipal de. **Parques e jardins da Sede do município**. Disponível em: <https://secult.sobral.ce.gov.br/noticias/principais/137-parques-e-jardins-da-sede-do-municipio>. Acesso em: 10 dez. 2023.

SOBRAL, Prefeitura Municipal de. **Parques Naturalizados**. Disponível em: <https://ama.sobral.ce.gov.br/material-informativo/parques-naturalizados>. Acesso em: 10 dez. 2023.

SOBRAL, Prefeitura Municipal de. **Reforma do Parque da Cidade recebe investimento superior a R\$ 2 milhões**. Disponível em: <https://www.sobral.ce.gov.br/informes/principais/reforma-do-parque-da-cidade-recebe-investimento-superior-a-r-2-milhoes>. Acesso em: 10 dez. 2023.

## DEGRADAÇÃO AMBIENTAL POR MEIO DE FEIÇÕES EROSIVAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO CARRO QUEBRADO NO MUNICÍPIO DE FLORESTA - PE

Isabel Joályce da Silva Galindo  
Maria Eduarda de Godoi Pinto  
Ewerton Gabriel Soares de Moura Silva  
Kleber Carvalho Lima

### INTRODUÇÃO

Os geossistemas terrestres funcionam de maneira combinada para manterem seu estado de equilíbrio dinâmico por meio do balanço entre os fluxos de matéria e energia que entram e saem de cada sistema (Bertolini, 2019), contribuindo para o desenvolvimento natural dos elementos físicos da paisagem. Ao observar a dinâmica de sistemas, é possível afirmar que a sua fragilidade ou maior resistência não é homogênea, pelo contrário, os elementos que compõem um sistema complexo interagem de maneira não linear resultando na relação de realimentação negativos e positivos (Mattos e Filho, 2004). Um dos sistemas tratados no presente estudo é o sistema erosivo que ocorre no relevo, estando em constante interação com outros sistemas, como o de vegetação e o clima que possuem influências diretas sobre o seu nível de degradação por meio de diversos processos, como de origem erosiva.

Os processos erosivos, dados desde o impacto das gotas de chuva e conseqüente formação de crostas, até a formação de feições erosivas lineares (Salomão, 2007), podem ser causa e conseqüência da degradação dos terrenos em sistemas ambientais sensíveis, como do semiárido. Destaca-se, em especial, setores do estado de Pernambuco que pertencem ao Núcleo de Desertificação de Cabrobó, ou seja, áreas de maior intensificação dos processos de desertificação, aqui entendidos como o estado permanente de perda da biodiversidade, só potencial de produção e da intensa degradação do solo (Tavares *et al.*, 2019). Nessas áreas, o processo de erosão, dados pela remoção de sedimentos com taxas maiores que as de deposição, e determinadas pelas taxas de Erosividade da chuva, propriedade do solo, cobertura vegetal e características das encostas (Guerra *et al.*, 2022).

Dessa forma, processos de degradação dos terrenos por erosão, em conjunto com os processos de desertificação, devem ser analisados levando em consideração as particularidades de cada região, como a declividade do terreno, a litologia, a variação pluviométrica e o uso humano. O Núcleo de Desertificação de Cabrobó, por exemplo, apresenta como características principais o predomínio de aridez e da precipitação irregular, além de causas antrópicas, como o sobrepastoreio, o desmatamento e a salinização do solo pela irrigação (Silva, 2014). Quando se trata de degradação dos solos é possível afirmar que ela é uma das mais problemáticas tendo em vista que a sua recuperação não é feita com facilidade já que os processos de formação e regeneração são muito lentos (Araújo *et al.*, 2008). Tampouco, a recuperação do equilíbrio desses sistemas ocorrerá de forma espontânea devido a exploração acentuada causada pelas atividades humanas (Oliveira, 2017). Nesse contexto, a Geomorfologia contribui para o entendimento das áreas degradadas pelos processos de erosão relacionados com o seu grau de fragilidade (Lima, 2023).

Sob a perspectivas da degradação ambiental por meio dos agentes externos naturais, é somado o desenvolvimento humano que se constitui em um relevante agente modificados do meio

ambiente, alterando o equilíbrio e a dinâmica dos processos naturais (Girão et al., 2004) que influenciam negativamente o tempo de recuperação das paisagens. Os desequilíbrios causados pelas relações humanas se dão pela capacidade interventiva e transformadora do ser humano que altera as dinâmicas naturais para aperfeiçoar as condições necessárias à sua existência (Silva *et al.*, 2014). As ações humanas podem interferir na natureza de diferentes formas, como pela retirada da vegetação e o descarte incorreto dos resíduos domésticos e industriais. “O sistema antrópico, por meio do uso e ocupação das terras, ao acelerar processos geomorfológicos, permite a ocorrência rápida de fenômenos que se manifestam em longo período de tempo, caso fossem resultantes exclusivamente de processos naturais” (Filho et al., 2011) como é o caso das consequências das erosões lineares em setores do semiárido.

Ao se corroborar a ideia de que os sistemas naturais possuem características próprias que podem favorecer a ocorrência de feições erosivas, aqueles sistemas que apresentam maior vulnerabilidade às ações externas para a formação de erosões lineares têm apresentado elevada suscetibilidade à degradação ambiental. Em razão das ações humanas, a exemplo da retirada da vegetação e do cultivo de pastagens para a criação de gado, tem acentuado a suscetibilidade de áreas no município de Floresta como apontado nos estudos dos autores Lima et al. (2023) e Freitas et al. (2023). Nesse contexto, se torna indispensável o desenvolvimento de estudos que apontem a relação entre as ações humanas e a ocorrência das erosões lineares. Assim, a presente pesquisa objetiva analisar o uso e a cobertura da terra associados às ocorrências de formas erosivas lineares na bacia hidrográfica do riacho Carro Quebrado do município de Floresta no estado de Pernambuco.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do riacho Carro Quebrado está localizada no município de Floresta-PE, a 549,6 Km da capital Recife. A área da bacia é de aproximadamente 8,5 Km<sup>2</sup> e está entre as coordenadas 5410290687E e 5440294281E, 9049655N e 9052655N.

A bacia está inserida no subsistema fluvial do rio Pajeú, afluente do Rio São Francisco no trecho do Lago de Itaparica. A área está localizada em uma região com escassez hídrica, causando grandes perdas de nutrientes no solo afetando diretamente a vegetação, além das práticas pastoris inadequadas que contribuem para a intensa degradação do terreno levando a área a fazer parte do Núcleo de Desertificação de Cabrobó.

A litologia da área é composta por rochas cristalinas do EON proterozoico, ERA neoproterozoico e período ediacarano onde tem domínio transversal da formação quebra unha que faz parte do subdomínio do alto do Pajeú. EON proterozoico, ERA neo-proterozoico, período toniano, o domínio transversal do complexo São Caetano tem subdomínio do Pajeú. EON proterozoico, ERA paleoproterozoico, período orosiriano que a zona de domínio transversal no subdomínio do alto do moxoto. EON proterozoico, ERA paleoproterozoico, período riaciano, tendo o domínio transversal no subdomínio alto do moxotó. EON arqueano, período neo-arqueano e tem o domínio transversal o subdomínio do alto moxotó (Brasil, 2018).

Na área ocorrem a Formação Quebra Unha composta por muscovita metarenitos/ muscovita quartzitos e metarenitos calcissilicáticos com epidoto, associados a epidoto gnaisses calcissilicáticos, metamorfisados na fácies xisto verde, localmente na fácies anfíbolito; complexo São Caetano que compõem granada-biotita xistos/gnaisses, localmente migmatíticos

contendo turmalina e/ou muscovita, por vez es intercalados com quartzitos micáceos, podendo conter turmalina e/ou granada, níveis de rochas calcissilicáticas e lentes de mármore. Localmente ocorrem gnaisses quartzo- feldspático com intercalações de rochas meta vulcânica e metamáficas. Além de Complexo Sertânia com biotita gnaisses/xistos a granada  $\pm$  muscovita, geralmente migmatizados, com intercalações de rochas calcissilicáticas, quartzitos, mármore e formações ferríferas; Suíte Malhada Vermelha: metagabros com ou sem granada, metanortositos, metadioritos, meta monzodioritos, metaquartz odioritos, incluindo meta - hornblenditos com ou sem granada e minério de Fe-Ti (titanomagnetita); Complexo Mulungu-Feliciano com migmatitos e ortognaisses migmatizados de composição granítica a tonalítica, apresenta intercalações de meta-gabros, meta- dioritose anfibolitos (Brasil, 2018).

Sobre o terreno cristalino da área de estudo, desenvolveu-se uma superfície aplainada com declividade predominante entre 0 e 5% fazendo parte da Depressão Sertaneja. O solo predominante é o Luvissole crômico, e suas principais características são o desenvolvimento pedológico intermediário com horizontes pouco profundos, tendo sua saturação por bases maior que 50% e fertilidade natural alta (EMBRAPA, 2018). Em geral, os solos rasos contribuem para a formação de erosão, pois são mal drenados, com baixa permeabilidade e mudança textural abrupta, facilitando a remoção dos horizontes por meio do escoamento superficial difuso (Lima et al., 2023).

O clima da área é semiárido com baixo índice pluviométrico e altas temperaturas, tendo como característica as chuvas irregulares onde ocorre longos períodos de estiagem no que causa escassez hídrica. A vegetação predominante é a caatinga hiperxerófila pouco densa e arbustiva. Essa vegetação é caracterizada por apresentar substrato arbóreo arbustivo espaçado, de baixo ou pequeno porte, contribuindo para a retirada da camada superficial do solo, assoreamento dos rios e açudes durante o período chuvoso, além disso, apresenta baixo índice pluviométrico e com altas temperaturas, provocando aridez do solo, podendo ocasionar a salinização e infertilidade.

### **Procedimentos metodológicos**

A escolha da área de estudo se deu pela observação de imagens de satélite LandSat e imagens disponibilizadas no Google Earth, onde se buscou áreas do município de Floresta com ocorrência recorrente de solo exposto. Nessa etapa de análise preliminar, verificou-se a concentração de amplos setores sem cobertura vegetal, situados na porção centro-leste e centro-oeste do município, incluindo-se o setor onde se localiza a área urbana da cidade.

A partir disso, utilizou-se critérios como, dimensão da bacia hidrográfica, fácil acesso ao local, presença de vegetação degradada, solo desnudo, presença de erosão linear e suscetibilidade alta ao desenvolvimento de processos de desertificação. Assim, foi escolhida a bacia hidrográfica do riacho Carro Quebrado, por atender aos critérios propostos. Desse modo, procedeu-se a delimitação da bacia hidrográfica, com base em produtos orbitais disponibilizado pelo Projeto Pernambuco Tridimensional - PE3D.

Os produtos orbitais utilizados, foram: modelo digital do terreno (MDT), com resolução de 0,5 metros e ortoimagens digitais com resolução de 1 metro. Produtos derivados do MDT foram gerados no software QGIS, como curvas de nível, declividade e relevo sombreado, com o propósito de se identificar visualmente as erosões lineares. Além das erosões lineares, foram mapeados elementos como drenagem fluvial, açudes e estradas, de forma semiautomática.

Como escala de trabalho, definiu-se a escala 1:5.000, pois permitiu a identificação em detalhe dos elementos, especialmente as erosões.

Para a identificação e mapeamento das erosões lineares, foi utilizado o método de composição de informações, de acordo com Zhang e Liu (2019), uma vez que propõe a sobreposição de camadas para interpretação de dados obtendo o máximo de precisão possível. Após o mapeamento, as erosões foram classificadas em desconectadas ao canal, conectadas ao canal e conectadas a outras, conforme Lima et al. (2023).

Para o mapa de uso e cobertura do solo, foi utilizado o método de classificação supervisionada, onde foram coletadas vinte amostras de cada classe. A ferramenta *Dzetsaka* foi utilizada para a classificação das amostras e a ferramenta *Poligonizar* foi utilizada para transformar o dado classificado (raster) em vetorial a fim de elaborar o mapa. Nessa etapa, a maior dificuldade encontrada na elaboração dos dados foi a interpretação da imagem raster (PE3D) devido as várias semelhanças na imagem, como na classe de depósito aluvial e o solo exposto com remoção do horizonte A, essas semelhanças geram confusões no software demandando mais atenção na interpretação. Para análise dos dados, foi utilizado a sobreposição dos mapas.

Por fim, foram realizados trabalhos de campo com o intuito de verificar a acurácia dos mapeamentos realizados, conferindo os tipos de feições erosivas lineares desenvolvidas na área de estudo, assim com as classes de uso e cobertura da terra. De maneira auxiliar, foi utilizada aeronave remotamente pilotada (ARP), no levantamento de dados nas áreas da bacia com difícil acesso, ou mesmo para melhor visualização das áreas críticas quanto ao desenvolvimento de erosões.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao todo, foram mapeados 2.195 segmentos erosivos do tipo linear, classificadas em conectadas ao canal, desconectadas ao canal e conectada a outra controlando, dessa forma, a evolução fluvial e a evolução da paisagem por meio do transporte de sedimentos sazonal, além de influenciar na sua capacidade de recuperação (Souza e Corrêa, 2020). A partir desse dado, pode-se verificar que há elevada quantidade de erosões, sendo possível apontar que as áreas com solo exposto e sujeitos a intensificação do escoamento superficial, têm aumentado a quantidade de erosões lineares na bacia, em razão do aumento no escoamento superficial concentrado.

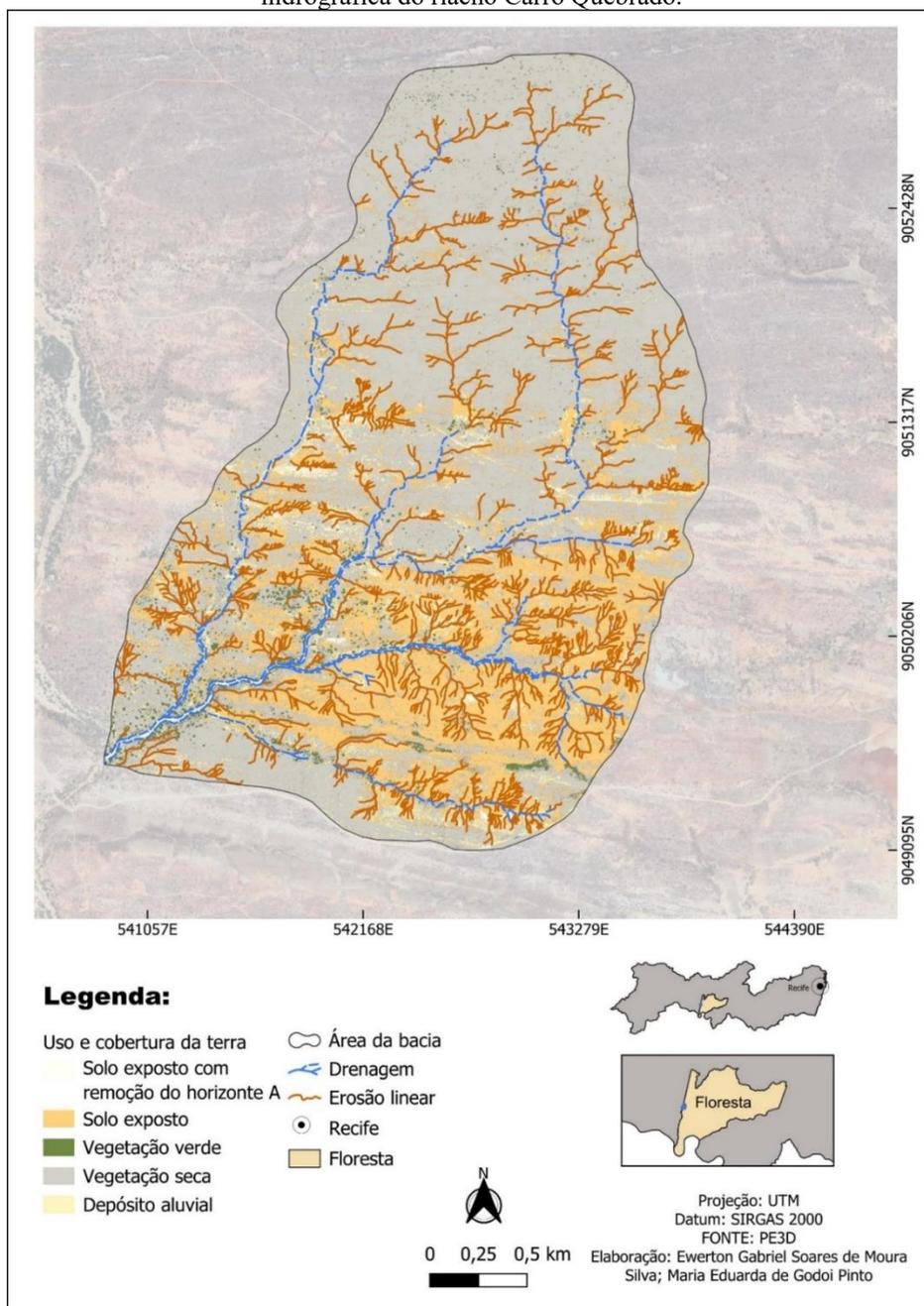
A bacia do riacho Carro Quebrado apresentou 260,39 metros de segmentos de erosivos por metro quadrado, o que demonstrou alto grau de vulnerabilidade em que a área se encontra. Para comprovação do dado foi realizada a densidade de pontos com cabeceiras de erosões (erosões remontantes), onde ocorre variações de 0 a 13,08. Os maiores valores se concentraram nos terrenos com ausência de vegetação, o que denota a suscetibilidade elevada ao desenvolvimento das feições erosivas lineares.

Na observação da rede de drenagem, notou-se que ela se caracteriza como detrítico onde o desenvolvimento da mesma tem aparência com uma árvore e seus canais de drenagem se unem assim formando ângulos agudos, graduações variadas, mas não conseguem alcançar um ângulo reto. Tendo em vista tais fatos negativos no ambiente, focando no solo compactado, alterações na qualidade do solo como a perda de nutrientes fez com que houvesse a perda da flora e consequentemente da fauna. Com a perda de nutrientes no solo, a pouca vegetação presente na área pode ser afetada diretamente, podendo ocorrer processo de desertificação na área. Os terrenos desprotegidos sofrem bastante, seja pela ação natural ou antrópica. Os processos

erosivos em áreas semiáridas já são bastante frequentes e em áreas com solo desprotegido e com alteração em sua qualidade pode intensificar consideravelmente.

Ao analisar o uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica é possível destacar cinco classes para maiores detalhes (Figura 01), sendo elas: solo exposto com a remoção do horizonte A; solo exposto; vegetação verde; vegetação seca; e depósito aluvial.

**Figura 01:** Mapa de uso e cobertura da terra com sobreposição das feições erosivas lineares da bacia hidrográfica do riacho Carro Quebrado.



Por meio da classificação do uso e da cobertura da terra na bacia hidrográfica do riacho Carro Quebrado é possível verificar que as classes de vegetação seca e de solo exposto são mais abundantes (tabela 01) sendo influenciadas pela dinâmica natural dada pela combinação dos solos rasos, da vegetação espaçada, com clareiras e o regime pluviométrico com chuvas torrenciais, além das dinâmicas antrópicas ocorridas na própria bacia ou no seu entorno.

Dados semelhantes a esses foram apontados por Lima *et al.* (2023) e Freitas *et al.* (2023) que desenvolveram pesquisas em outras bacias hidrográficas no município de Floresta. Nessas bacias, os autores apontaram a mesma ocorrência de áreas de terreno com solo exposto de tamanho expressivo com a presença de feições erosivas lineares. Segundo os autores, essa realidade, evidenciou o alto grau de suscetibilidade e degradação ambiental dessas bacias causadas por fatores naturais e antrópicos, a exemplo das rodovias e da grande quantidade de erosões lineares associadas às áreas com vegetação espaçada.

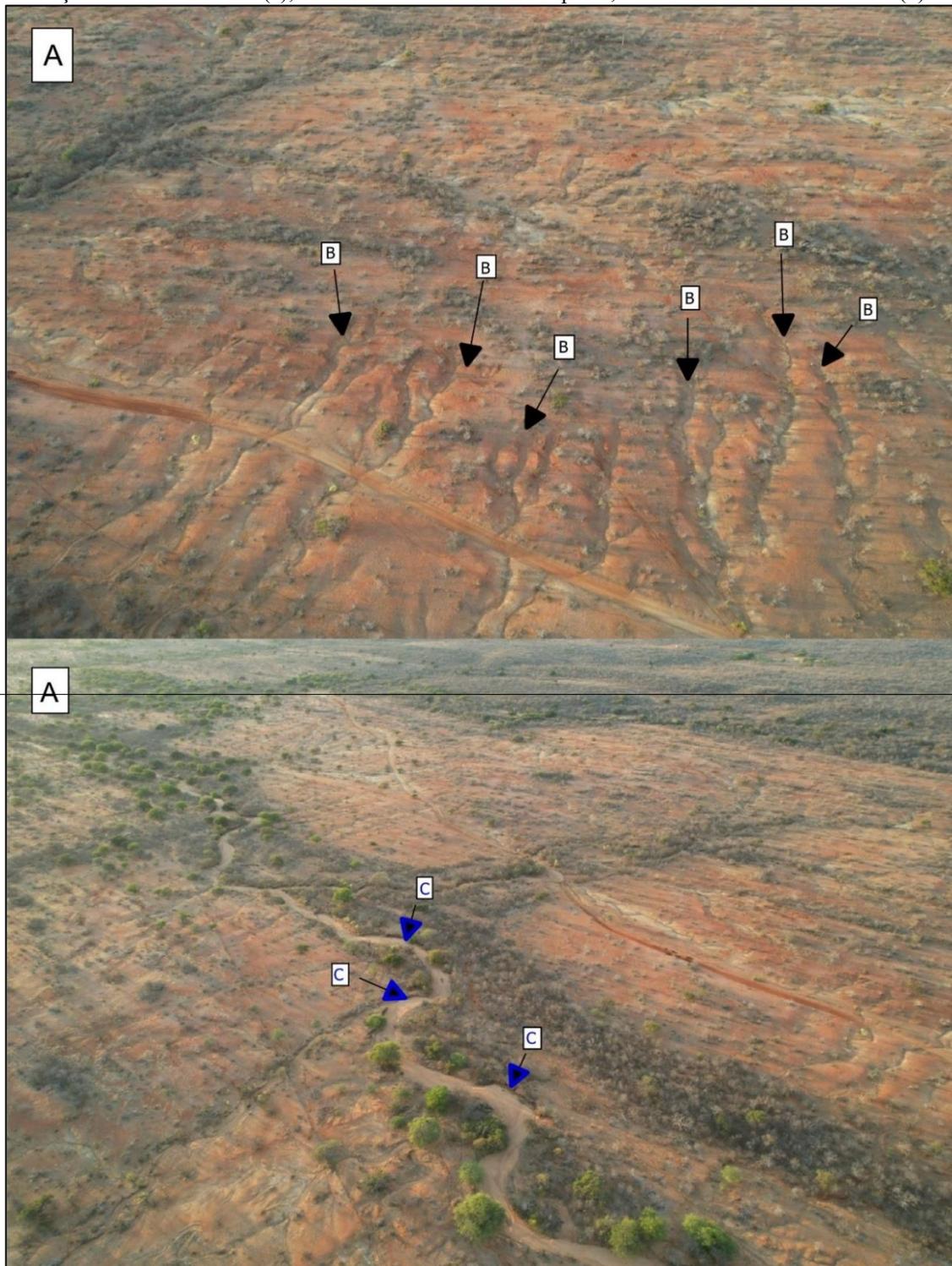
**Tabela 01:** áreas ocupadas por cada classe de uso e cobertura do solo.

Classe de análise	Área em Km <sup>2</sup>
Solo exposto com remoção do horizonte A	0,11
Solo exposto	2,00
Vegetação verde	0,24
Vegetação seca	5,25
Depósito aluvial	0,82

**Fonte:** os autores, 2024

Diante dos resultados obtidos nessa pesquisa, é possível relacionar o uso da terra e a alta concentração de feições erosivas lineares. A presença de maior quantidade de erosões lineares ocorre nos setores com solo exposto (Figura 02), devido às atividades humanas, como o desmatamento. Ao contrário disso, é possível observar que na área de vegetação seca o número de erosões é consideravelmente menor, o que confirma a afirmação de que “a vegetação exerce uma função de destaque e de extrema importância para a proteção natural do solo contra a ação das gotas da chuva, do escoamento superficial e subsuperficial” (Silva et al., 2020).

**Figura 02:** Imagens feitas com ARP no setor centro-sul da bacia com destaque às áreas com solo exposto e feições erosivas lineares (a); sistemas erosivos em solo exposto, conectadas aos canais fluviais (b).



**Fonte:** os autores, 2024.

A cobertura vegetal garante a proteção do solo contra o splash que é o início do processo erosivo e de desagregação das partículas do solo causada pelo impacto das gotículas em solo desprotegido (Maia, 2004; Guerra e Mendonça, 2007). Mesmo que apresente uma vegetação

esparsada, com árvores de pequeno e médio porte, que tem como característica a perda das folhas no período da estiagem (Fernandes e Queiroz, 2018), essa cobertura atenua a propensão dos terrenos desenvolverem processos erosivos lineares. Essas áreas, quando apresentam a sua cobertura vegetal original, tem o terreno mais protegido do escoamento superficial difuso e concentrado.

Além disso, pode-se observar que os processos erosivos e a qualidade ambiental da bacia são afetados pela presença de um lixão presente a leste da bacia e que se encontra parcialmente sobre ela trazendo inúmeros malefícios à qualidade do terreno e ao desenvolvimento do relevo, além de contrariar normas públicas.

Sobre a disposição de resíduos sólidos, é possível afirmar que em agosto de 2010 foi regulamentada a Política Nacional de Resíduos Sólidos que estabeleceu o prazo final para desativação de lixo a céu aberto em até agosto de 2014. Entretanto, esse prazo não foi cumprido em todos os municípios brasileiros resultando na ocorrência de lixões ainda ativados em diversas regiões incluindo no semiárido pernambucano servindo de exemplo a área apresentada no presente artigo. 64,4% dos resíduos sólidos urbanos coletados em municípios do Nordeste ainda descartados em áreas impróprias (ABRALPE, 2016) traz inúmeros impactos negativos nos meios biótico, abiótico e antrópico, o que tem resultado na degradação ambiental, a exemplo do solo, dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos, e do ar atmosférico

Todas essas características apresentadas apontam e explicam para o estudo, que os agentes naturais têm grande influência nos processos erosivos da área sendo intensificados e acelerados pelos agentes antrópicos, causando a degradação dos solos, além de manterem uma interrelação para alcançar a estabilidade relativa e dinâmica do sistema. Solos rasos e altas temperaturas, nos momentos de períodos de chuvas em alta intensidade somado ao fato da falta de vegetação para proteger o solo das gotículas de chuva, ocorre o processo de infiltração da água no solo iniciando pelo saturamento, a capacidade de campo, o equilíbrio e o ponto de murcha. Nesse aspecto pode-se dizer que já se inicia o processo erosivo laminar, linear podendo desenvolver-se para processos mais avançados como ravinamento e voçorocamento, contribuindo para a degradação do solo e aumentando os prejuízos ambientais, sociais e até mesmo econômicos.

A erosão linear pode dar origem aos sulcos, ravinas e voçorocas, dependendo da intensidade da chuva e da cobertura vegetal presente, para estudar esse caso tem que conhecer o comportamento das águas da chuva no lençol freático. Para se conseguir estudar os processos erosivos lineares é necessário o reconhecimento da cobertura pedológica e o funcionamento hídrico, as características litológicas corroborando a compreensão de que nos sistemas complexos é necessário considerar suas múltiplas variáveis. As erosões em áreas rurais são mais complexas, pois envolvem as questões econômicas e não apenas ambientais, por conta da questão econômica da realidade, necessita do uso da cobertura vegetal para conter parte das erosões.

Nesse contexto, é possível observar que a degradação das terras em áreas de clima áridos e semiáridos implica na redução ou perdas definitivas da produtividade biológica ou econômica, das áreas pastagens, de destino para os resíduos sólidos resultantes do uso da terra ou da combinação de processos decorrentes de atividade humanas (Macedo et al., 2021) evidenciando o papel da sociedade como agente geomorfológico por desencadear diversas transformações nos fluxos de matéria e energia dos sistemas fluviais, desequilibrando a dinâmica natural de processos como o intemperismo, erosão, desnudação e sedimentação (Brierley; Fryirs, 2005; Felipe et al., 2013). Diante disso, é indispensável o apontamento para se obter informações

sobre o terreno e os outros sistemas ambientais para estabelecer técnicas de monitoramento que possibilitem a recuperação dessa área a fim de mitigar os problemas que afetam o equilíbrio ambiental e o desenvolvimento das populações residentes dentro ou próximo da bacia.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As regiões semiáridas apresentam condições ambientais que proporcionam a formação de feições erosivas resultantes das suas características de relevo, climáticas, de vegetação e de solo. Entretanto, as condições de desenvolvimento humano têm colocado os sistemas naturais dessas áreas em desequilíbrio por meio do avanço acelerado dos fenômenos naturais e na sua consequente degradação. Tal realidade tem sido expressa na bacia hidrográfica do riacho Carro Quebrado do município de Floresta-PE ao se observar que a presença das erosões lineares estão em conformidade com o uso e a cobertura da terra sendo intensificadas pela presença de registros humanos, como o da retirada da vegetação para a construção de estradas, resultando também em fragilidades no desenvolvimento das populações residentes do município que poderiam utilizar a área de uma forma mais produtiva para seu próprio desenvolvimento.

Dessa forma, é possível observar que o desenvolvimento antrópico não planejado e sem ações conservacionistas ao longo do tempo têm resultado na supressão dos recursos naturais e no aumento desequilibrado dos sistemas naturais influenciando negativamente na relação da sociedade com a natureza e da natureza com a sociedade. Assim, aponta-se a necessidade de estudos para a compreensão desses cenários, bem como o emprego de técnicas de monitoramento e de recuperação ambiental para se evitar ou até mesmo retardar futuros desequilíbrios ambientais.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão de bolsa de iniciação científica ao segundo e terceiro autores (processos 164911/2023-5 e 146627/2022-9, respectivamente); à Universidade de Pernambuco, Campus de Garanhuns, pelo apoio logístico na realização dos trabalhos de campo.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil 2015**. Disponível em <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>. Acesso em 20 de agosto de 2017.

ARAÚJO, GHD; ALMEIRA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 3º edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 320 p. 2008.

BACCARO, C. A.D. Processos erosivos no domínio do cerrado. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e Conservação dos Solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 3º edição, p. 195-223, 2007

BERTOLINE, W. Z. O conceito de equilíbrio em Geomorfologia. **Terrae Didática**, Campinas, v. 15, p. 1-17, 2019.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Serviço Geológico do Brasil. **Carta Geológica-Geofísica Folha SC.24-X-A-IV-Floresta**. Brasília: MME, 2018. 1 mapa, Escala 1:100.000.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília, 2018.

FILHO, A. P.; QUARESMA, C. C. Ação antrópica sobre as escalas temporais dos fenômenos geomorfológicos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, n. 3, p. 83-90, 2011.

FREITAS, S. B.; SILVA, I. A.; LIMA, K. C.; GOMES, D. D. M. Erosão associada a cobertura vegetal no município de Floresta – Semiárido de Pernambuco. In: **IV Congresso Brasileiro de Organização do Espaço**. Anais. 2023.

GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos solos e a questão ambiental. In: VITTE, A. C. E; GUERRA, A. J. T (Orgs.). **Reflexões sobre a Geografia Física Brasileira**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2º edição, p. 225-256, 2007.

GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **GEOMORFOLOGIA: uma atualização de bases e conceitos**. 16º ed. Rio de Janeiro: Bertrabd Brasil, 2022. p. 149-209.

GIRÃO, O.; CORRÊA, A. C. B. A contribuição da geomorfologia para o planejamento da ocupação de novas áreas. **Revista de Geografia**, Recife, v. 21, n. 2, p. 36-58, 2004.

LIMA, K.C.; LUPINACCI, C. M.; GOMES, D. D. M.; SOUZA, S. O.; ALEXANDRE, F. S. Erosão em áreas suscetíveis a desertificação no semiárido: possibilidades de análise por meio da cartografia geomorfológica baseada em imagens de altíssima resolução. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 24, n. 2, p. 1-14, 2023.

MABESOONE, J. M. **Ambiente semiárido do nordeste brasileiro: 2. As capas do intemperismo**. In: Estudo Geológicos, série B: estudos e pesquisas. Recife: UFPE, 6/7, p. 7-15, 1984.

MAIA, G. A. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D & Z Computação Gráfica e Editora, 2º edição, 413 p., 2004.

MENDONÇA, F.; OLIVEIRA, I. M. D. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MATTOS, S. H. V. L.; FILHO, A. P. Complexidade e estabilidade em sistemas geomorfológicos: uma introdução ao tema. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 5, n. 1, p. 11-18, 2004.

OLIVEIRA, A. R. **A desertificação do alto sertão de Sergipe no contexto geográfico**. 2017. 233 p. Tese de doutorado. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.

RODRIGUES, V. Avaliação do quadro da desertificação no nordeste do Brasil: diagnósticos e perspectivas. **INCID**, Fortaleza, 1992.

SANTANA, M. O. **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil**. Brasília: MMA, 2007.

SALOMÃO, F. X. T. Controle e prevenção dos processos erosivos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 3<sup>o</sup> edição, p. 229-265, 2007.

SILVA, E.; DIAS, M.; MATHIAS, D. A abordagem tecnogênica: reflexões teóricas e estudos de caso. **Quaternary and Environmental Geosciences**, 2014.

SOUZA, J.O.P.; CORREA, A.C.B. Cenários Evolutivos da Conectividade da Paisagem em Ambiente Semiárido – Bacia do Riacho do Saco, Serra Talhada, Pernambuco. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, n. 1, p.63-77, 2020.

TAVARES, V. C.; ARRUDA, I. R. P.; SILVA D. G. Desertificação, mudanças climáticas e secas no semiárido brasileiro: uma revisão bibliográfica. **Geosul**, v. 34, n. 70, p. 385-405, 2019.

TRICART, J.; SILVA, C. T. Estudos em Geomorfologia da Bahia e Sergipe. Salvador: Imprensa Oficial da Bahia, 167 p., 1969.

ZHANG, W.; LIU, Y. Research on visual interpretation and spatial distribution pattern of the erosion gully. In: Luoyugou Watershed of China. **Environment and Natural Resources Research**, v. 9, n. 3, p. 23-31, 2019.

## USO DE METODOLOGIAS PARTICIPATIVAS NA ELABORAÇÃO DE FERRAMENTAS DE GESTÃO NO CONTEXTO DO PLANO DE MANEJO DA APA DO RIO PACOTI, CEARÁ, BRASIL

Mariana Amâncio de Sousa Moraes  
Adryane Gorayeb  
Jader de Oliveira Santos  
Caroline Bastos de Alencar Viana  
Giovanna Soares Romeiro Rodrigues

### INTRODUÇÃO

As Unidades de Conservação (UCs) desempenham um papel fundamental na proteção e preservação da biodiversidade, dos ecossistemas e dos recursos naturais em todo o mundo. Elas possuem um papel crucial na manutenção dos ecossistemas e na definição das estratégias de uso de um determinado território, contribuindo de várias maneiras para o equilíbrio do planeta e o bem-estar humano. As UCs surgiram enquanto política ambiental conservacionista, visando o ordenamento territorial e controle das ações antrópicas em territórios que apresentam certa fragilidade ambiental.

Visando facilitar a gestão das UCs, o Plano de Manejo (PM) é um documento estratégico e operacional que deve ser elaborado individualmente para cada UC, baseando-se nas características territoriais e socioambientais da área em questão. Tem como intuito estabelecer diretrizes, metas e ações para conservar a biodiversidade, possibilitar a pesquisa científica, promover o ecoturismo sustentável e garantir o uso adequado dos recursos naturais. O PM é, comumente, elaborado com a participação de diversos atores, incluindo responsáveis técnicos, especialistas e órgãos responsáveis pela gestão, e deve incluir no processo as comunidades locais, assegurando uma abordagem integrada e participativa na administração da UC. Apesar da sua importância, muitas UCs no Brasil não possuem o documento, mesmo sendo uma diretriz estabelecida no 3º parágrafo do artigo 27 da Lei Federal nº 9.985 de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), indicando que “o Plano de Manejo de uma unidade de conservação deve ser elaborado no prazo de cinco anos a partir da data de sua criação” (BRASIL, 2000).

No contexto do Estado do Ceará, a ausência de PMs em algumas UCs ainda é uma realidade frequente. Essa problemática pode, por vezes, dificultar a gestão e fiscalização das UCs, bem como corroborar com conflitos já existentes acerca das formas de uso do território. Dentre as UCs que não possuem PM, encontra-se a Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Pacoti, que está localizada nos limites territoriais do extremo leste de Fortaleza, capital do estado do Ceará, e dos municípios de Eusébio e Aquiraz, compreendendo uma área de 2.914,93 hectares. Foi criada por meio do Decreto Estadual 25.778, datado de 15 de fevereiro de 2000, sob a justificativa de preservação da foz do rio Pacoti e dos seus sistemas ambientais adjacentes, visando a sustentabilidade das atividades desenvolvidas na área, em especial o turismo, setor em constante expansão no contexto cearense desde aquela época (CEARÁ, 2000).

Essa área detém uma significativa importância, uma vez que o rio Pacoti representa o principal curso d'água da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), desempenhando um papel crucial no abastecimento hídrico de parte dessa região. A criação da APA é, de fato, um importante regulamento territorial, visto a fragilidade ambiental da área. Porém, mesmo após mais de vinte anos de sua criação, a APA ainda não possuía um PM em vigência. Diante disso, em 2022, foi

desenvolvido o projeto “Planejamento, Criação e Implementação de Unidades de Conservação no Ceará: subsídios científicos para políticas públicas ambientais” por uma equipe interdisciplinar da Universidade Federal do Ceará (UFC), que fez parte do Programa Cientista-Chefe Meio Ambiente da Secretaria de Meio Ambiente e Mudança do Clima (SEMA) do Estado do Ceará. As discussões estabelecidas nesta pesquisa estão embasadas elaboração do Plano de Manejo da APA do Rio Pacoti, desenvolvido por meio do projeto supracitado, e aprovada por meio da Portaria nº 113/2023 e publicada em 04 de janeiro de 2024 (SEMA, 2023).

Assim, esta pesquisa visa discutir o uso de metodologias participativas na elaboração de instrumentos de gestão para UCs, tendo como recorte de análise a aplicação metodológica da Cartografia Social (CS) na formulação do Plano de Manejo da APA do Rio Pacoti. A CS se destaca nesse contexto por atrelar ao mapeamento convencional as perspectivas e vivências das comunidades locais, considerando as formas de uso do território e as relações socioculturais desenvolvidas no mesmo.

Dito isto, os tópicos a seguir estruturam as discussões propostas, dispostas da seguinte maneira: referencial teórico, que aborda o papel do PM na gestão de UCs; materiais e métodos, com a caracterização da área de estudo e os procedimentos metodológicos, a partir do enfoque na aplicação da CS; análise do mapa social e proposta de ampliação da APA do Rio Pacoti e, por fim, as considerações finais.

## MATERIAL E MÉTODO

O percurso metodológico adotado nesta pesquisa tem caráter qualitativo e teve como premissa analisar a aplicação de processos participativos, mais especificamente a Cartografia Social, durante a elaboração do Plano de Manejo da APA do Rio Pacoti. Este processo de análise considerou a coerência metodológica, que é estabelecida pela correspondência entre a questão de pesquisa e a abordagem adotada. De acordo com Ullrich *et al* (2012), é crucial que o método seja flexível o suficiente para permitir ajustes ao longo do processo, de forma a garantir que os dados sejam analisados e apresentados de maneira coerente com a realidade.

Tal investigação concentra sua importância na discussão acerca do planejamento e gestão territorial que, de acordo com Campos (2018), são, de fato, mais eficientes e equitativos quando envolvem a participação ativa da comunidade local e das diversas partes interessadas. A participação cidadã no processo de planejamento e gestão territorial traz uma série de benefícios que contribuem para a tomada de decisões mais informadas e abrangentes, conforme afirma Gorayeb (2013):

[...] para concretizar uma política ambiental consciente, através da valorização das ideias comunitárias e da administração política racional, deve-se, primeiramente, considerar o meio ambiente como elemento indissociável do ser humano, estimulando a sociedade a se tornar um centro articulador e disseminador de ideias ecologicamente sustentáveis, através do resgate da cidadania e da conscientização socioambiental do ser humano.” (GORAYEB, 2005, p. 15).

Acerca das abordagens qualitativas, Ullrich *et al* (2012) destaca a importância de articular o embasamento teórico da pesquisa, a metodologia e os conhecimentos empíricos que compõem a pesquisa. A confiabilidade da pesquisa pode ser articulada por meio da triangulação de metodologias, que possibilitam uma análise integrada entre os resultados.

A fim de destacar a relevância socioambiental da área de estudo, o tópico a seguir apresenta a caracterização da APA do Rio Pacoti e, em seguida, os procedimentos metodológicos

participativos adotados na construção do PM, com enfoque análise da elaboração do mapa social.

## **O PAPEL DO PLANO DE MANEJO NA GESTÃO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO**

As Unidades de Conservação assumem uma função primordial na salvaguarda e conservação da biodiversidade, dos ecossistemas naturais e dos recursos do ambiente global, bem como na administração dos ecossistemas e delineamento das abordagens de ocupação territorial. Elas abarcam uma variedade de objetivos e desempenham múltiplos papéis na promoção da vitalidade do nosso planeta e no aprimoramento do bem-estar humano.

No Brasil, a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), e estabelece os critérios para criação, implantação e gestão de Unidades de Conservação, destacando que todas as UCs devem dispor de um Plano de Manejo (PM), um documento técnico essencial para a gestão efetiva e sustentável. Deve ser desenvolvido exclusivamente para cada UC, estabelecendo o zoneamento, objetivos, normas gerais e específicas para guiar o manejo das áreas e recursos naturais, e ainda delimitar permissão de atividades na área. De acordo com o artigo 27 da lei do SNUC:

“1º O Plano de Manejo deve abranger a área da unidade de conservação, sua zona de amortecimento e os corredores ecológicos, incluindo medidas com o fim de promover sua integração à vida econômica e social das comunidades vizinhas.

2º Na elaboração, atualização e implementação do Plano de Manejo das Reservas Extrativistas, das Reservas de Desenvolvimento Sustentável, das Áreas de Proteção Ambiental e, quando couber, das Florestas Nacionais e das Áreas de Relevante Interesse Ecológico, será assegurada a ampla participação da população residente. [...]" (BRASIL, 2000, Art. 27, § 1º e 2º).

O Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, que regulamenta a lei do SNUC, destaca ainda que “O Plano de Manejo aprovado deve estar disponível para consulta do público na sede da unidade de conservação e no centro de documentação do órgão executor” (BRASIL, 2002, Art. 16). Apesar das legislações mencionadas regulamentarem os PMs no Brasil, na prática, muitas UCs ainda não possuem o documento.

A falta de PMs pode levar a uma série de problemáticas e desafios que comprometem a atuação da equipe gestora, a eficácia da conservação e a realização dos objetivos pretendidos para a UC, como degradação ambiental, uso desordenado dos recursos, conflitos de usos e dificuldades de monitoramento e avaliação de impactos. Para além da falta de PMs em muitas UCs, é comum que os PMs em vigência sejam elaborados por meio de modelos tecnocráticos, restringindo a colaboração da sociedade apenas às audiências públicas. Nesse sentido, destaca-se a importância de adotar metodologias participativas, aproximando estudos técnicos da realidade vivenciada por quem habita essas regiões.

## **CARACTERIZAÇÃO DA APA DO RIO PACOTI**

A criação da APA do Rio Pacoti foi determinada por meio do Decreto nº 25.778 de 15 de fevereiro de 2000, e abrange o baixo curso do rio e estuário, com área de 2.914,93 hectares, dispostos nos limites territoriais de Fortaleza, Eusébio e Aquiraz. Teve como propósito a

preservação da foz do rio Pacoti e dos ecossistemas do entorno (manguezais, cordão de dunas, matas de tabuleiro e ciliares), ambientes que apresentam certa fragilidade ambiental e, por isso, demandam uma proteção especial (CEARÁ, 2000, p. 4). De acordo com Rocha (2013), a expansão do setor turístico e da especulação imobiliária, também influenciaram na criação da legislação regulamentadora do uso do território.

A APA do Rio Pacoti é classificada como de uso sustentável que, de acordo com o inciso XI do Art. 2º da Lei Federal nº 9.985/2000, que institui o SNUC, permite a “exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável” (BRASIL, 2000).

O rio Pacoti possui cerca de 150 km de extensão, e é um importante curso d’água no abastecimento hídrico da capital cearense e parte da Região Metropolitana (RMF) (CEARÁ, 2010). Em sua extensão, estão duas das três barragens que abastecem a RMF, são elas: Pacoti e Riachão. Diante da sua relevância ambiental, o rio Pacoti é resguardado desde a sua nascente, localizada na região do Maciço de Baturité, mais especificamente no município de Guaramiranga, há cerca de 105 km da capital cearense, situada no território da APA da Serra de Baturité, que foi instaurada por meio do Decreto Estadual nº 20.956, de 18 de setembro de 1990 (CEARÁ, 1990), com o objetivo de proteger os ambientes naturais e nascentes dispostos na região serrana. As APAs onde localizam-se a nascente e foz do rio Pacoti são interligadas pelo Corredor Ecológico do rio Pacoti, instaurado pelo Decreto Estadual nº 25.777, de 15 de fevereiro de 2000 (CEARÁ, 2000). Tais legislações têm como intuito assegurar que o rio e seus ecossistemas adjacentes sejam protegidos de possíveis ameaças provenientes de ações antrópicas.

Cabe ainda salientar que, além das Unidades de Conservação (UCs) já descritas, nas áreas circunvizinhas à APA do Rio Pacoti existem o Parque Estadual do Cocó (CEARÁ, 2017), a APA da Sabiaguaba (FORTALEZA, 2006), o Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba (FORTALEZA, 2006), a Área de Relevante Interesse Ecológico do Sítio do Curió (CEARÁ, 2006) e a APA da Lagoa da Precabura (CEARÁ, 2022). A existência e proximidade entre as UCs reverbera a importância e fragilidade ambiental da área.

A APA do Rio Pacoti está sob a coordenação da Coordenadoria de Biodiversidade (COBIO) da Secretaria de Meio Ambiente e Mudança do Clima (SEMA) do Estado do Ceará. Para auxiliar nas tomadas de decisão acerca do território da APA e das atividades desenvolvidas na área, foi formado um Conselho Gestor consultivo, com integrantes das comunidades do entorno, órgãos e instituições das esferas municipal e estadual, e organizações não governamentais. O Conselho Gestor realiza reuniões para discutir sobre as demandas da APA.

Em 2005, uma proposta de PM e um zoneamento foram elaborados, mas acabaram não entrando em vigor. Em 2022, a nova proposta de PM foi elaborada, a partir do projeto “Planejamento, Criação e Implementação de Unidades de Conservação no Ceará: subsídios científicos para políticas públicas ambientais”, executado por uma equipe interdisciplinar de pesquisadores da Universidade Federal do Ceará (UFC) sob coordenação da SEMA, em conjunto com um grupo de trabalho (GT). O Plano de Manejo da APA do Rio Pacoti (SEMA, 2023), elaborado de forma participativa, foi aprovado pela SEMA no final de dezembro de 2023 e publicado em janeiro de 2024, por meio da Portaria nº 113/2023.

No território da APA e em seu entorno estão localizadas sete comunidades: Praia da Abreulândia, Porto das Dunas, Mangabeira, Tupuiú, Fazendinha, Vila Cabral e Piranha. As

comunidades desenvolvem pesca e agricultura de subsistência, e também atuam no turismo local. A pesca artesanal e a coleta de mariscos são atividades muito importantes, sendo fonte de alimentação e geração de renda para muitas famílias.

De acordo com o levantamento realizado pelo Diagnóstico do Meio Físico do Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro ZEEC (2021), a APA do Rio Pacoti abrange os seguintes setores ambientais estratégicos: Faixa praial; Restinga; Planície fluviomarinha com manguezais; Planície fluviomarinha com apicuns e salgados; Lagoa/laguna; Superfície de deflação estabilizada; Planície fluvial; Planície lacustre; Superfície de deflação ativa; Dunas móveis; Dunas fixas; Tabuleiro pré-litorâneo; Cristas residuais e *Neck* vulcânico (morro Cararu).

## **ETAPAS DA CONSTRUÇÃO DO PLANO DE MANEJO DA APA DO RIO PACOTI**

As atividades do PM da APA do Rio Pacoti foram desenvolvidas entre os meses de março e agosto de 2022, com um total de cinco oficinas e um trabalho de campo. Para realização das atividades, um Grupo de Trabalho (GT) foi formado, em sua maioria, por integrantes do Conselho Gestor Consultivo da APA do Rio Pacoti, membros da sociedade civil, como moradores e funcionários dos municípios e empresas no qual a área da APA está disposta e tem influência. Os integrantes do GT são representantes de instituições federais, estaduais, municipais, associações representando a sociedade civil e o setor produtivo. A fim de facilitar a compreensão dos processos metodológicos desenvolvidos, o Quadro 1 apresenta o cronograma de atividades desenvolvido em cada oficina.

O percurso metodológico adotado para elaboração do PM da APA do Rio Pacoti foi embasado no Roteiro de Elaboração e Revisão de Plano de Manejo, desenvolvido pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO, 2018), que destaca o uso de metodologias participativas para elaboração das regras e diretrizes a serem seguidas em cada UC. Foram feitas adaptações durante a aplicação metodológica, com a finalidade de obter resultado mais aprimorado, considerando-se a realidade local, para representar efetivamente a realidade da APA, atendendo às demandas socioambientais e possibilitando uma gestão futura facilitada, com participação social.

Cabe ressaltar que a construção do PM envolveu uma série extensa de metodologias participativas aplicadas de forma integrada, possibilitando resultados complementares. Dentre as metodologias utilizadas optou-se, neste artigo, em destacar a Cartografia Social como ferramenta de compreensão e análise territorial, devido ao seu caráter espacial representativo, capaz não só de apresentar as formas de uso existentes no território, mas ainda destacar as potencialidades dos recursos naturais, sociais e culturais presentes. A elaboração do zoneamento da APA do Rio Pacoti, um dos componentes do Plano de Manejo, também ocorreu de forma participativa, utilizando-se princípios da CS.

O uso de metodologias participativas possibilita experiências de diálogo entre os indivíduos envolvidos no processo (QUEIROZ; COUTO, 2015), isto é, uma troca de saberes técnicos, científicos e empíricos. Essa relação pode gerar novas reflexões durante o processo, conforme afirma Campos (2018):

O processo político participativo gera aprendizagem em ambas as partes, nos facilitadores e na comunidade onde o trabalho é desenvolvido. Uma vez que ocorra uma estagnação no processo de aprendizagem, deve ser realizada uma discussão e reflexão sobre os objetivos da atividade proposta, pois toda a “construção” deve ser participativa” (CAMPOS, 2018, p. 205).

Quadro 1 – Descrição das oficinas de elaboração do Plano de Manejo da APA do Rio Pacoti.

Data	Atividade	Objetivo
18/03/2022	Reunião com o Conselho Gestor da APA do Rio Pacoti	Apresentação da proposta metodológica de elaboração do Plano de Manejo e formação de Grupo de Trabalho.
30/03/2022	Reunião com o Conselho Gestor da APA do Rio Pacoti	Consolidação do Grupo de Trabalho para elaboração do Plano de Manejo.
18/04/2022	Oficina de reconhecimento	Apresentação da equipe técnica e membros do GT; exposição da proposta metodológica de elaboração do PM; primeiro esboço do mapa social.
07/05/2022	Atividade de campo	Visita aos pontos estratégicos dentro da APA. A rota foi previamente formulada pela equipe técnica e avaliada pelo GT.
10/05/2022	Oficina preparatória	Retomada das discussões da oficina anterior, para correção do mapa social.
08/06/2022	Oficina-chave I	Construção do zoneamento da poligonal da APA do Rio Pacoti, definição das formas de uso recomendadas e não recomendadas, componentes essenciais no PM.
14/07/2022	Oficina-chave II	Consolidação do zoneamento e do mapa social; elaboração da matriz F.O.P.O (Forças, Oportunidades, Prioridades e Obstáculos - adaptação da matriz F.O.F.A/ SWOT) e hierarquização por meio da escala Likert.
10/08/2022	Oficina de consolidação	Apresentação dos documentos finais, mapa social e zoneamento elaborados como proposta do PM da APA do Rio Pacoti.

Fonte: adaptado do Plano de Manejo e Guia do Participante da APA do Rio Pacoti. (SEMA, 2023).

A CS, devido ao seu caráter colaborativo, permite aos participantes a construção da identidade espacial e do senso crítico durante todo o processo de elaboração dos mapas sociais, conforme afirma Pickles (1999). É uma importante ferramenta de análise crítica, privilegiando a delimitação e a caracterização dos territórios em disputa por interesses socioambientais (Gorayeb; Meireles; Silva, 2015).

De acordo com Gorayeb *et al* (2015), a utilização da técnica de *overlay* simplifica o entendimento do território por meio das imagens de satélite. Assim, para elaboração do mapa social, foram utilizados os seguintes materiais: mapa base em A0 com imagem de satélite da área e canetinhas e adesivos coloridos para elaboração da legenda.

Para documentar, de forma mais efetiva, as trocas de saberes durante a atividade, foram elaborados diários de bordo, com relatos detalhados da atividade, e gravação de áudios para

posteriores consultas. Cabe ressaltar que para realização dos registros, o GT foi devidamente consultado. Em cada oficina foi escolhido, pelo próprio GT, um representante para assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) com a autorização de realização da pesquisa, assim como de gravação de vídeo e voz e registros fotográficos para uso dos pesquisadores. Ao final, foram elaboradas atas descrevendo as principais atividades das oficinas. As atas foram aprovadas pelo GT em reuniões posteriores. Os documentos citados estão em posse dos pesquisadores, com salvaguarda da SEMA e da UFC.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Reforçar a conservação do rio Pacoti e seus ecossistemas por meio de um Plano de Manejo representativo é essencial, tendo como intuito não só a preservação do meio ambiente, mas também a garantia de continuidade da subsistência das populações que habitam a região, desde antes mesmo do período de colonização. Nesse contexto, destaca-se a importância de considerar a natureza das tomadas de decisão que, muitas vezes, carregam consigo interesses privados, como afirma Romeiro e Gontijo (2021):

Compreender a multiplicidade de discursos que permeiam a criação de áreas protegidas hoje, bem como suas contradições inerentes, é um passo importante para o desenvolvimento de uma visão crítica sobre esses territórios. Tal compreensão também é relevante no sentido de possibilitar uma visão e um manejo mais adequado de cada uma das categorias de áreas protegidas da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN). (ROMEIRO; GONTIJO, 2021. p. 69).

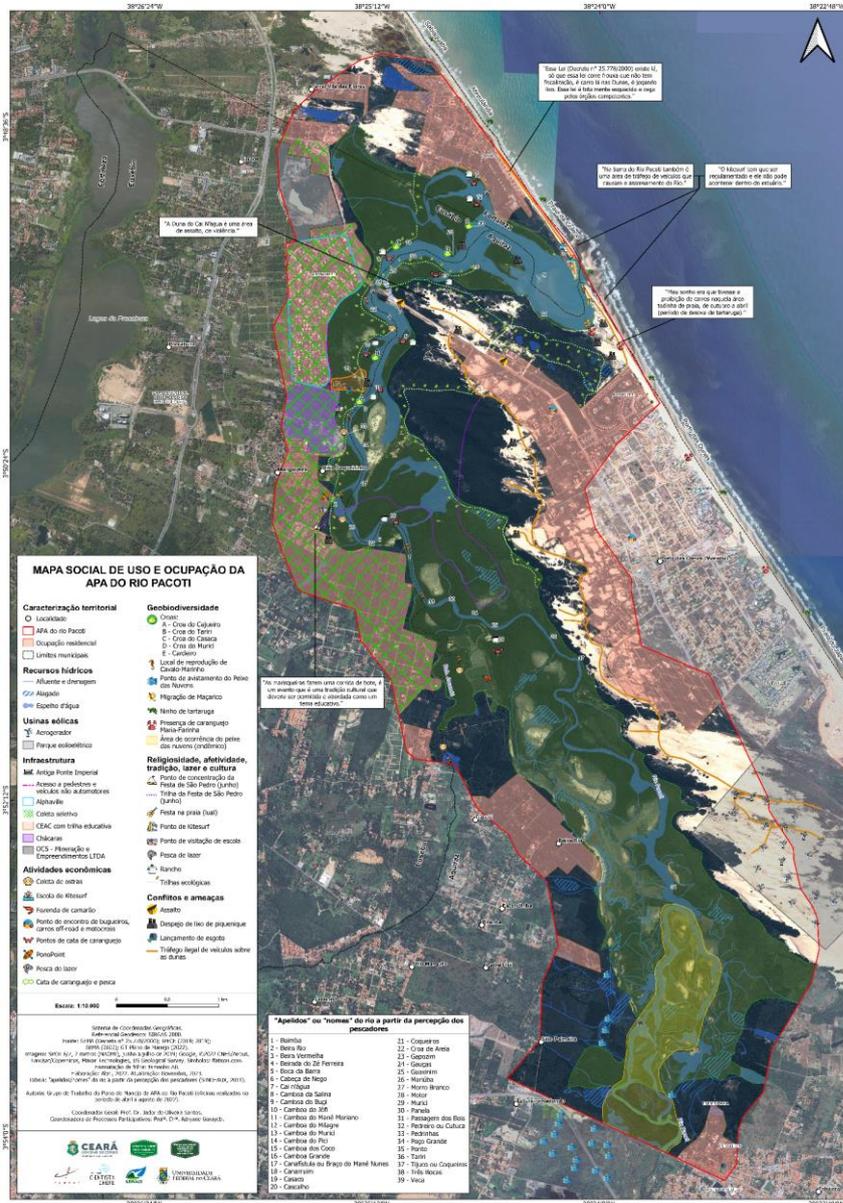
Nesse contexto, a elaboração do PM a partir de processos participativos, apresenta-se como uma alternativa com muitas potencialidades, pois promove a integração e a troca de experiências entre os representantes das instituições, moradores, pesquisadores e demais pessoas que possuam algum interesse na área, sejam órgãos públicos, privados, ou ainda organizações comunitárias e organizações da sociedade civil (OSCs). A seguir, está disposto o mapa social (Figura 1) elaborado pelos integrantes do GT e pela equipe técnica do projeto.

A legenda do mapa social elaborado abrange as seguintes categorias: (i) Caracterização territorial, com quatro elementos; (ii) Recursos hídricos, com três itens; (iii) Usinas eólicas, que com dois elementos: a delimitação do parque eólico, localizado ao leste da APA, e os aerogeradores; (iv) Infraestruturas existentes na região, com 7 elementos mapeados; (v) Atividades econômicas desenvolvidas, oito elementos; (vi) Geobiodiversidade, com sete elementos; (vii) Religiosidade, afetividade, tradição, lazer e cultura, com 8 itens mapeados e (viii) Conflitos e ameaças, com quatro elementos. Além das categorias já citadas, o mapa também aponta pontos de pesca, a partir da nomenclatura utilizada pelos pescadores. Esse levantamento foi atualizado a partir da pesquisa desenvolvida por Sindeaux (2011).

Uma característica positiva observada no mapa social, são trechos de falas de integrantes do GT, que auxiliam na contextualização da área de estudo, trazendo de forma subjetiva, a compreensão que os integrantes têm da realidade local. A exemplo da prática de *kitesurf*, apontada com uma das atividades de lazer desenvolvidas na região, que apresenta conflito com a atividade de pesca artesanal, pois movimentam a água afastando os peixes. A fala de um dos integrantes do GT contextualiza a discussão: “O *kitesurf* tem que ser regulamentado e ele não pode acontecer dentro do estuário”. Esta etapa exigiu atenção dos pesquisadores durante o

processo para registrar assuntos e temáticas recorrentes, como possíveis problemáticas enfrentadas no território.

Figura 1 – Mapa social da APA do Rio Pacoti.



Fonte: Plano de Manejo da APA do Rio Pacoti (SEMA, 2023).

Dentre as temáticas levantadas durante a elaboração dos mapas, foi possível observar as características mais relevantes a partir da visão dos integrantes do GT. A predominância dos descritores concentrou-se em aspectos e recursos naturais, como a presença de espécies endêmicas, como o peixe das nuvens e as (croas), trechos do rio que são áreas propícias para a pesca de peixes e coleta de mariscos, assim como atividades de cultura, lazer, como as trilhas ecológicas e luais na praia, além de conflitos e ameaças, como por exemplo o despejo irregular de esgoto, ou ainda o descarte irregular de lixo.

Para além da elaboração do PM da APA do Rio Pacoti, uma discussão interessante foi levantada pelo GT durante as oficinas. Observou-se que a poligonal da área não abrange de forma coerente os elementos naturais da paisagem, e essa análise resultou na proposta de ampliação da Unidade de Conservação.

A área de entorno da APA do Rio Pacoti compreende um grande complexo de unidades paisagísticas naturais. A atual poligonal não abrange a totalidade desses setores ambientais estratégicos, que são ambientes frágeis mediante às ações naturais e antrópicas. Diante disso, visando proteger integralmente o campo de dunas disposto na região e corrigir os limites da poligonal da APA, de acordo com a atual configuração territorial, um dos produtos das oficinas realizadas com o GT foi a proposta de ampliação da delimitação da poligonal da APA do Rio Pacoti, que está embasada nas seguintes justificativas:

- 1º - A inclusão completa na poligonal do campo de dunas ao longo da CE-020, tendo em vista que a atual poligonal secciona o setor ambiental de dunas móveis ao meio.
- 2º - A readequação dos limites da APA, adotando como parâmetro o traçado viário, de forma a não dividir quadras e edificações”. (SEMA, 2022, p. 8).

Com a proposta de ampliação, a poligonal da APA do Rio Pacoti passaria de 2.914,93 hectares para para 3.567,73 hectares, aumento de 22,39% de área, e um aumento de 28,12% de perímetro, passando de 28,12 km para 33,72 km. No Quadro 2, é possível observar os setores ambientais estratégicos dispostos na APA do Rio Pacoti, de acordo com o ZEEC (2021), as áreas de cada setor e, ainda, as novas áreas segundo a proposta de ampliação da poligonal.

Quadro 2 – Setores ambientais estratégicos da APA do Rio Pacoti.

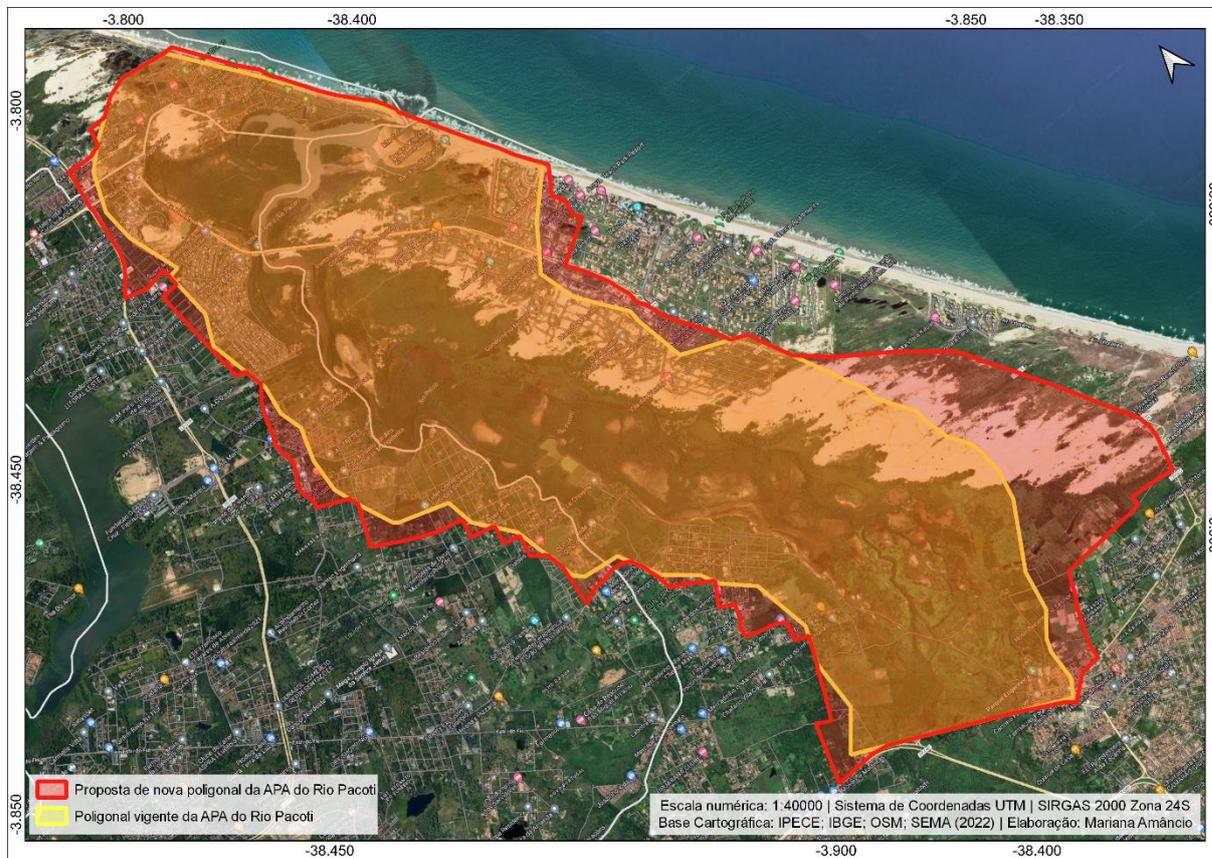
Setores ambientais estratégicos na APA do Rio Pacoti	Área atual (km <sup>2</sup> )	Área proposta (km <sup>2</sup> )	Variação (km <sup>2</sup> )
Cristas residuais e <i>Necks</i> vulcânicos	0,28	0,29	+ 0,01
Dunas fixas	5,69	7,80	+ 2,11
Dunas móveis	2,55	3,74	+ 1,19
Faixa praial	0,11	0,17	+ 0,06
Lagoa/Laguna	0,10	0,15	+ 0,05
Planície fluvial	1,00	1,05	+ 0,05
Planície fluviomarinha com apicuns e salgados	1,89	1,89	0
Planície fluviomarinha com manguezais	8,47	8,58	+ 0,11
Planície lacustre	0,09	0,19	+ 0,10
Restinga	0,03	0,03	0
Rio	1,33	1,33	0
Superfície de deflação ativa	0,03	0,03	0
Superfície de deflação estabilizada	1,36	1,54	+ 0,18
Tabuleiros areno-argilosos	5,59	7,3	+ 1,71
Tabuleiros arenosos	0,63	1,55	+ 0,92
<b>Total</b>	<b>29,13</b>	<b>35,63</b>	<b>6,50</b>

Fonte: adaptado de Diagnóstico do Meio Físico (ZEEC, 2021); Ampliação dos limites da poligonal da APA do Rio Pacoti (SEMA, 2022).

A partir do Quadro 2 é possível compreender em quais setores a ampliação da poligonal da APA atuariam de forma mais significativa. Os setores com maiores acréscimos de área seriam as dunas fixas (aumento de 2,11 km<sup>2</sup>), dunas móveis (aumento de 1,19 km<sup>2</sup>), tabuleiros areno-

argilosos (aumento de 1,71 km<sup>2</sup>) e tabuleiros arenosos (aumento de 0,92 km<sup>2</sup>). A Figura 2 ilustra a atual poligonal e a nova proposta de delimitação.

Figura 2 – Proposta de nova poligonal da APA do Rio Pacoti.



Fonte: Elaboração dos autores, 2023; adaptado de Ampliação dos limites da poligonal da APA do Rio Pacoti (SEMA, 2022).

A revisão das poligonais de Unidades de Conservação é um exercício importante e necessário para manutenção e preservação do meio ambiente, pois são territórios comumente expostos a altos níveis de fragilidade ambiental. A dinâmica de atividade desses ambientes também deve ser ponto de partida para revisão das poligonais, considerando também a proximidade com grandes centros urbanos e a influência dos setores imobiliário, turístico e industrial, que também podem ocasionar alterações significativas. Dessa forma, é essencial que as tomadas de decisão e elaboração de documentos de gestão contem com a participação social durante o processo.

## CONCLUSÕES

Na culminância deste estudo, emergiram reflexões profundas em relação à aplicação de abordagens participativas no âmbito da criação de ferramentas de gestão territorial em Unidades de Conservação (UCs). O processo pode, por vezes, demandar tempo, pois as particularidades vivenciadas pelos participantes são colocadas em pauta, o que além de possibilitar a construção de produtos técnicos, oportuniza o diálogo entre esses personagens, promovendo reflexões sobre outros pontos de vista a partir de perspectivas diferentes. O envolvimento de um Grupo

de Trabalho (GT) heterogêneo, e com equidade de participação, possibilita o planejamento participativo direto, isto é, o exercício da democracia.

Ao longo do processo metodológico, notou-se o genuíno interesse e a preocupação demonstrados pelos membros do GT em relação à situação atual da região. Questões e desafios prementes foram abordados, e propostas foram tecidas para direcionar um futuro que prioriza a sustentabilidade e a preservação dos valiosos recursos naturais da região. A visão promissora que emergiu desse processo merece ser cultivada e influenciada pelos órgãos de gestão, já que sua promoção fortalece a manutenção e a supervisão contínuas dentro dos limites da APA. A representatividade do uso de metodologias participativas na elaboração do Plano de Manejo (PM) da APA do Rio Pacoti também pode ser reforçada pela sua respectiva aprovação e publicação em janeiro de 2024, o que demonstra que os resultados foram satisfatórios e a aplicação metodológica teve êxito.

A APA do Rio Pacoti possui uma riqueza notável de recursos naturais e cenários paisagísticos. Portanto, é essencial uma gestão sustentável do território fundamentada na participação e conscientização da sociedade. A abordagem de gestão integrada, enraizada na participação social, traz benefícios multifacetados. Ela engaja a sociedade civil no processo de planejamento e oferece às instâncias da administração pública um canal direto de comunicação com a população. Isso capacita uma compreensão mais profunda das potencialidades, desafios e necessidades da região o que, por sua vez, facilita uma tomada de decisão informada.

Dentro do contexto regulatório que enquadra a APA do Rio Pacoti, a pesquisa destacou uma questão que afeta diversas UCs pelo Brasil: a ausência de Planos de Manejo. Essa problemática subjacente pode, de fato, dificultar a atuação dos gestores, assim como a preservação dos recursos e a efetividade das atividades de fiscalização.

A análise dos resultados obtidos a partir da elaboração do PM da APA do Rio Pacoti demonstra a importância da participação social frente ao planejamento territorial, reforçando o diálogo sobre as formas de uso e ocupação do território em questão. Foi possível perceber também a efetividade das metodologias participativas neste processo, pois consideram as diversas formas de conhecimento, seja técnico, científico ou empírico, conforme afirmam Cunha *et al* (2023). O uso de processos participativos para elaboração de ferramentas de gestão, podem possibilitar o sentimento de pertencimento ao território, como ainda a compreensão da importância das tomadas de ação em conjunto, entre Poder Público e comunidades.

No tocante à utilização da Cartografia Social (CS) como metodologia base para elaboração deste estudo, destaca-se sua relevância enquanto ferramenta estratégica na elaboração de planejamentos de gestão por meio da atuação de diferentes agentes, conforme afirma Goldstein (2023). Cabe ressaltar que, apesar desta pesquisa ter enfoque na abordagem metodológica da Cartografia Social, todas as metodologias utilizadas no processo têm sua devida importância no contexto de elaboração do PM, sendo complementares entre si.

A quantidade e a duração das atividades desenvolvidas demonstraram um caráter positivo, por possibilitar discussões aprofundadas que culminaram em resultados bastante aprimorados e representativos da área de estudo. No entanto, ao longo do processo, observou-se uma redução na quantidade de participantes, uma vez que os participantes ocasionalmente não conseguiram comparecer. Apesar das tomadas de decisão seguirem uma abordagem democrática durante o processo, a ausência ou presença de diferentes atores pode influenciar os resultados.

A APA do Rio Pacoti concentra diversas potencialidades ambientais, físicas e culturais. Durante a análise, foi verificada a escassez de pesquisas de cunho social na área, o que pode invisibilizar a existência não só de um histórico de ocupação importante, mas ainda das formas de uso tradicional do território, como a pesca artesanal, desenvolvida até os dias atuais.

Dito isto, destaca-se, por fim, a importância da elaboração do PM enquanto ferramenta essencial para a gestão e fiscalização da área de estudo. Além disso, entende-se que desenvolver uma ferramenta de gestão territorial por meio de metodologias participativas, aproxima as pessoas e as instituições, promovendo o diálogo e ações de forma horizontal e possibilitando uma atuação interligada entre órgãos públicos e sociedade civil. Essa abordagem permite ouvir e agregar as perspectivas dos diversos atores presentes na área da UC.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo fomento e apoio financeiro à pesquisa, ao Programa Cientista Chefe Meio Ambiente do Governo do Estado do Ceará e à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap - Processo nº 07321726/2023), à Secretaria do Meio Ambiente (SEMA) e à Universidade Federal do Ceará (UFC).

## REFERÊNCIAS

BRASIL, **Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002**. Regulamenta artigos da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências. Brasília. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/D4340.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4340.htm). Acesso em: 29 mai. 2023.

BRASIL, **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o Art. 225, § 10, Incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm). Acesso em: 20 jan. 2023.

CAMPOS, Júlia Morona de et al. Metodologias participativas como instrumento de gestão territorial: experiência no Bairro São Francisco, Criciúma – SC. In: LADWIG, Nilzo Ivo; SCHWALM, Hugo (Org.) **Planejamento e gestão territorial: a sustentabilidade dos ecossistemas urbanos**. Criciúma, SC: EDIUNESC, 2018. Cap. 9. DOI: <http://dx.doi.org/10.18616/pgt09>.

CEARÁ, Decreto nº 20.956 de 18 de setembro de 1990. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental da Serra de Baturité, neste Estado, e adota outras providências. **Diário Oficial do Estado do Ceará**, Fortaleza, CE, 24 set. 1990. Disponível em <https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2019/04/Serra-de-Baturit%C3%A9.pdf>. Acesso em 20 jan. 2023.

CEARÁ, Decreto nº 25.777 de 15 de fevereiro de 2000. Dispõe sobre a criação do Corredor Ecológico do Rio Pacoti, no trecho da Ponte Velha da Ce-040 até a cota 600 (RN-IBGE) da Serra de Baturité, ligando as Apas do Rio Pacoti e da Serra de Baturité, ligando as APAS do Rio Pacoti e da Serra de Baturité, abrangendo os Municípios de Aquiraz, Itaitinga, Pacatuba, Horizonte, Pacajus, Acarape e Redenção e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado**

do Ceará, Fortaleza, CE, 17 fev. 2000. Disponível em <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=130256>. Acesso em 20 jan. 2023.

CEARÁ, Decreto nº 25.778, de 15 de fevereiro de 2000. Dispõe sobre a Criação da Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Pacoti nos Municípios de Fortaleza, Eusébio e Aquiraz e Dá Outras Providências. **Diário Oficial do Estado do Ceará**, Fortaleza, CE, 17 fev. 2000. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/2013/01/25/decreto-no-25778-de-15-de-fevereiro-de-2000/>. Acesso em: 20 jan. 2023.

CEARÁ, Decreto nº 28.333, de 28 de julho de 2006. Dispõe sobre a criação da Área de Relevante Interesse Ecológico do Sítio do Curió, no distrito de Messejana, em Fortaleza, no Estado do Ceará, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Ceará**, Fortaleza, CE, 28 jul. 2006. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2019/04/ARIE-SITIO-CURIO.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2023.

CEARÁ, Decreto nº 32.248, de 07 de junho de 2017. Dispõe sobre a criação da Unidade de Conservação Estadual do grupo de proteção integral denominada Parque Estadual do Cocó, no município de Fortaleza e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Ceará**, Fortaleza, CE, 07 de junho de 2017. Disponível em: <https://www.mpce.mp.br/wp-content/uploads/2015/12/Decreto-32.248-2017-Cria%C3%A7%C3%A3o-Parque-do-Coc%C3%B3.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2023.

CEARÁ, Decreto nº 34.939, de 05 de setembro de 2022. Dispõe sobre a criação da Unidade de Conservação Estadual do grupo de Uso Sustentável denominada Área de Proteção Ambiental (APA) da Lagoa da Precabura nos municípios de Fortaleza, Eusébio dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Ceará**, Fortaleza, CE, 05 set. 2022. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2022/09/DECRETO-APA-LAGOA-DA-PRECAURA.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2023.

CEARÁ. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA. (ed.). **Planejamento, Criação e Implementação de Unidades de Conservação no Ceará:** subsídios científicos para políticas públicas ambientais. Fortaleza, 2022. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/planejamento-criacao-e-implementacao-de-unidades-de-conservacao-no-ceara-subsidios-cientificos-para-politicas-publicas-ambientais/>. Acesso em: 20 jan. 2023.

CUNHA, Pedro Victor Moreira da; MARTINS, Matheus Fernandes; LIMA, Sâmila Silva; MORAES, Mariana Amâncio de Sousa; Medeiros, MEDEIROS, Marysol Dantas; Toniolli, Luciana de Souza; MESQUITA, Rômulo Diogo Pereira; TEIXEIRA, Lucas Peixoto; OLIVEIRA, Liza Santos; CÂNDIDO, Geovannia Maria; SILVA, Doris Day S.; VIANA, Caroline B. de Alencar; GORAYEB, Adryane; SANTOS, Jader de Oliveira. Metodologias participativas como subsídio para o planejamento de Unidades de Conservação: caso da APA do Rio Pacoti (Ceará). *In: XIX Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, 1., 2023, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos [...]** Rio de Janeiro: cidade, 2022. Disponível em: <https://www.xixsbfga.com.br/wp-content/uploads/2023/05/EIXO-6-COMPLETO.pdf>.

FORTALEZA, Decreto nº 11.986, de 20 de fevereiro de 2006. Cria o Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba, localizado no bairro Sabiaguaba, município de Fortaleza, Estado do Ceará e dá outras providências. **Diário Oficial do Município de**

**Fortaleza**, Fortaleza, CE, 06 mar. 2006. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2019/04/parque-municipal-sabiaguaba.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2023.

FORTALEZA, Decreto nº 11.987, de 20 de fevereiro de 2006. A Área de Proteção Ambiental (APA) da Sabiaguaba, localizado no bairro da Sabiaguaba, município de Fortaleza, Estado do Ceará e dá outras providências. **Diário Oficial do Município de Fortaleza**, Fortaleza, CE, 06 mar. 2006. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2019/04/parque-municipal-sabiaguaba.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2023.

GOLDSTEIN, R. A.; BARCELLOS, C.; MAGALHÃES, M. de A. F. M.; GRACIE, R.; VIACAVA, F. **A experiência de mapeamento participativo para a construção de uma alternativa cartográfica para a ESF**. *Ciência & Saúde Coletiva*, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 45-56, jan. 2013. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://cienciaesaudecoletiva.com.br/artigos/a-experiencia-de-mapeamento-participativo-para-a-construcao-de-uma-alternativa-cartografica-para-a-esf/9991?id=9991>. Acesso em: 12 jul. 2023.

GORAYEB, Adryane; SILVA, Edson Vicente da; MEIRELES, Antônio Jeovah de Andrade. Meio ambiente e condições de sustentabilidade da planície flúvio marinha do rio Pacoti – Ceará – Brasil. **Geoambiente On-line**, Goiânia, n. 2, p. 01–17 pág., 2013. DOI: 10.5216/rev.geoambiente.0i2.25861. Disponível em: <https://revistas.ufj.edu.br/geoambiente/article/view/25861>. Acesso em: 26 mai. 2023.

GORAYEB, Adryane; SILVA, Edson Vicente da; MEIRELES, Antonio Jeovah de Andrade. Impactos ambientais e propostas de manejo sustentável para a planície flúvio-marinha do rio Pacoti. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 17(33): 143-152, dez. 2005.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE: ICMBio. **Roteiro metodológico para elaboração e revisão de planos de manejo das unidades de conservação federais**. Orgs: Ana Rafaela D’Amico, Erica de Oliveira Coutinho e Luiz Felipe Pimenta de Moraes. Brasília: ICMBio, 2018. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/downloads/roteiro\\_metodologico\\_e\\_laboracao\\_revisao\\_plano\\_manejo\\_ucs.pdf](https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/downloads/roteiro_metodologico_e_laboracao_revisao_plano_manejo_ucs.pdf). Acesso em: 18 mai. 2022.

PICKLES, J. Social and cultural cartographies and the spatial turn in social theory. **Journal of Historical Geography**, v. 25, n. 1, 1999.

QUEIROZ, Adriana Gonçalves; COUTO, Ana Cláudia Porfírio. Metodologia participativa, subjetividade individual e social: facilitação de reuniões de moradores em Residências Terapêuticas. **Pesquisa e práticas sociais**, São João Del-Rei, v. 10, n.1, p. 171-178, jan./jun., 2015.

ROMEIRO, Clara Mascarenhas; GONTIJO, Bernardo Machado. Novos olhares sobre o processo histórico de criação de áreas protegidas no mundo: os discursos dissonantes e as categorias da IUCN. **Geoambiente On-Line**, Jataí, n. 41, p. 51-71, dez. 2021.

SEMA, Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Ampliação dos limites da poligonal da Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Pacoti**, Fortaleza, 2021. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2022/11/Justificativa-Tecnica-APA-PACOTI.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2024.

SEMA, Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Plano de Manejo da APA do Rio Pacoti**. Fortaleza, 2023. Disponível em: [https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2024/01/Plano\\_Manejo\\_Pacoti\\_2023v7.pdf](https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2024/01/Plano_Manejo_Pacoti_2023v7.pdf). Acesso em: 12 jul. 2023.

SEMA, Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Guia do Participante: Plano de Manejo da APA do Rio Pacoti**. Fortaleza, 2023. Disponível em: [https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2024/01/Guia-do-Participante\\_Pacoti\\_-versaofinal\\_20230111.pdf](https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2024/01/Guia-do-Participante_Pacoti_-versaofinal_20230111.pdf). Acesso em: 09 jan. 2024.

SEMA, Secretaria de Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Portaria nº 113, de 29 de dezembro de 2023**. Disponível em: [https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2024/01/DOECE-Portaria-No113\\_2024\\_PM-APA-DO-RIO-PACOTI.pdf](https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2024/01/DOECE-Portaria-No113_2024_PM-APA-DO-RIO-PACOTI.pdf). Acesso em: 26 jan. 2024.

SINDEAUX, Marcelo de Oliveira. **Na hora da maré: cultura tradicional e natureza na área de proteção ambiental do rio pacoti**. 2011. 124 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Sociais, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2011.

ULLRICH, Danielle R.; OLIVEIRA, Josiane S. de; BASSO, Kenny; VISENTINI, Monize S. Reflexões teóricas sobre confiabilidade e validade em pesquisas qualitativas: em direção à reflexividade analítica. **Análise**, Porto Alegre, v. 23, n. 1, p. 19-30, 2012. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/face/article/view/11329>. Acesso em: 12 jul. 2023.

ZEEC, 2021. Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Costeira do Ceará (ZEEC): **Diagnóstico do Meio Físico**. Fortaleza, Governo do Estado do Ceará, Secretaria de Meio Ambiente. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2022/02/Diagnostico-do-Meio-Fisico-da-Planicie-Litoranea.pdf>. Acesso em: 02 mar 2022.

## MASSAS DE DIATOMÁCEAS PERIFÍTICAS EM UM RIACHO INTERMITENTE DO NOROESTE CEARENSE

Francisco Valdir da Rocha Filho  
Julia Silva Oliveira  
Bianca de Freitas Terra  
Kaoli Pereira Cavalcante

### INTRODUÇÃO

No semiárido brasileiro, os sistemas aquáticos compreendem reservatórios artificiais, lagos naturais, rios e riachos intermitentes (Barbosa *et al.*, 2012), que por sua vez conectam uma variedade de sistemas ligados ao seu desenvolvimento e funcionamento. Os rios intermitentes são sistemas lóticos que naturalmente cessam seu fluxo superficial de água sazonalmente (Maltchik; Medeiros, 2006; Terra *et al.*, 2021). Estes rios são predominantes na região semiárida brasileira, como consequência de um clima regional com baixa e irregular pluviosidade e temperaturas altas ao longo de todo o ano (Maltchik; Medeiros, 2006). Nesta região, os rios intermitentes integram um mosaico de paisagens com características marcantes e exclusivas no planeta, que conhecemos como caatinga (MMA, 2002, 2004). Estes rios são sujeitos a diversos modelos de uso da terra, os quais acarretam impactos significativos nestes ecossistemas. Os processos de açudagem, a eutrofização dos corpos d'água, a retirada de matas ciliares e o agravamento das mudanças climáticas são exemplos dos impactos causados nestes sistemas (Barbosa, *et al.*, 2012). Apesar do uso intenso e da importância destes corpos de água para uma região semiárida, os processos ecológicos envolvendo a biota que vive nestes ambientes e suas adaptações para a variação extrema de fluxo de água são pouco compreendidos (Maltchik; Medeiros, 2006).

Ao contrário dos cursos d'água em outras regiões secas, os riachos do semiárido brasileiro possuem características geomorfológicas que os definem como leito seco sem meandro, e dessa forma, a falta de uma área alagável contribui para escassez de habitats aquáticos marginais (Maltchik; Medeiros, 2006). As fases do ciclo hidrológico são distinguidas em três: fase cheia, que inicia com a estação chuvosa e resulta em um fluxo contínuo superficial da água (pode durar de semanas a meses); fase de secagem, marcado pela ausência de chuvas a perda progressiva de conectividade, formando poças no leito do rio; e por fim a fase seca com ausência total da água (Maltchik; Medeiros, 2006). A diversidade da biota aquática é afetada diretamente pelos mecanismos de inundação e secagem dos rios intermitentes, modificando a estrutura de sobrevivência das comunidades aquáticas (Terra *et al.*, 2021).

As algas são um recurso significativo em ambientes aquáticos intermitentes, atuando como uma fonte importante de carbono orgânico para a teia alimentar (Bunn, *et al.*, 2003). Estas podem ocorrer tanto na coluna de água (plâncton) quanto aderidas a diversos substratos submersos, naturais ou artificiais (perifíton) (Bicudo; Menezes, 2017). Em riachos, devido ao fluxo da água, a comunidade fitoplanctônica tende a não ser bem estruturada, e nestes ambientes, as algas perifíticas desempenham um importante papel na produção primária e influenciam diretamente na estrutura e no funcionamento destes sistemas (Allan; Castillo, 2007). As algas perifíticas podem ser classificadas de acordo com o tipo de substrato colonizado: sobre rochas (epilíticas), sobre substrato vegetal (epifíticas), sobre areia (episâmicas) sobre sedimento fino (epipéllicas), sobre animais (epizoicas) ou sobre madeira (epidêndricas) (Allan; Castillo, 2007).

A biota perifítica contribui essencialmente no metabolismo de um ecossistema aquático participando de etapas fundamentais, tais como produção, consumo e decomposição, para o funcionamento do ambiente. Desta forma, as algas presentes no perifiton podem ser utilizadas para analisar condições ambientais a partir dos seus componentes estruturais e funcionais (Cordeiro; Barbosa, 2018).

Um dos principais componentes das comunidades algais em sistemas aquáticos são as diatomáceas (Filo Bacillariophyta). Estas compreendem um grupo bastante diverso de microrganismos eucariontes fotossintetizantes, unicelulares ou formadoras de cadeia, são amplamente distribuídas e frequentemente abundantes e diversas nos ambientes aquáticos, onde desempenham um papel crucial na ciclagem de nutrientes (Stoermer; Smol, 2004). Sua característica distintiva fundamental é a presença de uma parede impregnada por sílica ( $\text{SiO}_2$ ), conhecida como frústula, que, por sua vez, é dividida em duas metades (valvas) que se encaixam, assemelhando-se a placas de Petri. Essa particularidade as diferencia dos demais grupos de algas, e sua função primordial é proporcionar proteção mecânica ao organismo, e são a base morfológica da taxonomia deste grupo (Round; Crawford; Mann, 1990).

Os ecossistemas aquáticos na região semiárida contribuem significativamente para o desenvolvimento da biodiversidade, mas pouco se sabe sobre a biota que vive nos corpos aquáticos dessas regiões. Pesquisas que visam quantificar e inventariar a riqueza de espécies são importantes para um melhor entendimento da estrutura e funcionamento das comunidades aquáticas, diante dos impactos causados pelas ações antrópicas, bem como o subsídio a elaboração de métodos que visem o manejo e proporcionem estratégias para a conservação do meio (Cordeiro; Barbosa, 2018).

Em um estudo sobre biodiversidade local e suas respostas à dinâmica hidrológica em riachos intermitentes da bacia do rio Acaraú, foi observada uma elevada densidade de algas perifíticas filamentosas que cobria um dos trechos coletados. Devido à singularidade do crescimento algal observado, o objetivo deste trabalho foi identificar as algas que compõem essas massas perifíticas, caracterizar as condições ambientais relacionadas ao seu crescimento e discutir a distribuição das espécies pela bacia hidrográfica do rio Acaraú.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na Bacia do Rio Acaraú, situada na região noroeste do Estado do Ceará, abrangendo uma extensão territorial de 14.423 km<sup>2</sup> (Ceará, 2016). A vegetação na área da bacia exibe um mosaico com vegetação arbórea, arbustivas densa, arbustiva aberta. Os rios que integram a rede hidrográfica da bacia apresentam um caráter intermitente sazonal, sendo os principais afluentes Macaco, Jucurutu, Groaíras, Jaibaras e Sabonete (Brasil, 2017). O clima predominante na região é classificado como semiárido quente, caracterizado por um período chuvoso que se estende de janeiro a junho/julho, com uma média anual de precipitação inferior a 800mm (Brasil, 2005).

As massas de algas foram encontradas no riacho Mata Seca, um riacho que deságua na porção média do rio Acaraú, na cidade de Sobral-CE (03°38'23"S; 40°22'55"O). O riacho foi coletado mensalmente durante um ciclo de secagem, começando com maior fluxo do riacho (maio de 2023) e finalizando com a última fase de poça (setembro de 2023), anterior à secagem completa do riacho, totalizando cinco meses de coleta.

Um trecho fixo de 100 m de extensão foi selecionado para coleta de perifiton e dados ambientais. Dados de sombreamento vegetal, tipo de substrato (conforme Taylor; Lienesch, 1995) fluxo de água, largura média do trecho e profundidade foram observados ao longo do trecho amostrado. Dados físicos e químicos (temperatura da água, pH, condutividade elétrica, salinidade e oxigênio dissolvido) foram coletados com sonda multiparâmetros HANNA-HI98194.

As massas de algas perifíticas aderidas ao substrato, quando presentes, foram coletadas manualmente em três pontos equidistantes do trecho amostrado e foram imediatamente preservadas em solução de Transeau a 50% de solução final (Bicudo; Menezes, 2017).

Em laboratório, as massas filamentosas foram observadas e fotografadas em microscópio de luz Motic BA210E com câmera digital acoplada. Para a análise morfológica e correta identificação das diatomáceas formadoras de filamentos, realizou-se a oxidação das amostras, através do método de Simonsen (1974), modificado por Moreira-Filho e Valente-Moreira (1981), que utiliza permanganato de potássio e ácido clorídrico para remoção da matéria orgânica. A identificação das microalgas seguiu obras clássicas de taxonomia de diatomáceas continentais (ex. Metzeltin; Lange-Bertalot, 1998; 2007) e revisões recentes dos grupos (ex. Cavalcante *et al.*, 2013; Maciel *et al.*, 2022; Costa *et al.*, 2017).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As densas massas de algas observadas no Riacho Mata Seca ocorreram apenas na coleta de junho de 2023, durante o período de cheia (Figura 1). As massas filamentosas cobriram a maior parte da superfície do sedimento submerso no trecho de 100 m amostrado neste estudo. No momento da observação das massas, a profundidade média do trecho do riacho foi de 10,2 cm, com fluxo de águas rápidas (poucos pontos de remanso) e sombreamento pela cobertura vegetal de 10 a 40% em média (Tabela 1). A temperatura da água, condutividade elétrica, salinidade e oxigênio dissolvido foram mais homogêneos ao longo do trecho amostrado, enquanto o pH sofreu uma ampla variação, entre 6,8 e 7,9.

Os substratos mais predominantes na região das massas filamentosas de algas foram areia, cascalho e lama (Tabela 2), sendo as massas de algas mais frequentemente associadas a areia e cascalho.



**Figura 1A–B.** Imagens do riacho Mata Seca, em Sobral/CE, durante a coleta de junho de 2023. Note as massas de algas cobrindo o sedimento do trecho analisado.

**Tabela 1.** Dados ambientais coletados no riacho Mata Seca, Sobral-CE, em junho de 2023.

Variáveis ambientais	mín.	máx.	média
Temperatura da água (°C)	26,7	27,4	27,0
pH	6,8	7,9	7,2
Condutividade elétrica (mS.cm <sup>-1</sup> )	0,24	0,24	0,24
Salinidade	0,11	0,11	0,11
Oxigênio dissolvido (ppm)	6,2	6,8	6,4
Sombreamento da vegetação (%)	–	–	10–40
largura do riacho (m)	1,3	3,5	2,3
profundidade (cm)	0	39	10,2

**Tabela 2.** Porcentagem dos tipos de substrato encontrados no riacho Mata Seca, Sobral-CE, em junho de 2023 [categorias de substrato baseadas em Taylor e Lienesch (1995)]

Tipo de substrato	%
Areia	34
Cascalho	31
Lodo	20
Seixos (5–14,9 cm)	12
Rochas pequenas (15–30 cm)	2
Rochas grandes (>30 cm)	1

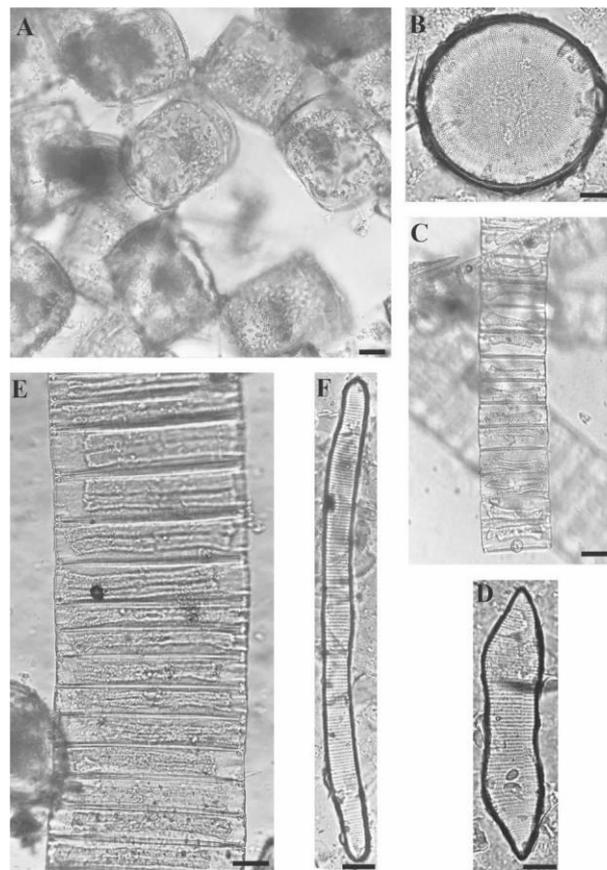
Em análise microscópica do material, detectou-se que as massas correspondiam a diatomáceas formadoras de longas cadeias em formato de zig-zague (Figura 2A) ou fitáceas (Figura 2 C, E). A análise morfológica constatou que as cadeias foram compostas pelas diatomáceas das espécies *Pleurosira laevis* (Ehrenberg) Compère, *Eunotia didyma* Grunow ex Zimmermann e *Eunotia pectinalis* (Kützing) Rabenhorst (Figura 2). Estas diatomáceas foram encontradas em grande quantidade, tanto nas amostras líquidas das massas algais, quanto nas amostras oxidadas deste material.

*Pleurosira laevis* é uma espécie de diatomácea cêntrica robusta, com células cilíndricas e valvas levemente elípticas, que apresentam dois ocelos opostos (Cavalcante; Tremarin; Ludwig, 2013), os quais secretam mucilagem que unem ocelos de duas células, em grandes cadeias no formato de zig-zague (Round; Crawford; Mann, 1990; ver Figura 2A). É cosmopolita, comum em águas tropicais a subtropicais e considerada halófila, uma vez que é encontrada tanto em ambientes continentais a regiões estuarinas e costeiras (Fránková-Kozáková; Marvan; Geriš, 2007), mas também em superfícies úmidas subaéreas (Hustedt, 1927-30; Maciel; Cavalcante; Ludwig, 2022). Estudos demonstraram que a abundância destas algas está relacionada ao tipo de substrato ao qual elas se aderem, com preferência aos substratos consolidados (areia, troncos, rochas) do que a substratos lodosos (Sharifinia; Ramezanpour; Namin, 2016). Neste estudo, a maior proporção de substratos arenosos e cascalho sugerem ambiente propício para desenvolvimento dessa alga.

Espécies de *Eunotia* apresentam alta diversificação morfológica e de tolerâncias ambientais, o que as permite ocupar diferentes nichos em sistemas aquáticos continentais (Costa *et al.*, 2017). Podem ser encontradas no plâncton ou no perifíton, como células solitárias, em colônias unidas por almofadas de mucilagem ou em longas colônias fitáceas (Round; Crawford; Mann, 1990; ver Figura 2C, E). *Eunotia didyma* é uma espécie bêntica e que forma cadeias fitáceas. É amplamente distribuída em regiões tropicais e subtropicais, geralmente exibindo uma ampla variação morfológica (Costa *et al.*, 2017). Esta variação morfológica pode ser uma adaptação desta espécie a ambientes que variam drasticamente em termos de fluxo de água, uma vez que a turbulência é um fator de estresse significativo para microalgas bênticas (Clarson *et al.*, 2019). Auricchio, Lambrecht e Peres (2019) registraram filamentos macroscópicos de *E. didyma* em riachos da bacia do rio Parnaíba (Maranhão), em condições similares ao presente estudo de

temperatura, pH e profundidade, mas com valores menores de condutividade ( $50 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ). Já *Eunotia pectinalis* é uma espécie grande, formadora de cadeias fitáceas, cosmopolita, comumente encontrada aderida a plantas, rochas, troncos ou no metafíton de águas ácidas, oligotróficas a eutróficas (Burge; Edlund, 2015).

As espécies de diatomáceas formadoras dessas densas massas foram encontradas em trecho a jusante do mesmo riacho e em outros meses no mesmo estudo, porém, sem a formação de massas. Já foram também registradas em outros pontos da bacia (Maciel, 2021; Maciel; Cavalcante; Ludwig, 2022). A abundância destas algas encontrada no trecho à montante do riacho Mata Seca durante o período de fluxo contínuo deste riacho demonstra que este seja um importante local de crescimento e dispersão destes organismos para outros pontos a jusante da bacia.



**Figura 2.** Diatomáceas formadoras das massas filamentosas no riacho Mata Seca. **A.** *Pleurosira laevis* formando cadeias em zigue-zague, aumento de 400x; **B.** *P. laevis*, em vista valvar aumento de 1000x. **C.** *Eunotia didyma* formando cadeias fitáceas, aumento de 400x; **D.** *E. didyma* em vista valvar, aumento de 1000x; **E.** *Eunotia pectinalis* em uma cadeia fitácea, aumento de 400x; **F.** *E. pectinalis* em vista valvar, aumento de 1000x. Barras de escalas: A, C, E = 20  $\mu\text{m}$ ; B, D, F = 10  $\mu\text{m}$ .

## CONCLUSÕES

A documentação de altas densidades de microalgas em riachos intermitentes e a caracterização precisa das sua composição taxonômica, bem como da caracterização do ambiente onde são encontradas, são um importante ponto de partida para compreender a contribuição destes riachos na biodiversidade local desta bacia. Além disso, contribuem para a compreensão da

dinâmica populacional destas espécies, amplamente distribuídas, mas pouco conhecidas na região semiárida brasileira. Aqui, nós registramos a abundância de três espécies de diatomáceas, ocorrendo no período de riacho contínuo (cheia), em um dos riachos que compõem a porção média da bacia do rio Acaraú, relacionando esta ocorrência com dados ambientais. Com base nos dados apresentados, sugere-se que porções a montante de riachos intermitentes são importantes locais de desenvolvimento de espécies de microalgas, os quais serão dispersas para a bacia durante o período de fluxo contínuo deste sistema, ressaltando a importância destes riachos para a manutenção da biodiversidade regional.

## AGRADECIMENTOS

À equipe do Laboratório de Ecologia de Comunidades Aquáticas (LECA/UVA), por todo o suporte técnico nas coletas e disponibilidade dos dados ambientais; a Miqueline Gomes e Talison dos Santos, membros do Grupo Cymbella - Núcleo de Estudos Ficológicos do Semiárido (UVA), que ajudaram na realização de coletas de perifiton; a Janielly Nepomuceno, do Laboratório de Biologia Vegetal (UVA), que ajudou o primeiro autor na preparação das amostras. Este trabalho foi financiado pela FUNCAP através do processo BPI nº BP5-0197-00144.01.00/22. O primeiro autor deste trabalho recebe bolsa de iniciação científica através do programa BPI-FUNCAP.

## REFERÊNCIAS

Allan, J.D.; Castillo, M. M. **Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters**. Dordrecht: Springer, 2007.

Auricchio, M. R.; Lambrecht, R. W.; Peres, C. K. Stream macroalgal flora from Parnaíba River Basin, Brazil: reducing Wallacean shortfall. **Biota Neotropica**, v. 19, n. 2, e20180685, 2019.

Barbosa, J. E. L.; Medeiros, E. S. F.; Brasil, J.; Cordeiro, R. S.; Crispim, M. C. B.; Silva, G. H. G. Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.24, n.1, p.103–118, 2012.

Bicudo, C.E.M.; Menezes, M. **Gêneros de Algas de Águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições**. São Carlos: RiMa. 2017.

Brasil. Ministério da Integração. **Nova delimitação do semi-árido**. Brasília, 2005.

Brasil. Agência Nacional das Águas. **Reservatórios do semiárido brasileiro: Hidrologia, balanço hídrico e operação** (Anexo D: Acaraú, Curu, Pacoti, Parnaíba). 2017. Disponível em: [https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/ccc25b76-f711-41ea-a79e-c8d30c287e53/attachments/Reservatrios\\_do\\_semiarido\\_brasileiro\\_hidrologia\\_balano\\_hdrico\\_e\\_operao.pdf](https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/ccc25b76-f711-41ea-a79e-c8d30c287e53/attachments/Reservatrios_do_semiarido_brasileiro_hidrologia_balano_hdrico_e_operao.pdf). Acesso em: 26 de janeiro de 2024.

Bunn S. E.; Davies P. M.; Winning, M. Sources of organic carbon supporting the food web of an arid zone floodplain river. **Freshwater Biology**, v. 48, p. 619–635, 2003.

Burge, D.; Edlund, M. *Eunotia pectinalis*. In **Diatoms of North America**. 2015. Disponível em: [https://diatoms.org/species/eunotia\\_pectinalis](https://diatoms.org/species/eunotia_pectinalis). Acesso em: 31 de janeiro de 2024.

Cavalcante, K.P.; Tremarin, P.I.; Ludwig, T.A.V. Taxonomic studies of centric diatoms (Diatomeae): unusual nanoplanktonic forms and new records for Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 27, n. 2, p. 237-251, 2013.

Ceará. Governo do Estado. **Relatório de diagnóstico ambiental da Bacia do Acaraú**: PSH-RT2-03. Fortaleza: Nippon Koei Lac, 2016. 118 p.

Clarson, S. J.; Kannan, M. S.; Patwardhan, S. V.; Kannan, R.; Harting, R.; Schloesser, L.; Hamilton, D. W.; Fusaro, J. K. A.; Beltz, R. Some Observations of Diatoms Under Turbulence. **Silicon**, v. 1, p. 79–90, 2009.

Cordeiro, R, S.; Barbosa, J.E.L. Algas perifíticas no semiárido brasileiro: passado, presente e futuro. In: Abílio, F. J. P.; Florentino, H. S.; Ruffo, T.L.M. **Biodiversidade aquática da caatinga paraibana Limnologia, conservação e educação ambiental**. João Pessoa: Editora da UFPB, 2018, p.164-181.

Costa, L. F.; Wetzel, C. E.; Lange-Bertalot, H.; Ector, L.; Bicudo, D.C. Taxonomy and ecology of *Eunotia* species (Bacillariophyta) in southeastern Brazilian reservoirs. **Bibliotheca Diatomologica**, v. 64, p. 1-302, 2017.

Hustedt, F. **Die Kieselalgen**. In: Rabenhorst, L. Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Akademische Verlagsgesellschaft m.b.H., Leipzig v. 7, n.1, 20 p., 1927-30.

Kozáková, M. F., Marvan, P., Geriš, R. Halophilous diatoms in Czech running waters: *Pleurosira laevis* and *Bacillaria paxillifera*. **Proceedings of the 1st Central European Diatom Meeting**, p. 39-44, 2007.

Maciel, M. G. R. **Diatomáceas em corpos d'água da região Noroeste do Estado do Ceará: Mediophyceae, Coscinodiscophyceae e Bacillariophyceae (Eunotiales e Cymbellales)**. Dissertação (Mestrado em Botânica) Curso de Pós Graduação em Botânica, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Curitiba. p, 188. 2021.

Maciel, M. G. R.; Cavalcante, K. P.; Ludwig, T. A. V. Unraveling centric diatoms from the Caatinga: Coscinodiscophyceae and Mediophyceae in northwestern Ceará, Brazil. **Rodriguésia**, v. 73, e00222021, 2022.

Maltchik, L.; Medeiros, E, S, F. Conservation importance of semi-arid streams in north-eastern Brazil: implications of hydrological disturbance and species diversity. **Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst**, v. 16, p. 665–677, 2006.

Metzeltin, D.; Lange-Bertalot, H. Tropical Diatoms of South America I. About 700 predominantly rarely known or new taxa representative of the neotropical flora. **Iconographia Diatomologica**. v. 5. Stuttgart, Koeltz Scientific Books, 695 p., 1998.

Metzeltin, D.; Lange-Bertalot, H. Tropical Diatoms of South America II. Special remarks on biogeographic disjunction. **Iconographia Diatomologica**. v. 18, Stuttgart, Koeltz Scientific Books, 877 p., 2007.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Avaliação e ações prioritárias para conservação da biodiversidade da Caatinga**. Brasília, 2002.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: Universidade Federal de Pernambuco, 2004.

Moreira-Filho, H.; Valente-Moreira, I.M. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Bacillariophyceae) epífitas em algas pluricelulares nos litorais dos estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. **Boletim do Museu Botânico Municipal**, v. 47, p. 1-17, 1981.

Round, F. E.; Crawford, R. M.; Mann, D. G. **The Diatoms: biology and morphology of the Genera**. Cambridge: University Press, 1990.

Sharifinia, M.; Ramezanpour, Z.; Namin, J. I. Distribution of benthic centric diatom *Pleurosira laevis* (Compère, 1982) in different substrate type and physical and chemical variables. **Acta Limnologica Brasiliensia**, vol. 28, e-18, 2016.

Simonsen, R. The diatom plankton of the Indian Ocean Expedition of R/V Meteor 1964-5, "Meteor" Forschungsergebnisse. **Reihe D: Biologie**, v. 19, p. 1-107, 1974.

Stoermer, E. F.; Smol, J. P. **The Diatoms: Applications for the environmental and Earth sciences**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

Taylor, C. M.; Lienesch, P. W. Environmental correlates of distribution and abundance for *Lythrurus snelsoni*: A range-wide analysis of an endemic fish species. **The Southwestern Naturalist**, v. 40, n. 4, p. 373-378, 1995.

Terra, B. F.; Medeiros, E. S. F.; Botero, J. I. S.; Novaes, J. L. C.; Rezende, C. F. Ecologia de peixes em riachos intermitentes. **Oecologia Australis**, v. 25, n. 2, p. 605-619, 2021.

## COMPARTIMENTAÇÃO E ANÁLISE DAS PAISAGENS DA MICRO-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO VIANA, TAPERUABA, SOBRAL, CE

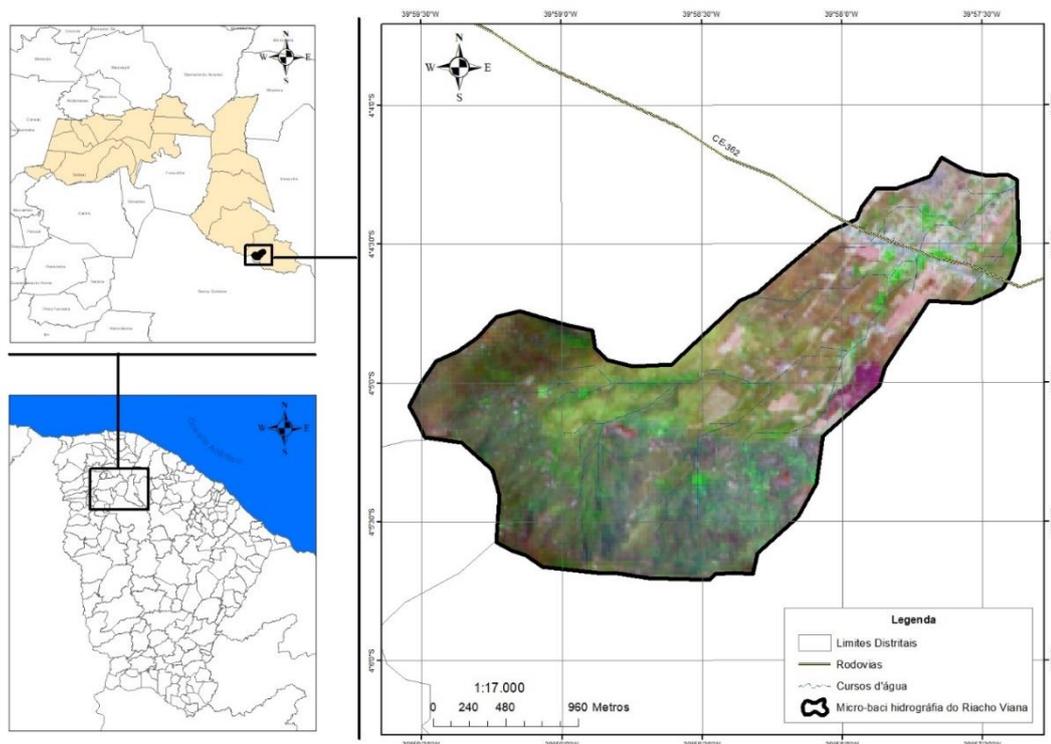
José Marcos Duarte Rodrigues  
Thayssllorranny Batista Reinaldo

### INTRODUÇÃO

Na Geografia, o conceito de geossistema vem sendo discutido desde 1960, buscando em seus estudos analisar as relações entre sociedade e natureza, em um mesmo espaço. Dentre as várias interpretações desse conceito, adotamos no presente trabalho a concepção de Geossistema como um conjunto espacial, formado por componentes naturais e antro-po-tecnogênicos, visando compreender a organização espacial através das relações entre os componentes (Cavalcanti, 2016).

Desta maneira o presente trabalho busca realizar uma compartimentação e análise das unidades geossistêmicas da micro-bacia hidrográfica do riacho Viana, localizada no distrito de Taperuaba, município de Sobral, estado do Ceará (Figura 1). A mesma possui 5,06 km<sup>2</sup>, situada na porção sudoeste (SW) do distrito de Taperuaba, pertencendo a sub-bacia hidrográfica do rio Bom Jesus, situada na bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu, região hidrográfica do Litoral.

Figura 1: Localização da micro-bacia hidrográfica do riacho Viana, Taperuaba, Sobral, CE.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

De forma geral a micro-bacia hidrográfica do riacho Viana, possui condições climáticas de semiaridez, com rochas cambriana, atualmente, submetidas as condições de semiaridez, formando solos rasos a medianamente profundos com restrições hídricas, em relevo composto por serras estruturas, superfície aplainada e pequenas planície fluviais continentais, possibilitando o desenvolvimento da agricultura de subsistência, pecuária extensiva e aglomerados urbanos.

Tais componente dão a área de estudos paisagens típicas de ambiente semiárido, o que possibilitou sua compartimentação e análise. Desta maneira, realizou, na presente pesquisa uma caracterização dos componentes formadores da paisagem, para então compartimentar e analisar as diferentes unidades de paisagens que compõe a micro-bacia hidrográfica do riacho Viana.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Geografia Física possui um campo de pesquisa diverso, e dentre as temáticas possíveis de estudo, a concepção geossistêmica se destaca. Na contemporaneidade, com o advento da globalização, os impactos socioambientais têm se intensificado e a abordagem do estudo geossistêmicos tem se mostrado como um forte aliado dos pesquisadores para entender os fenômenos envolvendo a natureza e a transformação da paisagem.

Nascimento e Sampaio (2005) enfatizam que o geossistema derivam da Teoria Geral dos Sistemas (TGS) de Bertalanffy, seu desenvolvimento permitiu uma aproximação sistêmica com a Geografia Física, propiciando um estudo verticalizado das variáveis ambientais. Trata-se de um campo do saber que tem sido utilizado por diversos pesquisadores em seus estudos em escala local, regional, global.

Segundo Rodrigues (2001), a teoria geossistêmica faz parte de um conjunto de tentativas ou de formulações teórico-metodológicas da Geografia Física, emergidas em função da necessidade de a Geografia lidar com os princípios de interdisciplinaridade, síntese, com a abordagem multiescalar e com dinâmica. O autor, explica que a teoria foi formulada pela escola russa, a partir dos estudos de V. B. Sochava, que propôs o conceito do geossistema. O conceito formulado por ele, se difundiu no mundo ocidental pela escola francesa e por iniciativa de G. Bertrand, na década de 1960, mais precisamente em 1968.

Nascimento e Sampaio (2005) destacam que no enfoque do russo Stochava, estudava as paisagens geográficas complexas, definidas por ele como uma unidade dinâmica com organização geográfica própria e um espaço que permite a repartição de todos os componentes de um geossistema. Os autores enfatizam que na perspectiva metodológica de Stochava, a partir do enfoque físico-geográfico é necessário analisar as múltiplas interações e transformações que ocorrem na paisagem.

Vale destacar que a aplicação do pensamento sistêmico na ciência geográfica, resultou no desenvolvimento do conceito de geossistema, proposto pelo russo-soviético Sochava, na década de 60.

Sochava apresentou o geossistema como um “modelo teórico e conceitual destinado a identificar, interpretar e classificar a paisagem terrestre, vista como uma classe peculiar dos sistemas dinâmicos abertos e hierarquicamente organizados. (Ferreira, 2010, p. 194).

Segundo Rodríguez, Silva e Vicens (2015), ainda não há uma visão clara, no contexto do pensamento geográfico mundial, das ideias de Sochava. Todavia, em uma escala nacional, seus conhecimentos se deram através da tradução de dois artigos realizados por Monteiro. É importante pontuar que houve uma certa resistência quando a aceitabilidade dos estudos propostos por Sochava no Brasil, isso ocorreu por dois motivos principais, segundo Neves (2019): o primeiro porque os geógrafos brasileiros acharam o conceito de Sochava mais confuso que o de Bertrand; o segundo, porque a tradução do russo para o inglês e do inglês para o português, possivelmente, dificultou a compreensão das concepções.

Essa resistência entorno dos estudos de Sochava ocorria, também, de certa maneira, porque muitos estudiosos não concordavam com sua teoria. A esse respeito, Nascimento e Sampaio (2005, p. 169) afirmam que,

[...] houve críticas sobre a definição de Sochava para geossistemas, sobretudo pela ausência de uma maior precisão espacial em sua definição, bem como pelo seu caráter pouco dialógico. De uma forma geral, ele os conceituou em homogêneos ou diferenciados em três níveis: planetário, regional e topológico, de sorte que qualquer desses níveis pode ser chamado de geossistema, sem maiores critérios.

Nascimento e Sampaio (2005) elucidam que o francês Georges Bertrand otimizou o conceito de Sochava e conferiu unidade à teoria geossistêmica, estabelecendo uma tipologia espaço-temporal compatível com a escala socioeconômica, enfocando os fatores biogeográficos e socioeconômicos enquanto seus principais conformadores. Assim, em uma tentativa síntese da paisagem, Bertrand estabeleceu um sistema taxonômico para o geossistema, possibilitando sua classificação em função da escala.

Naquele momento no território nacional os estudos de Bertrand era os que mais influenciava os pesquisadores brasileiros. A inserção do pensamento de Bertrand no Brasil deu-se através do artigo “*Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique*”, traduzido pela professora Dra. Olga Cruz, publicado em 1971. Tal artigo influenciou toda uma geração de geógrafos na interpretação da paisagem na sua globalidade, escalas temporais e espaciais (Neves, 2017). Segundo as concepções de Bertrand a paisagem é estruturada hierarquicamente, partindo das unidades superiores (Zona — GI, domínio — GII e Região Natural — GIII) para as unidades inferiores (Geossistema — GIV-V, Geofácies — GVI e Geótopo — VIII), estando o geossistema constituído por geofácies e geótopos (Lima, 2012; Cavalcanti; Corrêa, 2016)

De acordo com Neves (2019), Bertrand definiu o geossistema, como um complexo dinâmico, resultante da interação entre o potencial ecológico, a exploração biológica e ação antrópica. Desta forma, os fenômenos que mais agem sobre a paisagem, portanto, os que mais interessam aos geógrafos, ocorrem na escala do geossistema. Neves (2017) ressalta que o conhecimento, de forma reduzida, da obra de Bertrand, assim como de Sochava, comprometeu a compreensão da evolução teórico-metodológica, epistemológica e filosófica do geossistema pelos geógrafos brasileiros. O autor destaca que a proposta de Bertrand, equivocadamente, está resumida a uma proposta metodológica de taxonomização da paisagem.

Cavalcanti e Corrêa (2016) afirmam que após a inserção das ideias de Bertrand, alguns autores brasileiros se referiam as abordagens de Sochava e Bertrand como sinônimas e em suas considerações a dimensão espacial e temporal aparecem como entidades de grandes extensões, o que é mais condizente com as concepções de Sochava. As diferenças entre as concepções de Bertrand e Sochava, refere-se ao uso da palavra geossistema, por parte de Bertrand, para se referir a uma das escalas espaço-temporais da paisagem, correspondendo a 4ª e 5ª ordem de grandeza de Cailleux e Tricart, abrangendo a escala espacial de 10 a 10<sup>2</sup> km, e temporal de 10<sup>7</sup>

e 10<sup>6</sup> anos (Cavalcanti; Corrêa, 2016). Ou seja, enquanto em Bertrand o geossistema possui, de forma bem definida, dimensões espaciais e temporais, em Sochava, o geossistema corresponde a uma unidade natural de todas as categorias espaciais (Cavalcanti, 2013).

Para se estudar os geossistemas, Sochava propôs uma hierarquia taxo-corológica (Quadro 2), na qual há uma variação espacial do nível planetário para o topológico, perpassando pelas unidades intermediárias ou regionais. Tal padrão de hierarquização é construído através de duas categorias (fileiras), os geômeros e geócoros (1), que são excludentes e interdependentes ao mesmo tempo (Sochava, 1977). Em ambos, mas principalmente na interpretação russo-soviética, o geossistema é determinado por combinações de massa e energia, e a paisagem é sua expressão. Tais combinações variam no espaço e no tempo e a forma como as paisagens estão estruturadas e como funcionam, correspondem a um estado de equilíbrio do sistema naquele momento de observação (Passos, 2006-2008).

Sochava (1971) corrobora com tais afirmações ao considerar o geossistema como modelo global, territorial e dinâmico, sendo aplicável a paisagens concretas e que abrange todos os seus elementos. Para Troppmair e Galina (2006), a estrutura, as inter-relações e a dinâmica que ocorrem numa determinada área correspondem a um geossistema, dando uma fisionomia, uma feição ao espaço, configurando a paisagem como sistema, ou seja, como unidade real e integrada. Portanto, a paisagem vista pela ótica geossistêmica é interpretada como sistema complexo, composto por componentes (elementos) da esfera geográfica e as suas inter-relações, correspondendo a uma organização espacial formada pela interação entre os seus componentes (estrutura geológica, relevo, clima, solos, águas superficiais e subterrâneas, vegetação e fauna) e poderem ser alterados, em diferentes grau e intensidade, pela atividade humana (Seabra, 2012).

Para Rodríguez, Silva e Vicens (2015), com a abordagem geossistêmica nos estudos da paisagem, passou-se a dar prioridade aos atributos e propriedades que compõem as paisagens. Desta forma a presente pesquisa busca realizar a compartimentação e análise das paisagens que compõem a micro-bacia hidrográfica do riacho Viana, a partir das concepções geossistêmicas acima apresentadas.

## **METODOLOGIA**

A metodologia se configura como um caminho essencial na pesquisa geográfica, no que cerne a Geografia Física a abordagem metodológica geossistêmica se configura como uma abordagem que analisa o meio físico natural em uma perspectiva integrada, indicando as relações existentes entre os atributos do meio natural biótico e abiótico, associados com atividades sociais que alteram a dinâmica natural.

Assim, o presente trabalho, que tem como delimitação de área de estudo a micro-bacia hidrográfica do riacho Viana, localizada no distrito de Taperuaba, no município de Sobral-CE, parte da abordagem metodológica geossistêmica, baseada na “análise ambiental”. A análise ambiental pautou-se na utilização teórico-metodológica geossistêmica, mas não implica na identificação de níveis superiores e inferiores da paisagem, tal qual indicado por Bertrand (2004).

Claudino-Sales (2004) aponta que essa abordagem possibilita a análise do meio ambiente de forma direta e objetiva, com o intuito de caracterizar, do ponto de vista natural e antrópico, a área objeto de estudo. Pode ser considerada como uma análise sistêmica simplificada, que

dependendo do objetivo de estudo, melhor se adequa à caracterização do meio físico, natural e antrópico - mas do que a trama hierárquica definida pela abordagem geossistêmica pura, que por vezes engessa as interpretações relacionais.

Nessa pesquisa, a análise ambiental permitiu organizar os componentes abióticos, bióticos e antrópicos da área estudada, na perspectiva de se realizar uma distinção de unidades de paisagem. A perspectiva da análise ambiental de inspiração geossistêmica aqui realizada indica que essas unidades de paisagens correspondem às “geofácies” da teoria geossistêmica, as quais implicam na existência de elementos da paisagem comportando determinado tipo de solos, vegetação e exploração antrópica (Bertrand, 2004).

O caminho metodológico percorrido pautou-se ao longo de todo processo de escrita desse artigo em pesquisa bibliográfica, recorrendo sempre que necessário à base teórica-metodológica que trabalha com a temática em tela. As leituras ocorreram em teses, dissertações, artigos científicos e livros.

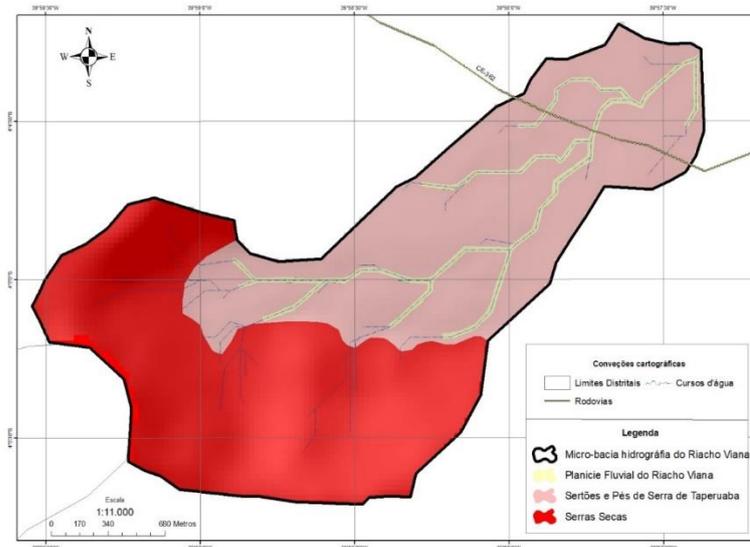
Foi realizado um trabalho de campo na área de estudo em agosto de 2023, coletando pontos (coordenadas geográficas) para elaboração dos mapas que estão expostos ao longo desta pesquisa, registros fotográficos e para identificar os fatores antrópicos que impactam a área de estudo. De posse dos dados, fizemos a sistematização dos mesmos e foram elaborados mapas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Existem várias formas de realizar uma distinção de áreas (paisagens), havendo também vários termos para designar tais metodologias, como: classificação geossistêmica, distinção de unidades de paisagem, distinção de regiões naturais, geocomplexos, dentre outros (Cavalcanti, 2013). No presente trabalho, optou-se pelo termo compartimentação das unidades Geossistêmicas.

Para a micro-bacia hidrográfica do riacho Viana, determinou-se três (3) unidades geossistêmicas, os Sertões e Pés de Serras de Tapuruaba, Serras Secas e as Planícies Fluviais do riacho Viana (Figura 2).

Figura 2: Unidades geossistemicas da micro-bacia hidrográfica do riacho Viana, Taperuaba, Sobral, CE.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

### SERTÕES E PÉS DE SERRA DE TAPERUABA

Os Sertões e Pés de Serras de Taperuaba, possuem 2,3 km<sup>2</sup>, representando 46% da área total. Geologicamente, essa unidade de paisagem situa-se no Complexo Tamboril-Santa Quitéria, pertencente ao domínio Ceará Central, na Província Borborema. O Complexo Tamboril-Santa Quitéria corresponde a um complexo ígneo anatóxico, composto por migmatitos, gnaisses e granitoides com idades criogenianas no intervalo entre 795 e 591 milhões de anos (Neoproterozoico) (Castro, 2004).

Com relação ao relevo, corresponde a Superfície Aplainada. Costa et al. (2020), divide para o Nordeste Setentrional três Superfícies Aplainadas, considerando-as como área em que os processos de aplainamentos são mais evidentes. A área em estudo corresponde, segundo essa classificação, a Superfície Aplainada 2 (SS2), com topografia planas, altitude não superando os 400 m, caracterizando-se como relevo plano (0%-3%), suave ondulado (3%-8%) e Ondulado (8%-25%).

Apresentam solos do tipo Luvisolos Crômicos, que segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS), são solos com horizonte B textural, alta atividade da fração de argila e saturação por alta (Santos et al., 2018). Sobre esses solos, na área da pesquisa notou-se a presença da agricultura de subsistência, pecuária extensiva e área urbana correspondendo a localidade de Vassouras.

A figura 3, mostra a agricultura de subsistência nos Sertões e Pés de Serra de Taperuaba, mostrando a etapa da limpa do terreno para o plantio durante o período chuvoso. É importante mencionar que a área mostrada na imagem também estava sendo utilizada para alimentar o gado, revelando que a agricultura de subsistência ocorre juntamente com a pecuária extensiva. Na figura 4, tem-se a área urbana situada no exutório do riacho Viana, onde o mesmo conflua com rio Bom Jesus. A localidade mostrada na imagem refere-se a Vassouras, onde já ocorreram enchentes e alagamento nos anos mais chuvosos.

Figura 3: Agricultura de subsistência.



Fonte: Marcos Duarte (2023).

Figura 4: Localidade de Vassouras



Fonte: Taperuaba Noticias (2019)

Na figura 5, apresenta-se apicultura extensiva, criação de bovinos, muito comum na área em estudo, geralmente a criação de bovinos volta-se para produção de leite. Já na figura 6, tem-se a agricultura de subsistência, na qual percebe-se o que sobrou do plantio de milho do ano anterior, usado para alimentar os bovinos e ovinos.

Figura 5: Criação de bovinos.



Fonte: Marcos Duarte (2023).

Figura 6: Restos do plantio do milho



Fonte: Marcos Duarte (2023)

## SERRAS SECAS

As Serras Secas possuem 2,5 km<sup>2</sup>, representando 50% da área total. Geologicamente, correspondem aos Granitóides, presentes na área em estudo, compostos por granito, granodiorito, biotita-hornblenda granito (Cavalcanti; Cavalcante, 2014). Geomorfológicamente, são representadas pelos Maciços Cristalinos, correspondendo ao Maciço Serra do Correntes, como aponta (Rodrigues, 2018). De acordo com Costa et al. (2020), corresponde aos Granitos Orogenicos, resultantes da intrusão em regiões extensionais, as estruturas tectônicas locais e regionais (Neves, 2012), caracterizando-se por possuir relevo mais declivoso, montanhoso (45%-75%) e escarpado (>75%) e altitude alcançando os 800 m altitude.

Com relação aos solos, predominam os Neossolos Litolicos, caracterizando-se como solos rasos, com o contato lítico inferior a 50 cm, com bastante pedregosidade (Santos et al., 2018). Devido a tais características, a agricultura de subsistência é limitada, ocorrendo em menor quantidade que nos Sertões e Pés de Serras, a pecuária extensiva também é limitada.

Na figura 7, tem-se umas das vertentes Serra do Corrente durante o período chuvoso de 2023, percebe-se a ausência da agricultura de subsistência e a presença de afloramentos de rochas. Nota-se também que o relevo é bastante declivoso e apresenta uma significativa cobertura vegetal, com a presença da caatinga arbustiva-arbórea.

Figura 7: Imagem panorâmica da Serra Seca (Maciço Cristalino Serra do Corrente)



Fonte: Marcos Duarte (2023).

## PLANÍCIES FLUVIAIS DO RIACHO VIANA

As Planícies Fluviais possuem, na área em estudo, a 0,2 km<sup>2</sup>, representando 4% do total. Correspondem aos Depósitos Sedimentares recentes, do Cenozoico. O relevo caracteriza-se por ser plano (0%-3%) e correspondem as menores altitudes. Quanto aos usos apresentam, de maneira mais expressiva, a agricultura de subsistência em suas margens.

Na figura 8, mostra-se o leito da planície fluvial do riacho Viana, no ano de 2014, o mesmo mostra-se bastante assoreado e sem a presença da cobertura vegetal, percebe-se que em anos anteriores houve a prática da agricultura de subsistência em suas margens. Na figura 9, no ano de 2014, mostra-se a poluição do riacho Viana, na localidade Vassouras, local esse em que se joga o esgoto o leito do riacho, sendo perceptível a ação antrópica e a necessidade de uma consciência ambiental.

Figura 8: Desmatamento no riacho Viana. Figura 9: Poluição na localidade de Vassouras.



Fonte: Marcos Duarte (2014).



Fonte: Marcos Duarte (2014).

Como foi mostrado, notou-se que as unidades geossistêmicas que compõem a micro-bacia hidrográfica do riacho Viana, possuem características sistêmicas, devido aos seus componentes formadores, que as diferenciam, possibilitando sua análise individualizada, ao mesmo tempo que integrada, formando um complexo sistema de relações e correlações com o ambiente interno e externo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como vimos ao longo desta pesquisa, partimos da análise geossistêmica para compreender a área de estudo, no caso a micro-bacia hidrográfica do riacho Viana, onde identificamos, compartimentamos e analisamos as unidades geossistêmicas que a compõem.

Assim, as classificamos em três (3) unidades geossistêmicas, a saber: 1) os Sertões e Pés de Serras de Taperuaba; 2) Serras Secas; 3) as Planícies Fluviais do riacho Viana. No entanto, optou-se por não chegar na escala dos geofácies, mas apenas considerando cada compartimento como geossistema.

Portanto, a partir da classificação, percebeu-se que as mesmas possuem características específicas que as distinguem das demais, o que possibilitou sua análise enquanto totalidade.

## Notas

(1) Neves (2019, p. 70) os define da seguinte maneira: “[...] os geômeros (áreas naturais homogêneas) e os geócoros (combinação de geômeros, formando unidades de caráter individual heterogêneas, integradas espacialmente)”.

## REFERÊNCIAS

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **RAEGA -O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 141-152, 31 dez. 2004.

CASTRO, N.A. **Evolução geológica proterozóica da região entre Madalena e Taparuaba, domínio tectônico Ceará Central (Província Borborema)**. 2004. 221 p. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

CAVALCANTI, J. A. D.; CAVALCANTE, J. C. Evolução geológica. In: BRANDÃO, R. L. (Org.). **Geodiversidade do Estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2014. p. 21-32.

CAVALCANTI, L. C. de S. **Da descrição de áreas á teoria dos geossistemas: uma abordagem epistemológica sobre sínteses naturalistas**. 2013. 216 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, DCG/UFPE, Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Recife, 2013.

CAVALCANTI, L. C. de S. Geossistemas do Semiárido Brasileiro: considerações iniciais. **Caderno de Geografia**, [S.L.], v. 26, n. 2, p. 214, 7 dez. 2016.

CAVALCANTI, L. C. de S.; CORRÊA, A. C. de B. Geossistemas e Geografia no Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 61, n. 2, p. 3-33, 2016  
CAVALCANTI, L. C. de S.; CORRÊA, A. C. de B. Geossistemas e Geografia no Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 61, n. 2, p. 3-33, 2016.

COSTA, L. R. F. da et al. Geomorfologia do nordeste setentrional brasileiro: uma proposta de classificação. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 185-208, 1 jan. 2020.

FERREIRA, V. de O. A abordagem da paisagem no âmbito dos estudos ambientais integrados. **Geotextos**, Uberlândia, v. 6, n. 10, p. 187-208, dez. 2010.

LIMA, E. C. **Planejamento ambiental como subsídio para gestão ambiental da bacia de drenagem do açude Paulo Sarasate Varjota-Ceará**. 2012. 271 f. Tese (Doutorado) – Curso de Geografia, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará - UFC, Fortaleza, 2012.

NASCIMENTO, F. R. do; SAMPAIO, J. L. F. Geografia física, geossistemas e estudos integrados da paisagem. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, [S. l.], v. 6, n. 1, 2012.

NEVES, C. E. das. A geografia desconhecida de Georges Bertrand: contribuições à discussão e aplicação do geossistema complexo no Brasil. **Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia**, Rio Claro - SP, v. 15, p. 139-166, 2017.

NEVES, C. E. das. **O uso do geossistema no Brasil: legados estrangeiros, panorama analítico e contribuições para uma perspectiva complexa**. 2019. 400 f. Tese (Doutorado)

217- Curso de Geografia, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Presidente Prudente, 2019.

NEVES, S.P; **Granitos Orogênicos: da geração dos magmas à intrusão e deformação.** Rio de Janeiro: Synergia, 2012.

PASSOS, M. M. dos. **A raia divisória: geossistema, paisagem e eco-história.** Maringá: EDUEM, 2006-2008.

RODRIGUES, W. F.. **Evolução geomorfológica do inselberg Pedra Da Andorinha, Taparuaba, Sobral, Brasil.** 2018. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

RODRÍGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; VICENS, R. S. O legado de Sochava. **GEOgraphia**, Boa Viagem - Niterói, v. 17, n. 33, p. 225-233, 27 jul. 2015.

RODRIGUES, Cleide. A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, 14 (2001) 69-77.

SALES, V. de C. Geografia, sistemas e análise ambiental: abordagem crítica. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 125-141, 2004.

SANTOS, H. G. dos et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018.

SEABRA, V. da S. **Análise da paisagem em apoio aos estudos de favorabilidade à recuperação florestal na bacia hidrográfica do rio São João.** 2012. 206 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, 2012.

SOCHAVA, V. B. **O Estudo de Geossistemas.** Instituto de Geografia. USP, São Paulo: Ed. Lunar, 1977.

TROPPEMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas (Geosystems). **Mercator**, Fortaleza, v. 5, n. 10, p.79-90, 2006.

## UM ESTUDO DA PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL E DOS REFLEXOS SOBRE O VOLUME ARMAZENADO E ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO NO RESERVATÓRIO ACARAÚ MIRIM NO MUNICÍPIO DE MASSAPÊ, CEARÁ

Vanessa Campos Alves  
Bruna Lima Carvalho  
João Rodrigues de Araujo Júnior  
Patrícia Vasconcelos Frota

### INTRODUÇÃO

Na atualidade, a gestão integrada de recursos hídricos se constitui em uma das prioridades fundamentais das políticas públicas, face ao incontrolado crescimento populacional, à avassaladora demanda hídrica para os mais variados fins e ao surgimento cada vez mais intenso de conflitos pelas limitadas disponibilidades hídricas (VIEIRA, 2003).

O Semiárido brasileiro compreende uma região formada por nove estados da região Nordeste e parte da região Sudeste, compreendendo ao norte de Minas Gerais, compreendendo aos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e Minas Gerais (SUDENE, 2017). Segundo dados do Instituto Nacional do Semiárido (INSA, 2023) esta área caracteriza-se por ser a região semiárida mais povoada do planeta, com 28 milhões de habitantes, dos quais 62% (17.360.000) vivem em áreas urbanas e 38% (10.640.000) residem em áreas rurais.

O Semiárido tem por característica principal a escassez hídrica como um fator ambiental. Historicamente há registros de várias ações no intuito de resolver os problemas decorrentes da seca, mesmo antes da delimitação político-geográfica da região, dentre estas destacam-se as construções de reservatórios, o que ficou conhecido como política de açudagem.

Os açudes possuem um papel importante ao tornar possível, dentre outras funções, o armazenamento de água para os usos múltiplos, com prioridade do abastecimento humano e dessedentação animal. Desta forma, manter a qualidade da água por meio de manutenções regulares e monitoramento de nível de volume armazenado torna-se essencial para garantir a segurança hídrica da população que se beneficia de suas águas.

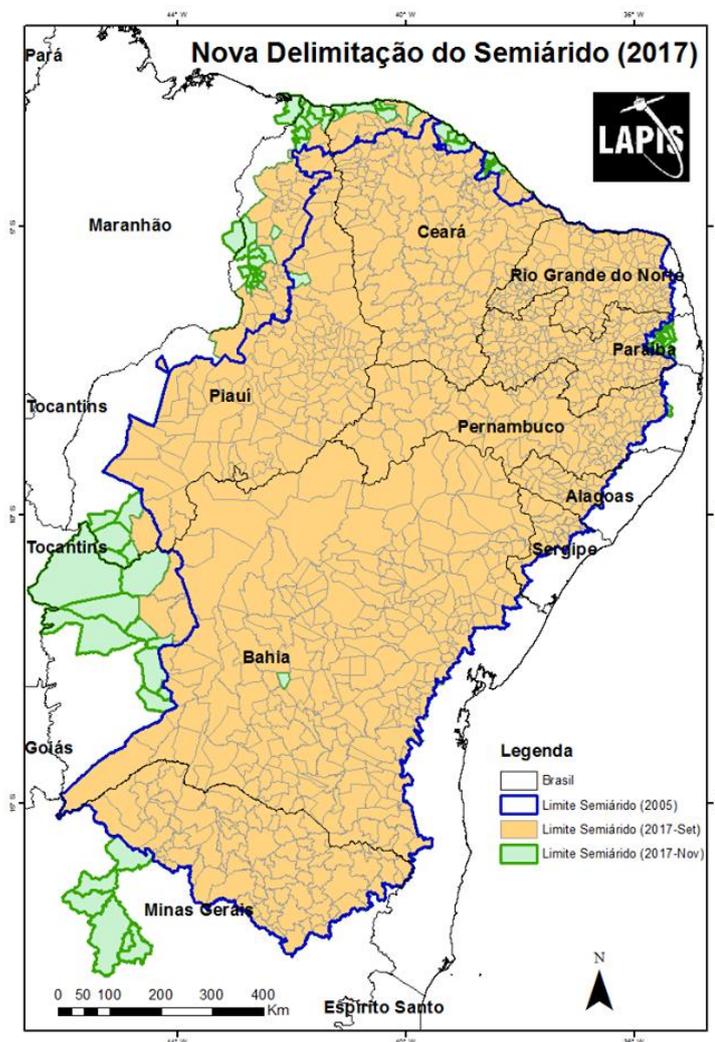
Quando se é falado sobre o Semiárido, é comum ser transmitida a imagem através das mídias digitais e de massa, que estereotipam a região pela ausência de água. A vegetação com tonalidades secas e o céu, um azul marcante com pouca presença de nuvens que sinalizassem a possível chegada da chuva. Porém, em termos técnicos, a caracterização dá-se pela irregularidade na precipitação anual e os elevados índices de evapotranspiração (INSA, 2023). A delimitação de áreas semiáridas por muito tempo foi definida com base na precipitação anual, de modo que áreas que tinham precipitação igual ou inferior a 800 milímetros anuais seriam classificadas como semiárido.

Porém, em 2017 ocorreram mudanças nos critérios de delimitação do Semiárido, os critérios foram aprovados pelas Resoluções do Conselho Deliberativo da Sudene de nº 107, de 27/07/2017 e de nº 115, de 23/11/2017:

- Precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm;
- Índice de Aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50;

- Percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano.

**Figura 1** - Nova delimitação do Semiárido Brasileiro



Fonte: Mundogeo, 2017.

### SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ATUANTES NO SEMIÁRIDO.

Sabe-se que o clima é marcado pelo seu dinamismo, de modo que dinâmicas climáticas distintas podem afetar a configuração climática de distintas regiões. No Semiárido brasileiro, a dinâmica de aquecimentos e esfriamentos anormais nos oceanos Pacífico e Atlântico representam eventos que criam comportamentos anômalos e variações interanuais nos valores de suas precipitações. Segundo Kayano e Andreoli (2009), esta região é marcada por ser uma das principais na América do Sul, em que os sinais da variabilidade intrasazonal são mais evidentes.

De acordo com Marengo (2011), o sistema mais importante na produção de chuvas na região é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que representa o eixo do cavado equatorial e suas variações em posição e intensidade que estão diretamente relacionadas às alterações nas posições e intensidades das altas subtropicais do Atlântico Norte e Sul. A ZCIT é formada pela

convergência dos ventos alísios do Norte e Sul, estando localizada na porção ascendente da célula de Hadley, marcada por baixas pressões, nebulosidades e chuvas abundantes, e segue, preferencialmente, as regiões em que a temperatura da superfície do mar TSM é mais elevada.

Uvo e Nobre (1989) reiteram a influência da ZCIT, atribuindo sua aproximação à região norte do Nordeste (NNE), como sendo a principal responsável por gerar as precipitações. Tal fato é observado quando se considera que o pico de precipitação sobre o NNE (março e abril) ocorre exatamente na época em que a ZCIT atinge suas posições mais ao sul.

Assim, na porção setentrional do nordeste, a precipitação é causada pela atuação da ZCIT, à medida que sua atuação está condicionada a uma série de outros elementos climáticos, como as variações da temperatura superficial dos oceanos pacífico e atlântico, os quais podem apresentar condições desfavoráveis para as chuvas, como o El Niño no pacífico ou o dipolo positivo no atlântico, bem como a configuração favorável para a ocorrência de chuvas com a La Niña no pacífico ou o dipolo negativo no atlântico.

Para Araujo Júnior (2022), a grande dificuldade de prever a dinâmica climática, deve-se ao fato de as configurações atmosféricas e oceânicas serem complexas e mudarem continuamente. Com isso, a ocorrência de extremos climáticos como a seca e acumulados de chuva históricos sejam difíceis de se prever, porém no histórico de ocorrência na região semiárida, a seca ocorre com mais frequência, o que coloca em risco a oferta e o abastecimento na região que é caracterizada por ser o Semiárido mais habitado do mundo.

Diante disso, o presente artigo traz como objetivo, descrever a relação entre a média de precipitação anual e o volume armazenado de um reservatório, assim como os fatores que influenciam na sua integridade como ecossistema, recurso hídrico e capacidade de abastecimento humano.

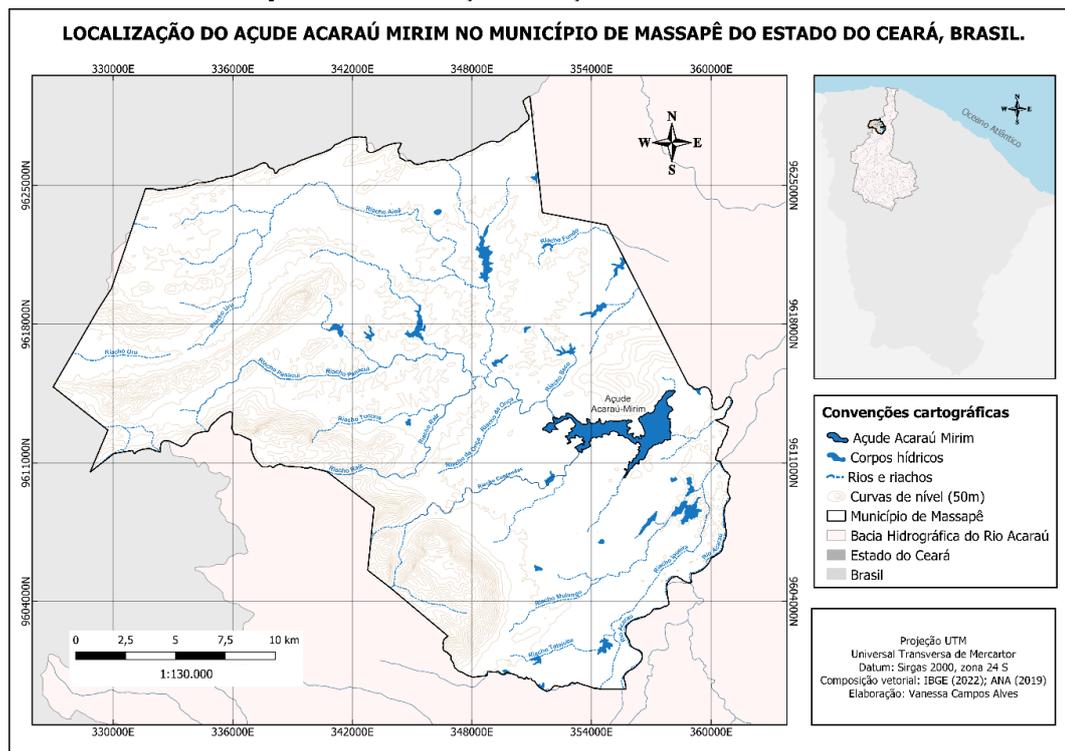
Trata-se de um estudo de caso no município de Massapê onde se localiza o objeto de estudo que é um reservatório específico pertencente a bacia hidrográfica do Acaraú, no estado do Ceará, e onde o conjunto de características ambientais que moldam sua paisagem e modo de vida que se desenvolvem sob um regime sazonal de precipitação, intensificam desafios consideráveis no gerenciamento dos recursos hídricos (Alves *et al* 2024..

A Bacia Hidrográfica do Acaraú localiza-se na porção noroeste do Estado do Ceará, abrangendo uma área de 14.444 km<sup>2</sup> com 15 reservatórios monitorados pela Companhia de Gestão de Recursos Hídricos. Desses 15 reservatórios foi escolhido para esta pesquisa o Acaraú-Mirim, que tem como área de contribuição o município de Massapê, precisamente no distrito de Ipaguaçu Mirim pelas coordenadas 355000.30 m E 9612600.35 m N.

De acordo com IBGE (2022) o município apresenta um total de 37.697 habitantes sobre uma área territorial de 567,780 km<sup>2</sup>. Com capacidade de 36,71 hm<sup>3</sup> o açude abastece a cidade de Massapê, os distritos de Mumbaba, Ipaguaçu Mirim e localidades do Salgadinho pela Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE).

Suas águas se destinam ao abastecimento humano, as atividades de piscicultura, irrigação de culturas agrícolas, dessedentação animal e recreação onde se percebe a presença de balneários e bares, tais atividades exercem impactos tanto na quantidade do volume armazenado como na qualidade de suas águas, que diminuem principalmente em períodos em que o reservatório apresenta baixos níveis de armazenamento. Os principais rios que alimentam o reservatório são: o Contendas e o Raiz, ambos nascem na Serra da Meruoca, percorrem o município e têm suas águas represadas pelo açude Acaraú Mirim.

**Mapa 1 - Localização do açude Acaraú Mirim-CE**



Fonte: IBGE (2022); ANA (2019). Elaboração: ALVES (2022).

## MATERIAL E MÉTODO

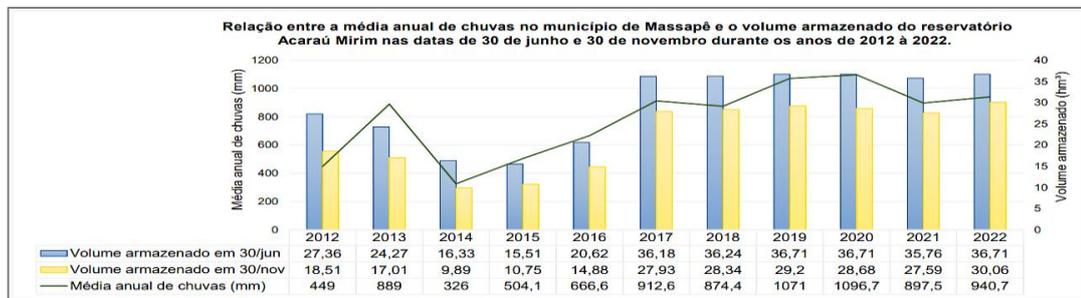
Inicialmente buscou-se relacionar a média de precipitação anual no município de Massapê à quantidade de volume armazenado do reservatório Acaraú Mirim. Dessa forma foram coletados dados de precipitação disponibilizados na plataforma virtual da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME onde se encontram definidos como parâmetro os valores de 0 a 684.9 mm (abaixo da média); de 684.9 mm a 940.7 mm (em torno da média) e os valores acima de 940.7 mm (acima da média). E os dados referentes ao açude foram coletados na plataforma de monitoramento Portal hidrológico do Ceará sendo escolhido como recorte temporal os dias 30 de junho e 30 de novembro para aferição do volume armazenado do reservatório Acaraú Mirim no fim da estação chuvosa (30 de junho) e no fim da estação seca (30 de novembro) durante os anos de 2012 a 2022. Após a coleta, foram elaborados por meio da planilha eletrônica Excel da Microsoft os gráficos para a representação dos dados coletados e assim facilitar a análise proposta. No segundo momento tratou-se do papel deste reservatório para a segurança hídrica municipal e uma leitura do estado da qualidade de suas águas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

As informações coletadas evidenciaram que no município de Massapê durante os anos de 2012, 2014, 2015 e 2016 os níveis de precipitação permaneceram abaixo da média, com exceção de uma intensificação de chuvas no ano de 2013 com um nível médio de 889 mm apresentando-se em torno da média e voltando a decair nos anos seguintes, ocorrendo uma melhora nos anos de 2017 e 2018 com os valores se apresentando em torno da média e finalmente em 2019 a quantidade de precipitação excede a média contabilizando um total de 1071 mm, em 2020 a

média teve um pequeno aumento atingindo 1096,7, em 2021 e 2022 os níveis voltaram a permanecer em torno da média. Conforme demonstra no gráfico - 1 os seguintes dados:

**Gráfico 1 – Média anual de precipitação e volume armazenado do reservatório Acaraú Mirim/Massapê/CE**



**Fonte:** Calendário de chuvas – FUNCEME (2023); gráfico organizado pelos autores

Esse período está relacionado a atuação do fenômeno El Niño, responsável por anos de estiagem associado às altas temperaturas e velocidade dos ventos, ocasionando a elevação nas taxas de insolação no ambiente e impactando drasticamente o balanço hídrico dos reservatórios pela perda do volume de água pelo processo de evaporação. Sendo assim, o volume armazenado no reservatório Acaraú Mirim para o mês de junho apesar de uma concentração maior de chuvas durante todo o período, apresentou nos anos de 2012 a 2016 valores abaixo de sua capacidade total, atingindo-a somente nos anos de 2017 a 2019, diferenciando-se dos resultados do mês de novembro, em que ocorreu uma baixa de precipitação durante todo o período, de 2012 a 2019.

Desta forma, o volume não atingiu sua capacidade, diminuindo profundamente em relação ao mês de junho. Além disso, de acordo com dados do IPECE, (2017), o município de Massapê apresentava em 2016 um total de 7.601 ligações ativas, o que significa o atendimento de aproximadamente 34.204,5 habitantes, no ano de 2014 então a população foi mais prejudicada com o volume de água armazenado, ocasionando preocupações com a escassez. Como em 2020 os valores de precipitação foram acima da média, proporcionou um aumento do nível do reservatório.

O índice de estado trófico consiste numa importante avaliação do equilíbrio ecológico dos açudes monitorados. Segundo Macedo e Sipaúba-Tavares (2010), esse fenômeno resulta em um aumento da produtividade primária, estando intrinsecamente relacionado ao aumento excessivo da biomassa de produtores primários, como microalgas, macrófitas e cianobactérias. A metodologia para a classificação do estado de trofia foi baseada em Paulino, Oliveira e Avelino (2013) e a descrição de cada uma das classes pode ser visualizado na tabela 1.

Conforme explica Falcão Sobrinho, (2020 p.100) “A variação da pluviosidade e as estações secas são os fatores mais importantes, conjugados com o solo raso na paisagem da superfície sertaneja”. O desmatamento aliado as práticas de agricultura tradicionais nas áreas circundantes aos açudes, deixam grandes áreas de solos desprotegidos aumentando o escoamento superficial em direção aos corpos hídricos e o acúmulo de sedimentos e nutrientes.

Para análise do índice de estado trófico foi selecionado o período entre 2015 e 2022. Neste recorte temporal é possível identificar a correlação entre quantidade e qualidade da água nos anos de 2015 e 2016 que foram marcados por volumes armazenados inferior a 50% e os corpos

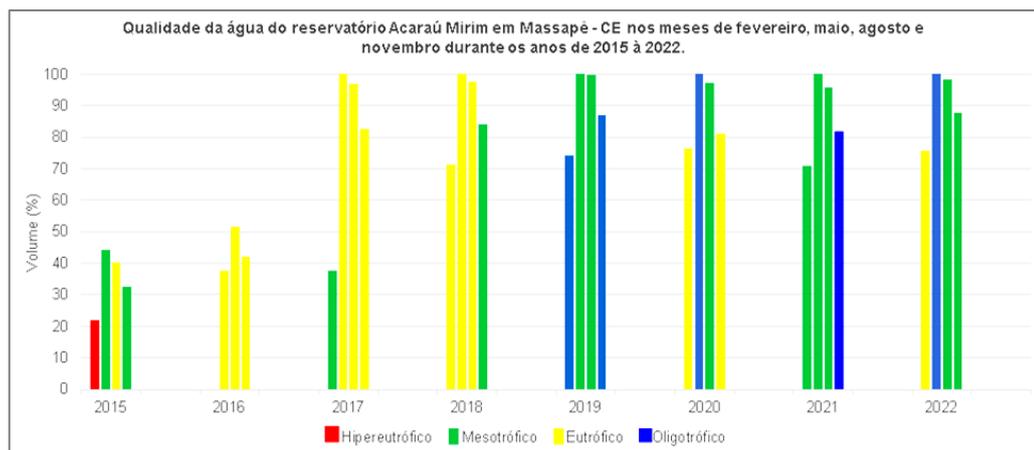
de água com alta produtividade. Os anos de 2017 e 2018 o açude com um aporte significativo por conta das chuvas já demonstra um impulso no que se refere a qualidade da água nos anos seguintes, 2019 a 2022, conforme apresenta o gráfico 2.

**Tabela 1 – Estados de trofia e seus significados**

Estado de trofia	Significado
<b>Oligotrófico</b>	Possuem águas limpas, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.
<b>Mesotrófico</b>	São águas com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
<b>Eutrófico</b>	São os corpos de água com alta produtividade, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água e interferências nos usos múltiplos.
<b>Hipereutrófico</b>	Águas afetadas significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutriente, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios de florações de algas ou mortandade de peixes, com comprometimento acentuado nos seus usos.

Fonte: ANA (2015), com adaptações.

**Gráfico 2 – Qualidade da água armazenada**



MESES	ANOS							
	2015		2016		2017		2018	
	VOLUME (%)	QUALIDADE	VOLUME (%)	QUALIDADE	VOLUME (%)	QUALIDADE	VOLUME (%)	QUALIDADE
FEVEREIRO	21,9	Hipereutrófica	-	-	37,68	Mesotrófica	71,38	Eutrófica
MAIO	44,2	Mesotrófica	37,5	Eutrófica	100	Eutrófica	100	Eutrófica
AGOSTO	40,1	Eutrófica	51,4	Eutrófica	96,75	Eutrófica	97,56	Eutrófica
NOVEMBRO	32,4	Mesotrófica	42	Eutrófica	82,66	Eutrófica	84,25	Mesotrófica

MESES	ANOS							
	2019		2020		2021		2022	
	VOLUME (%)	QUALIDADE						
FEVEREIRO	74,36	Oligotrófica	76,56	Eutrófica	70,9	Mesotrófica	75,6	Eutrófica
MAIO	100	Mesotrófica	100	Oligotrófica	100	Mesotrófica	100	Oligotrófica
AGOSTO	99,68	Mesotrófica	97,1	Mesotrófica	95,6	Mesotrófica	98,2	Mesotrófica
NOVEMBRO	87,17	Oligotrófica	81,1	Eutrófica	82	Oligotrófica	87,8	Mesotrófica

Fonte: COGERH (2023); gráfico e tabela elaborados pelos autores.

Os açudes com grande volume de água possuem maior capacidade de diluição e dispersão desses nutrientes, contribuindo para a redução dos riscos de eutrofização tal cenário se configura estações de maior pluviosidade. Por outro lado, açudes com baixo volume de água

ficam mais suscetíveis as condições que geram a eutrofização. Outros fatores que influenciam nessa dinâmica estão relacionados ao uso do solo em áreas próximas por meio da erosão e as práticas de gestão das bacias hidrográficas, tais como monitoramento, e práticas conservacionistas dos recursos hídricos.

## CONCLUSÕES

Com base na pesquisa, constata-se que a água do reservatório Acaraú Mirim é a principal fonte abastecimento do município de Massapê, desta forma os volumes abaixo da média impactam diretamente a população abastecida. Além do abastecimento humano, o açude possui outros usos, como irrigação de culturas agrícolas e dessedentação animal. Na área de influência do açude Acaraú Mirim destaca-se inclusive as áreas de pastos. Consequentemente, quando o açude fica com um volume baixo, afeta toda a região e as atividades dependem desta água. Assim, a oferta de água fica condicionada ao volume precipitado e acumulado durante a estação chuvosa, sendo esta, o perigo de que vai de fevereiro até maio, podendo até ocorrer chuvas fora deste período, mas a frequência que tal evento ocorre é bem esparsa, e quando ocorre em sua maioria não gera a acumulados.

Assim, embora o reservatório garanta a oferta de água essencial para as necessidades básica e para o desenvolvimento de atividades de subsistência por parte de sua população, mediante a situações de secas, o abastecimento da população torna-se comprometida, pois a redução abrupta da precipitação anual, gera a incapacidade de abastecimento. Infelizmente a previsão climatológica dos eventos de secas ainda não conseguem ofertar uma precisão desejada para a tomada de política mitigadoras para amenizar os efeitos de tal adversidade climática.

Cabe então a adoção de prática e política que visem a utilização e a conservação dos recursos hídricos disponíveis no semiárido, de forma que seja evitado o desperdício e se adote práticas mais adequadas para variação sazonal e interanual dos recursos hídricos na região do Semiárido brasileiro.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO JÚNIOR, J. R.. Análise Das TSM Do Atlântico E Pacífico Influenciando Nos Valores Pluviométricos De Mucambo (Ce) No Ano De 2021. In: Dra. Cleire Lima da Costa Falcão; Dr. Ernane Cortez Lima; Dra. Dra. Claudia Maria Sabóia de Aquino. (Org). **Estudos do Clima e dos Recursos Hídricos no Semiárido**. 1º ed. Fortaleza: Observatório do Semiárido, 2022, v. 1, p. 185-198.

ALVES, V.C; FALCAO SOBRINHO, J.F.; DINIZ, S. F.; CARVALHO, B.L.; FERNANDES,, N. Mapping and Characterization of Physical-Natural Units in the Municipality of Massapê - Ceará, Brazil. **Global Journal of HUMAN-SOCIAL SCIENCE: Geography, Geo-Sciences, Environmental Science & Disaster Management**. Volume 24 Issue 1 Version 1.0 Year 2024

BRANDÃO, R. de L.; FEITOSA, Fernando A. C. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará: **diagnóstico do município de Massapê**. CPRM - Serviço Geológico do Brasil. 1998.

BRASIL. Proposição nº 113/2017. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, poder Executivo do Brasil. Brasília, 23 de Nov de 2017.

COGERH, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Sistema de informações do plano de manutenção e operação da Cogerh 2023**. Disponível em: <<https://portal.cogerh.com.br/tag/acude-acarau-mirim/>>. Acesso em 26 de agos. 2023.

CPRM. Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. **Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Ceará**. Org.: Fernando Feitosa. Fortaleza, 1998.

**Disponível a nova delimitação do Semiárido Brasileiro. Veja o que muda**. Disponível em: <<https://mundogeo.com/2017/11/29/disponivel-a-nova-delimitacao-do-semiarido-brasileiro-veja-o-que-muda/>>. Acesso em: 17 set. 2022.

FALCAO SOBRINHO, J.. **A Natureza do Vale do Acaraú: um olhar através das sinuosidades do relevo**. 1. ed. Sobral: SertãoCult, 2020. v. 1. 196p

FALCAO SOBRINHO, J. Water Resources Available at Cisterns In The Acaraú river basin, Ceará, Brazil. **InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, 2020

FUNCEME, **Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos**. 2021. Disponível em: < <http://www.funceme.br/>> . Acesso em: 19 set. 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades, 2022**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/> . Acesso em 17 set de 2021.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Municipal**. 2017. Disponível em: < [https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Massape\\_2017.pdf](https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Massape_2017.pdf)> Acesso em 20 dez. 2022.

KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. Variabilidade decenal e multidecenal, In: Cavalcanti, I.Ferreira, N.; Silva, M. G. J. da; Dias, M. A. F. S. (ed.). **Tempo e Clima no Brasil, Oficina de Textos**, São Paulo, 2009. p. 375-383.

MACEDO, C. F., SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Eutrofização e Qualidade da Água na Piscicultura: Consequências e recomendações**. Bol. Inst. Pesca, São Paulo, 36(2): 149 – 163, 2010.

MARTINS, G. R.; LIMA, E. C. Análise do uso e ocupação do solo e seus aspectos socioambientais na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Contendas, Massapê-CE. Rev. **Bras. Gest. Amb. Sustent**, v 3, n 5, p.177-187, 2016.

MARENGO, J, A; ALVEZ, M, L. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. **Instituto Nacional do Semiárido**. Campina Grande – PB, 2011.

MI - **Ministério da Integração Nacional**. Nova Delimitação do Semiárido. SUDENE

(Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste), pg. 1-63. 2017. Disponível em: [http://www.sudene.gov.br/images/arquivos/semiarido/arquivos/Relação\\_de\\_Municípios\\_Semiárido.pdf](http://www.sudene.gov.br/images/arquivos/semiarido/arquivos/Relação_de_Municípios_Semiárido.pdf)> Acesso em 05 de out. 2023.

UVO, C.R.B.; NOBRE, C.A. **A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a precipitação no norte do Nordeste do Brasil.** Parte I: A posição da ZCIT no Atlântico Equatorial, *Climanálise*, 1(7):34-40, 1989.

VIEIRA V. P.P.B., **Desafios da Gestão integrada dos Recursos Hídricos do Semi-árido.** RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Volume 8 n.2, 7 -17, 2003.

## COMPARTIMENTAÇÃO GEOECOLÓGICA DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO ESTUÁRIO DO RIO CEARÁ, REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA, CE.

Francisca Laryssa Feitosa Araujo  
Ana Carla Oliveira de Barros  
Edson Vicente da Silva

### INTRODUÇÃO

No estado do Ceará, grande parte das Unidades de Conservação (UC) estão situadas nas zonas costeiras, isso se deve ao fato do litoral cearense possuir atrativos paisagísticos naturais, culturais e turísticos. Dentre essas UCs, está a Área de Proteção Ambiental do Estuário do Rio Ceará, objeto de investigação ao longo deste trabalho, que apresenta grande relevância para o cenário paisagístico do Ceará. Isso se deve principalmente às suas características ambientais e uma preocupação maior ocorre pelo seu contexto espacial, e por estar situada em um contexto regional litorâneo, os seus sistemas ambientais apresentam grande fragilidade ecológica tanto devido à dinâmica costeira, quanto pelas formas de uso e ocupação da área em questão e seu entorno.

A APA do Estuário do Rio Ceará está situada entre dois aglomerados urbanos, pertencentes aos municípios de Caucaia e Fortaleza. Por estar em área urbanizada, os sistemas ambientais têm sido afetados direta e indiretamente pelos modelos de desenvolvimento aplicados nessa região metropolitana. Na pesquisa se observa a necessidade da proposição de estratégias de um planejamento ambiental eficiente, considerando as particularidades de cada sistema que compõe a paisagem. Para isso, se faz necessário a investigação de suas bases naturais, a fim de identificar suas potencialidades e fragilidades frente aos modos de uso dos recursos naturais.

Nesse contexto, ao longo do presente trabalho foi detalhada a compartimentação geoecológica das APA do Estuário do Rio Ceará, descrevendo as características das unidades geológicas, geomorfológicas, classes de solos, clima, hidrografia e cobertura vegetal, evidenciando suas interrelações e trazendo a discussão da importância de conservar os recursos e sistemas ambientais, a fim de devolver o bem-estar social e ambiental.

### MATERIAIS E MÉTODOS

A realização da presente pesquisa se baseou nos preceitos teóricos e metodológicos da Geoeecologia da Paisagem e do Planejamento das Paisagens, propostos respectivamente por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022) e Rodriguez e Silva (2018). As etapas da pesquisa, portanto, consiste nas fases: (i) organização e inventário; (ii) análise e (iii) diagnóstico.

Durante o desenvolvimento da primeira etapa foram realizados levantamentos bibliográficos para tomar conhecimento mais aprofundado acerca dos principais conceitos aplicados ao longo da pesquisa. Para a construção do inventário, foram coletados dados secundários disponibilizados por órgãos públicos, das esferas municipais, estadual e federal, que possibilitaram a construção de uma base de dados sobre o recorte espacial da área de estudo. Esta base de dados foi utilizada para a produção das cartografias utilizadas para espacializar as informações coletadas sobre as bases geoeecológicas bem como para a compreensão do contexto territorial em que a APA está inserida.

Durante a fase de análise, foram selecionadas as principais características ambientais e socioculturais no contexto da APA do Estuário do Rio Ceará, de modo a se compreender as dinâmicas ambientais e as modificações da paisagem pelos processos de urbanização. Através de atividade de campo foi possível identificar os impactos sociais que as comunidades bióticas e abióticas vêm sofrendo e através do estudo integrado fundamentado na Geoecologia das Paisagens, compreender com mais afinco as relações entre natureza-sociedade.

Na etapa de diagnóstico foi possível identificar o potencial ecológico dos sistemas ambientais e os problemas sócio/ambientais associados às limitações de uso dos recursos naturais. Assim, pode-se compreender as origens e as consequências das ações humanas sobre o meio ambiente, considerando que este já apresenta um elevado grau de vulnerabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Área de Proteção Ambiental do Estuário do Rio Ceará é uma Unidade de Conservação Estadual criada através do Decreto nº 25.413 de 29 de março de 1999. Sua instituição se fundamenta em seu potencial ecológico e turístico, considerando sua fragilidade ambiental, por se tratar, especificamente, de uma área com influência da dinâmica costeira, a qual Meireles (2012, p. 80) afirma ser “(...) regida por um generalizado processo erosivo”. Dessa forma, possui como objetivo principal a proteção das comunidades bióticas, dos recursos hídricos e do solo, bem como visa à ordenação do ecoturismo e a promoção da conscientização ecológica e conservacionista (Ceará, 1999).

Situada nos limites dos municípios de Caucaia e Fortaleza, apresentando delimitação atual de 2.734,99 hectares (Ceará, 2021), a APA do Estuário do Rio Ceará comporta em seu perímetro, aproximadamente 500 hectares com ecossistema manguezal (Ceará, 2013; Araújo et al., 2008), o qual é definido pelo Código Florestal e pela Resolução nº 303/02 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) como uma Área de Preservação Permanente (APP) (Brasil, 1965; Brasil, 2002). Conforme Gomes (2020, p. 12-13) o manguezal é considerado “(...) um ecossistema de transição entre o ambiente marinho, fluvial e terrestre, é uma área que recebe forte pressão da expansão urbana, da carcinicultura, da atividade salineira e turística que vem se desenvolvendo mais intensamente nos últimos vinte anos no nordeste brasileiro, em especial no Estado do Ceará”. Além disso, a relevância da área em que está situada a APA se dá também pela presença de comunidades tradicionais, como a comunidade indígena Tapeba que permeia a APA e do Parque Estadual Botânico do Ceará no seu entorno.

Por se tratar de uma Unidade de Conservação, apresenta algumas restrições definidas legalmente quanto aos modos de uso dos recursos naturais, enfatizando o uso responsável de tais. As principais restrições quanto ao uso estão detalhadas no art. 3º de seu decreto de criação (Ceará, 1999). Porém, ao realizar visita de campo, pode-se constatar algumas irregularidades, principalmente no que tange o derrame de efluentes e descarte de resíduos sólidos nos corpos hídricos, principalmente nas áreas de mangue, além de evidenciar áreas desmatadas, o também colabora a desestabilização dos sistemas ambientais presentes, conforme bem apontam Andrade Almeida (2012, p. 61)

[...] a expansão urbana desordenada devida ao ritmo acelerado do crescimento populacional, pode ser fator determinante para o incremento de pressões ambientais resultantes de atividades humanas em ecossistemas costeiros, fato que pode contribuir para uma escalada ascendente nos níveis de degradação ambiental, a qual impacta

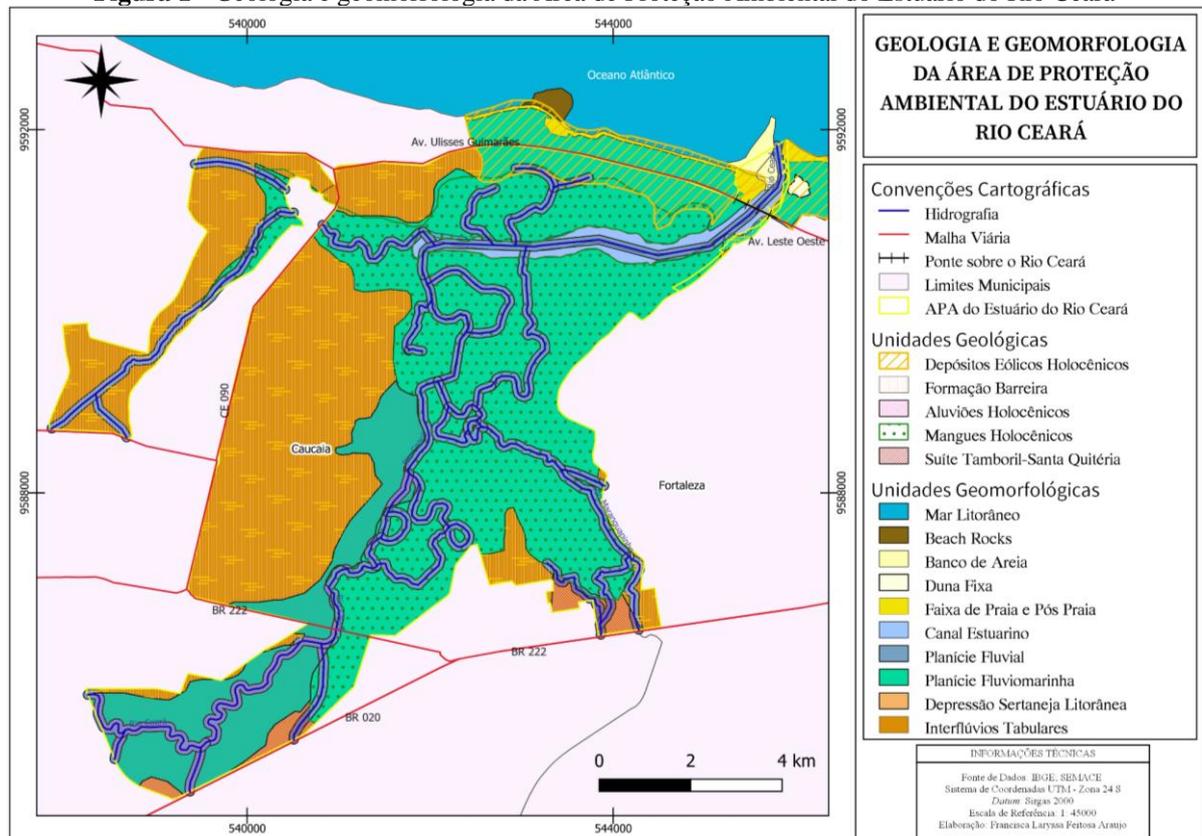
direta e/ou indiretamente vários sistemas naturais nas vizinhanças de cidades litorâneas, como os ecossistemas manguezais dentre outros.

Mediante a realização da compartimentação geocológica da APA do Estuário do Rio Ceará foi possível detalhar mais precisamente as bases naturais e como elas se relacionam na construção das paisagens, além de compreender as potencialidades e fragilidades de suas unidades naturais, servido como base para estudos mais aprofundados que visem a promoção de um planejamento ambiental mais eficiente da área, considerando as particularidades de cada unidade de paisagem, bem como a possibilidade de recuperação das áreas degradadas.

## GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

A Área de Proteção Ambiental do Estuário do Rio Ceará está fundamentada sobre as Coberturas Sedimentares Cenozoicas (Gonçalves, 2016). A geologia da APA do Estuário do Rio Ceará é composta pelas unidades de Aluviões Holocênicos, Depósitos de Mangues Holocênicos, Depósitos Eólicos Costeiros Holocênicos, além das unidades do Grupo Barreiras e da Suíte Tamboril, observar Figura 1.

**Figura 1** - Geologia e geomorfologia da Área de Proteção Ambiental do Estuário do Rio Ceará



Fonte: Acervo dos Autores, 2023.

Os Depósitos Eólicos Costeiros Holocênicos (Q2e1) é uma unidade de origem sedimentar clástica, são formados por areias quartzosas de materiais inconsolidados de granulometria fina a média e estão situados próximos às praias. Ressalta-se que o Nordeste Brasileiro é a região de maior ocorrência dessa unidade. Já os Depósitos de Mangues Holocênicos (Q2m), são

dados do Fanerozoico Cenozoico Quaternário Holoceno, são depósitos sedimentares pelíticos, argilo-siltosos com grande concentração de matéria orgânica e estão situados nas superfícies fluviomarinho, formando o ecossistema manguezal. As áreas de mangue são importantes para o fornecimento de alimentos e abrigo, além de ser o local de reprodução de diversas espécies (Andrade e Almeida, 2012).

Os Aluviões Holocênicos (SA24) são evidenciados por sedimentos inconsolidados, tais como areia siltosa, argila, conglomerado, turfa, cascalho e siltito. Estão presentes na área correspondente a planície fluvial, resultam dos processos intempéricos associados à ação fluvial.

O Grupo Barreiras (NQb) tem datação do Fanerozoico Cenozoico Neógeno Mioceno Langhiano. Essa Unidade é formada por argilito arenito, siltito e conglomerados que embasam predominantemente os tabuleiros costeiros, caracterizado pelos sedimentos assentados sobre o embasamento cristalino. A Suíte Tamboril-Santa Quitéria (NP2NP3(G)tsq) é o principal conjunto de rochas granito-migmatítica datadas do Proterozóico Neoproterozóica Criogeniano. Esta unidade é composta por rochas magmáticas, granitóides e cálcio-silicáticas, que compõem a Província de Borborema.

No que concerne à geomorfologia da APA do Estuário do Rio Ceará, esta consiste nas feições de Bancos de Areia e Dunas Fixas, Faixas de Praia e Pós praia, Planície Costeira, Planície Fluviomarinha, Canal Estuarino, Tabuleiros Costeiros e Depressão Sertaneja.

A Planície Costeira é constituída por feições intrinsecamente associadas às mudanças do nível do mar, ela compreende as formas de relevo de faixa de praia e pós praia, campos de dunas e planícies fluviomarinha (Dantas *et al.*, 2014; Gonçalves, 2016). As feições de faixa de praia e as dunas são formadas por sedimentos que sofrem influências marinhas e eólicas. Esses sedimentos são compostos por grãos de quartzo e contam também com a presença de cascalhos no setor mais próximo à foz, bem como matéria orgânica oriunda do manguezal. As dunas da área, infelizmente, encontram-se descaracterizadas atualmente, devido aos processos de ocupação e desenvolvimento de atividades econômicas tais como o turismo, conforme bem enfatizam Dantas *et al.* (2014, p. 42)

Este processo de expansão urbana, em terrenos de sedimentação quaternária, de grande fragilidade ambiental, decorre da ação do capital imobiliário, impulsionado pela expansão da "indústria do turismo" nos últimos 20 ou 30 anos. O avanço do turismo na região costeira do Ceará promove impactos positivos no desenvolvimento econômico local, com forte influência na geração de renda e de empregos, entretanto os impactos ambientais acarretados por essa apropriação do espaço costeiro têm sido, igualmente, muito relevantes, com destaque para a ocupação de áreas de dunas (e a consequente reativação de processos de erosão eólica); destruição de mangues (acarretando sérios prejuízos à atividade pesqueira); remoção das matas ciliares nos baixos cursos fluviais; e construção de edificações junto à linha de costa, tornando-as vulneráveis aos processos de erosão costeira.

Nas proximidades da APA do Estuário do Rio Ceará também se identificam *Beachrocks* e Bancos de Areia. As *Beachrocks* são rochas sedimentares frutos de processos de cimentação e calcificação dos sedimentos, e pode ser testemunha das variações do nível do mar, tanto por processos regressivos quanto transgressivos. Os Bancos de Areia se formam através da evolução ambiental resultante da erosão e transporte de sedimentos através da ação da deriva litorânea, eólica e fluvial (Meireles, 2012)

A Planície Fluviomarina se caracteriza como uma área de baixa declividade que evidencia o encontro das águas doces dos rios com a água salgada do mar, o que caracteriza o sistema estuarino. É nesse ambiente onde ocorrem os fluxos de matéria e energia, além da interação de sedimentos marinhos e fluviais com a presença de sedimentos síltico-argilosos e matéria orgânica. Segundo Meireles (2012, p.189), os estuários “(...) representam sistemas ambientais integrados com os demais componentes da bacia hidrográfica (alto e médio curso fluvial) através de um conjunto de fluxos de matéria e energia que atuou de modo a originar os componentes morfológicos caracterizados nos baixos cursos fluviais”.

A Planície Fluvial se caracteriza como a área formada pela planície de inundação e terraços fluviais com litologia formada por sedimentos aluviais tais como areia, silte, argila e cascalhos, além de matérias orgânicas. Geralmente são áreas revestidas de cobertura vegetal herbácea e presença de carnaúbas.

Os Tabuleiros Costeiros, como já mencionado, apresenta-se em sua forma tabular, constituído por depósitos areno-argilosos do Grupo Barreiras e sedimentos marinhos. Essa unidade morfológica é caracterizada por sua textura arenosa quartzosa, o que resulta na baixa capacidade de armazenamento de água e de nutrientes para as plantas. Sua altimetria varia entre 30 e 100 metros. Os relevos tabulares são marcados pela dissecação fluvial de baixa densidade.

A Depressão Sertaneja apresenta variação de altimetria entre 50 a 300 metros, com solos de textura arenosa e/ou argilosa. Essa unidade paisagística é formada a partir de rochas do embasamento cristalino e de ações diretas do intemperismo físico. Nessas áreas predomina a Vegetação da Caatinga com diferenciações de espécies de acordo com as características climáticas e pedológicas de determinada região. São comuns também o afloramento de maciços residuais. Como exemplo tem-se, no contexto geral da Bacia Hidrográfica do Rio Ceará, os maciços residuais do Complexo Conceição-Juá, Serra da Aratanha e Serra de Maranguape.

## COBERTURA VEGETAL E CLASSES DE SOLOS

A cobertura vegetal é uma importante evidência para o reconhecimento das bases naturais de um determinado espaço. Pereira e Silva (2005) afirmam que a vegetação é resultado da interação dos componentes da paisagem (clima, pedologia, geologia, geomorfologia e hidrografia). Essas relações resultam em diversas condições para a caracterização da cobertura vegetal de determinada área (Gonçalves, 2016).

A APA do Estuário do Rio Ceará é composta pela presença do Complexo Vegetacional da Zona Litorânea, que conta com a predominância da Savana Estépica Arborizada (Cerrado), Formações Pioneiras com influência Fluviomarina Arbórea e com influência Marinha, além de áreas de contato como a de Savana Estépica/Formações Pioneiras e de Floresta Estacional/Formações Pioneiras. Com predominância da Vegetação de Mangue (Floresta Perenifólia Paludosa Marítima), presentes no encontro das águas salgadas do mar com as águas doces dos rios, favorecendo a criação de habitat de diversas espécies tanto de fauna, quanto de flora.

Com relação à flora, são identificadas espécies de mangue-vermelho (*Rhizophora mangle*), mangue-branco (*Laguncularia racemosa*) e mangue-preto (*Avicennia schaueriana* e *germinans*), o mangue-de-botão (*Conocarpus erectus*), bredo-de-mangue (*Batis marítima*), bredo-da-praia (*Iresine portulacoides*), bredo (*Sesuvium portulacoides*), pedrinho-de-praia (*Iresine portulacoides*), cipó de praia (*Remirea marítima*), cabeça branca (*Borreria marítima*),

beldroega de praia (*Sesuvium portulacastrum*). Destaca-se também a Vegetação de Várzea (Arboreto Edáfico Fluvial), a carnaúba (*Copernicia prunifera*) e a Vegetação Subcaducifólia de Tabuleiro. No que diz respeito a fauna do manguezal, tem-se destaque as espécies de caranguejo, como o aratu-vermelho (*Goniopsis cruentata*), as ostras (*Crassostrea rizophorae*), siris (*Callinectes spp*) e aves nativas como o sinite-de-mangue (*Conirostrum bicolor*) e migradoras como as garças (*Egretta thula*) (Gonçalves, 2016).

As classes de solos identificados na APA do Estuário do Rio Ceará foram os Argissolo Amarelo-Distrófico, Gleissolos Sálco-Sódico, Neossolos Quartzarênicos e os Planossolos Nátrico-Sálco.

Os Neossolos Quartzarênicos (RQ) tem por característica principal a desagregação de seu material de origem, os minerais de quartzo. Essa classe de solo apresenta areias de granulometria grossa a fina, são solos profundos a muito profundos, de baixa fertilidade e estão presentes nas faixas de praia e pós-praia, bem como no campo de dunas, ou seja, em regiões de relevo plano, suave ondulado e ondulado.

Os Gleissolos Sálco-Sódico (GZn) são formados pela acumulação de sedimentos flúviomarinhos. São solos de coloração mais escura que evidenciam os processos de gleização (processo que pode ocorrer com a redução e solubilização do ferro ou precipitação de compostos ferrosos), apresentam concentração de sais marinhos e materiais oriundos da decomposição de matéria orgânica, predominantes nas áreas de mangue. Estão presentes em áreas de relevo plano.

Os Argissolos Amarelo Distrófico (PAd) são solos de textura areno-argiloso e característicos de áreas com relevo plano a ondulado, enquanto os Planossolos (SNz) estão presentes em áreas de relevo suave e apresentam texturas arenosa/média e arenosa/argilosa. São solos bem mais susceptíveis à erosão, devido a alta concentração de sódio, que causa sua saturação (Embrapa, 2022).

## CLIMA E HIDROGRAFIA

As características climáticas também são principais componentes que dão origem às paisagens naturais e são imprescindíveis para a distribuição dos corpos hídricos sobre a superfície e subsuperfície terrestre. Os estudos do clima são importantes para visualizar de maneira mais específica o contexto socioambiental e como a dinâmica climática tem afetado seus modos de vida.

Por estar situada em área equatorial de baixa latitude, o clima da APA do Estuário do Rio Ceará é influenciado pelos sistemas de ZCIT (Zona de Convergência Intertropical), do VCAN (Vórtice Ciclônico de Altos Níveis), além das Linhas de Instabilidade e das Ondas de Leste (Gonçalves, 2016). Ressalta-se também a atuação dos fenômenos atmosféricos El Niño e La Niña, que contribuem para a diferenciação da dinâmica climática através do aquecimento ou esfriamento das águas do Oceano Pacífico.

Desse modo, tanto em Fortaleza, quanto em Caucaia, são recorrentes vários cenários instáveis durante o verão e concentrações pluviométricas no início do ano, a chamada “quadra chuvosa”, que ocorre entre os meses de fevereiro a maio. A Tabela 1 traz dados onde se pode observar essa variação dos níveis de precipitação nos últimos três anos.

Essa diferenciação na distribuição de chuvas durante os últimos três anos, associados às altas temperaturas, características do clima semiárido, resultaram no aumento da evaporação. Desse modo, a variabilidade interfere diretamente nos sistemas naturais e as formas de uso e ocupação presentes na APA, visto que nessa área predomina o clima quente e úmido, com concentração pluviométrica durante a quadra chuvosa.

Nesse período de maiores precipitações, é possível notar uma maior vazão do rio Ceará e seus afluentes, que trazem essas águas até a foz, através de seu padrão de drenagem dendrítico. Com relação aos padrões dos canais fluviais, o rio Ceará é constituído de meandros (formas curvilíneas), recorrentes em áreas de pouca declividade (Grotzinger; Jordan, 2013).

**Tabela 1-** Totais de precipitação durante os anos de 2020 a 2022 (mm).

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
2020	148.6	334.8	339.5	579.0	241.0	131.5	138.5	0.4	1.7	20.8	51.0	24.5	167,6
2021	155.2	64.6	414.2	109.7	318.3	101.9	63.6	1.2	0.0	37.8	6.1	13.0	107,13
2022	340.5	167.0	714.1	539.5	232.3	186.2	114.6	10.0	8.0	10.2	10.8	6.1	194.94

Fonte: FUNCEME, 2023.

## UNIDADES GEOECOLÓGICAS

As interações entre os elementos naturais junto às dinâmicas físicas, biológicas, sociais, culturais e econômicas resultaram na formação dos mais diversos tipos paisagísticos (marinhos, litorâneos, fluviais e terrestres) que compõem a APA do Estuário do Rio Ceará.

Localizada em região litorânea, as paisagens da área de estudo perpassam diferentes formas e estágios de formação. No mapa da Figura 2 é possível observar a compartimentação geoecológica onde essas relações estão dispostas as unidades culturais sobrepondo as unidades naturais, representando as formas de organização espacial atual do território em questão.

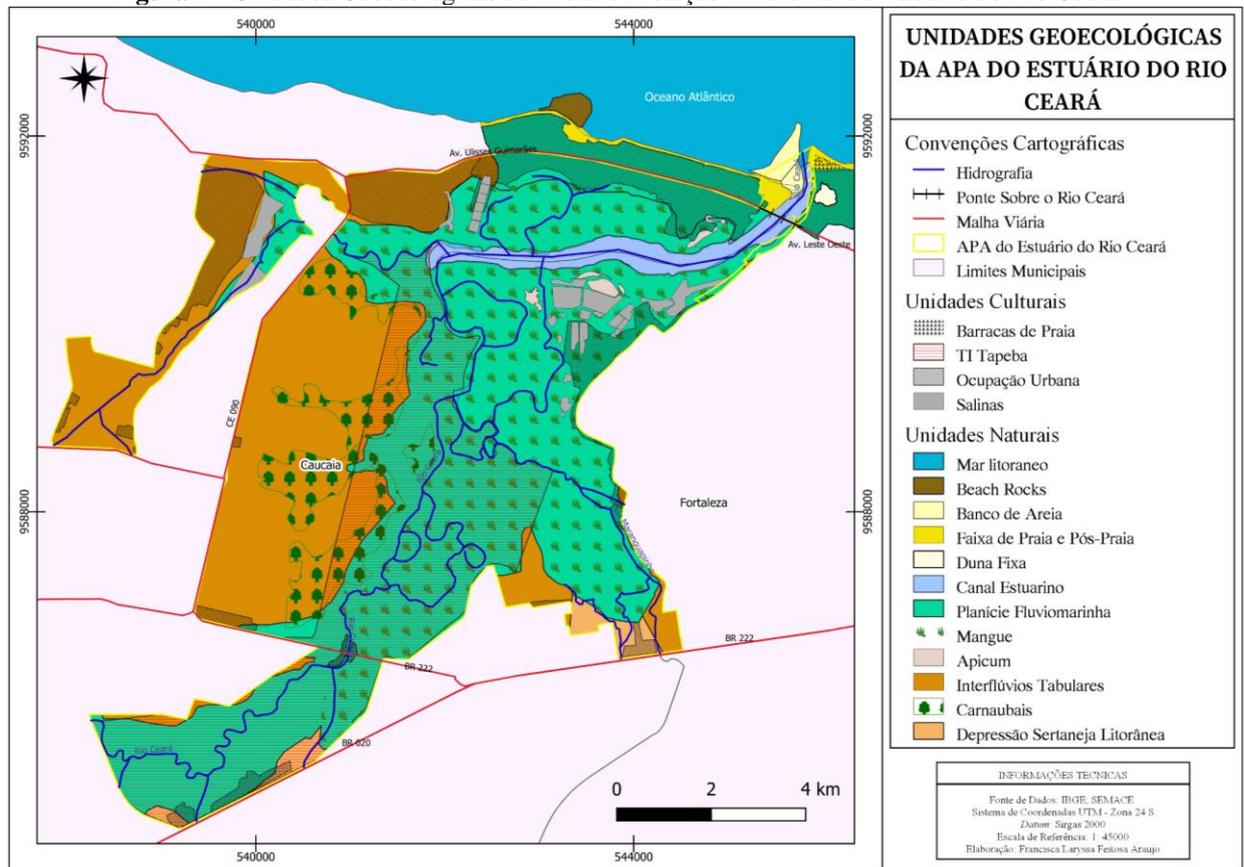
De início tem-se o mar litorâneo, responsável pelas transformações das feições costeiras, pela ação eólica, das marés e deriva litorânea através dos processos de deposição e transporte de sedimentos, que chegam até as faixas de praias e pós-praia. Inclusive, o mar litorâneo possui grande influência na formação de *beachrocks*, formadas na região inframaré, pela calcificação dos sedimentos. Vidal (2014, p. 110) aponta que o mar litorâneo também “(...) influencia nas variações de salinidades das águas do estuário, propiciando o desenvolvimento de áreas de manguezais. Além de ser uma área de intensa atividade de trocas entre os processos físicos, biológicos, sociais, culturais e econômicos”.

A planície litorânea, constituída pelas sub-unidades de faixas praias e pós praia, planície fluviomarina, campo de dunas e planície fluvial, possui sua dinâmica representada pela ação dos ventos e é caracterizada em suma por suas formas de ocupação. No contexto da área de estudo, as formas de ocupação dessa unidade são a ocupação urbana, bem como a instalação de serviços de lazer/turismo, como é o caso do Polo de Lazer da Barra do Ceará e barracas de praia instaladas no pós-praia.

A planície fluvio-marinha é originada pela interação dos fluxos de materiais marinhos e fluviais, é nela onde está situado o estuário. O sistema estuarino se destaca especialmente por sua alta capacidade de produção e manutenção dos ecossistemas através da influência das marés, as quais induzem os fluxos de matéria e energia, fomentando o equilíbrio ecossistêmico. A planície fluvio-marinha do rio Ceará apresenta um relevo plano de baixa declividade. Essa subunidade é utilizada pelos pescadores artesanais e marisqueiros. Há presença de setores de apicum próximos a antigas salinas, foram identificadas ocupações residenciais de um trecho da comunidade indígena Tapeba. Ressalta-se que é possível identificar impactos ambientais ao longo da planície, entre esses destacam-se o descarte de resíduos sólidos nas margens dos corpos hídricos. Já na planície fluvial é onde se depositam sedimentos vindos do setor montante do rio, que transporta esses sedimentos até o banco de areia situado à foz do rio Ceará.

Próximo à foz do rio Ceará é possível perceber uma duna fixa com vegetação arbustiva, denominada como “Morro do Santiago”, que apresenta ocupação urbana ao redor, inclusive no local foi construído uma espécie de mirante para fins turísticos.

**Figura 2 - Unidades Geocológicas da Área de Proteção Ambiental do Estuário do Rio Ceará**



Fonte: Acervo dos Autores, 2023.

Os tabuleiros costeiros, aqui denominados interflúvios tabulares, é a unidade considerada mais estável da paisagem, sua estabilidade se dá por estar situado sobre sedimentos do Grupo Barreiras (Meyreles, 2012). Seu relevo apresenta pouca declividade, formado por solos mais suscetíveis a processos erosivos. Ao ocorrer a erosão, os sedimentos dos tabuleiros tendem a

ser transportados pelos canais fluviais para as áreas mais rebaixadas. No contexto da APA do Estuário do Rio Ceará, essa unidade é caracterizada pela ocupação urbana e conta também com a presença de áreas de carnaubais, bem como áreas desmatadas para instalação de loteamentos.

Analisando a estrutura das unidades de paisagem que constituem a APA do Estuário do Rio Ceará é possível interpretar as mais diversas formas de uso e ocupação, bem como compreender as relações que dão origem a todos o ambiente em que está inserida, conforme afirmam Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2018, p. 112)

A estrutura da paisagem caracteriza a forma de sua organização interior, as relações entre os componentes que a formam e das subunidades de paisagens de categoria inferior. Determinar e investigar a estrutura da paisagem significa conhecer sua essência. Neste sentido, a análise estrutural consiste em explicar como se combinam os seus componentes para dar lugar às formações integrais e como é a organização estrutural do sistema paisagístico.

Dessa maneira, tem-se a configuração atual da área de estudo como um processo histórico e dinâmico que tem modelado as paisagens pelas mais diferentes formas e uso do espaço, seja pela dinâmica natural ou pelos processos de urbanização e exercício de atividades turísticas e culturais, no caso das comunidades tradicionais. Gerando assim, os padrões de configuração espacial que dão sentido às paisagens que compõem a APA e influenciam também o seu entorno e assim também pode-se afirmar que refletem também na qualidade da vida das populações e suas formas de organização.

## CONCLUSÕES

O estudo das bases naturais que compõem a Área de Proteção Ambiental do Estuário do Rio Ceará se faz de extrema importância para a compreensão da estrutura e do funcionamento dos sistemas ambientais presentes, além de compreender como o histórico das formas de uso e ocupação tem afetado tais sistemas. A instituição de políticas públicas que visem o ordenamento territorial são essenciais tanto na escala regional, como na municipal, uma vez que a gestão ambiental deve incorporar essas duas esferas do planejamento ambiental.

A cartografia setorial e de síntese se tornam instrumentos de suma importância e aplicabilidade, seja na espacialização de áreas problemáticas e de maior vulnerabilidade ambiental, como também na identificação de ambientes com suas potencialidades naturais e culturais. Permite ainda a delimitação de áreas ambientalmente protegidas por uma legislação específica como o Código Florestal e o das Águas, e ainda a definição de Terras de Marinha e seus acréscidos, que são em realidade, terras de domínio da União.

Visando a realização de investigações sobre a área de estudo, através do presente trabalho se fez possível, por intermédios de dados mais recentes compreender o cenário atual da APA do Estuário do Rio Ceará, a fim de fornecer bases para estudos posteriores sobre o grau de vulnerabilidade dos sistemas ambientais e das populações do entorno da APA.

Em sua síntese cartográfica, a pesquisa oferece possibilidades de inserção de informações atuais e precisas que podem levar à instituição de medidas de planejamento territorial a uma escala precisa e concernente às dimensões territoriais da APA do Estuário do Rio Ceará. Oferece ainda importantes subsídios para a gestão da Bacia Hidrográfica do Rio Ceará pelo seu pertinente Comitê de Bacia, bem como na elaboração dos Planos Diretores Municipais de Fortaleza e de Caucaia.

Destaca-se que as informações científicas das bases naturais de um território levam a uma delimitação de unidades geoecológicas originando um zoneamento da leitura do território e alavancam possibilidades de elaboração de um zoneamento funcional e propositivo, o que é essencial para a organização espacial e territorial.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao financiamento do PROEX/CAPES, processo nº 348/2021/23038.008387/2021-53: Programa de Excelência Acadêmica, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de mestrado. Agradecimentos também ao Laboratório de Geoecologia da Paisagem e Planejamento Ambiental (LAGEPLAN) pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa.

### REFERÊNCIAS

ANDRADE. João Ângelo Peixoto de. ALMEIDA. Lutiane. Queiroz de. **A continuidade da degradação na APA do estuário do Rio Ceará.** (The continuity of degradation in “APA” of the Ceará River Estuary). Geosaberes, Fortaleza, v. 3, n. 6, p. 60-70, jul. / dez. 2012.

Universidade Federal do Ceará. Disponível em:

<http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/200>. Acesso em: 22 nov. 2023.

ARAÚJO, Maria Valdirene; COSTA, Sidineyde Soares de Lima e; PORTELA, João Paulo; CRUZ, Patrícia Silva da. **Análise geoambiental da área de proteção ambiental (apa) do estuário do rio Ceará – Ceará – Brasil.** Geografia, Londrina, v. 17, n. 2, p. 25-36, 2008.

Disponível em: <https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/2351>. Acesso em: 15 fev. 2022.

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.** Institui o novo Código Florestal.. .

Brasília, Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4771-15-setembro-1965-369026-publicacaooriginal-1-pl.html#:~:text=%C3%89%20proibido%20o%20uso%20de,Art..>

Acesso em: 22 nov. 2023.

BRASIL. **Resolução nº 303, de 20 de março de 2002.** Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.. . Brasília, Disponível em:

[https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=98313#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20par%C3%A2metros%20defini%C3%A7%C3%B5es%20e%20limites%20de%20%C3%81reas%20de%20Preserva%C3%A7%C3%A3o%20Permanente.&text=DOU%202003.11.2003\)-,Art.,%C3%A0s%20%C3%81reas%20de%20Preserva%C3%A7%C3%A3o%20Permanente..](https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=98313#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20par%C3%A2metros%20defini%C3%A7%C3%B5es%20e%20limites%20de%20%C3%81reas%20de%20Preserva%C3%A7%C3%A3o%20Permanente.&text=DOU%202003.11.2003)-,Art.,%C3%A0s%20%C3%81reas%20de%20Preserva%C3%A7%C3%A3o%20Permanente..)

Acesso em: 22 nov. 2023.

CEARÁ. **Decreto nº 25.413, de 29 de março de 1999.** Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental do Estuário do Rio Ceará, localizada na divisa dos municípios de Fortaleza e Caucaia, e adota outras providências. Fortaleza, Disponível em:

<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=276889>. Acesso em: 16 nov. 2023.

CEARÁ. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇAS DO CLIMA. **Área de Proteção Ambiental do Estuário do Rio Ceará.** 2023. Disponível em:

<https://www.sema.ce.gov.br/2013/05/31/area-de-protecao-ambiental-do-estuario-do-rio-ceara/>. Acesso em: 16 nov. 2023

DANTAS, Marcelo Eduardo *et al.* Origem das Paisagens. In: BRANDÃO, Ricardo de Lima; FREITAS, Luís Carlos Bastos (org.). **Geodiversidade do estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2014. p. 37-60.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA) (Brasília). **Solos Tropicais**. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais>. Acesso em: 08 dez. 2023.

GOMES, Bárbara Alexandra Costa. **ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS OCORRIDOS PELA OCUPAÇÃO IRREGULAR NO MANGUEZAL DO ESTUÁRIO DO RIO CEARÁ - FORTALEZA, CE**. Ensaios De Geografia, 2020, 6(11), 11-31.

GONÇALVES, D. de S. **Análise da fragilidade do baixo curso do rio Ceará: uma contribuição para a gestão de rios urbanos**. 2016. 128 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

GROTZINGER, John; JORDAN, Tom. Transporte Fluvial: das montanhas aos oceanos. In: GROTZINGER, John; JORDAN, Tom. **Para entender a Terra**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. Cap. 18. p. 504-535.

MEIRELES, Antônio Jeovah de Andrade. Estuários. In: MEIRELES, Antônio Jeovah de Andrade. **Geomorfologia costeira: funções ambientais e sociais**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014. p. 189-216.

PEREIRA, Raimundo Castelo Melo; SILVA, Edson Vicente da;. Solos e vegetação do Ceará: características gerais. In: BORZACCHIELLO, José; CAVALCANTE, Tércia; DANTAS, Eustógio. **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005. p. 189-201.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente da; CAVALCANTI, Agostinho Paula Brito. **Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 6. ed. Fortaleza: Edições Ufc, 2022. 332 p.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente da. **Planejamento e Gestão Ambiental: subsídios da geoecologia das paisagens e da teoria geossistêmica**. 3 ed. Fortaleza: Edições Ufc, 2018. 370 p.

## ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NO MUNICÍPIO DE MASSAPÊ NO CEARÁ, BRASIL

Antônio Vinícius Alexandre de Maria  
Bruna Lima Carvalho  
Vanessa Campos Alves  
José Falcão Sobrinho

### INTRODUÇÃO

Na sociedade contemporânea, os estudos sobre o clima estão presentes desde da escola local a global. A emergência climática atual coloca em risco os setores sociais, naturais e econômicos das sociedades, e se tratando da região semiárida, sendo a mais vulnerável, dadas as características físicos-naturais. Para Monteiro (2016), a maior vulnerabilidade e exposição a riscos diversos acabam por potencializar os impactos provenientes de desastres naturais, dificultando a tomada de medidas que minimizem os impactos de desastres naturais.

Os eventos climáticos extremos são fenômenos climáticos e meteorológicos que ocorrem fora dos níveis normais, tanto de maneira acima da média quanto de maneira abaixo da média, assim tomando o exemplo da precipitação pluviométrica tanto uma seca quanto chuvas acima da média poderão ocasionar eventos extremos.

Monteiro (2016), destaca que é de fundamental importância conhecer a gênese desses fenômenos, bem como desenvolver medidas e ações de gestão dos riscos de desastres que possam mitigar os impactos provenientes de desastres naturais ocasionados por eventos extremos como estiagem e inundações.

E tratando-se do Nordeste brasileiro, que é já conhecido por ocorrências de secas que são eventos extremos decorrentes de precipitação pluviométrica muito abaixo da média, pois sendo uma região de clima predominantemente semiárido possui grande vulnerabilidade aos eventos de seca, devido tanto as condições ambientais naturais da região quanto às condições econômicas e sociais existentes na região.

Pois não se pode reduzir as possíveis consequências de eventos extremos que são os desastres chamados “naturais” aos seus aspectos puramente naturais, pois um possível desastre ocasionado por um evento extremo terá repercussões sociais e econômicas. Sendo as camadas sociais de baixa renda, as mais afetadas por eventos extremos, que em vez de apenas natural melhor poderiam ser considerados como sócio-naturais como afirmam Monteiro e Zanella (2019).

E assim o conhecimento da existência de possíveis eventos extremos que possam ter afetado regiões específicas, bem como a discussão a respeito de suas possíveis causas, possuem considerável importância, não apenas para que se possua o conhecimento histórico a respeito do clima de uma determinada região ao longo das décadas, cujos dados foram analisados e os possíveis eventos extremos que possam ter ocorrido nesse período de tempo. Mas também pela discussão sobre os fenômenos climáticos que possam vir a possuir influência sobre a ocorrência ou não de eventos extremos na região estudada, com esse conhecimento a respeito dos fenômenos climáticos que possam possuir influência sobre o clima da região, a sociedade pode estar mais bem preparada para conviver com as condições climáticas locais e regionais, como afirmam também Santos e Aquino (2017).

## OBJETIVOS

- Analisar a precipitação pluviométrica ocorrida no município de Massapê ao longo de uma série histórica de 30 anos e investigar a existência de possíveis relações entre eventos extremos de chuva e de seca com o fenômeno ENOS em suas fases El Niño e La Niña e também com o Dipolo do Atlântico.

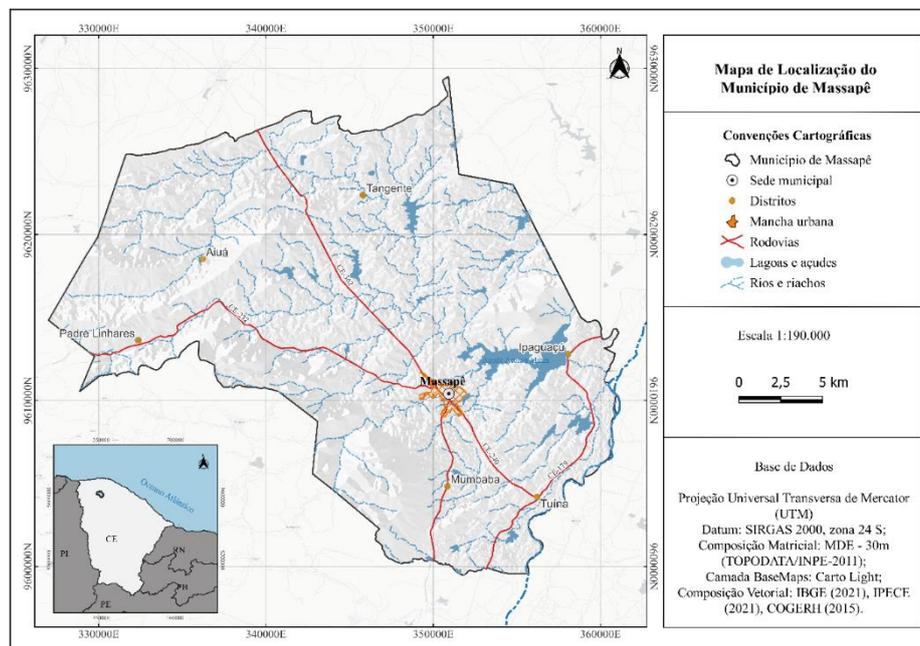
### Objetivos específicos.

- Determinar por meio de uma análise estatística em quais meses ocorre o período chuvoso anual no município de Massapê.
- Determinar quais foram os anos em que ocorreram eventos extremos seja de seca ou de chuva no município de Massapê;
- Realizar uma análise comparativa utilizando-se dos dados gerados a respeito dos eventos extremos e dos dados disponíveis sobre a ocorrência do fenômeno ENOS e do Dipolo do Atlântico;

## ÁREA DE ESTUDO

O município de Massapê é um município que se localiza na Região Geográfica Imediata de Sobral, no estado do Ceará, na região nordeste do Brasil e possui uma população de 37.697 pessoas e uma área territorial de 567,780 quilômetros quadrados de acordo com o portal Cidades do IBGE (2023), além de possuir em seu território o açude Acaraú Mirim.

**Figura 1:** Localização do município de Massapê



**Fonte:** IBGE, (2021); IPECE, (2021); COGERH, (2015). Organizado por Fernandes, (2023).

O município de Massapê localiza-se hidrologicamente na Bacia Hidrográfica do Acaraú que é definida pelo rio Acaraú que dá nome a região do Vale do Acaraú da qual Massapê faz parte e

que possui clima semiárido como afirma Falcão (2020). Dito isto, para que se possua um conhecimento abrangente do clima desta bacia hidrográfica, clima este que é parte do sistema da natureza como um todo sendo afetado tanto por fenômenos de escala local quanto por fenômenos de escala global e ao mesmo tempo afetando não apenas a escala local mas como parte do sistema natural como um todo também afetando o próprio sistema natural do qual faz parte, assim é necessário que seja analisado o clima dos municípios que a compõem uma vez que o clima possui grande influencia sobre a vida e as atividades humanas e por isso é necessário conhece-lo, isso justifica a importância do presente estudo.

## **CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DO SEMIÁRIDO**

Como já foi afirmado o clima da região de Massapê é caracterizado como semiárido, a região possui uma estação chuvosa concentrada nos meses de janeiro a maio, enquanto o restante do ano apresenta um período de estiagem prolongada. Essa sazonalidade da precipitação é comum em áreas semiáridas e está associada a fenômenos climáticos, como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que como afirmam Ferreira e Mello (2005) é o fator mais importante na determinação do quão abundantes ou escassas serão as chuvas na zona norte do nordeste do Brasil.

Mas além da influência da ZCIT, no clima dessa região ocorre também como afirmam Ferreira e Mello (2005), influência considerável tanto do oceano Pacífico, na forma do fenômeno ENOS tanto em sua fase El Niño que é o aquecimento anormal das águas do oceano Pacífico quanto em sua fase La Niña que é o resfriamento anormal das águas do oceano Pacífico, quanto do Oceano Atlântico na forma do dipolo positivo ou negativo do Atlântico que se trata das anomalias positivas ou negativas da Temperatura da Superfície do Mar (TSM). E essa influencia combinada de ambos os oceanos no clima do NEB, ocorre de maneira que o fenômeno El Niño dependendo da intensidade e período do ano em que ocorra é um dos responsáveis por anos secos, principalmente quando ocorre em conjunto com o dipolo positivo do Atlântico e o fenômeno La Niña é um dos responsáveis por anos chuvosos, principalmente quando ocorre em conjunto com o dipolo negativo do Atlântico.

E em concordância com o já exposto, Nóbrega, Santiago e Soares (2016) também demonstram que tanto o fenômeno ENOS quanto os dipolos positivo e negativo do Atlântico possui influência sobre o clima da região Nordeste do Brasil, com a fase El Niño do fenômeno ENOS favorecendo o acontecimento de anos secos e a fase La Niña o de anos chuvosos, e com o dipolo positivo do atlântico favorecendo o acontecimento de anos secos e o dipolo negativo do Atlântico o de anos chuvosos.

E uma vez que já se saiba que os fenômenos conhecidos como El Niño e La Niña no oceano pacífico e os dipolos positivo e negativo na TSM do oceano Atlântico, possuem influência sobre o clima da região Nordeste do Brasil, é necessário que haja estudos sobre seus possíveis impactos em zonas específicas dessa região, como fizeram Santos e Aquino (2017) em seu estudo sobre a precipitação pluviométrica no município de Castelo do Piauí.

## **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Para atingir os objetivos desta pesquisa inicialmente foi feita um revisão bibliográfica a respeito do tema que se busca estudar, após isso foram coletados dados sobre uma série histórica de chuvas de 30 anos do município de Massapê no site da Fundação Cearense de Meteorologia e

Recursos Hídricos (FUNCEME), sendo esses 30 anos do ano de 1974 ao ano de 2003, após isso foram coletados dados sobre as ocorrências dos fenômenos El Niño e La Niña e sua intensidade e também dados sobre a ocorrência dos dipolos positivo e negativo do Atlântico, os dados sobre ambos os fenômenos foram obtidos nos trabalhos de Santos e Aquino (2017), Monteiro (2011) e Nóbrega, Santiago e Soares (2016). E então todos os grupos de dados foram tabulados de maneira a poderem ser analisados.

Em seguida foram feitos gráficos a partir dos dados a respeito da precipitação pluviométrica em Massapê que haviam sido tabulados, para demonstrar a precipitação total dos anos da série histórica e também a média mensal de precipitação da série histórica e os dados tabulados foram também trabalhados de maneira a obter os dados necessários para que pudesse ser feita uma análise com o objetivo de determinar em quais anos ocorreram eventos climáticos extremos de chuva ou de seca por meio do Índice de Anomalias de Chuva (IAC) desenvolvido por Rooy (1965) e adaptado ao Nordeste do Brasil por Freitas (1998). O IAC consiste nas seguintes equações:

$$IAC = 3 \left[ \frac{(N - \bar{N})}{(\bar{M} - \bar{N})} \right] \text{ Para anomalias positivas(1).}$$

$$IAC = -3 \left[ \frac{(N - \bar{N})}{(\bar{X} - \bar{N})} \right] \text{ Para anomalias negativas(2).}$$

Em que:

$N$  = Precipitação anual (mm).

$\bar{N}$  = Precipitação média anual da serie histórica (mm).

$\bar{M}$  = Média das 10 maiores precipitações anuais da serie histórica (mm).

$\bar{X}$  = Média das 10 menores precipitações anuais da série histórica (mm).

Sendo importante notar que no IAC anomalias positivas são os anos em que a precipitação anual esteve acima da média da série histórica e anomalias negativas são os anos em que a precipitação anual esteve abaixo da média da série histórica. Os anos foram então classificados nas 6 categorias de classificação de anos secos e úmidos desenvolvidas por Araújo, Neto e Souza (2009) que são apresentadas na tabela abaixo.

**Tabela 1:** Classes de Intensidade do IAC

Faixa do IAC	Categorias de Intensidade
Acima de 4	Extremamente Chuvoso
2 a 4	Muito Chuvoso
0 a 2	Chuvoso
0 a -2	Seco
-2 a -4	Muito Seco
Abaixo de -4	Extremamente Seco

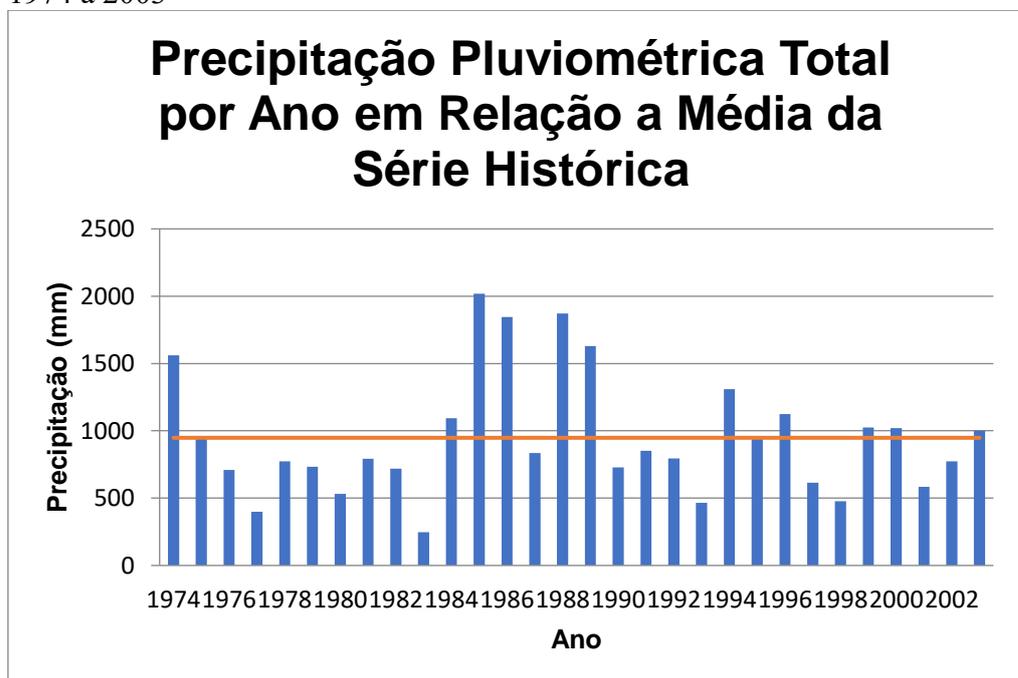
**Fonte:** Araújo, Neto e Souza (2009).

Após a aplicação do IAC foram feitos gráficos de maneira a representar o resultado do IAC em cada ano e também a frequência relativa de ocorrência dos anos que se enquadram em cada categoria do IAC, e por fim foi feita uma análise comparativa de maneira a determinar se os anos em que eventos climáticos extremos de seca e de chuva ocorreram coincidiam ou não com os anos em que os fenômenos El Niño e La Niña e os dipolos positivo e negativo do Atlântico haviam ocorrido para que se pudesse então discutir a existência de uma possível ligação entre a ocorrência de eventos climáticos extremos no clima da região estudada e os fenômenos em questão.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao se trabalhar os dados obtidos a respeito da precipitação pluviométrica no município de Massapê no período que vai do ano de 1974 ao ano de 2003 obtém-se como média histórica da precipitação nos 30 anos analisados 948,26 mm, sendo importante ressaltar também que o ano mais chuvoso da serie histórica foi o ano de 1985 que teve precipitação total de 2018 mm e que o ano menos chuvoso da serie histórica foi o ano de 1983 que teve precipitação total de 247,7 mm, sendo interessante notar a proximidade temporal do ano que teve a maior quantidade de precipitação pluviométrica com o ano que teve a menor quantidade de precipitação, nisso pode-se perceber o quão bruscas podem ser as mudanças na quantidade de precipitação pluviométrica ocorrida na região. A Figura 2 apresenta a precipitação pluviométrica total de cada ano da série em comparação com a média obtida.

**Figura 2:** Precipitação pluviométrica anual do município de Massapê no Ceará no período de 1974 a 2003



Fonte: FUNCEME (2023).

No processamento dos dados foi feita também uma análise estatística da precipitação ocorrida em cada mês do ano com foco na média de precipitação pluviométrica mensal e na precipitação mínima e máxima de cada mês com o objetivo de determinar em quais meses do ano a precipitação pluviométrica esta concentrada.

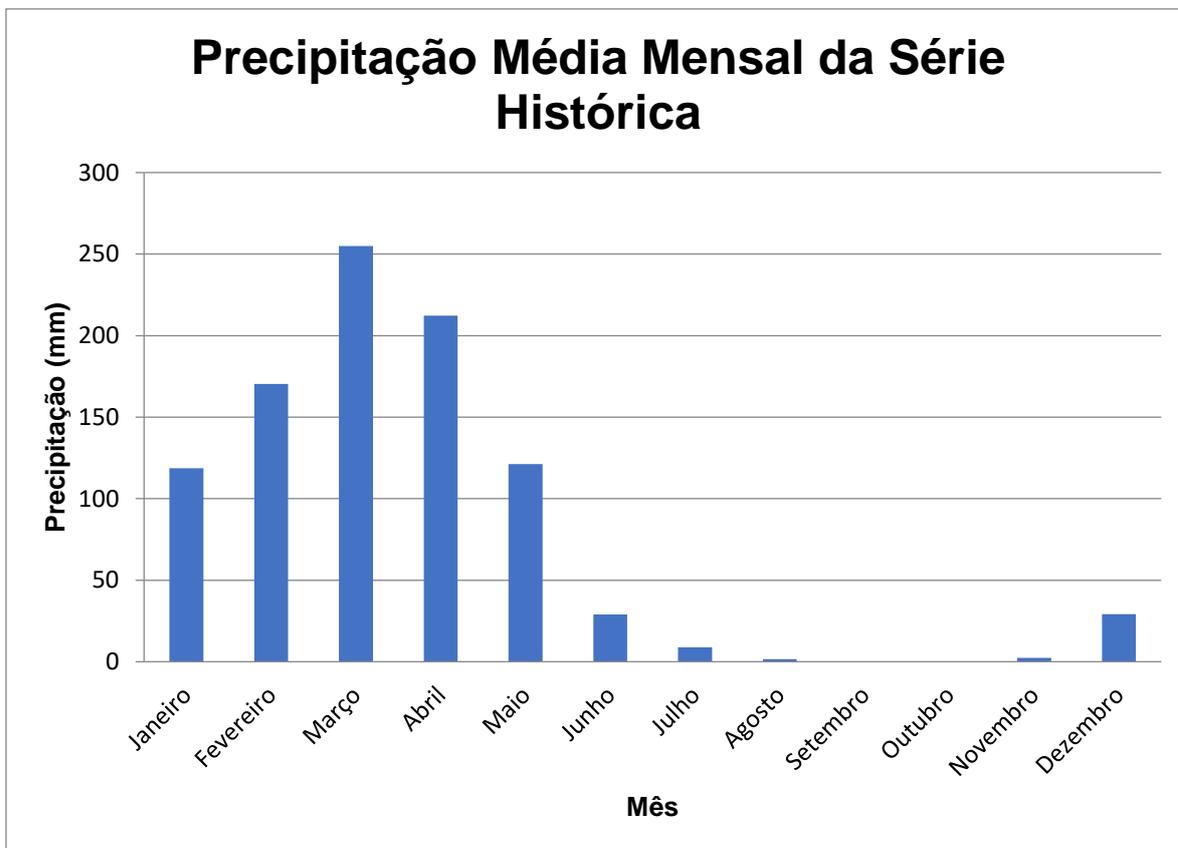
A análise estatística pode ser vista em detalhes na Tabela 2 e dela pode-se concluir que, como também demonstra a Figura 2, no município de Massapê a precipitação pluviométrica esta concentrada nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e maio, com o mês de março sendo aquele que possui a maior precipitação pluviométrica média que é de 254,86 mm, com precipitação mínima de 40 mm e máxima de 613,9 mm, podendo-se notar também a presença de uma pequena quantidade de precipitação nos meses de junho e dezembro, porém com os outros meses do ano possuindo precipitação média quase inexistente.

**Tabela 2:** Análise estatística da precipitação pluviométrica mensal no município de Massapê no Ceará no período de 1974 a 2003.

MÊS	MÉDIA	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIANA	DESVIO PADRÃO
jan.	118,68	0,1	390,8	81,55	98,638893
fev.	170,3533	10,6	559,1	187,3	110,86143
mar.	254,8633	40	613,9	243,05	119,40032
abr.	212,2533	0	566	161,25	145,13754
maio	121,1433	0	411,4	108,15	105,58622
jun.	28,95333	0	140,8	16,7	38,146557
jul.	8,78	0	62,6	0	16,364647
ago.	1,64	0	17,4	0	5,0148469
set.	0	0	0	0	0
out.	0,066667	0	2	0	0,3651484
nov.	2,373333	0	50,2	0	9,3588584
dez.	29,15333	0	229	0	51,970786

Fonte: FUNCEME (2023).

**Figura 3:** Precipitação mensal média no município de Massapê no Ceará no período de 1974 a 2003



Fonte: FUNCEME (2023).

Após o processamento dos dados pluviométricos de maneira estatística de modo a determinar a precipitação total de cada ano e a média da precipitação anual, bem como determinar o período chuvoso da área estudada por meio da análise estatística da precipitação mensal foi então aplicado aos dados pluviométricos o IAC com o objetivo de determinar se haviam ocorrido eventos climáticos extremos na precipitação pluviométrica da área estudada e caso sim em quais anos esses eventos extremos teriam ocorrido e qual a sua intensidade.

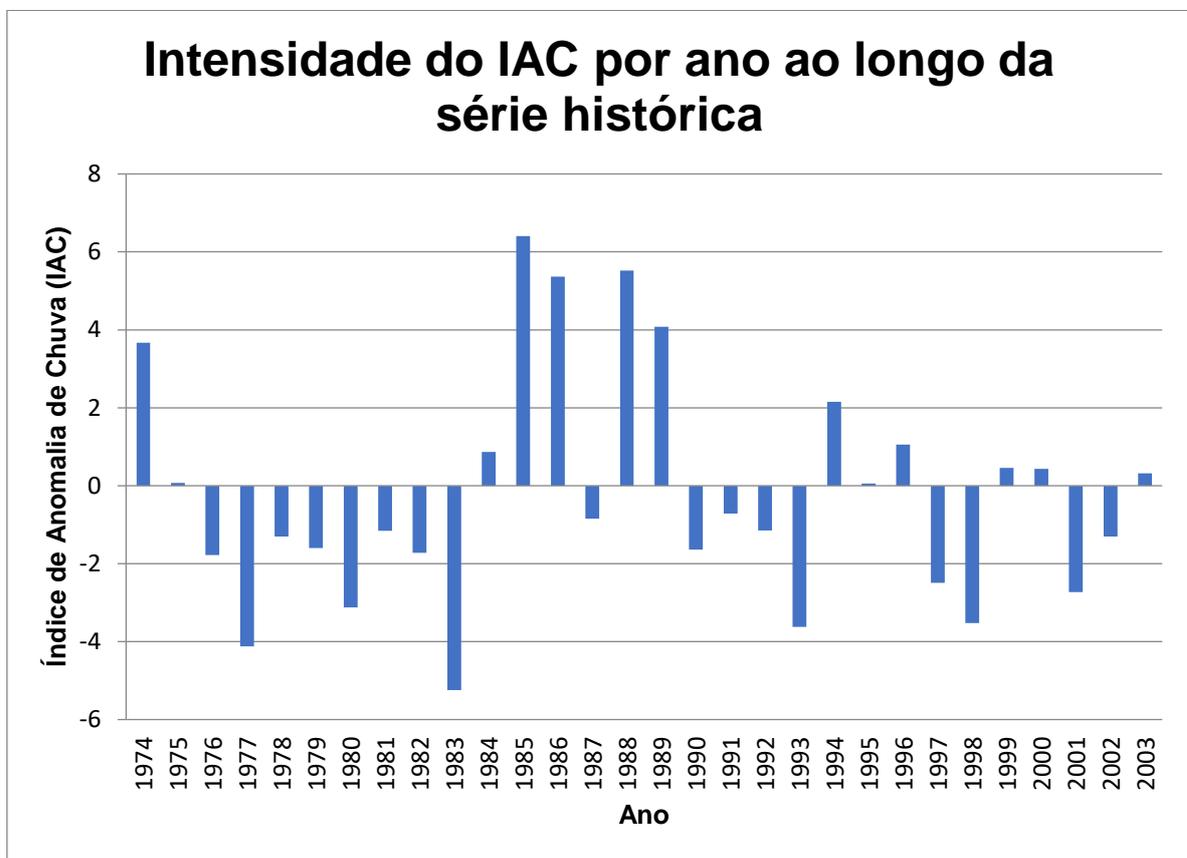
Com a aplicação do IAC logo constatou-se que como esperado de um município localizado no nordeste brasileiro o número de anomalias negativas é superior ao de anomalias positivas tendo sido constatadas 17 anomalias negativas em comparação com 13 anomalias positivas na precipitação pluviométrica do município de Massapê, como pode ser observado na Figura 3 que traz os resultados do IAC para cada ano da série histórica, assim como a sua intensidade.

Continuando a análise percebe-se que, como mostra a Figura 4, na classificação utilizada para os resultados do IAC que pode ser consultada na Tabela 1 e que foi desenvolvida por Araújo, Neto e Souza (2009), ocorre à predominância dos anos classificados como secos que representam 33,3% dos anos analisados, com os anos classificados como chuvosos ficando logo atrás com uma ocorrência de 23,3 %, podendo-se notar também que os anos classificados como muito secos possuem ocorrência maior que os classificados como muito chuvosos e que os anos

classificados como extremamente chuvosos possuem ocorrência maior que os classificados como extremamente secos.

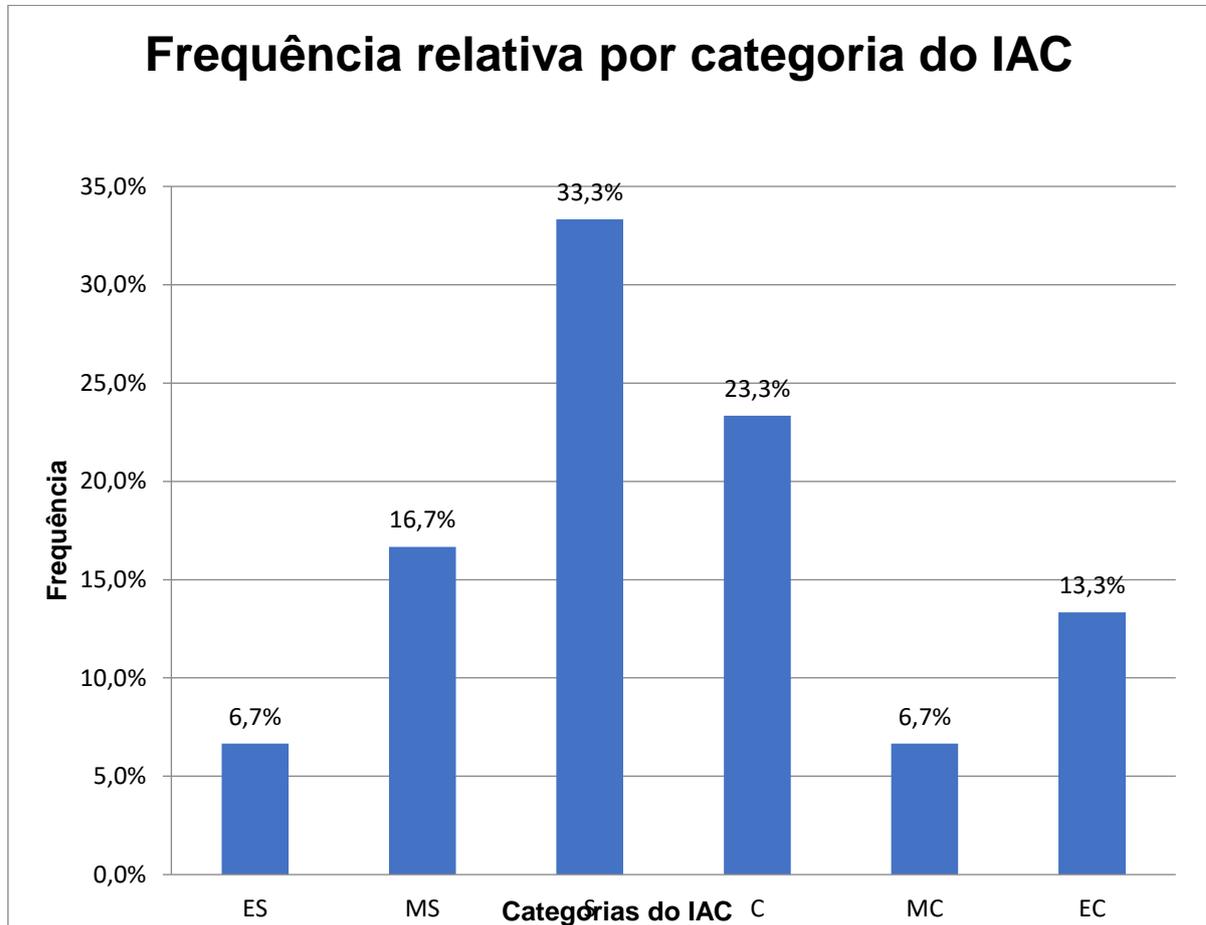
Podendo-se notar ainda que a soma dos anos classificados como secos e os classificados como chuvosos representa no total 56,6% dos resultados obtidos, que a soma dos anos classificados como extremamente secos e muito secos representa 23,4% dos anos analisados e que a soma dos anos classificados como muito chuvosos e extremamente chuvosos representa 20% dos anos analisados. Assim pode-se concluir que no período de tempo analisado, como já foi dito o número de anomalias negativas é maior que o de anomalias positivas e que os eventos extremos de seca são mais comuns do que os de chuva, como se espera de um município do NEB que é uma região que como afirmam Santos e Aquino (2017) apresenta uma distribuição espaço-temporal irregular das precipitações pluviométricas.

**Figura 4:** Intensidade do IAC em cada ano do período de 1974 a 2003 em Massapê no Ceará



**Fonte:** Organizado pelos autores (2023).

**Figura 5:** Frequência relativa de ocorrência das categorias do IAC no período de 1974 a 2003 no município de Massapê no Ceará



Fonte: Organizado pelo autor (2023).

Prosseguindo com a análise parte-se então para uma análise comparativa dos dados gerados por meio do IAC para os anos da série histórica estudada com os resultados do IAC tendo sido classificados nas classificações desenvolvidas por Araújo, Neto e Souza (2009), com os dados a respeito do fenômeno ENOS em suas fases El Niño e La Niña e dos dipolos positivo e negativo do atlântico obtidos em Santos e Aquino (2017), Monteiro (2011) e Nóbrega, Santiago e Soares (2016) com o intuito de discutir a existência de possíveis relações entre os fenômenos em questão e os eventos extremos de seca e de chuva, sendo que os dados a respeito da ocorrência do fenômeno ENOS em suas fases El Niño e La Niña, bem como as suas intensidades, e dos dipolos positivo e negativo do Atlântico ao longo do período de tempo estudado podem ser encontrados na Tabela 3.

Iniciando com os anos que possuem IAC negativo tem-se que á 5 anos que foram classificados como muito secos, sendo esses os anos de 1980, 1993, 1997, 1998 e 2001, e que 2 anos foram classificados como extremamente secos sendo esses os anos de 1977 e 1983, tendo sido o ano

de 1983 também o ano mais seco do período estudado como já foi dito, e ao se realizar a análise comparativa com os dados do dipolo positivo e negativo do atlântico e do fenômeno ENOS em suas fases El Niño e La Niña nota-se que nos anos de 1980, 1993, 1997, 1998 e 2001 ocorreram respectivamente eventos de El Niño fraco, El Niño Fraco, El Niño Fraco, El Niño Forte e La Niña Fraca, e também respectivamente ocorreu dipolo do Atlântico neutro, neutro, positivo, positivo e neutro. E que no ano de 1977 tanto o fenômeno ENOS quanto o dipolo do atlântico foram neutros e que no ano de 1983 ocorreu El Niño Forte e dipolo positivo do Atlântico.

Indo para os anos com IAC positivo foram identificados 2 anos classificados como muito chuvosos, sendo esses os anos de 1974 e 1994, e 4 anos classificados como extremamente chuvosos, sendo esses os anos de 1985, 1986, 1988 e 1989, tendo sido o ano de 1985 também o ano mais chuvoso do período estudado como já foi dito. Ao se realizar a análise comparativa nota-se que no ano de 1974 ocorreram La Niña forte e dipolo negativo do atlântico e no ano de 1994 ocorreram El Niño fraco e dipolo negativo do Atlântico. E que nos anos de 1985, 1986, 1988 e 1989 ocorreram respectivamente eventos ENOS La Niña fraca, neutro, La Niña fraca e La Niña moderada, e ocorreu dipolo negativo do atlântico nos 4 anos classificados como extremamente chuvosos.

Pode-se notar também que no ano menos chuvoso do período de tempo analisado que foi o ano de 1983 ocorreu o fenômeno El Niño de intensidade forte e dipolo positivo do Atlântico e que no ano mais chuvoso que foi o de 1985 ocorreu o fenômeno La Niña de intensidade fraca e dipolo negativo do Atlântico.

Concluindo a análise comparativa percebe-se que o fenômeno ENOS em sua fase El Niño e o dipolo positivo do Atlântico tendem a coincidir com anos classificados por meio do IAC como muito secos e extremamente secos e que o fenômeno ENOS em sua fase La Niña e o dipolo negativo do Atlântico tendem a coincidir com anos classificados por meio do IAC como muito chuvosos e extremamente chuvosos, o que indica uma possível relação entre o El Niño e o dipolo positivo do Atlântico com a ocorrência de eventos de seca na região estudada e o La Niña e o dipolo negativo do Atlântico com a ocorrência de eventos de chuva na região estudada.

**Tabela 3:** Ocorrência do fenômeno ENOS e dos dipolos positivo e negativo do Atlântico no Período de 1974 a 2003

Ano	ENOS	Dipolo do Atlântico	Ano	ENOS	Dipolo do Atlântico
1974	La Niña Forte	Negativo	1989	La Niña Moderada	Negativo
1975	La Niña Fraca	Negativo	1990	Neutro	Positivo
1976	La Niña Moderada	Positivo	1991	El Niño Fraco	Negativo
1977	Neutro	Neutro	1992	El Niño Forte	Positivo
1978	El Niño Fraco	Positivo	1993	El Niño Fraco	Neutro
1979	Neutro	Neutro	1994	El Niño Fraco	Negativo
1980	El Niño Fraco	Neutro	1995	El Niño Fraco	Negativo
1981	Neutro	Positivo	1996	La Niña Fraca	Negativo
1982	El Niño Fraco	Positivo	1997	El Niño Fraco	Positivo
1983	El Niño Forte	Positivo	1998	El Niño Forte	Positivo
1984	Neutro	Negativo	1999	La Niña Moderada	Negativo
1985	La Niña Fraca	Negativo	2000	La Niña Moderada	Negativo
1986	Neutro	Negativo	2001	La Niña Fraca	Neutro
1987	El Niño Moderado	Neutro	2002	El Niño Fraco	Negativo
1988	La Niña Fraca	Negativo	2003	El Niño Fraco	Negativo

\*Dados referentes ao período chuvoso da área estudada

Fonte: Santos e Aquino (2017), Monteiro (2011) e Nóbrega, Santiago e Soares (2016).

## CONCLUSÃO

Com base na análise comparativa entre os resultados obtidos por meio do IAC com os dados a respeito do fenômeno ENOS em sua fase El Niño e La Niña e os dipolos positivo e negativo do Atlântico no que tange ao período chuvoso na região estudada foi possível concluir que o El Niño e o dipolo positivo do Atlântico tendem a coincidir com eventos de seca e que o La Niña e o dipolo negativo do Atlântico tendem a coincidir com eventos de chuva o que indica a influência do fenômeno ENOS em sua fase El Niño e La Niña e dos dipolos positivo e negativo do Atlântico sobre o clima da área estudada. Por fim pode-se concluir que o presente estudo comprova a irregularidade interanual das chuvas na área estudada que é parte do nordeste brasileiro já conhecido pela sua grande variabilidade espaço-temporal em sua precipitação pluviométrica.

Com base no contexto apresentado, não é possível evitar a ocorrência de eventos extremos, porém a sociedade e o poder público devem adotar medidas que minimizem consideravelmente os impactos, possibilitando assim uma cultura de convivência com as situações decorrentes dos eventos climáticos extremos.

ARAÚJO, L. E.; MORAES NETO, J. M.; SOUSA, F. A. S. Classificação da precipitação anual e da quadra chuvosa da bacia do rio Paraíba utilizando índice de Anomalia de Chuva (IAC). **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 4, n. 3, p. 93-110, 2009. (doi:10.4136/ambi-agua.105). Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92812346007>.

FALCÃO SOBRINHO, José. **A natureza do vale do Acaraú: um olhar através das sinuosidades do relevo**. Série Geografia do Semiárido, v. 7. Sobral: Sertão Cult, 2020.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. S. Principais sistema atmosféricos atuantes sobre a região nordeste do brasil e a influencia dos oceanos pacifico e atlantico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S. l.], v. 1, p. 15-28, 2021. DOI: 10.5380/abclima.v1i1.25215. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/13436>.

FREITAS, M. A. S. Um sistema de suporte à decisão para o monitoramento de secas meteorológicas em regiões semi-áridas. **Revista Tecnologia**, [S. l.], v. 19, n. 1, p. 19-30, 2010. DOI: 10.5020/23180730.1998.1175. Disponível em: <https://ojs.unifor.br/tec/article/view/1175>.

FUNCEME – FUNDAÇÃO CEARENCE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **FUNCEME**, c2023. Site da FUNCEME. Disponível em: [funceme.br](http://funceme.br).

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**, 2023. Portal Cidades do IBGE. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em 03 de nov. 2023.

MONTEIRO, J. B. **Chover, mas chover de mansinho: desastres naturais e chuvas extremas no estado do Ceará**. 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2011.

MONTEIRO, J. B. **Desastres naturais no estado do Ceará: uma análise de episódios pluviométricos extremos**. Tese (doutorado em Geografia) - Departamento de Geografia da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

MONTEIRO, J. B.; ZANELLA, M. E. Desnaturalizando o desastre: as diferentes concepções teóricas que envolvem o conceito de desastre natural. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, Sobral, v. 21, n. 1, p. 40–54, 2019. DOI: <https://doi.org/10.35701/rcgs.v21n1.437>. Disponível em: [rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/437](http://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/437).

NÓBREGA, R. S.; SANTIAGO, G. A. C. F.; SOARES, D. B. Tendências do controle climático oceânico sob a variabilidade temporal da precipitação no nordeste do brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, [S. l.], v. 18, p. 276-292, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v18i0.43657>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/43657>. Acesso em 03 de nov. 2023.

ROOY, M. P V. A rainfall anomaly index independent of time and space. Notes. **Weather Bureau of South Africa**, v.14, p.43-48, 1965.

SANTOS, F. A.; AQUINO, C. M. S. Análise da precipitação pluviométrica no município de Castelo do Piauí, Nordeste do Brasil. **GEOUSP Espaço e Tempo**, [S. l.], v. 21, n. 2, p. 619-633, 2017. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geousp.2017.123154. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/123154>.

## QUANTIFICAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO ESPAÇO NA SUB- BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SITIÁ, CEARÁ

Mayanne Menezes Arcelino  
João Luís Sampaio Olímpio

### INTRODUÇÃO

O uso e ocupação do espaço refere-se à maneira como a terra é utilizada pelas atividades humanas, como agricultura, pastagem, áreas urbanas, florestas (Araújo *et al.*, 2020). Assim, o mapeamento do uso atual do espaço é de suma importância para a compreensão dos padrões e processos ocasionados por mudanças ambientais, de modo que podem ser usados para avaliar fragilidades nas áreas de interesse (Santos *et al.*, 2009).

De fato, a modelagem ambiental busca-se a representação das condições ambientais, com a finalidade de identificar os níveis de conservação da biodiversidade. Nesta perspectiva, pode subsidiar as políticas públicas para o desenvolvimento das áreas urbanas e rurais, além de contribuir para as estratégias de conservação e preservação da natureza (Prudente; Rosa, 2007; Lima *et al.*, 2023).

As mudanças na paisagem, por meio, das transformações nos usos e ocupações do espaço podem induzir consequências ecológicas para o meio ambiente e causar restrições à utilização dos recursos naturais pelas futuras gerações (Amaral; Rios, 2012). Os estudos também demonstram a relação entre o uso do solo e a cobertura vegetal com a qualidade da água e indicam a importância da preservação da vegetação para a conservação dos recursos hídricos (Alexandre *et al.*, 2021).

Além disso, alguns usos podem afetar a biodiversidade local. Rampanelli (2022) utilizou comunidades de macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de riachos subtropicais e identificou que os diferentes usos do solo influenciam negativamente a qualidade ambiental. A substituição das áreas com vegetação nativa por usos antrópicos tende a diminuir o teor de carbono do solo, podendo impactar a macrofauna e trazer sérios prejuízos para o ambiente (Rezende, 2021). Os usos do espaço também podem afetar de forma significativa o modo de vida humano. Por exemplo, os usos no espaço urbano podem influenciar a concentração dos poluentes no ar. Chiquetto *et al.* (2020) sugere que em São Paulo, a poluição do ar é influenciada pelos diferentes tipos de uso do solo.

Esta problemática é presente nas terras do semiárido brasileiro. De fato, as transformações ocasionadas pelas mudanças nos usos, principalmente decorrente da ampliação das áreas agrícolas e pastos e as formas de manejo do solo (desmatamento e queimadas) alteram as composições físicas, compactação do solo, intensificam a erosão hídrica e geram impactos da produtividade das atividades agropastoris (Arcoverde, 2018).

Segundo dados obtidos pelo MapBiomas (2020) entre 1985 e 2020, a caatinga perdeu cerca de 10% da sua vegetação. De acordo com o mapeamento, a área da caatinga equivale a 63% é coberta por vegetação, como a savânica, florestas e campos, enquanto o restante das áreas que somam 35% são utilizadas na agricultura. Os estados da Bahia e Ceará perderam áreas savânicas e de florestas, somando Bahia, Ceará e Pernambuco elas obtêm juntas 85% de toda a área de formação savânica, mas quando divididas a Bahia sozinha possui 21,5% de formação savânica em sua área. Já as áreas de floresta tornam o Ceará, Bahia e Piauí, ocupando 90%

dessa área, mas apenas o Ceará possui o domínio de 37% dessa cobertura vegetal. No mesmo período, os processos de degradação ocasionaram uma perda de 40% dos corpos d'água originais da caatinga.

Cerca de 9% dos municípios da caatinga foram mapeados durante o estudo do MapBiomias e nessas áreas foram classificadas como degradação grave a muito grave, com perda de 30 mil hectares (Letras ambientais, 2021). Um estudo elaborado pelo laboratório de análises e processos de imagens (Lapis) em 2019 classificou 13% das áreas da caatinga em processo de desertificação e que cerca de 25% das áreas da caatinga apresentam algum tipo de degradação. As queimadas também são um dos fatores de degradação da mudança no solo, sendo que Ceará, Piauí, Bahia, representam 87,28% das áreas de queima do bioma ( MapBiomias, 2020).

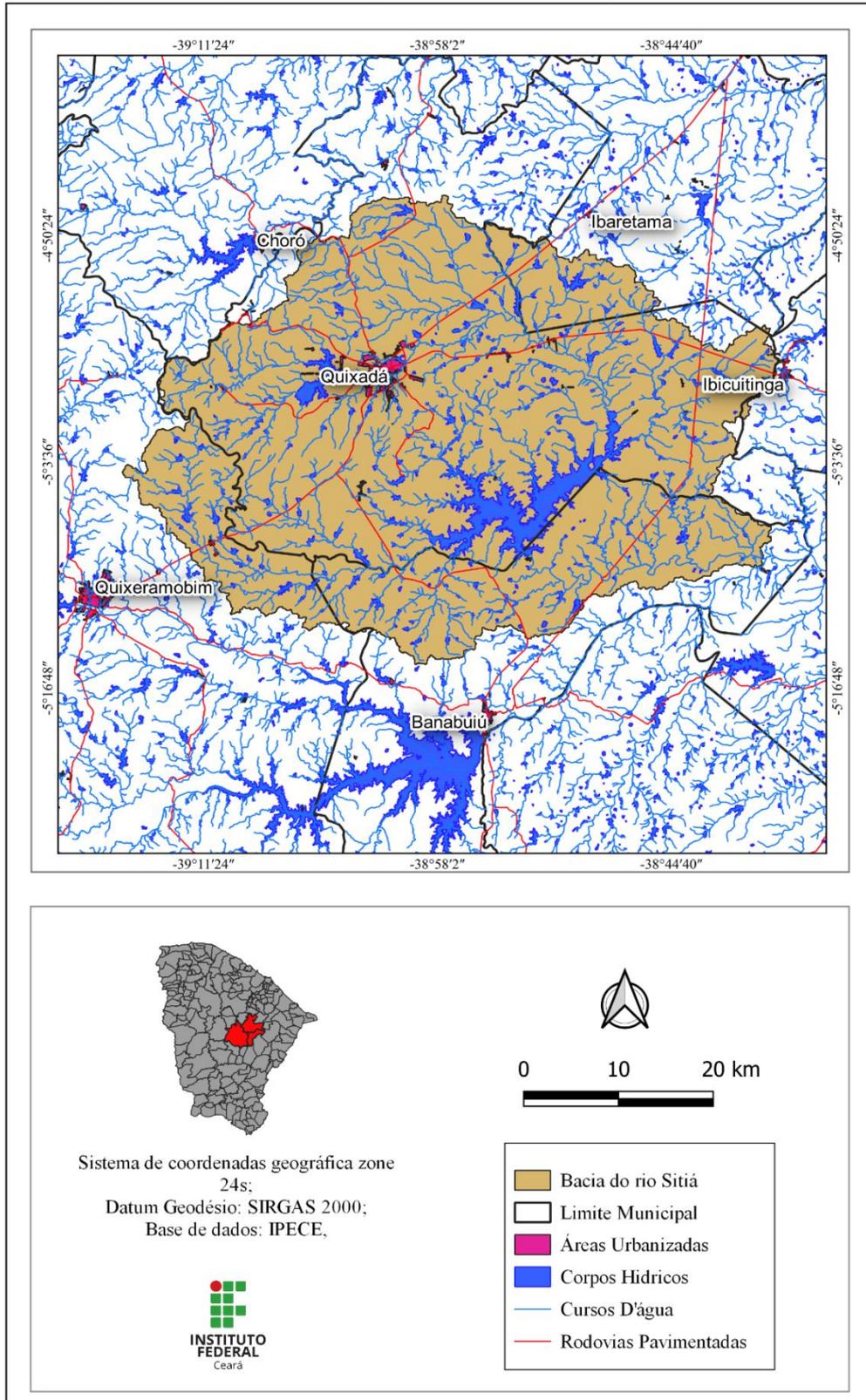
Diante o exposto, a área delimitada para esse estudo compreende a sub-bacia do rio Sitiá. A escolha desta área é motivada pela sua importância para o abastecimento populacional e pela alta suscetibilidade a degradação induzida pelas atividades antropogênicas. É um importante afluente da sub-bacia hidrográfica do rio Banabuiú que por sua vez pertence a bacia do rio Jaguaribe. A área de estudo está localizada na mesorregião dos sertões cearenses e da microrregião de Quixeramobim e drena parte dos municípios de Quixadá, Banabuiú e Quixeramobim (Figura 1). A sua nascente está localizada na Serra do Estêvão, no município de Quixadá. Seus principais afluentes são os riachos dos Rios, Caetanos, Catita e Carol. Os cursos d'água são intermitentes e a rede drenagem apresenta 2.243.407.553,00 em metros quadrados (Lima, 2023).

O objetivo desta pesquisa é mensurar a distribuição espacial dos usos e ocupação das terras e da cobertura vegetal da área de estudo. Para tanto, foram utilizadas ferramentas de geoprocessamento para realizar o mapeamento e quantificação dos usos. Os resultados da pesquisa podem contribuir com as estratégias para a organização territorial, especialmente ao identificar as áreas que podem ser de grande importância ecológica e as áreas sujeitas à degradação.

## METODOLOGIA

A presente pesquisa tem caráter exploratório de natureza quantitativa. A primeira etapa da pesquisa foi a revisão bibliográfica sobre os principais temas da pesquisa, a saber: uso e ocupação (Baseggio, 2006; Amaral, 2012; Crispim *et al.*, 2016), mudanças no solo e na paisagem (Map Biomias, 2020), bacias hidrográficas (Gorayeb, 2005), degradação Rio Sitiá (Lima, 2023). Já para a caracterização da área de estudo, fez-se necessário o diagnóstico do município de Quixadá (CPRM, 1998). Foi utilizada a plataforma Google Acadêmico para o levantamento das publicações.

Figura 1 - Mapa de localização da sub-bacia hidrográfica do rio Sitiá



Fonte: autores (2023).

Em seguida foram coletados dados espaciais. Assim, a distribuição espacial da cobertura vegetal e usos do espaço foi realizada por meio de uma imagem de alta resolução espacial (10,0 metros) processada pelo Mapbiomas (2023), a partir de um mosaico de imagens do satélite Sentinel-2 datado do ano de 2022.

Na terceira etapa foi realizada a categorização das classes de uso e cobertura vegetal, conforme a nomenclatura adotada pelo projeto MapBiomas (2023) (Quadro 1), a partir disso foi elaborado um mapa com auxílio do software QGIS. Além disso, a ferramenta foi utilizada para delimitar a área de estudo e calcular as áreas ocupadas por cada classe de uso.

Quadro 1 - Classes dos usos e cobertura vegetal presentes na sub-bacia hidrográfica do rio Sitiá

Classes	tipos	Descrição
Formação Florestal	Savana-estépica Florestada	É um subgrupo de vegetação caracterizado por micro ou nanofanerófitos (grupos lenhosos ou herbáceos) com uma média de altura de 5m, podendo ultrapassar os 7m de altura, com grandes troncos e ramificações acentuadas, provida de espinhos, promovida de decidualidade.
Formação Campestre	Savana-estépica Arbustiva	Vegetação caracterizada pela presença predominante de arbustos, localizadas em áreas de depressão predominantes em herbáceas em arbustiva
Formação Savânica	Savana-estépica Arborizada	Possuem as mesmas fisionomias que as Savanas-estépicas Florestadas, porém são de porte mais baixos.
Agropecuária	pastagem	Área de pastagem, predominantemente plantadas, vinculadas a atividades agropecuárias.
	Mosaicos de usos	Área de uso agropecuária onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.
Áreas não vegetadas	Mineração	Áreas referentes a extração mineral de porte industrial ou artesanal (garimpo), havendo clara exposição do solo por ação antrópica.
	Área Urbanizada	Áreas com significados densidade de edificação e vias, incluindo áreas livres de construção e infraestrutura.
	Outras áreas não vegetadas	Áreas de superfície não permeáveis (infra-estrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em sua classe.
Agricultura	Outras lavouras temporárias	Áreas ocupadas com cultivos agrícolas de curta ou média duração, geralmente com ciclos vegetativo inferior a um ano, que após a colheita necessitam de novo plantio para produzir.
	Outras lavouras perenes	Áreas ocupadas com cultivos agrícolas de ciclo vegetativo longo (mais de um ano), que permitem colheitas sucessivas, sem necessidade de novo plantio.
Corpos d'água	Rios, lagos etc	Representam os cursos de água.

Fonte: autores (2023)

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A sub-bacia hidrográfica do rio Sitiá encontra-se na região de clima tropical quente semiárido, com índices pluviométricos médios de 826 mm, com temperaturas médias de 20° a 35°C. O balanço hídrico é negativo, exceto no mês de março, quando há um pequeno excedente, onde acontecem as chuvas no mês de fevereiro a abril (CPRM, 1998). Com respeito ao

comportamento das precipitações, a região é caracterizada pela variabilidade das chuvas no espaço e no tempo, tendo intervalos de fortes estiagens e secas (Carvalho, 2017).

A bacia hidrográfica do rio Sitiá está posicionada sobre por aquíferos fissurais (IBGE, 2013). Os aquíferos fissurais de produtividade muito baixa que apresentam vazões maiores que 3m<sup>3</sup>/h que são comumente presentes no polígono das secas, que normalmente fornecem águas salinizadas (IBGE, 2013). Os depósitos aluviais são representados por areno-argilosos, que ocorrem às margens dos principais rios e riachos na região, assim sendo considerado um importante recurso hidrogeológico (CPRM, 1998).

A bacia hidrográfica do rio Sitiá encontra-se sobre rochas do embasamento cristalino com idades entre o paleoproterozoico e o neoproterozoico. Há o amplo predomínio de rochas metamórficas, especialmente de gnaisses, quartzitos, anfibólitos e pegmatitos. No interior desta área há um batólito granítico, composto dos monzonitos, sienitos, granodioritos e dioritos. Também ocorrem coberturas colúvio-eluviais de idade pleistocênica (Pinéo *et al.*, 2020).

Á área de estudo encontra-se totalmente inserida na superfície sertaneja em que se posiciona entre as faces mais elevadas e escarpadas dos planaltos, caracterizando-se por apresentar uma topografia predominantemente plana, com pequenos setores de colinas rasas e cristais residuais (Claudino-Sales, 2016). No interior da superfície sertaneja, ocorrem elevações residuais, isoladas ou agrupadas, denominadas de *inselbergs*, que estão litologicamente associadas aos corpos graníticos (Maia *et al.*, 2015).

Segundo o IBGE (2023), os solos encontrados na área de estudo são: os Argissolos - possui horizonte A moderado, uma textura média argilosa, de cor vermelha e de característica eutrófica; os Luvisolos - textura média argilosa, com um horizonte A moderado e relevo suave ondulado; os Neossolos lítico eutrófico - textura argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso, fase pedregosa e horizonte A moderado; os Planossolos háplico eutrófico - textura média arenosa a textura arenosa/argilosa, relevo suave ondulado e plano e horizonte A moderado e; os Planossolos nátrico órtico - textura arenosa/média e arenosa/argilosa, relevo plano e horizonte A moderado.

A região é recoberta por uma vegetação conhecida como a caatinga do cristalino, que é uma vegetação típica da depressão sertaneja. Suas principais características são decíduas, espinhosas e adaptadas ao clima do semiárido. O comportamento das plantas decíduas caracteriza-se por evitar o estresse hídrico durante os períodos de escassez e por assim descartarem suas folhas para que seja possível manter por mais tempo o armazenamento de água (Moro *et al.*, 2015; Megna, 2012).

Segundo Moro (2015) a caatinga do cristalino ocorre em solos rasos e pedregosos, podendo ser de boa fertilidade, porém o seu potencial edáfico não permite o armazenamento de água por conta da sua pouca profundidade. Contudo a caatinga do cristalino encontra-se ameaçada pelo desmatamento e o pastoreio para agricultura e a degradação da região faz com que ocorra perda do solo e da vegetação nativa, em casos muito extremos levando à desertificação.

Ao longo dos corpos d'água do semiárido formam-se florestas circundante, conhecidamente como mata ciliar. Essas matas crescem em solo mais profundo que os pertencentes a depressão sertaneja. Nessas regiões formam vegetações ripárias, que possuem a presença de carnaúba, que recebe o nome de mata ciliar carnaubal (Moro *et al.*, 2014). Também ocorre a vegetação rupícola nas superfícies rochosas com solos pouco desenvolvidos, como nos *inselbergs*.

Contudo esse ambiente torna-se estressante para a vegetação por conta da sua alta escassez hídrica na estação seca.

Na área de estudo, existe uma unidade de conservação denominada de Monumento Natural os Monólitos de Quixadá, instituída pelo decreto estadual Decreto nº 26.805, de 25 de outubro de 2002. A unidade tem a finalidade de conservar os *inselbergs*, devido a sua raridade, beleza cênica, valor ecológico e turístico, potencial para o desenvolvimento econômico e para evitar agressões (CEARÁ, 2002). Porém, o Monumento Natural não protege todos os *inselbergs* relevantes histórica e cientificamente. Além disso, a gestão local possui restrições devido a carência de recursos para realização de atividades de fiscalização, educação e conservação, o que pode resultar em uma maior suscetibilidade às degradações (Olimpio *et al.*, 2021).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados encontrados mostram como a paisagem da bacia rio Sitiá é bastante heterogênea (Figura 2). Há grandes perturbações ambientais que podem afetar negativamente a vegetação e os rios e comprometer a qualidade dos recursos naturais (Rosa, 2009). A tabela 1 exhibe as áreas ocupadas por cada classe de uso e ocupação.

As maiores áreas de ocupação em questão são as formações savânicas que apresentam 76,3% da área de pesquisa, elas são vegetações arbóreas com predomínio de espécies com suas copas semi continuadas. Mas, essa cobertura apresenta diferentes graus de degradação, devido as queimadas, aos desmatamentos e aos pastejos excessivos, principalmente (Filho *et al.*, 2010).

Essas práticas podem causar impactos significativos como a retirada de plantas locais, perda de matérias orgânicas, compactação do solo, erosão, perda de nutrientes, além disso as áreas degradadas necessitam de um custo significativo para recuperação, deixando os solos pobres e gerando prejuízos econômicos e ambientais. Vale ressaltar que as práticas corretas, esses sistemas produtivos podem beneficiar o solo, como a aplicação de chorume de esterco bovino pode impactar positivamente a fertilidade do solo em sistemas de pastagens familiar (Nebel *et al.*, 2011).

Tabela 1 - Áreas das classes de uso e ocupação do espaço da sub-bacia do rio Sitiá

Classes	Área (m <sup>2</sup> )	Área (%)
Formação florestal	45.048.288,00	2,0
Formação savânica	1.712.306.625,00	76,3
Formação campestre	6.624.403,00	0,3
Pastagem	322.764.775,00	14,4
Mosaico de usos	78.739.037,00	3,5
Área urbanizada	10.835.190,00	0,5
Outras áreas não vegetadas	4.601.555,00	0,2
Mineração	729.510,00	0,0
Corpos hídricos	34.035.699,00	1,5
Outras lavouras temporárias	1.549.227,00	0,1
Outras lavouras perenes	26.173.244,00	1,2
<b>Total</b>	<b>2.243.407.553,00</b>	<b>100,0</b>

Fonte: autores.

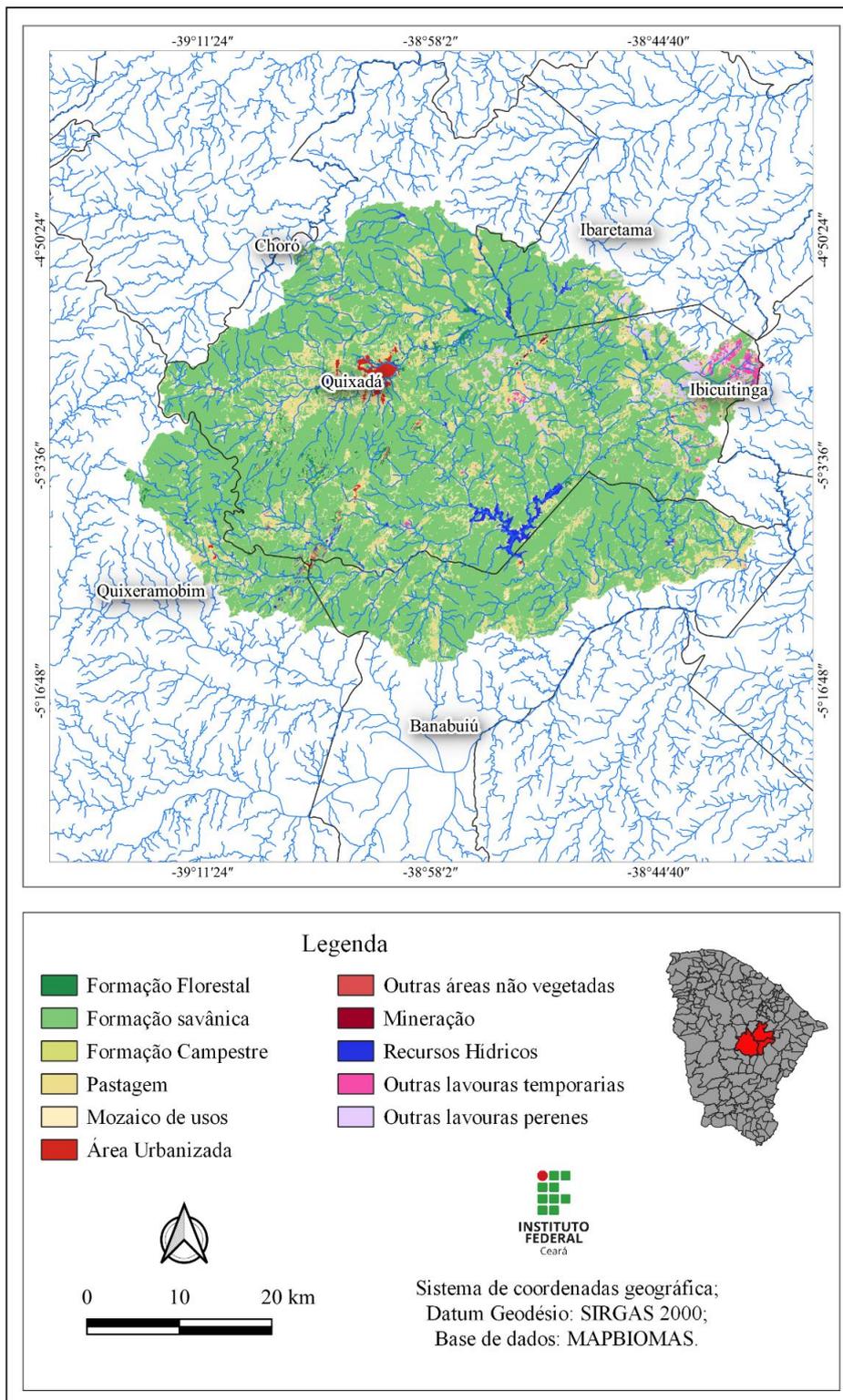
Em seguida, as áreas de pastagem ocupam 14,4% da área de estudo. Essa atividade é de suma importância para a produção de alimentos e na manutenção da vida rural. Atualmente, a agropecuária representa a base econômica da caatinga regional. Contudo, para que essas atividades ocorrem é recorrente a abertura de pastos em substituição das formações naturais, o

que ocasiona impactos como a perda da biodiversidade, perda dos habitats naturais, podendo causar graves estresses ambientais, inclusive com áreas de difícil recuperação (Ganem, 2017). Para Melo (2012) a pastagem intensiva promove a degradação da vegetação e empobrecimento biológico do solo, sendo que todas as espécies de plantas encontradas serão consumidas pelos bovinos e caprinos.

No entorno dos rios há um predomínio de atividades voltadas para os usos agropecuários (mosaico de usos), como a pastagens e as culturas de subsistências, sobretudo pelas populações do campo que pratica a agricultura de sequeiro (Peixoto, 2017; Pinheiro; Olímpio, 2023). Vale ressaltar que para a instalação das áreas agrícolas houve a retirada da vegetação natural. Porém, essas áreas são Áreas de Preservação Permanente, conforme estabelece a Lei 12.651 de 2012 (Brasil, 2012).

Nas encostas dos cursos de água ocupa-se as plantações de feijão, milho, algodão entre outros tipos de atividades, realizando também a pesca e o extrativismo vegetal, com isso houve um comprometimento das margens dos rios (Leal *et al.*, 2005). Grande parte da área de estudo, incluindo os leitos dos rios, encontra-se antropizada, pois o uso de madeira para expansão de espaços para as produções agrícolas vem se tornando muito aparente. Segundo Marengo (2008), em um cenário de mudanças climáticas, naturalmente as áreas de caatinga tendem a se tornar mais áridas e as intensidades das chuvas tendem a diminuir, com isso a procura por recursos e uma nova abordagem de sobrevivência seria problemática para a região semiárida.

Figura 2 - Mapa do uso e ocupação do espaço da sub-bacia hidrográfica do rio Sitiá.



Fonte: autores (2023).

Beserra (2016) em um estudo realizado no município de Quixadá, observou que as atividades agropecuárias têm um grande impacto na paisagem local, à medida que cresceram 49,65% entre 1985 e 2014, sendo, assim, fortes responsáveis pela retirada da cobertura vegetal nativa do solo. Com isso destaca-se no estudo que a exposição do solo nu em condições de pousio aumentou cerca de 62% relativos aos anos em que o autor fez as comparações de amostragem do mapeamento da cobertura vegetal da área (Bezerra, 2016).

As áreas de formação campestre ocupam apenas 0,3% da bacia hidrográfica. Essas áreas correspondem áreas anteriormente ocupadas pelas atividades agropastoris, mas que foram abandonadas e atualmente encontra-se em estágio inicial de recuperação. Com efeito, essas formações são oriundas do sistema tradicional de agricultura de subsistência desenvolvido no semiárido do Brasil, conhecido como agricultura itinerante. Esse sistema é caracterizado pela abertura de terras agrícolas a partir do desmatamento de áreas florestadas e, portanto, como solos com maior reserva de nutrientes. Essas áreas são cultivadas por alguns anos até que a reserva de nutrientes se esgote, tornando os solos pouco férteis. Em seguida, essas áreas são abandonadas para recuperação natural dos solos, a partir do restabelecimento da flora e fauna sem intervenção humana (Vasconcelos; Araújo, 2007).

As formações florestais que tomam 2,0% da área de estudo e representam as matas mais conservadas da área de estudo e, portanto, remanescentes da expansão dos usos agropastoris. Por exemplo, Bezerra (2016) analisou as mudanças ambientais e econômicas na área, elaborando mapas de uso e cobertura vegetal para os anos de 1985 até 2014 e constatou que uma perda de 39,67% da cobertura vegetal de caatinga. Na Serra do Estevão, onde se localiza a nascente do rio Sitiá, houve uma perda significativa da caatinga arbórea de 31,76% em relação à 1985.

Dentre os impactos mais severos da expansão das áreas agropecuárias destaca-se a fragmentação das matas nativas. Um fragmento é uma área com vegetação nativa interrompida por barreiras antrópicas ou naturais capazes de diminuir significativamente o fluxo de animais, pólen e, ou, sementes (CALEGARI *et al.*, 2010). Na área de estudo existem 1.168 fragmentos de vegetação florestal, cujo o tamanho média é de apenas 3,68 hectares (Tabela 2). Esta situação pode favorecer a redução da diversidade de habitats, o isolamento das espécies e acirrar a busca por recursos. Desta maneira, a fragmentação aponta para potenciais desequilíbrios ecológicos e riscos à qualidade ambiental.

Tabela 2 - Quantidade de fragmentos de formação florestal

	Área (hectares)				
	1	10	50	100	+100
Num. de fragmentos	434	660	63	9	2
Área total (hectares)	321,3	1704,3	1328,8	646,8	504,1

Fonte: autores (2023).

Dos 1168 fragmentos com remanescentes florestais, apenas 2 são superiores a 100 hectares, ao passo que 434 são inferiores a um hectare. Isto representa uma limitação à dinâmica ecológica, uma vez que a elevada fragmentação implica em perdas na biodiversidade em decorrência da eliminação de habitats e pela inserção de outros fatores bióticos e físicos na história evolutiva

da paisagem. Por outro lado, os fragmentos maiores têm melhor potencial para manutenção dos processos ecológicos e prestação de serviços ambientais.

As formações de produções perenes que abrange o cultivo de plantas que duram por vários anos, são de suma importância para a agricultura familiar. Contudo as lavouras temporárias são parte importante da agricultura brasileira, especialmente na região nordeste do Brasil, analisando os cultivos temporários como um marco importante para o crescimento e desenvolvimento do estado do Ceará (Djau; Reis, 2013).

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos confirmam que a conservação ambiental está comprometida pelas pressões antrópicas presentes na sub-bacia do rio Sitiá, notadamente a expansão das atividades humanas são indutores da fragmentação florestal. Neste cenário, os ambientes tendem à degradação.

Conclui-se que partes do âmbito estrutural para a formação da bacia hidrográfica é dominada por um tipo de vegetação, em que partes significativas dessa vegetação foram plantadas após uso devido do solo, assim podendo obter visualizações da formação padronizadas dessas plantas, dominando em seguida as áreas de pastagem que contribuem para impactos significativos quando não manuseadas na forma correta, em que parte muito importante é a criação de gado e como isso pode impactar para a retirada da vegetação nativa e da irreversibilidade ocasional da área afetada.

Parte dos impactos causados geram consequências para a sub-bacia hidrográfica do rio Sitiá, depende-se da análise do uso e ocupação da unidade de planejamento da bacia, assim avaliando a degradação gerada antropicamente. Com isso observa-se uma área submetida a processos de diferentes tipos de usos e impactos fracionados dentro do local de estudo, que podem interferir significativamente para a inclinação negativa da diversidade local e da saúde ambiental da região em questão, contribuindo para áreas de desenvolvimento não sustentáveis.

Através deste trabalho compreende-se a dinâmica de uso da região de estudo como uma interferência no solo gerando mudanças na sua dinâmica natural e percebe-se a urgência de um levantamento de planejamentos ambientais e sociais para a bacia.

O mapeamento mostrou ser uma ferramenta de importância características para o estudo das divisões dos setores de uso da terra, através da visualização da cobertura vegetal da área, mostrando como as tecnologias podem contribuir para os trabalhos científicos expandindo a gama de versatilidade de pesquisas. Os vários tipos de usos exibidos, mostra que as partes ocupadas da bacia do rio Sitiá são de serventia familiar, assim os cultivos da área são de total subsistência do homem do campo.

## REFERÊNCIAS

AMARA, B. M et al. "Geoprocessamento: mapeamento do uso e ocupação do solo no alto curso do rio Piedade". **Revista de Geografia - PPGeo** - v. 2, n. 1, 2012. Disponível em:< [www.ufjf.br/revistageografia](http://www.ufjf.br/revistageografia)

ARAÚJO, T. M. S; BASTOS, F. H; RABELO, F. D. B. Análise multitemporal do uso e ocupação do solo no corredor ecológico do rio Pacoti (Ceará) nos anos de 1985, 2000 e 2015.

**GEOGRAFIA** (Londrina), v. 29, n. 2, p 185–203. 2020. <https://doi.org/10.5433/2447-1747.2020v29n2p185>

ARCOVERDE, S. N. S; CORTEZ, J. W; PEREIRA, J S. Physical attributes of soil under different use in semiarid baiano. **holos**; Natal v. 34, ed. 5, p. 65-57, 2018. DOI:10.15628/holos.2018.6418

BASEGGIO JAQUELINE. CARAMORI, T. B. A. SORIANE, R. R. Sig para mapeamento do uso do solo, com ênfase nas áreas de cobertura vegetal nativa e recursos hídricos, alto coxim, MS. **Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**, Campo Grande, Brasil, 11-15, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 312-320, 2006.

BRASIL. **Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis no 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis no 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm). Acesso em: 30 de janeiro de 2024.

CABRAL, L. J. R. S; VALLADARES, G. S. AQUINO, C. M. S. Erosividade das chuvas em parte do alto curso do rio Banabuiú- Sertão central do Ceará. **Revista Equador**. v. 3, n. 2, 2014. Disponível em:< <https://doi.org/10.26694/equador.v3i2.2895>

CALEGARI, L; MARTINS, S. V; GLERIANI, J. M; SILVA, E; BUSATO, L. C. Análise da Dinâmica de Fragmentos Florestais no Município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 24, n. 5, p. 871-880, 2010.

CARARO, E. R; PIEROZAN, T. C; BRITO, R, de; REZENDE, R. S. de. Efeito de diferentes tipos de usos de solo na comunidade de macroinvertebrados bentônicos em riachos subtropicais. **Acta Ambiental Catarinense- Unochapecó**. v. 20, n.1, 2023. Disponível em:< DOI:10.24021/raac.v20i1.6643

CEARÁ. Decreto estadual nº 26.805, 25 de outubro de 2002. Criação da Unidade de Conservação Estadual intitulada: Monumento Natural dos Monólitos de Quixadá (MNMQ). **Diário Oficial do Estado**, série 2, ano 5, n. 208, p.3, 2002.

CLAUDINO-SALES, V. **Megageomorfologia do Estado do Ceará: história da paisagem geomorfológica**. Saarbrucken: Novas Edições Acadêmicas, 2016.

CRISPIM, A. B; SOUZA, M. J. N; QUEIROZ, P. H. B; LIMA, R. J. R. A ocupação desigual do espaço geográfico semiárido: o contexto do município de Quixadá/CE. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGEO)**, do Centro de Ciências Humanas e Letras (CCHL), da Universidade Federal do Piauí (UFPI). n. 5. n. 4, 2016. Disponível em:< <https://doi.org/10.26694/equador.v5i4.5214>

CPRM. Diagnóstico municipal de Quixadá. Programa de recenseamento de fontes de abastecimento por águas subterrâneas no Estado do Ceará. 1998. Acesso em: 22 de dezembro de 2023. Disponível em: [https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/16654/1/Rel\\_Quixad%C3A1.pdf](https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/16654/1/Rel_Quixad%C3A1.pdf)

DE SOUZA, R. F.; OLIVEIRA, G. R.; FREITAS, E. G; PINHEIRO, A. C.; DE SOUZA, R. N. Agricultura no Cerrado e impactos ambientais decorrentes. **Observatório de la economía latinoamericana**, [S. l.], v. 21, n. 12, p. 25068–25081, 2023. DOI: 10.55905/oelv21n12-088. Disponível em:  
<https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/2475>.

DJAU, M. A; J. REIS. Agricultura cearense/ lavouras temporárias: mapeamento e análise de arranjos produtivos locais de 2006 a 2010. **Geografia**. 2013.

EMBRAPA. Rio São Francisco no bioma caatinga e o código florestal. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. Disponível em:  
<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Newsletter.asp?data=21%2F12%2F2012&id=27648&secao=Artigos+Especiais>

GANEM, S. R. **Caatinga: estratégias de conservação**. Consultoria legislativa. Estudo técnico, 2017.

GIUSTINA, DELLA; CHRISTIAN, CARLOS. Degradação e conservação do cerrado: uma história ambiental do estado de Goiás. Tese de doutorado - **centro de desenvolvimento sustentável da universidade de Brasília**. p. 206, 2013.

IBGE BDIA- Consulta de dados cartográficos através de imagens de satélite. Disponível em:<  
<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta>. Acesso em 22 de dezembro de 2023.

LETRAS AMBIENTAIS. As cinco mudanças no uso e cobertura vegetal da terra na caatinga nas últimas décadas. ISSN 2674-760X. Acesso em: 29 de janeiro de 2024. Disponível em:  
<https://www.letrasambientais.org.br/posts/as-5-mudancas-no-uso-e-cobertura-da-terra-na-caatinga-nas-ultimas-decadas>

LIMA, P. M. M; SILVA, da L. Análise de uso e ocupação do solo no trecho urbano do rio Sitiá na cidade de Quixadá-CE, **II colóquio de estudos ambientais do bioma caatinga**, v. 17, n. 1, 2023. DOI: <https://doi.org/10.18316/rca.v17i1.9055>

MAIA, R. P; NASCIMENTO, M. A. L; BEZERRA, F. H. R; CASTRO, H. S; MEIRELES, A. J. A. Geomorfologia do campo de inselbergues de Quixadá, Nordeste do Brasil, **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 239-253, 2015.  
<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v16i2.651>.

MAPBIOMAS- Coleção de legendas 7.0 para biomas e vegetações nativas. Disponível em: <  
<https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/brasil/downloads/Legenda%20Coleção%207%20-%20Descrição%20Detalhada.pdf>. Acesso em 22 de dezembro de 2023.

MENDONÇA, M, L. Mapeamento do uso atual e cobertura vegetal dos solos do estado do Rio de Janeiro / - Rio de Janeiro : **Embrapa Solos**. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento). n. 22, p. 44. 2003

MINOSSO, J; ANTONELI, V; ROCHA, F, A. Variabilidade sazonal da infiltração de água no solo em diferentes tipos de uso na região sudeste do Paraná/ seasonal variability of water

infiltration in soil in diferentypes of use the southeast region of Parana. **Geographia Meridionalis**, v. 3, n. 1, p. 86-103, 2017. <https://doi.org/10.15210/gm.v3i1.11041>

MORO, F. M; MACEDO, B. M; FÉ-MOURA, de M. M; CASTRO, F. S. A; COSTA da C. R. Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia**. v. 66, n. 3, p. 717-743, 2015. DOI: 10.1590/2175-7860201566305.

OLÍMPIO, J. L. S.; MONTEIRO, F. A. D.; FREITAS, L. C. B.; ALMEIDA, L. T. de; ALCÂNTARA, A. P. de; LOUREIRO, C. V; NASCIMENTO, M. L.; MAIA, R. P. O que sabemos sobre os inselbergues de Quixadá e Quixeramobim, Nordeste do Brasil? **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, v. 2, n. 1, p. 19-42, 2021.

PEIXOTO; PAULO. A água como patrimônio, experiências de requalificação das cidades com água e das paisagens fluviais - **Revista imprensa da universidade de Coimbra**. DOI: DOI:[http://dx.doi.org/10.14195/978-989-26-1025-2\\_3](http://dx.doi.org/10.14195/978-989-26-1025-2_3)

PINÉO, T. R. G.; PALHETA, E. S. M; COSTA, F. G; VASCONCELOS, A. M; GOMES, I. P; GOMES, F. E. M; BESSA, M. D. M. R; LIMA, A. F; HOLANDA, J. L. R; FREIRE, D. P. C. **Mapa Geológico do Estado do Ceará**. Escala 1:500.000. Fortaleza: CPRM, 2020, 1 mapa.

PINHEIRO, F. M; OLÍMPIO, J. L. S. Impactos da variabilidade pluviométrica na agricultura de sequeiro no município de Deputado Irapuan Pinheiro, Ceará. In: MOURA, M. O; CUNICO, C; LUCENA, D. B. (Org.). **Riscos, Vulnerabilidades e Desastres Socioambientais**: aplicações e estudos de caso. 1ed. João Pessoa - PB: Editora UFPB, v. 1, p. 181-197, 2023.

PROJETO MAPBIOMAS – Coleção Beta de Mapas Anuais de Cobertura e Uso da Terra do Brasil com 10 metros de resolução espacial. Disponível: <https://mapbiomas.org/mapbiomas-beta-10m>. Acesso em 5 de dezembro de 2023.

SANTOS, F. A. Diagnóstico ambiental a partir da declividade, erosividade e o índice SAVI no semiárido piauiense: estudo de caso no município de Juazeiro do Piauí. **GEOGRAFIA** (Londrina), v. 28, n. 2, p. 27–39, 2019. <https://doi.org/10.5433/2447-1747.2019v28n2p27>

SANTOS LIMA, L; SOBRINHO, J, F; BEZERRA, S, E. Mudanças temporais no uso do solo e o efeito na vegetação da floresta nacional de Sobral, Ceará. **Revista da Casa da Geografia de Sobral** (RCGS), [S. l.], v. 24, n. 2, p. 244–259, 2023. DOI: 10.35701/rcgs.v24.857. Disponível em: [//rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/857](http://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/857).

SILVA, C, H, C; PITOMBEIRA, S, C; CASTRO, M, A, F. Aspectos do licenciamento ambiental para parcelamento do solo urbano segundo a legislação ambiental do estado do Ceará. **Décima oitava conferência dos LARE**. São Paulo, 2018. Disponível em: <DOI:10.15396/lares\_2018\_paper\_82-silva-pitombeira-castro

SILVA, D, A, O; MONTENEGRO, S, M, G, L; LOPES, P, M, O; SILVA, J, L, B; SANTOS, J, E, B; SILVA, E, M; CESAR D, N. Monitoring of biome degradation in the northeastern semi-arid region, Brazil. L. **Revista Brasileira De Geografia Física**, v. 13, n. 1, p. 2293–2303, 2020 <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.5.p2293-2303>

SILVA, J, L, B. Monitoramento espaço-temporal da cobertura vegetal do bioma caatinga no Ceará mediante imagens orbitais. 119 f. **Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola** - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2016. Disponível em: < <http://www.tede2.ufpe.br:8080/tede2/handle/tede2/7687>

SOUSA RAMOS, R; PEREIRA JUNIOR, E. B; NONATO MOREIRA, J; ROSERLÂNDIO, B, N, F; SILVA, J; SALES, O, F; BATISTA, S, R, M. H; CASSIMIRO, A, L. Avaliação dos atributos do solo submetidos a diferentes usos e manejos do solo no semiárido paraibano. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar** - ISSN 2675-6218, v. 4, n. 2, 2023. <https://doi.org/10.47820/recima21.v4i2.2769>.

VASCONCELOS, H. E. M; ARAÚJO, M. R. A. O uso de inovações na transição de sistemas tradicionais de produção do semiárido do Nordeste: alguns dilemas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, 2007.

VICTOR, H. R. COELHO; SUZANA, M. G; MONTENEGRO; CRISTIANO DAS N, ALMEIDA; EDUARDO, R. V. de LIMA; ALFREDO RIBEIRO NETO; GLAWBBER, S. S. de MOURA. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. Gestão e controle ambiental - **Revista brasileira de engenharia ambiental**. v. 18, n. 1, 2024.

Juscelino Chaves Sales

### INTRODUÇÃO

No planeta Terra acontece vários desastres naturais e em vários países como os furacões nos EUA, terremotos (Japão, Chile etc.), tsunamis (Indonésia), maremotos, frios intensos (Sibéria, Canadá etc.) chuvas torrenciais acarretando cheias (Índia), secas severas (nordeste do Brasil), riscos de natureza geológica, ciclones bomba (EUA) etc., que não dependem da ação do homem.

No Brasil no ano de 2023 aconteceu a seca severa (pior seca da história) nos rios da Amazônia, trazendo sérias consequências devido a falta d'água, como diminuição de geração de energia elétrica nas hidrelétricas construídas no leito do rio Madeira, o problema para escoar a produção de grãos pelas hidrovias, a falta de água para beber etc. A seca deixou comunidades ribeirinhas totalmente isolada. Hoje no Brasil o problema da seca não é só da região nordeste do Brasil.

Os modelos numéricos projetam a formação de um ciclone potencialmente bomba entre o Meio-Oeste e o Nordeste dos Estado Unidos, sobre o continente, o que agravaria ainda mais as condições de nevascas violentas, sensação térmica excepcional e frio extraordinário. Os dados apontam risco de até 60°C negativos de sensação térmica no Norte dos Estado Unidos e nos Grandes Lagos (NACHTIGALL, 2022).

O aquecimento global leva a mudanças climáticas. Ou seja, alterações nos padrões climáticos de diversas regiões do mundo, e essa é a principal relação do fenômeno com as nevascas na América do Norte (MARCHETTO, 2023).

O semiárido ocupa 12% do território nacional e é caracterizado por prolongados períodos de estiagem (FURTADO, 2020). O domínio da natureza no Brasil está sujeito a intensas variações pluviométricas interanuais e geralmente apresenta alta suscetibilidade climática à desertificação. Mas quais são as causas desta condição climática semiárida em um país de clima predominantemente úmido/tropical? (LUCENA, 2023).

Segundo Gomes (2022) no Cariri do Estado da Paraíba a desertificação chega a atingir cerca de 70% da região, entre processos mais e menos intensos.

A ocorrência de secas anuais e plurianuais no semiárido brasileiro se constitui como um dos principais problemas que vem afetando a biodiversidade, bem como a qualidade de vida da população local, uma vez que as estiagens que se abateram sobre esse espaço têm contribuído para a redução das reservas de água superficiais e subterrâneas, comprometendo o abastecimento hídrico de muitas cidades e comunidades rurais (NASCIMENTO, 2022).

A irregularidade da pluviosidade na região semi-árida brasileira contribuiu, desde 1930, para a aplicação de políticas públicas de combate à seca. No final dos anos 90, surgiu uma visão de convivência com o semi-árido através do Programa de Formação e Mobilização Social para a Coexistência com o Semi-Árido (ALMEIDA, 2020).

Os sistemas ambientais que apresentaram os mais elevados níveis de degradação/desertificação foram os sertões pedimentados e os sertões pediplanados, historicamente ocupados pelo binômio gado-algodão e culturas de subsistência, explorando solos rasos e pedregosos, colonizados por caatingas esparsas, em relevo suave ondulado a ondulado, sob regime de

semiáridade severa, apesar dos sinais de desestabilização ecológica terem sido verificados em todos os sistemas, com níveis diversos (OLIVEIRA, 2010).

O desastre ambiental acarretado pela estiagem e a escassez de chuvas (secas) é outro fenômeno que não depende da interferência humana, que vem ocorrendo com mais frequência nas regiões semiáridas de todo o planeta Terra, como é o caso do município de Irauçuba no Estado do Ceará.

As alterações do clima no planeta decorrentes do acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera, com destaque para o gás carbônico, representam desafios pela forma, abrangência e velocidade com que estão acontecendo e suas consequências para a vida no planeta (LACERDA, 2016).

Nas políticas de combate à desertificação, o governo Federal fez uma lei, que é a Lei ordinária - 13153/2015 que instituiu a Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, tendo como público-alvo as populações e setores econômicos diretamente afetados por alterações no meio ambiente (IPEA, 2015).

O Estado do Ceará tem 100% do seu território susceptível à desertificação, destacando 3 núcleos de maior gravidade: Irauçuba, Inhamuns e Médio Jaguaribe (LIMA, 2019).

No contexto da superfície sertaneja, as características climáticas (irregularidade pluviométrica, elevadas temperaturas, baixa umidade relativa do ar e alta evaporação), geológicas (embasamento cristalino) e pedológicas refletem sobre o cenário hidrológico, cujas condições de salinidade das águas subterrâneas, intermitência das águas superficiais e restrita perenidade dos açudes, geram, em longos períodos de estiagem, o problema da falta de água (ALMEIDA, 2020).

A forma predatória com que são utilizados os recursos naturais exige investigação quanto à existência de possíveis elementos indicadores do desencadeamento dos processos de desertificação (EVANGELISTA, 2010).

A iniciativa das cortes nordestinas, em parceria com o Tribunal de Contas da União (TCU), visa avaliar a degradação ambiental em função do clima e das ações antrópicas que apontam para interferência humana nos prejuízos aos solos, aos recursos hídricos, ao bioma caatinga e à qualidade de vida da população (VIEIRA, 2023).

Estudo mostra que a corrente da fronteira oeste do Oceano Pacífico se fortaleceu à medida que o planeta aquece, impactado pelo El Niño (CHEN, 2023).

O recaatingamento, é uma prática que vem sendo trabalhada desde 2009 pelo Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada (IRPAA) no sertão da Bahia. A ação em si não é nova, consiste essencialmente no replantio de espécies dos biomas, o que se chama, convencionalmente, de reflorestamento. Porém, para chamar atenção para as especificidades da Caatinga, a instituição passou a difundir o termo recaatingamento (DAINE, 2023).

Pela primeira vez na história, desde que se iniciou o monitoramento climático no país, o Brasil apresenta regiões com clima árido no norte da Bahia. Um estudo feito pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) e pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), órgãos do governo federal, mostra que a falta de chuvas nos últimos 30 anos desenvolveu um clima similar ao de deserto na Bahia (CAMBRAIA, 2023).

Entre 2012 e 2018, o nordeste brasileiro enfrentou a mais longa seca da história do país. A região viu a quebra da agricultura local e graves problemas de abastecimento humano, animal

e industrial afetando 22 milhões de pessoas. Já em 2023, a Amazonia, uma das regiões com maior volume de água doce do planeta, assistiu a uma seca como nunca vista. Para o ano que vem a previsão é de que o Nordeste volte a sofrer com a falta de água, desta vez devido ao fenômeno El Niño (UFC, 2023)

Devido as secas que vem ocorrendo com muito mais frequência e ao desmatamento feito pelo homem, o município de Irauçuba no Estado do Ceará está mais propenso a futuramente virar um deserto em grande parte de sua área isso baseado dentre os que resultados que foram analisados nesse trabalho.

O presente trabalho tem como objetivo principal mostrar a realidade da paisagem no município de Irauçuba que vem sofrendo com a seca devido as mudanças climáticas. Também ressaltando que no município de Irauçuba as temperaturas são altas, as precipitações de chuvas são baixas como também o solo muito cristalino em relação a outras regiões do Estado do Ceará.

## **METODOLOGIA**

Primeiramente para realizar esse trabalho foi feita uma pesquisa bibliografia sobre o tema proposto e posteriormente foram feitas visita in loco em algumas áreas já em processo de desertificação, onde foram feitos registros fotográficos, no município de Irauçuba. As visitas in loco foram feitas aproximadamente nos últimos 10 anos onde foi feito um acompanhamento da evolução do processo pelas imagens ao logo dos anos de algumas áreas do município de Irauçuba.

Os registros fotográficos analisados não foram em período de seca severa como a do início de 2012, e sim no segundo semestre do ano (2019), onde ocorrem mais chuva no município de Irauçuba como em todo o Estado do Ceará as chuvas ocorrem no primeiro semestre do ano.

Foram visitadas e analisadas as áreas de três distritos do município de Irauçuba, o Distrito de Campinas, o Distrito de Missi e o Distrito de Coité.

## **DESERTIFICAÇÃO NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL**

Na região Nordeste do Brasil existem ações antrópicas (sobrepastejo, desmatamento, erosão e fogo) problemáticas que levam à desertificação, e onde essas ações são mais críticas, acarretando núcleos de desertificação são: o Seridó localizado nos Estado do Rio Grande do Norte e o Estado da Paraíba, Cabrobó do Estado da Pernambuco, Gilbués no Estado do Piauí e Irauçuba do Estado do Ceará (PEREIRA, 2023).

A ação antrópica do desmatamento não ocorre só na Região Nordeste do Brasil. Segundo Mario (2020) as árvores derrubadas sem licença também serviam de matéria-prima para construção de cercas e porteiras no Estado do Mato Grosso do Sul.

O desmatamento irracional e as práticas de queimadas, ao longo dos anos, provocaram mudanças significativas na manutenção das atividades produtivas. No período atual, as estratégias de convivência com o fenômeno da seca são condição de permanência da população no domínio semiárido (EVANGELISTA, 2010).

São nítidas as lacunas ainda existentes sobre o fenômeno da desertificação, em paralelo ao crescente quadro de degradação ambiental e em associação à instabilidade geoambiental (vocaçao ecológica) do semiárido brasileiro. Nesse contexto, destaca-se o núcleo de

desertificação do Seridó como área-piloto de análise de uma possível predisposição geocológica (PEREIRA NETO, 2016).

Os indicativos do regime pluvial anual da região do Seridó Ocidental paraibano, associados as respectivas imagens do índice de vegetação da diferença normalizada, permitiram caracterizar as condições de vegetação do referido núcleo. Ao mesmo tempo pôde indicar que fatores climáticos adversos (baixas e irregulares precipitações) podem diminuir a camada vegetal na microrregião e gerar intensivos processos de degradação ambiental ou desertificação aliados principalmente a fatores antrópicos (ESTEVES, 2022).

Um dos principais fatores para a existência de áreas susceptíveis a desertificação na região do Seridó foi a retirada uma grande quantidade da vegetação da caatinga para ser utilizada nas indústrias de cerâmica vermelha da região, para sinterizar (queima) e produzir telhas, blocos cerâmicos, combogós etc. A lenha é utilizada como combustível nos fornos das indústrias de cerâmica vermelha para queimar os produtos cerâmicos em altas temperaturas, que chegam a cerca de 950°C.

Em Gilbués no Estado do Piauí a desertificação faz a área do Piauí parecer o planeta Marte e desafia agricultores. A Figura 1 mostra a área desertificada onde passa uma estrada no município de Gilbués (BERGER, 2023).



Figura 1. Área desertificada onde passa uma estrada no município de Gilbués. Fonte: BERGER, 2023.

Nos estudos sobre a desertificação, o uso e cobertura da terra refere-se a um indicador importante para a compreensão das questões ambientais, pois esses processos estão, diretamente, relacionados com a forma de uso das terras. Os municípios do polo de Cabrobó no Estado de Pernambuco possuem alta vulnerabilidade a desertificação devido a retirada da caatinga, assim, a região expressa a degradação do solo, condições climáticas com baixos índices de precipitação, períodos secos prolongados e presença de aridez (CASTRO, 2020).

No núcleo de Irauçuba, em razão do tipo de relevo onde ocorrem esses solos, os processos de erosão não levam a formação de voçorocas como aquelas observadas no Núcleo de Gilbués. A erosão no núcleo de Irauçuba é do tipo laminar (MARIN, 2012).

## POSSÍVEL DESERTIFICAÇÃO NO ESTADO DO CEARÁ

Como está quase todo inserido na região do semiárido, no Estado do Ceará é possível encontrar algumas áreas (núcleos) que são suscetíveis a uma possível desertificação.

Dentre as áreas que estão em um acelerado processo para uma possível desertificação estão a região do médio Rio Jaguaribe, áreas do município de Canindé e do município de Irauçuba, sertões do Inhamus, ressaltando que já existem áreas pontuais nos sertões de Crateús.

Pesquisadores selecionaram e analisaram 10 municípios vizinhos e de alto risco a desertificação no Ceará (SOARES, 2014).

## POSSÍVEL DESERTIFICAÇÃO DO MUNICÍPIO DE IRAUÇUBA NO CEARÁ

O município de Irauçuba fica localizado na região norte do estado do Ceará e faz fronteira com o município de Sobral, onde a cidade de Sobral é a maior cidade da região e a quarta em maior população do Estado do Ceará.

O município de Irauçuba no Estado do Ceará está totalmente dentro da região do semiárido nordestino.

A Figura 2 mostra o mapa de localização do município de Irauçuba no Estado do Ceará e onde é possível ver que ele faz fronteira com os municípios de Itapajé, Itapipoca e Miraíma no Norte; Sobral e Canindé no Sul; Tejuçuoca e Itapajé no Leste; e Sobral no Oeste (IPECE, 2009).

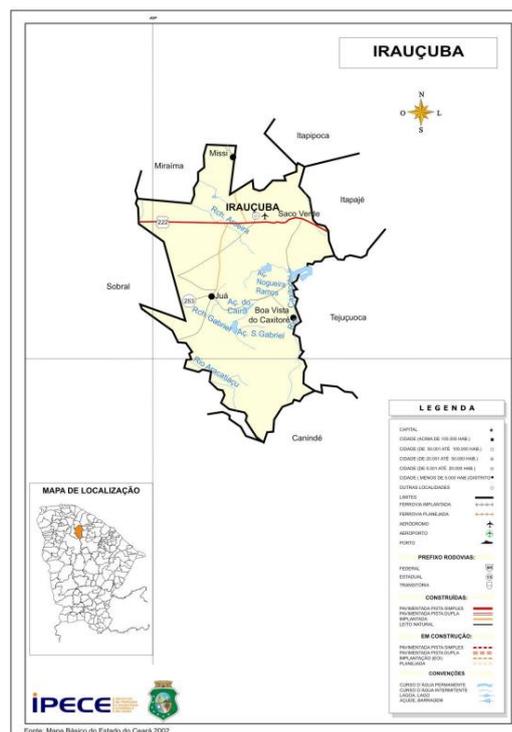


Figura 2. Mapa de localização do município de Irauçuba no Estado do Ceará. Fonte: IPECE, 2009.

Das áreas do município de Irauçuba que foram analisadas é possível ver no mapa da Figura 2, o Distrito de Missi que fica localizado no norte do município de Irauçuba e fica localizado próximo à fronteira (divisa) do município de Miraíma. Vale ressaltar que em todo o município de Irauçuba só existe a vegetação do bioma da caatinga.

Dentre as principais características geográficas do município de Irauçuba temos que a sua área é de 1.461.223 Km<sup>2</sup>, a população estimada é de 24.305 habitantes, com uma densidade populacional de 1.643 hab/Km<sup>2</sup>, e está localizado em uma altitude de 138 m e totalmente inserido no clima do semiárido (PREFEITURA MUNICIPAL DE IRAÚCUBA, 2023).

A Figura 3 mostra no mês de dezembro do ano de 2019, uma área de uma fazenda localizada na margem da rodovia federal BR-222 já bastante degradada no Distrito de Campinas, devido as mudanças climáticas, onde as chuvas estão cada vez mais escassas na região. Também foi possível perceber a existência de pouca vegetação do bioma da caatinga que ao longo dos anos vem diminuindo, onde isso foi baseado realizando o acompanhamento da evolução do processo pelas imagens ao longo dos anos.



Figura 3. Área de uma fazenda localizada na margem da rodovia federal BR-222 já bastante degradada devido as mudanças climáticas no Distrito de Campinas. Fonte: própria, 2019.

Foi possível perceber no mês de dezembro do ano de 2019, a existência de uma cisterna de placa semienterrada em uma fazenda localizada no Distrito de Campinas, onde no entorno da cisterna se planta algumas culturas, inclusive a área fica mais verde. Já no lado direito da cisterna de placa a cerca de 10 m, foi possível perceber em outra fazenda uma área praticamente desértica com pouquíssima vegetação. Vale salientar que a cisterna de placa utilizada para armazenar água é uma das tecnologias utilizadas para minimizar o problema da seca da região. O local onde foi construída a cisterna à esquerda, existe água armazenada e apresenta mais vegetação enquanto na área a direita, onde não existe a cisterna está muito mais desertificada. As cisternas de placa são uma das tecnologias que vem sendo utilizadas para amenizar o problema da seca no município de Irauçuba no Estado do Ceará (Figura 4). Também foi possível perceber que na área da esquerda onde existe mais vegetação e a cisterna placa não ocorreu não ocorreu sobrepastejo (ação antrópica).

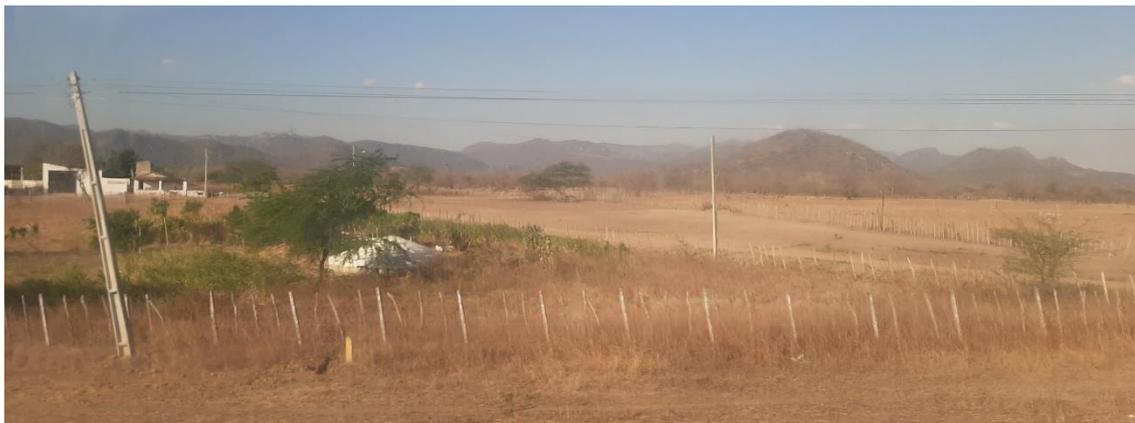


Figura 4. Cisterna de placa semienterrada em uma fazenda localizada no Distrito de Campinas. Fonte: própria, 2019.

Foi encontrada uma área (Figura 5) no mês de novembro de 2010, muito propensa à desertificação localizada entre diversas montanhas monolíticas, onde nessa área que fica próxima ao Distrito do Missi ainda apresentava algumas árvores do bioma da caatinga. Interessante perceber que a área é bem eletrificada onde foi possível perceber a existência de duas redes energia elétrica passando dentro da área, ressaltando que em algumas regiões do semiárido brasileiro ainda hoje não existência energia elétrica, principalmente no Estado do Piauí que fica vizinho ao Estado do Ceará.

Na região ocorreu o desmatamento da caatinga com a retirada de árvores nativas como a jurema preta, sabiá, algaroba, jucá, catingueira, marmeleiro etc. Também na região a vegetação é utilizada para fazer carvão.

Na região não existem práticas conservativas do solo, onde o fogo que foi utilizado é um manejo inadequado do solo, gerando prejuízos para o solo. Foi possível perceber que não existem práticas vegetativas e mecânicas para preservar o solo e assim diminuir a erosão do solo.

Grande parte das áreas analisadas no município de Irauçuba estão localizadas entre serras como pode ser visto na Figura 5, e quando ocorre as chuvas essas áreas estão propensas a chover muito menos, pois elas ficam em regiões de sotavento.



Figura 5. Área muito propensa à desertificação no Distrito do Missi. Fonte: própria, 2019.

Das áreas analisadas em novembro do ano de 2019, a que apresentou a maior extensão e possibilidade de desertificação está em uma fazenda que fica localizada no Distrito de Coité, na margem direita da rodovia federal BR-222 no sentido de quem vem da cidade de Sobral até a cidade Itapajé, valendo ressaltar que foi a maior área encontrada seguindo para uma possível desertificação, onde seria interessante colocar coordenadas geográficas da imagem. Também no lado direito foi possível constatar a existência de paisagens graníticas com vários inselbergs (montanhas), como pode ser visto na Figura 4.

Também foi possível perceber claramente que o solo cristalino. No solo cristalino onde a água, que na região aparece devido as poucas precipitações não penetra no solo acarretando a não possibilidade da existência de alguma vegetação.

A antiga localidade de Coité se tornou distrito do município de Irauçuba no ano de 2005 (PREFEITURA MUNICIPAL DE IRAÚÇUBA, 2023).

A retirada da caatinga tornou as áreas em análise no município de Irauçuba com alta vulnerabilidade a desertificação como foi analisado a localidade de Coité, o último local a se tornar distrito do município de Irauçuba e que hoje possui a maior área susceptível a desertificação na região.

Principalmente antes da existência do gás de cozinha (gás butano - GLP) os moradores do município de Irauçuba desmatavam a caatinga para utilizar a lenha (sabiá, jurema etc.) como combustível em seus fogões para cozinhar os alimentos, valendo ressaltar que essa prática existe até os dias de hoje em menor escala. Também se retira a caatinga para fazer estacas (estaqueamento) utilizadas nas cercas das propriedades rurais como pode ser visto na Figura 6.

Pela própria paisagem foi possível perceber a área analisada em acelerado processo de desertificação na localidade de Coité.

Entender a configuração e organização das paisagens brasileiras é atualmente de fundamental importância, levando-se em consideração os crescentes índices de degradação ambiental em paralelo à ausência, por vezes, das ações de planejamento e gestão territorial ambiental. Algo, pois, que deveria ainda destacar o caráter intrínseco do potencial ecológico, em associação às limitações dos sistemas geoambientais (PEREIRA NETO, 2016).

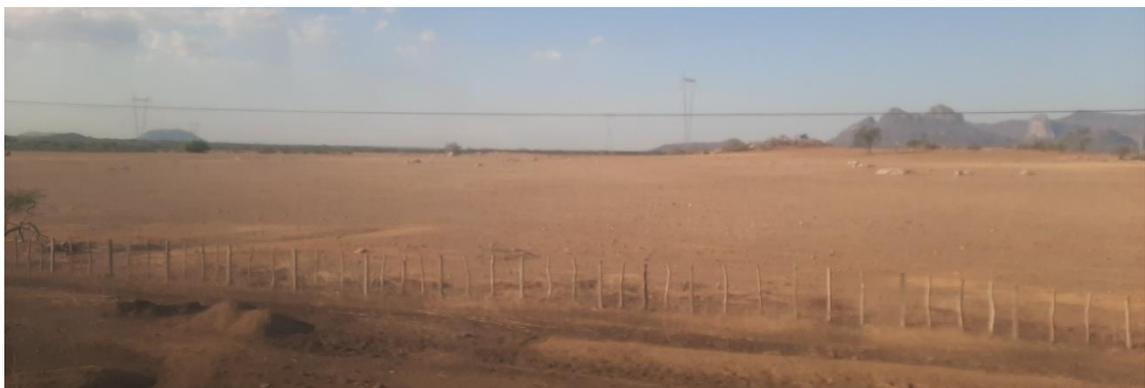


Figura 6. Maior possibilidade de desertificação está em uma fazenda que fica localizada no Distrito de Coité. Fonte: própria, 2019.

Em outra área analisada no mês de outubro de 2019, foi possível perceber um acelerado processo de desertificação, pela própria paisagem, foi encontrada também no Distrito de Coité. Nessa área que inclusive foi cercada por uma cerca feita de pedras, pois no município de Irauçuba existem muitos inselbergues (montanhas monolíticas formadas de rochas graníticas), local onde foram retiradas as pedras e ainda mesmo com pouca vegetação ainda foi possível encontrar animais pastando (Figura 7).

A existência de ovinos (Figura 7) pastando na área degrada o solo, pois ao longo dos anos vegetação da caatinga não se recuperou, pois os ruminantes (ovinos e caprinos) se alimentam das folhas vegetação não deixando que a planta se recupere, onde ocorreu um sobrepastejo (ação antrópica) onde os animais foram colocados por muito tempo na área analisada degradando o solo (aumento da compactação) e da vegetação, levando à possível desertificação da área.

Pesquisadores mostraram que os indicadores que mais influenciaram quanto a propensão a desertificação foram os fatores climáticos e os fatores antrópicos causados pelo homem, tais como a expansão da fronteira agrícola, a superexploração dos minifúndios e o aumento do rebanho de ovinos e caprinos, os quais provocam um aumento da compactação do solo pela forte pressão sobre o pasto existente, que vai ao longo dos anos provocando a desertificação (SOARES, 2014).

Existem solos com perdas por erosão no Distrito do Coité no município de Irauçuba, o que acelerou a possível desertificação. O solo da área analisada fica muito susceptível a erosão devido a ação do vento na região, como também da água da chuva, durante o período chuvoso.

O lençol freático vai alterando a localização. A evaporação desse lençol freático vai criando uma pequena camada, de sais, que vão ficando em cima da crosta do solo. Na próxima chuva, a água não percola. Então começa a gerar erosão. Tudo isso são os processos que aceleram a degradação e desertificação. Naquele solo pode chover, mas ele não responde (RIBEIRO JUNIOR, 2019).

Foi possível constatar que os solos do município de Irauçuba possuem um tipo de relevo diferente do solo da região de Gilbués no Estado do Piauí, onde ocorre a formação de voçorocas, onde algumas dessas voçorocas chegam a ter cerca de 15 m de profundidade. As voçorocas estão muito próximas a cidade de Gilbués, como pode ser visto na Figura 1. Os solos do município de Irauçuba são mais planos como pode ser visto nas áreas analisadas do Distrito de Campinas, Distrito de Missi e o Distrito de Coité (Figuras 4, 6 e 7).

A pecuária extensiva, leva a um consumo de toda a vegetação herbácea deixando o solo descoberto ainda mais tempo nas épocas secas e, quando no início das chuvas, ficando plenamente exposto à erosão pelas chuvas de grande intensidade (MARIN, 2012).



Figura 7. Acelerado processo de desertificação, pela própria paisagem foi encontrado também no Distrito de Coité. Fonte: própria, 2019.

De acordo com as áreas que foram analisadas a localidade de Coité se tornou o distrito do município de Irauçuba que possui a maior área susceptível a desertificação na região, entre processos mais e menos intensos.

O que faz ser o município de Irauçuba ser susceptível à desertificação, ou seja, a ele chegar a uma possível desertificação, é a degradação ambiental feita pelo homem ao longo dos anos através do desmatamento da caatinga, como também a escassez de água na própria região do semiárido onde Irauçuba está inserido, além do solo ser rochoso e as temperaturas altas registradas no município de Irauçuba.

A própria característica caducifólica do bioma da Caatinga não quer dizer que haja desertificação, portanto foi possível constatar que o efeito da desertificação nas áreas analisadas não foi devido à seca severa que começou no ano de 2012, 2013, 2014 etc.

O município de Irauçuba no estado do Ceará será possivelmente a primeira área desértica do estado, ocorrendo assim a necessidade de a população da região ter que se deslocar para outros lugares devido principalmente a falta de água, onde isso pode ser afirmado baseando-se na mudança da paisagem, no próprio desmatamento feito pelo homem que vem aumentando, como também na região vem diminuindo as precipitações chuvosas ao longo dos anos, com secas mais prolongadas.

Vale ressaltar que além do município de Irauçuba, no Estado Ceará existem outras áreas susceptíveis a desertificação. Segundo Guerra (2009) o Vale do Rio Jaguaribe no município de Jaguaribe teve áreas territoriais analisadas, e no médio Jaguaribe evidenciam-se extensas áreas submetidas à desertificação.

Na região do Médio Rio Jaguaribe além das secas e estiagens que são as principais causas de áreas submetidas a desertificação, também na região do Médio Jaguaribe vem ocorrendo a vários anos o desmatamento da vegetação do bioma da caatinga para abastecer os fornos com lenha (combustível) para sinterizar (queima) e produzir telhas blocos cerâmicos etc., da grande quantidade de indústrias de cerâmica vermelha existente na região.

Foi feita uma avaliação dos níveis de degradação ambiental/desertificação no município de Canindé, situado no sertão do estado do Ceará, Brasil (OLIVEIRA, 2010).

A compreensão do papel do relevo no condicionamento do processo de desertificação no núcleo Inhamuns, Ceará, foi analisada. A desertificação no sertão dos Inhamuns estar relacionadas à associação de algumas características, tais como, menores totais pluviométricos, baixos índices

de aridez, chuvas torrenciais e irregulares, períodos de seca, áreas degradadas e usos contínuos, não adequados à capacidade de suporte. Ambas provenientes de forma de direta ou indireta, aos fatores relevo, clima e ação antrópica (ADERALDO, 2019).

Os processos de desertificação acabam atingindo não só fauna e flora, como também os solos, os recursos hídricos e, conseqüentemente, toda a sociedade (GOMES, 2022).

Segundo Pereira (2023) o manejo não adequado do solo é um dos principais agentes causadores de desertificação.

Vale ressaltar que o fenômeno do El Niño afetar a formação de chuvas nas regiões Centro Oeste e Nordeste do Brasil. Na Região Nordeste as secas ocasionadas pela falta de chuvas devido ao El Niño, no Estado do Ceará ocorreram no município de Irauçuba em determinados anos ao longo do tempo.

Como é mostrado na história do Estado do Ceará já ocorreram várias secas severas na região que geraram mortes dos rebanhos (ovinos, caprinos e bovinos) e êxodo da população rural.

Como já é exposto na literatura não só o fenômeno do El Niño, mais as ações antrópicas (desmatamento, sobrepastejo, erosão e fogo) que são às ações realizadas pelo homem, como vem ocorrendo em áreas no município de Irauçuba acarretam uma possível desertificação dessas áreas, ressaltando que existem casos mais graves como os ocorridos no Distrito de Coité que devem ser combatidos para amenizar o processo de futura desertificação que está bastante acelerado em relação a todas as áreas analisadas.

Faz-se necessário uma implementação de uma política rígida e séria de combate à desertificação no município de Irauçuba no Estado do Ceará. principalmente no Distrito de Coité.

Na região de Cabrobó medidas mitigadoras como: educação ambiental para a comunidade, evitar desmatamentos, poluição e queimadas, reflorestamento com fins ecológicos e produtivos com o apoio da população, impedir adubos químicos em larga escala, a fim de nortear planejamento ambiental para enfrentar o processo de vulnerabilidade à desertificação nos municípios do Polo Regional de Cabrobó (CASTRO, 2020).

Ao longo se sua história no município de Irauçuba ocorreu muitas queimadas, onde para plantar se queimava a vegetação, ou seja, existia a ação antrópica da utilização do fogo nas áreas analisadas.

O homem queimava a vegetação, brocava (arrancava o que restava da planta) o que sobrava da vegetação do bioma da caatinga e depois plantava, e isso acarretava sérios problemas como a infertilidade do solo, com também acelerando ainda mais o processo de se ter uma possível desertificação no município de Irauçuba. Os agricultores da região do município de Irauçuba não tiveram nenhuma orientação especializada para cuidar da terra e poder plantar corretamente.

Outra ação antrópica no município de Irauçuba foi o desmatamento da vegetação da caatinga, para a construção de cercas com arame farpado para cercar as propriedades rurais do município; porteiras para entrar nas propriedades como também currais para os animais (bovinos, caprinos, ovinos). Foram extraídas da vegetação da caatinga árvores como o sabiá, a jurema etc., para confecção das estacas das cercas, porteiras e currais.

As juremas são utilizadas para a construção de cercas e produção de estacas em Sisalândia na região semiárida da Bahia (EVANGELISTA, 2010). O semiárido baiano (Estado da Bahia) tem as mesmas características do semiárido cearense (Estado do Ceará).

No Estado do Mato Grosso do Sul um fazendeiro foi multado por desmatamento no bioma do Pantanal para fazer cerca e porteira (MARIO, 2020).

No município de Irauçuba não existe fiscalização rígida contra o desmatamento, com embargos e aplicação de altas multas os fazendeiros, como ocorre em outras regiões do Brasil.

No município de Irauçuba localizado totalmente a região semiárida, faz-se necessário a utilização de técnicas de recaatingamento (replanteio do bioma da caatinga) para combater a desertificação, sabendo-se que o recaatingamento também diminui a erosão no solo e claro que também diminui o aquecimento global pois aumenta a captura de carbono na atmosfera, combatendo as mudanças climáticas.

Foi possível constatar nas áreas analisadas o efeito da desertificação e não a própria característica caducifólica da Caatinga, pois a análise foi feita fora do período de secas severas.

Baseada nas discussões bibliográficas onde inclusive na literatura já se comenta sobre a possível desertificação no município de Irauçuba, e nas observações feitas nesse trabalho foi possível perceber a possível desertificação em áreas distintas do município de Irauçuba.

A ação do fenômeno do El Niño no ano de 2023, pode ser vista através das secas que vem ocorrendo na região Nordeste e principalmente na região Norte do Brasil, onde na região Amazônica rios caudalosos estão praticamente secos, ressaltando que também o fenômeno do El Niño no ano de 2023 acarretou enchentes na região sul, principalmente nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e mais recentemente como menos prejuízos, no Estado do Paraná.

Como o fenômeno do El Niño, segundo os meteorologistas vai até o ano de 2024, onde a princípio teremos uma seca severa na região Nordeste e claro também no Estado Ceará, seria importante a partir do segundo semestre do ano de 2024, analisar novamente as áreas que foram diagnosticadas neste trabalho, com possível desertificação no município de Irauçuba, principalmente no Distrito de Coité.

Segundo Evangelista (2010) é importante ressaltar que não se pretende afirmar que os municípios analisados no Estado da Bahia apresentam elementos indicadores do processo de desertificação. No entanto, a forma como os recursos naturais nesses espaços vem sendo apropriados e a fragilidade dos ecossistemas locais, tudo isso permite certa preocupação quanto aos riscos ou à probabilidade de ocorrência desse fenômeno na área estudada.

Existem outras áreas no município de Irauçuba que não foram analisadas com possível desertificação, ressaltando que algumas áreas parece uma savana.

As áreas analisadas onde a caatinga pede socorro apresentam regiões com um possível clima árido no município de Irauçuba no Estado do Ceará.

## **CONCLUSÃO**

Tudo indica baseado principalmente em visitas in loco realizadas na região, que futuramente devido principalmente as secas e estiagens que vem aumentando ao longo dos anos, o município de Irauçuba no Estado do Ceará, possivelmente será a primeira área desértica do Estado do Ceará, ocorrendo assim a necessidade de a população da região ter que se deslocar para outros lugares, ou então se levar água para região através de adutoras, canais de transposição de água etc.

As secas severas que vem ocorrendo no município de Irauçuba é um dos fatores que aceleram a desertificação, como a seca severa iniciada no ano de 2012. Valendo ressaltar que os relatos das áreas analisadas são processos de desertificação e não da seca severa iniciada no ano de 2012.

Vale ressaltar que existem no Estado do Ceará outras áreas onde evidenciam-se a desertificação, como o município de Canindé (OLIVEIRA, 2010), os Inhamus (ADERALDO, 2019) e o Vale do médio Rio Jaguaribe no município de Jaguaribe (GUERRA, 2009) que também apresentam processo de desertificação que podem ser comparados com o município de Irauçuba.

O Distrito de Coité, entre os três distritos analisados, no município de Irauçuba possui a maior área susceptível a desertificação das áreas analisadas.

O desastre ambiental acarretado pela estiagem e a escassez de chuvas, ou seja, pelas secas e estiagens é a principal causa da possível desertificação do município de Irauçuba.

A possível desertificação do município de Irauçuba se deve as ações não antrópicas que são os desastres naturais (faltas de chuvas devido ao El Niño etc.) e as ações antrópicas causadas pelo homem (desmatamento, sobrepastejo, erosão e fogo).

Foi possível constatar nas áreas analisadas o efeito da desertificação não é a própria característica caducifólica da Caatinga.

Baseada nas discussões bibliográficas e nas observações feitas nesse trabalho foi possível perceber a possível desertificação em áreas distintas do município de Irauçuba, onde o Distrito Coité é a área mais susceptível ao desastre da desertificação que afetará a região com sérios problemas.

Faz-se necessário uma política rígida de fiscalização contra o desmatamento e a utilização (emprego) de técnicas de replantio do bioma da caatinga para reduzir a possível desertificação no município de Irauçuba.

Existem políticas de combate à desertificação no semiárido do Estado do Ceará, porém segundo Lima (2023) alerta-se para a necessidade de uma institucionalidade forte para o enfrentamento e a redução dos problemas de desertificação no semiárido brasileiro, que inclui territórios dos nove estados da região Nordeste, além de áreas afetadas por secas no Espírito Santo e em Minas Gerais.

Foi possível concluir também que faltam políticas apoiadas pelos governos (políticas públicas) federal, estadual e municipal para processos de recaatingamento, para combater a possível desertificação no município de Irauçuba no Estado do Ceará. A região da caatinga nas áreas analisadas pede socorro.

As áreas analisadas apresentam regiões com um possível clima árido no município de Irauçuba no Estado do Ceará.

## REFERÊNCIAS

ADERALDO, Pedro Ítalo Carvalho. **Interação do relevo no processo de desertificação: o contexto da desertificação no sertão dos Inhamuns – Ceará.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. Campinas, SP. 2019.

ALMEIDA, Carlina Lima.; FALCÃO SOBRINHO, José. [Convivência com o semiárido a partir do uso de cisternas de placas no município de Frecheirinha, estado do Ceará, Brasil.](#) *Revista Agua y Territorio*, 15, Edição 2, Páginas 89-100. 2020.

BERGER, Joshua Howat.; ALMEIDA, Nelson. 2023. **Desertificação faz área do Piauí parecer Marte e desafia agricultores.** Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2023/11/desertificacao-faz-area-do-piaui-parecer-marte-e-desafia-agricultores-veja-fotos.shtml>>. Acesso em: 2 nov. 2023.

CAMBRAIA, Duda. 2023. **Estudo revela surgimento de área similar a deserto no Brasil.** Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/estudo-revela-surgimento-de-area-similar-a-deserto-no-brasil/>>. Acesso em: 12 nov. 2023.

[CASTRO, I. S.](#); LOBAO, J. S. B. **O processo de desertificação no núcleo de Cabrobó-PE de 1985 a 2018.** XXIV SEMIC Seminário de Iniciação Científica da UEFS, 2020, Feira de Santana-BA.

CHEN, Wen-Hui.; REN, Haojia.; CHIANG, John C. H. et al. Increased tropical South Pacific western boundary current transport over the past century. *Nature Geoscience*. Volume 16. July 2023. 590–596. <https://doi.org/10.1038/s41561-023-01212-4>.

DAIANE, Erika. 2023. Recaatingamento, economia da caatinga e políticas públicas: como o protagonismo do povo pode ajudar a manter vivo o único bioma brasileiro. **Articulação do Semiárido – ASA.** Disponível em: <<https://www.ihu.unisinos.br/categorias/628283-recaatingamento-economia-da-caatinga-e-politicas-publicas-como-o-protagonismo-do-povo-pode-ajudar-a-manter-vivo-o-unico-bioma-brasileiro>>. Acesso em: 11 nov. 2023.

ESTEVES, Poliana Maria da Silva Valdevino.; CRUZ, Fabiano Santiago. Avaliação dos impactos do processo de desertificação no Seridó Ocidental a partir de indicadores biofísicos e sociais. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 3, e1411326082, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26082>.

EVANGELISTA, Antônia dos Reis Salustiano. **O processo de ocupação do bioma caatinga e suas repercussões socioambientais na Sisalândia, Bahia.** Dissertação de Mestrado - Programa de Mestrado em Geografia - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. 2010.

FURTADO, Luan Alves et al. **Potencial de captação de águas pluviais em escola rural no município de Porteiras – Ceará.** Congresso Internacional Virtual de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação do IFCE. Melhores Trabalhos: E-book 7 – Engenharias. / Organizador: Antônio Wendell de Oliveira Rodrigues. (et. al.). Fortaleza: IFCE, 2022.

GOMES, Polyanna.; SOUSA, Bartolomeu. 2022. **“Menos de 8% da Caatinga é protegida legalmente”, afirma pesquisador.** Disponível em: <<https://www.brasildefatopb.com.br/2022/05/03/menos-de-8-da-caatinga-e-protegida-legalmente-afirma-pesquisador>>. Acesso em: 17 out. 2023.

GUERRA, Maria Daniely Freire. **A Problemática da Desertificação nos Sertões do Médio Jaguaribe, Ceará: o Contexto do Município de Jaguaribe.** 2009. Dissertação (Mestrado

Acadêmico ou Profissional em 2009) - Universidade Estadual do Ceará, 2009. Disponível em: <<http://siduece.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=51966>>. Acesso em: 17 out. 2023.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. 2015. **Catálogo de Políticas Públicas**. Disponível em: <<https://catalogo.ipea.gov.br/politica/278/politica-nacional-de-combate-a-desertificacao-e-mitigacao-dos-efeitos-da-seca>>. Acesso em: 17 out. 2015.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. 2009. **Perfil básico municipal – Irauçuba**. Disponível em: <[https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Iraucuba\\_2009.pdf](https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Iraucuba_2009.pdf)>. Acesso em: 2 nov. 2023.

LACERDA, F. F.; NOBRE, P.; SOBRAL, M. C.; LOPES, G. M. B. Alterações climáticas globais; uma realidade em Pernambuco. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, 11, 121–154. 2016.

LIMA, L. A. L. (2019) **Desertificação no semiárido brasileiro: o papel dos microrganismos no processo de recuperação de áreas degradadas**. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2019.

LIMA, José Roberto de.; MAGALHÃES, Antônio Rocha. 2023. **Institucionalidade e governança para o combate à desertificação no Brasil**. Disponível em: <<https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9287/1/Institucionalidade.pdf>> Acesso em: 5 nov. 2023

LUCENA, R. L. Semiaridity and rainfall variability in northeastern Brazil. **International Journal Semiarid**. Ano 6 Vol. 6. p. 87 – 97, 2023.

MARCHETTO, M. 2023. **Onda de frio nos EUA tem relação com o aquecimento global?** Disponível em: <<https://socientifica.com.br/onda-de-frio-nos-eua-tem-relacao-com-o-aquecimento-global/>>. Acesso em: 21 jan. 2023.

MARIN, Aldrin Martin Perez.; CAVALCANTE, Arnóbio de Mendonça Barreto.; MEDEIROS, Salomão Sousa. et al. Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica? **Parc. Estrat.** Brasília-DF. v. 17. n. 34. p. 87-106. 2012.

MARIO, Jones. 2020. **Fazendeiro é multado por desmatamento no Pantanal para fazer cerca e porteira**. Campo Grande News. Disponível em: <<https://www.campograndenews.com.br/meio-ambiente/fazendeiro-e-multado-por-desmatamento-no-pantanal-para-fazer-cerca-e-porteira>>. Acesso: 5 nov. 2023.

NACHTIGALL, L. F. 2022. **Ar frio extremo siberiano congelará meio EUA e trará ciclone bomba**. Disponível em: <<https://metsul.com/ar-frio-extremo-siberiano-congelara-meio-eua-e-trara-ciclone-bomba/>>. Acesso em: 23 dez. 2022.

NASCIMENTO, M. B.; MEDEIROS, M. D. **Índices de severidade da seca no semiárido, Paraíba**. **Mercator**. Fortaleza, v.21, e21024, 2022.

OLIVEIRA, Sérgio de Carvalho. **Análise da desertificação no município de Canindé - Ceará - Brasil**. 2010. 169 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Estadual do Ceará, 2010. Disponível em: <<http://siduece.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=67377>>. Acesso em: 17 out. 2023.

PEREIRA, Arthur Prudêncio de Araújo. **Desertificação na Caatinga e seus impactos no funcionamento do solo**. VI Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido – SBRNS. 2023.

PEREIRA NETO, Manoel Cirício. 2016. 195 f. **Predisposição à desertificação no núcleo Seridó (RN - Brasil): geocologia de paisagens semiáridas**. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.

PREFEITURA MUNICIPAL DE IRAÚÇUBA, 2023. **História**. Disponível em: <<https://iraucuba.ce.gov.br/omunicipio.php>>. Acesso em: 9 ago. 2023.

RODRIGUES JUNIOR, Carlos Eduardo. 2019. **Áreas suscetíveis à desertificação no Semiárido são agora quase desérticas**. Disponível em: <<https://infosaofrancisco.canoadetolda.org.br/noticias/regioes/areas-suscetiveis-a-desertificacao-no-semiarido-sao-agora-quase-deserticas/>>. Acesso em: 5 nov. 2023.

SOARES, Rogério Barbosa.; CAMPOS, Kilmer Coelho. **Índice de propensão à desertificação. Teoria e Evidência Econômica - Ano 20, n. 42, p. 139-156. 2014. DOI: <https://doi.org/10.5335/rtee.v20i42.4480>**

UFC - Universidade Federal do Ceará, 2023. **UFC cria centro estratégico de excelência em políticas de águas e secas, reunindo 21 laboratórios de diversas áreas**. Disponível em: <<https://www.ufc.br/noticias/18379-ufc-cria-centro-estrategico-de-excelencia-em-politicas-de-aguas-e-secas-reunindo-21-laboratorios-de-diversas-areas>>. Acesso em: 24 nov. 2023.

VIEIRA, Lincoln. 2023. **Acontece TV destaca o combate à desertificação do semiárido**. Disponível em: <<https://www.al.ce.gov.br/noticias/acontece-tv-destaca-o-combate-a-desertificacao-do-semiarido>>. Acesso em: 5 nov. 2023.

## ANÁLISE DO IMPACTO AMBIENTAL SOBRE O RIO CURU NO ESTADO DO CEARÁ

Juscelino Chaves Sales  
Gerson Luiz Apoliano Albuquerque

### INTRODUÇÃO

O semiárido nordestino apresenta considerável grau de heterogeneidade fisiográfica, condicionado por uma dinâmica natural complexa. Nessa perspectiva destaca-se a Bacia Hidrográfica do Rio Curu, responsável pela drenagem de 6% do território cearense, apresentando grande diversidade paisagística, tendo em vista as inúmeras relações existentes entre os componentes ambientais (MENDES, 2017).

É, portanto, essencial inserir paralelamente à discussão da gestão dos recursos hídricos no semiárido brasileiro, a questão das múltiplas finalidades relacionadas ao uso e parcelamento do solo, utilizando a bacia hidrográfica como unidade básica do planejamento (PEREIRA NETO, 2017).

A ação do homem nas margens do Rio Curu é um principal motivo para o aumento do impacto ambiental, onde temos a degradação das áreas nas margens do rio. Segundo Diniz (2020) com base nos estudos realizados no Estado do Ceará e na Sub-bacia hidrográfica do riacho Gabriel, constata-se em todos eles a ação do homem como principal agente e responsável pelo aumento na degradação do meio (DINIZ, 2020).

Localizado no Nordeste brasileiro, o Estado do Ceará está inserido dentro do domínio das caatingas semiáridas com uma dinâmica ambiental própria e bastante discutida frente às demais paisagens do país. Em meio ao semiárido brasileiro, a bacia hidrográfica do Rio Curu é marcada por consideráveis limitações em sua capacidade produtiva e de suporte, por interferência de fatores naturais e humanos, porém, se destaca como uma das mais importantes do Estado, sendo responsável pela drenagem de 15 municípios (MENDES, 2017).

Pesquisador realizou uma análise dos parâmetros morfométricos (geométricos, da rede de drenagem e do relevo) como forma de subsidiar pesquisas futuras voltadas ao planejamento, gestão dos recursos hídricos e minimização das suscetibilidades a inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Piracuruca (SANTOS, 2021).

As principais fontes de água que fazem parte da bacia do [Rio Curu](#), sendo elas os riachos Buracão, Frios e outros tantos e a principal lagoa é a lagoa Mimososa. Existem ainda diversos pequenos açudes, poços e a adutora Apuairés (WILKPÉDIA, 2013).

O surgimento e amplificação da escassez hídrica tem exigido uma gestão integrada dos recursos hídricos, sendo necessário um conhecimento detalhado sobre os diversos elementos sociais, ambientais e econômicos que compõem a bacia hidrográfica (SOARES, 2019).

O Rio Curu é um rio intermitente. Silva et al (2021) concluíram que os estudos em rios intermitentes são recentes no campo da ecologia de água doce, se intensificando apenas após a década de 90.

Pesquisadores mostraram os impactos observados no Rio Curu com a extração da areia como sendo a supressão da mata ciliar, assoreamento que pode elevar o leito aumentando a possibilidade de alagamento, mudanças em seu curso, aumento de turbidez na água, diminuição

da deposição sedimentar feita pelo rio nas faixas de praias próximas a sua foz, mudança na paisagem, afugentamento de espécies nativas, poluição da água e do solo (RODRIGUES, 2020).

A planície estuarina do rio Curu possui um leito estreito e assoreado, em vários trechos, devido à retirada da vegetação localizada às margens do rio. A ocupação neste setor dá-se por quatro fazendas de cultivo de camarão, além do cultivo da monocultura da cana-de-açúcar que é atendida pelo perímetro irrigado do vale do rio Curu (LANDIM NETO, 2013).

Rios e riachos intermitentes são ambientes dinâmicos que experimentam a secagem parcial ou total de seu fluxo durante o período de estiagem e são os ecossistemas aquáticos dominantes no Nordeste brasileiro (TERRA, 2023).

A preservação do Rio Curu deste trecho da bacia hidrográfica garantirá futuramente para as populações que habitam em torno, água de qualidade que atenderá as demandas tanto individuais de consumo quanto econômicas para toda a região, o combate a vetores e a prevenção de doenças (GOMES JUNIOR, 2021).

É importante identificar as causas e apontar meios que reduzam esses impactos no leito do principal curso hídrico da região (Rio Curu), pois a preservação em todo o ecossistema garantirá a distribuição de água própria para o consumo das populações locais e em considerável demanda, diminuindo assim os transtornos em períodos de estiagem, uma vez que a região está situada na Caatinga, em um estado com o Estado do Ceará, inserido totalmente no semiárido, com rios intermitentes e possuindo alguns reservatórios e dois perímetros irrigados: Curu-Paraipaba e Curu-Pentecoste (GOMES JUNIOR, 2021).

O presente trabalho teve como principal objetivo fazer uma análise do impacto ambiental que vem ocorrendo em quatro áreas distintas do Rio Curu que vão desde o Vale do Baixo Curu (próximo a foz do Rio Curu) até o Vale do Médio Curu localizado no Estado do Ceará.

## **METODOLOGIA**

Foram feitas visitas in loco para analisar os impactos ambientais em quatro locais ao longo do Rio Curu. O quarto local (área) fica no município de Pentecoste a cerca 53 km da foz do rio Curu. O terceiro local (área) fica na cidade de São Luís do Curu a cerca de 33 km da foz do rio, a outra área (segundo local) está a cerca de 12 km da foz e o primeiro local (área) está localizado a cerca de 3 km da foz do Rio Curu. Foram feitos registros fotográficos e feita uma inspeção visual nos quatros locais analisados o longo do Rio Curu, como também foi feita uma pesquisa de cunho bibliográfico. Os mapeamentos dos quatros locais (áreas) analisados foram feitos em diferentes meses do ano, onde se sabe que existem meses com chuvas (precipitações) maiores que em outros meses do ano no Estado do Ceará.

Também foram feitas pequenas entrevistas com moradores próximos às duas áreas analisadas, que foi a área do terceiro (cidade de São Luis do Curu - 33 km distante da foz do Rio Curu) e do primeiro (próximo à foz do Rio Curu - 3 km distante da foz do Rio Curu) locais analisados.

As respectivas áreas analisadas estão localizadas em quatro municípios do Estado do Ceará que são: Paraipaba, Paracuru, São Luis do Curu e Pentecoste.

## **IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE O RIO CURU**

O Rio Curu possui uma extensão de 195 km e drena uma área de aproximadamente 8.750 Km<sup>2</sup>, que equivale a 6% do território cearense. A bacia drena integralmente os municípios de Apuiarés, Caridade, General Sampaio, Itapagé, Itatira, Paramoti, São Luís do Curu, Tejuçuoca e parcialmente Aratuba, Canindé, Guaramiranga, Irauçuba, Maranguape, Mulungu, Palmácia, Pacoti, Paracuru, Paraipaba, Pentecoste, São Gonçalo do Amarante, Tururu e Umirim. Os impactos socioambientais da extração de areia ao longo do baixo curso do Rio Curu entre os municípios de Paraipaba e Paracuru foram analisados (RODRIGUES, 2020).

Na primeira área (local) analisada está localizada no Vale do Baixo Curu, onde foi possível perceber que foi construída uma passagem molhada feita de concreto aramado com várias manilhas para a água escoar sobre o local onde o leito do Rio Curu, onde foi o local dentre os quatros pontos analisados que o leito do rio é o mais largo. Também é possível dizer que é o local onde o rio está mais assoreado. A passagem molhada liga os municípios de Paraipaba e o município de Paracuru e foi possível perceber que no local praticamente toda a vegetação da mata ciliar de ambas as margens do Rio Curu foi retirada e o rio está quase sem água escoando (Figura 1). Na realidade a foz do Rio Curu (Barra do Curu) fica próxima do centro do município de Paracuru, que com o próprio nome já diz, ou seja, vamos para a foz o Rio Curu (Paracuru). A vegetação natural (mata ciliar) de grande parte de onde um dia foi local de armazenamento de areia nas margens do rio foi retirada.

Os municípios de Paraipaba e o município de Paracuru, onde fica a primeira área analisada possuem uma maior densidade populacional no entorno, dentre todas as áreas analisadas. A cidade de Paraipaba fica cerca de 1 km da área analisada e a cidade de Paracuru fica cerca de 6 km da área analisada, destacando que o Distrito de Poço Doce no município de Paracuru fica cerca de 1 km do local. Devido essa maior quantidade de pessoas morando próxima a área fica mais susceptível a degradação ambiental e foi a área que onde existe maior degradação da mata ciliar, ou seja, maior degradação ambiental.

Segundo a informação de ex-morador do Distrito de Poço Verde, até cerca de 20 anos atrás ainda existia uma densa mata ciliar em ambas as margens do Rio Curu na área analisada próxima do local da passagem molhada.

A população do município de Paraipaba no último censo era de 32.216 pessoas enquanto a população do município de Paracuru no último censo do ano de 2022 era de 38.980 pessoas (IBGE, 2024).

A expressão mata ciliar envolve todo o tipo de vegetação arbórea vinculada à beira de rios suas espécies são adaptadas, tolerantes ou indiferentes a solos encharcados ou sujeitos a inundações temporárias. São, também, conhecidas sob denominações de “Florestas Ribeirinhas”, “Florestas-de-Galeria”, e “Mata de Galeria”. Fitoecologicamente é uma vegetação florestal densa, comumente perene e higrófila (FALCÃO SOBRINHO, 2005).

Por causa da área analisada está localizada entre os municípios de Paraipaba e o município de Paracuru e estar inserida no baixo curso do Rio Curu e em uma planície próxima do litoral, a área dispõem de maior acúmulo de sedimentos trazidos pelo Rio Curu, ressaltando que passando pelas outras três áreas foram possíveis encontrar menos transporte de sedimentos, principalmente por elas estarem mais próximas da nascente do Rio Curu.

Na área analisada, na margem direita do Rio Curu que pertence ao Distrito de Poço Doce pertencente ao município de Paracuru ocorreu muita mineração de areia grossa que é usada na fabricação do concreto na indústria da construção civil.

Uma indústria de cerâmica vermelha foi encontrada próxima a margem do Rio Curu no município de Paraipaba no segundo local que foi analisado, ressaltando que a retirada da argila (mineração) para fabricação de produtos cerâmicos (telhas, tijolos, tubos cerâmicos, lajotas combogós etc.) gera impacto ambiental na margem do Rio Curu. A mineração da argila para ser utilizada como matéria prima na indústria de cerâmica vermelha, que fica a menos de 200 m da margem do Rio Curu, é feita sem nenhuma fiscalização.

Partindo da área analisada (passagem molhada) até a foz são cerca de 3km, e conforme um ex-morador do Distrito de Poço Doce no município de Paracuru existe um plano de recuperação da área através do Governo do Estado do Ceará, pois devido a retirada de areia grossa pode haver até o desvio futuro do rio. Não existiu até recentemente nenhuma fiscalização por parte do governo (DNPM- Departamento Nacional de Produção Mineral) para proibir a mineração de areia grossa na área, que foi sempre clandestina.

Nos últimos não houve cheia no Rio Curu e mesmo no período de inverno é possível passar sobre a passagem molhada, onde esse fato ocorre devido ao próprio alargamento do leito do rio devido principalmente ao desmatamento da mata ciliar e retirada de areia grossa. Nas duas margens do Rio Curu foi retirada areia grossa na área analisada, e o Distrito de Poço Verde fica cerca de 1 km da margem do Rio Curu. Depois que Rio Curu passa pela área analisada (próximo a passagem molhada) ele faz uma curva para direita.

O delta do Rio Curu fica próximo da área analisada e sofreu impactos ambientais (LANDIM NETO, 2013).

Ocorreu uma grande quantidade de transportes de sedimentos na área analisada do Rio Curu que fica entre o município de Paraipaba e o município de Paracuru, pois existe uma grande quantidade de sedimentos na montante da passagem molhada. A altura da passagem molha no local das manilhas (tubos) onde passa a água que está escoando no Rio Curu vai diminuindo à proporção que se aproxima da margem do Rio Curu, ou seja, sedimentos são transportados junto com a água do rio, porém eles são barrados pela passagem molha, ressaltando que a altura da passagem molhada vem diminuindo ao longo dos anos e futuramente os sedimentos devem chegar na altura da pista de rolamento (crista) da passagem molha nos locais onde não existem as manilhas. Foi possível concluir que está ocorrendo um aterramento do leito do Rio Curu na encosta da passa molhada construída de concreto com somente três manilhas dificultando assim o escoamento da água no período das chuvas devido a pouca quantidade de manilhas que foram colocadas, isso vai acarretar, em um período de maior volume de água a transbordo (galgamento) da água sobre a passagem molhada e a não possibilidade de se trafegar sobre a crista (pista de rolamento) da passagem molhada.

A passagem molhada foi construída a cerca de 20 anos atrás e antes disso esperava-se o Rio Curu baixar as águas e se colocava madeira dentro do leito e se improvisava uma passagem para os veículos passagem dentro do leito do Rio Curu.

Existem ao todo trinta manilhas existem na passagem molhada, onde vinte e quatro manilhas ficam no centro do leito do rio Curu e três próximo a margem direita e três próximo a margem esquerda (Figura 1). As manilhas do centro (vinte e quatro) da passagem molhada e as três da margem direita estão ficando aos poucos obstruídas pelos sedimentos que foram transportados desde próximo a nascente do Rio Curu.

O transporte de sedimentos para o açude Araras no estado do Ceará pelo Rio Aacraú, onde esses sedimentos foram barrados pela barragem do açude, diminuiu sua capacidade de

armazenamento de água em 10,9% ao longo de cerca de 61 anos, até o ano de 2019 (SALES, 2022). Os sedimentos que foram transportados até a passagem molhada na área analisada ocorreram devido principalmente a retirada da mata ciliar das margens do Rio Curu.

Antes de chegar à foz do Rio Curu foi possível perceber na margem direita, a existência de fazendas de camarão, onde os camarões são criados em cativeiro (carcinicultura).

Quando se degrada a mata ciliar além do impacto ambiental com a retirada das árvores, essa degradação da mata ciliar piora a qualidade da água do Rio Curu. Portanto no Rio Curu faz-se necessário que a mata ciliar seja reflorestada.

De acordo com Falnoney (2024) vai ser executado no ano de 2024 um projeto de reflorestamento da mata ciliar de uma área de 35 hectares do Rio Jaguaribe no Estado do Ceará.

Foi possível perceber também que com o alargamento do leito do Rio Curu, aumentou a evaporação da água do Rio Curu na primeira área analisada (Figura 1), pois quanto maior a área do espelho d'água maior a evaporação. Já na segunda área analisada (Figura 2) a área do espelho d'água é menor diminuindo assim a evaporação. Segundo Borges (2017) como a água doce está se tornando um recurso escasso, há um incentivo para o desenvolvimento de estudos sobre evaporação.



**Figura 1.** Passagem molhada sobre o Rio Curu e praticamente toda a vegetação da mata ciliar retirada. Fonte: própria, 2019.

Analisando a segunda área (local), o Rio Curu no município de Paraipaba estava quase seco durante o mapeamento, apresentando pouca quantidade de água escoando, no ano de 2022. Foi possível perceber a existência de grande quantidade da mata ciliar em ambas as margens do Rio Curu, e de todos os pontos analisados foi o que apresentou maior vegetação (mata ciliar virgem) nas margens do rio. A Figura 2 mostra o Rio Curu no município de Paraipaba quase seco com densa mata ciliar e nessa área foi onde foi possível perceber que leito do rio é mais estreito e não possui assoreamento em relação as outras áreas analisadas.

O assoreamento do importante ambiente hídrico que é o Rio Curu ocorreu em maior escala na primeira área analisada.

Essa área foi a área (segunda área) onde se encontrou a menor população no entorno, tendo como consequência a menor degradação da mata ciliar de todas as áreas analisadas.

O Rio Curu ficou cerca de duas vezes mais largo na primeira área (próximo a foz) a cerca de 3 km da foz do que a segunda área (município de Paraipaba) a cerca de 12 km da foz, onde foi possível concluir que o alargamento do rio ocorreu devido ao desmatamento da mata ciliar, da retirada de areia grossa como também do transporte de sedimentos até o local mais largo o que gera a necessidade de urgentemente revitalizar a área. Vale ressaltar que das duas áreas distando apenas 9 km uma da outra, houve uma sensível alteração da mata ciliar e assoreamento ocasionada pela ação do homem (ação antrópica).

Com a ação antrópica em áreas de mata ciliar, foi possível constatar que ocorreu um grande impacto ambiental na área (primeira área) mais próxima a foz do Rio Curu.

Já na segunda área analisada foi possível perceber que a vegetação (florestal) nas margens do Rio Curu é densa e ela também é perene e possui algumas plantas que se desenvolvem mais porque é um lugar mais úmido (higrófila), pois na região próxima ao litoral, chove mais que na região do interior do Estado do Ceará (Figura 2).

A segunda área analisada na Figura 2 fica muito próxima ao perímetro irrigado “Curu-Paraipaba”, onde existe uma grande quantidade de plantação de coqueiros irrigado, ressaltando que anteriormente se planta também cana de açúcar irrigada com a água vindo do Rio Curu.

No dia 7 de janeiro de 2024 foi possível perceber uma pequena área desmatada na margem direita do Rio Curu próximo à cabeceira da ponte de concreto armado, que passa sobre o Rio Curu no município de Paraipaba, na segunda área analisada, valendo ressaltar que mesmo assim a área é a que possui menos degradação ambiental, ou seja, é a mais preservada. Na área analisada o Rio Curu é o limite entre o município de Paracuru e o município de Paraipaba.



**Figura 2.** Rio Curu no município de Paraipaba quase seco com densa mata ciliar. Fonte: própria, 2022.

O município de São Luís do Curu fica a cerca de uma hora da cidade de Fortaleza pela rodovia federal BR-222, distando cerca de 80 km da capital do Estado do Ceará. A Figura 3 mostra o terceiro local (área) que foi analisado e a cidade São Luís do Curu na margem direita do Rio

Curu, onde é possível perceber pouca vegetação (mata ciliar) na margem esquerda e a margem direita praticamente sem vegetação devido principalmente a existência da cidade (aglomerado urbano).

Muito próximo a margem esquerda do Rio Curu e paralela a rodovia federal BR-222 (Figura 3) foi possível encontrar uma plantação sogro em uma fazenda que é irrigada com água proveniente do rio Curu através de um sistema de bombeamento.



**Figura 3.** Cidade São Luís do Curu na margem direita do Rio Curu (GOOGLEMAPS, 2021).

A Figura 4 mostra parte do terceiro local (área) que foi analisado com a ponte ferroviária sobre o Rio Curu pertencente a linha de estrada de ferro da Transnordestina que liga Fortaleza a Teresina e o guarda corpo da ponte em concreto armado onde passa a rodovia federal BR-222.

Vale ressaltar que a construção das duas pontes gerou impacto ambiental sobre o Rio Curu, principalmente com a construção dos pilares das pontes dentro do leito do Rio Curu, além do desmatamento que ocorreu nas margens do rio onde começa o tabuleiro das pontes.

Nas margens do Rio Curu foi possível encontrar algumas olarias que fabricam tijolos, pois nas margens do Rio Curu existe muita argila que é a matéria prima para fabricar os tijolos. Foi possível perceber na Figura 4 (terceiro local (área) que foi analisado), algumas casas da cidade de São Luís do Curu, pouca mata ciliar e a chaminé de uma indústria de cerâmica vermelha de fabricação de tijolos, na margem direita do Rio Curu na São Luís do Curu, depois da ponte da linha férrea. Já na margem esquerda foi possível perceber uma maior quantidade de mata ciliar, sabendo-se da importância da mata ciliar para a diminuição dos agentes erosivos.

A presença da vegetação, ao longo dos rios, lagos e reservatórios fundamenta-se no amplo espectro de benefícios que este tipo de cobertura traz à dinâmica da natureza, exercendo uma função protetora sobre o solo evitando o processo erosivo e o assoreamento dos ambientes hídricos (FALCÃO SOBRINHO, 2005).



**Figura 4.** Casas da cidade de São Luís do Curu, pouca mata ciliar e indústria cerâmica na margem direita do Rio Curu.

A Figura 5 mostra o Rio Curu na cidade de São Luis do Curu (terceiro local analisado (área)) no mês de abril de 2022. O ano de 2022 foi um ano em que choveu acima da média e sendo assim a vazão do Rio Curu aumentou sensivelmente em relação ao ano anterior. Na margem direita é possível ver a cidade com pouquíssima mata ciliar onde ocorreu um maior desmatamento (impacto ambiental), enquanto na margem esquerda a vegetação (mata ciliar) é mais densa. Vale ressaltar que o desmatamento da mata ciliar aumentou o transporte de sedimentos ao longo do Rio Curu.

Diante das situações em que se encontram as matas ciliares, tornam-se necessários o desenvolvimento de estudos que propiciem a criação de estratégias para a sua recuperação. Entre os estudos destacam-se o da germinação de sementes. Seja para a introdução de mudas ou para o semeio direto no local a ser recuperado (ARAÚJO, 2009).

No terceiro local (área) analisado foi possível perceber que o leito do Rio Curu está anastomosado. A terceira área analisada foi a segunda pior em termos de destruição da mata ciliar e de maior degradação, ressaltando que isso decorre do fato do local está localizado na margem da cidade de São Luís do Curu, ou seja, existe uma considerável densidade populacional no entorno da área analisada.

A população do município de São Luís do Curu é de no último censo do ano de 2022 era de 10.822 pessoas (IBGE, 2024).

O Rio Curu pertence à bacia do Curu que está vizinha a bacia da região metropolitana de Fortaleza. O Rio Curu tem sua foz na cidade de Paracuru. A cidade de São Luís do Curu fica nas margens do rio Curu e é cortado pela ferrovia que liga a cidade de Fortaleza até Teresina no Piauí. O município de São Luís do Curu é cortado pela rodovia federal BR-222 entre os municípios de São Gonçalo do Amarante e Umirim.

De acordo com uma mulher que trabalha em um comércio na margem da rodovia federal BR-222 a cerca de 500 m da margem do rio Curu (terceiro local analisado) existia a extração de areia grossa próxima a cidade de São Luís do Curu que já degradou muito o Rio Curu.

Outro fator que vem gerando impacto ambiental principalmente no trecho localizado na cidade de São Luís do Curu (terceira área analisada) que possui uma densidade populacional mais alta

localizada próxima à margem do Rio Curu, é a não existência de um saneamento básico, vem acarretando a poluição do Rio Curu com o esgoto das residências que ficam na margem do rio serem jogados dentro do leito do rio Curu.



**Figura 5.** Rio Curu na cidade de São Luis do Curu no mês de abril de 2022.

A Figura 6 mostra parte do quarto local (área) do Rio Curu que foi analisado no município de Pentecoste no dia 25 de abril do ano de 2019. Dentre as quatro áreas analisadas esse é o local mais próximo da nascente do Rio Curu localizado no Vale do Médio Curu, onde foi possível perceber a existência de uma densa vegetação nas margens do rio, ressaltando que quanto mais próximo da nascente a região se torna mais seca e com maior predominância do bioma da caatinga. O local analisado fica dentro da Fazenda Experimental da Universidade Federal do Ceará (UFC) e um dos fatores de menor impacto ambiental nas margens do rio decorre do fato de que o trecho está dentro de uma fazenda experimental pública. O tipo de vegetação (mata ciliar) encontrada nas margens do Rio Curu no local, pertence ao bioma da caatinga.

Foi possível perceber também bancos de areia grossa onde a vegetação da mata ciliar está fixada na margem do Rio Curu como também no seu leito. Na área não ainda não ocorreu mineração de areia grossa.

Dentre as áreas analisadas, a área no município do Pentecoste da margem do Rio Curu foi a segunda área menos degradada, e isso decorre principalmente da pouca densidade populacional no entorno da área e por ela estar dentro de uma propriedade da Universidade Federal do Ceará.



**Figura 6.** Quarta área do Rio Curu que foi analisada no município de Pentecoste. Fonte: própria, 2019.

A Figura 7 mostra vista de cima a quarta área analisada no município de Pentecoste, onde é possível perceber a Fazenda Experimental da Universidade Federal do Ceará (UFC) do lado esquerdo e do lado direito foi possível ver o Rio Curu. A quarta área (local) analisada está localizada no Vale do Médio Curu.



**Figura 7.** Vista de cima da quarta área analisada no município de Pentecoste.

A retirada de areia grossa para ser usada na construção civil das margens dos rios geram sérios impactos ambientais no ecossistema. Esses impactos ambientais destroem a flora e a fauna do ambiente, como ocorreu no Rio Curu em duas das quatro áreas analisadas.

Foi constatado que na margem do Rio Curu dentre as culturas que mais se planta é o feijão e a batata. Não se planta a cultura do milho. Também foi possível encontrar no município de Paraipaba uma grande plantação de coco próximo a margem do rio, onde existe um sistema de irrigação, com a captação da água do Rio Curu se faz o bombeamento de água através de bombas centrífugas para levar a água até as plantações de coco.

De acordo com uma mulher que trabalha em um comércio na margem da rodovia federal BR-222 a cerca de 500 m da margem do Rio Curu (terceiro local analisado) existia a extração de areia grossa próxima a cidade de São Luís do Curu que já degradou muito o Rio Curu.

Dentre os resultados encontrados foi possível constatar que a retirada de areia grossa de forma ilegal nas margens do Rio Curu vem acarretando impactos ambientais tanto na flora como na fauna, como também o transporte de sedimentos no período em que o Rio Curu está com uma maior vazão de água (período de cheia).

Há cerca de 20 anos vem piorando o desmatamento nas margens do Rio Curu, como também a mineração ilegal, com a retirada de área grossa que é utilizada na indústria da construção civil e vem ocorrendo a mineração de argila para indústria de cerâmica vermelha tanto nos municípios de Paracuru, Paraipaba e São Luís do Curu.

Outro fator que vem gerando impacto ambiental principalmente no trecho localizado na cidade de São Luís do Curu é a não existência de um saneamento básico vem acarretando a poluição do Rio Curu com os esgotos das residências que ficam na margem do rio serem jogados dentro do leito do Rio Curu.

## CONCLUSÃO

A retirada de areia grossa para ser usada na construção civil das margens do Rio Curu geraram sérios impactos ambientais no ecossistema. Esses impactos ambientais destruíram flora e fauna do ambiente analisado.

O desmatamento da mata ciliar aumentou o transporte de sedimentos ao longo do Rio Curu, no período das cheias.

Foi possível concluir que o local menos degradado é o que fica localizado (segunda área analisada) a cerca de 12 km da foz do Rio Curu no município de Paraipaba, enquanto o lugar mais degradado, onde não tinha mais mata ciliar em uma das margens rio é o local (primeira área analisada) que fica a cerca de 3 km da foz do Rio Curu no município de Paracuru. No município de Pentecoste a cerca 53 km (quarta área analisada) da foz do Rio Curu, foi o segundo lugar menos degradado.

Devido à maior quantidade de pessoas morando próxima a primeira área (entre os municípios de Paracuru e Paraipaba) analisada, ela fica mais susceptível a degradação ambiental feita pelo homem e foi a área que foi possível constatar a maior degradação da mata ciliar de todas as áreas analisadas.

O Rio Curu ficou cerca de duas vezes mais largo na primeira área (próximo a foz) a cerca de 3 km da foz do que a segunda área (município de Paraipaba) a cerca de 12 km da foz, onde foi possível concluir que o alargamento do rio ocorreu devido o desmatamento da mata ciliar, da retirada de areia grossa como também do transporte de sedimentos até o local mais largo o que gera a necessidade de urgentemente revitalizar a área. Vale ressaltar que de duas áreas distando apenas 9 km uma da outra houve uma sensível alteração da mata ciliar e assoreamento ocasionada pela ação do homem (ação antrópica).

Foi possível concluir também que a partir da análise feita, que de cerca de 20 anos atrás para os dias de hoje ocorreu um grave desmatamento da mata ciliar do Rio Curu, em ambas as margens (margem direita e margem esquerda) do Rio Curu, principalmente na área (primeira área analisada) próxima a foz do rio.

Recentemente no mês de janeiro do ano de 2024 foi possível perceber a existência de uma pequena área desmatada na margem direita do Rio Curu, na área de menor desmatamento (segunda área), ressaltando que a área está bastante preservada.

ARAÚJO, Giseli Maria. **Matas ciliares da caatinga: florística, processo de germinação e sua importância na restauração de áreas degradadas.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós- Graduação em Botânica. Universidade Federal de Pernambuco. 2009.

BORGES, Tatyana Keyty de Souza. 2017. **Evaporação em superfície de água livre com baixa turbidez.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas.

DINIZ, Noelia Andre *et al.* (2020). **Análise dos impactos socioambientais, da sub-bacia hidrográfica do Riacho Gabriel, na localidade de Juá Irauçuba-CE.** IV Fórum do Semiárido, Sobral.

FALCÃO SOBRINHO, José; FALCÃO, Cleire Lima da Costa. (2005). O processo erosivo e a mata ciliar do Rio Acaraú na Serra das Matas (CE). **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, vol. 4, núm. 7, pp. 121-134.

FALCONERY, Lucas. (2024). **Rio Jaguaribe terá 35 hectares de mata ciliar reflorestada após 6 anos da criação do projeto.**  
<<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/ceara/paywall-7.100?wall=0&aId=1.3463095>>.  
Acesso em: 5 jan. 2024.

GOMES JUNIOR, J. V. A. (2021). **Impactos ambientais no médio curso do rio Curu. Trabalho de conclusão de curso.** Curso de Graduação em Geografia, Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará.

GOOGLEMAPS. (2021). Disponível em:  
<<https://www.google.com/maps/place/Paracuru,+CE,+62680-000/@-3.4321925,-39.0978269,7183m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x7c11e2ca0b5a72d:0x1ae0020a3689dfd!8m2!3d-3.4142906!4d-39.0303806>>. Acesso em: 11 abr. 2021.  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2024. Cidades. Disponível em:  
<<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 31 jan. 2024.

LANDIM NETO, Francisco Otávio.; GORAYEB, Adryane.; SILVA, Edson Vicente.; RABELO, Francisco Davy Braz. (2013). Diagnóstico ambiental e zoneamento funcional do estuário do Rio Curu: subsídios para a gestão local e regional. **Revista Eletrônica Georaguaia.** Barra do Garças-MT. V 3, n.1, p 97 - 113.

MENDES, L. S.; BASTOS, F. H. (2017). **Relevo e vegetação como subsídio ao reconhecimento ambiental da bacia hidrográfica do Rio Curu, Ceará- Brasil.** III Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido – SBRNS. Fortaleza.

PEREIRA NETO, M. C. (2017). Perspectivas da açudagem no semiárido brasileiro e suas implicações na região do Seridó potiguar. **Sociedade & Natureza**, vol. 29, núm. 2, pp. 285-294.

RODRIGUES, Hugo Alexandre., ALMEIDA, Marina Martins., ARAGÃO, Diego Júlio Conrado., SILVESTRE, Filipe Eugênio Rodrigues. (2020). **Análise dos impactos socioambientais da extração de areia ao longo do baixo curso do Rio Curu entre os municípios de Paraipaba e Paracuru.** IV Fórum do Semiárido, Sobral.

[SALES](#); Juscelino Chaves. (2022). **Análise do transporte de sedimentos para o açude Araras no Estado do Ceará.** XV ENES - Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos. Campo Grande.

SANTOS, F.M. (2021). **Aspectos hidrológicos e morfométricos da bacia hidrográfica do rio Piracuruca (CE-PI).** V Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido – SBRNS. On line.

SILVA, A. E. B et al. (2021). **Estudos em rios intermitentes: uma abordagem cienciométrica.** V Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido – SBRNS. On line.

SOARES, N.S.; LIMA, T.B.R.; LOPES, F.B. (2019). **Diagnóstico da bacia hidrográfica do açude Forquilha para implantação do manejo integrado.** IV Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido – SBRNS. Crato. doi:[10.18068/IVSBRNS.2019.111](https://doi.org/10.18068/IVSBRNS.2019.111).

TERRA, Bianca Freitas et al. (2023). Biodiversidade de peixes em riachos intermitentes da região semiárida brasileira (Bacia do Rio Acaraú, Brasil). **Essentia**. v.24 n.1.

WILKIPÉDIA, (2013). **São Luís do Curu.** Disponível em:  
<[http://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o\\_Lu%C3%ADs\\_do\\_Curu](http://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o_Lu%C3%ADs_do_Curu)>. Acesso em: 21 dez. 2013 às 11h39min.

## O DRONE COMO FERRAMENTA DE COLETA DE IMAGENS PARA A PESQUISA DE ZONAS COSTEIRAS: UM ESTUDO DE CASO NO DISTRITO DE MUNDAÚ, TRAIRI (CE)

Maevy dos Santos Brito

### INTRODUÇÃO

A busca por ferramentas que auxiliem nos levantamentos de informações geográficas é constante, são diversos os métodos utilizados historicamente e nos últimos anos tais ferramentas têm sido cada vez mais inovadoras e tecnológicas. Os mais conhecidos são: bússola, cronômetro, GPS, barômetro, lupa, câmera fotográfica, trena, entre outros. Contudo, com o avanço da tecnologia, algumas dessas ferramentas entraram em desuso e outras evoluíram. Posto isso e tendo como enfoque o registro de imagens, a pesquisa se volta a um instrumento inovador que tem tido um destaque exponencial no Brasil e no mundo, que são as Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP's), ou em inglês Unmanned Aerial Vehicle (UAV), popularmente chamados de “drones”.

Aviões não-tripulados começaram a ser chamados de drones ainda no período da Primeira e a Segunda Guerra Mundial, depois dos britânicos criarem o Queen Bee, um avião barato, controlado por rádio, utilizado como alvo durante o treinamento de pilotos da artilharia antiaérea (SILVA et al., 2018 *in* Nascimento, 2021). O equipamento seguiu sendo utilizado apenas para fins militares por muitos anos até que, a partir da década de 2000, começaram a ser de conhecimento da população em geral, quando seu uso passou a se expandir.

Hoje o equipamento é visto principalmente na mídia e ainda desperta a curiosidade de muitas pessoas. Dentre os usos múltiplos dos drones, destacam-se aqueles utilizados para entregas, levantamentos para agricultura e indústria, serviços de busca e salvamento de pessoas, fotografia e vídeos de eventos, publicidade e estudos ambientais dos mais variados (Legarreta, P. e Pirola, 2015).

Esse equipamento tem tido larga utilização na engenharia, voltado para levantamentos topográficos, auxiliando na acurácia dos dados necessários e acelerando processos. Bem como tem colaborado com a coleta, processamento e visualização de dados espaciais, inovando a aerofotogrametria em áreas como geologia, agronomia e geografia. Seu uso na geografia, que é o enfoque da pesquisa, tem contribuído nas suas atividades por ter expandido o olhar do pesquisador em campo.

Essa expansão do olhar auxilia no detalhamento da coleta de imagens de áreas de pesquisa, podendo compor documentos como os EIA/RIMA (Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental), que são utilizados por órgãos governamentais da área ambiental. Além disso, compõe também trabalhos científicos de diversas linhas de pesquisa, para mapeamentos urbanos, rurais, costeiros, entre outros.

De acordo com Minucio (2021), um mapeamento por meio de drones é, simplesmente, a captura de dados adquiridos por sensores como câmeras RGB, câmeras multiespectrais e sensores LIDAR (Light Detection and Ranging), direcionados ao solo, que é fotografado inúmeras vezes, por diversos ângulos e, em cada imagem, são marcadas as coordenadas geográficas.

Posto isso, o objetivo da pesquisa se volta a compreender o potencial do uso de drones como ferramenta de coleta de imagens para pesquisas científicas, com enfoque em zonas costeiras,

tendo como estudo de caso o trabalho desenvolvido no distrito de Mundaú (CE). Como objetivos específicos, tem-se: conceituar os drones e seus usos; descrever o procedimento metodológico dessa ferramenta na pesquisa científica; e analisar o potencial dessa ferramenta em estudos geográficos em zonas costeiras.

## MATERIAL E MÉTODO

### Equipamento utilizado

O equipamento utilizado para a realização deste trabalho trata-se de uma Aeronave Remotamente Pilotada (ARP), modelo DJI Mini 3 (figura 1). Esse drone de pequeno porte possui 248 gramas, podendo ser transportado facilmente para qualquer lugar. Possui como altitude máxima de decolagem 4000 metros e duração máxima de voo estacionário de 33 minutos. A sua resistência máxima ao vento é de 10,7 m/s ou 38 km/h (nível 5), o que é fundamental na utilização em zonas costeiras devido à intensa ação eólica. Sua câmera tem abertura de f/1.7 e gravação com 2,4  $\mu\text{m}$  com píxeis 4 em 1, possuindo a função de zoom de até 4x e de fotos panorâmicas em 180°, grande-angular e em esfera. Além disso, na função vídeo grava em HDR em 4K, possui um sensor CMOS de 1/1,3" com ISO nativo duplo.

Ademais, o equipamento ainda possui um GPS de navegação o que permite gravar um ponto de partida ao decolar, adicionar metadados espaciais às fotografias obtidas com suas respectivas coordenadas geográficas. Além disso, o transmissor (controle remoto) possui acoplamento com smartphone ou tablet, assim permitindo observar e alterar diversas especificações do funcionamento da câmera, como velocidade do obturador, ISO e modos de disparo, fazendo com que os registros possam ser feitos de forma adaptada a questões de luminosidade e angulação que podem variar no momento do voo, a depender da área de pesquisa. Assim também sendo possível observar a altura de voo, distância entre o drone e o ponto de decolagem, intensidade do sinal de rádio, número de satélites ao qual o drone está conectada, dentre outras opções.

Figura 1 - Drone DJI mini 3



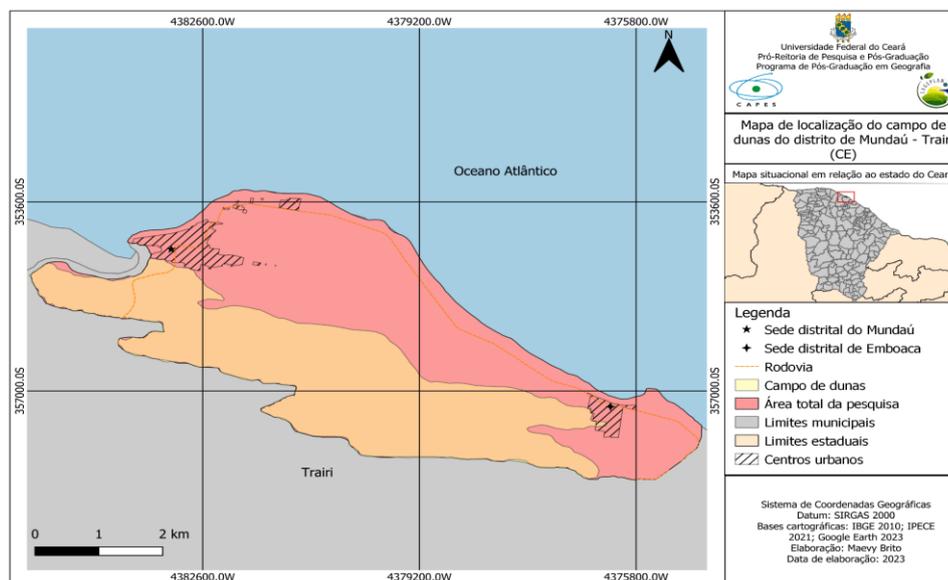
Fonte: Autoral, 2024

## ÁREA DE ESTUDO

A área escolhida foi o distrito de Mundaú no município de Trairi, localizado no litoral oeste do estado do Ceará, que se justifica posto o desenvolvimento da pesquisa “Dinâmica Paisagística no Campo de Dunas do Mundaú - Trairi (CE): Evolução Natural e Gestão Ambiental”. A pesquisa é desenvolvida dentro do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará, com intuito de titulação de Mestrado em Geografia da autora.

O distrito está a 146 quilômetros da capital cearense e o acesso ao distrito se dá pelas rodovias CE-085 e CE-163. Localiza-se à margem direita da foz do Rio Mundaú e possui aproximadamente 10 quilômetros de faixa de praia, sendo uma península abrigada por rochedos. Suas coordenadas geográficas são de 3°10'57.35"S de latitude e 39°22'26.67"O de longitude, limita-se a norte com o Oceano Atlântico, a sul com o distrito de Canaã, a leste com o distrito de Estrela e a oeste com o Rio Mundaú.

Mapa 1 - Mapa de localização da área de estudo no distrito de Mundaú (CE)



Fonte: Autoral, 2023

## Procedimentos de segurança

Antes da realização do voo, é necessário uma série de procedimentos preparatórios, tanto em relação ao drone quanto em relação ao conhecimento da área. Primeiramente, é fundamental um conhecimento aprofundado do equipamento e suas funções, preparo este que deve ser feito a partir da leitura minuciosa do manual, bem como na realização de cursos preparatórios para o manejo de drones, cursos esses que são ofertados por diversos órgãos, empresas, universidades, pesquisadores, empresas juniores, entre outros. Nesse processo de formação são repassadas informações relacionadas ao uso correto do transmissor, a leitura correta dos símbolos e avisos, às diversas funções do equipamento, entre outros.

Além disso, é necessária a realização de voos testes em áreas seguras, seguindo as recomendações de segurança de não realizá-los em espaços fechados nem em áreas que possuam pessoas, nunca colocando em risco nem os transeuntes das áreas de pesquisa, nem a quem está manuseando o equipamento. Para isso, parte dos procedimentos preparatórios

consiste na escolha dos locais de voo, tanto para seguir o protocolo de segurança, quanto para o voo ser o mais proveitoso possível para a pesquisa.

Nesse ínterim, é fundamental ter atenção às condições meteorológicas do dia e horário escolhidos para o voo, evitando dias chuvosos, observando atentamente a velocidade e direção dos ventos, buscando dias de índice de radiação elevado, também sendo importante observar no momento do voo a ocorrência de nuvens que possam ocasionar sombras nas imagens.

Ademais, evitar proximidade com postes, fios de eletricidade, prédios, pontes, rodovias, prédios, entre outros similares, e, principalmente, aeroportos e áreas com rotas de voo. Conforme o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), a operação de Aeronave Não Tripulada (UA) sobre áreas de segurança (refinarias, estabelecimentos penais, áreas militares, usinas, redes de abastecimento de água ou gás, redes de comunicação ou de vigilância da navegação aérea etc), sem autorização expressa do detentor da instalação, não é permitida e pode gerar penalidades severas.

No mais, é também importante realizar os voos em companhia, assim evitando imprevistos que possam ocasionar a perda do equipamento. Tais orientações devem ser seguidas, de modo a evitar transtornos que prejudiquem a integridade tanto da ferramenta quanto das pessoas envolvidas em seu manejo, logo é necessário, como sempre, fazer o planejamento adequado em gabinete antes da atividade em campo. Assim, o potencial da ferramenta pode ser utilizado em seu máximo e o pesquisador não prejudica nem a si, nem ao seu cronograma de pesquisa.

### **Configuração e adaptação do equipamento**

Seguindo as orientações de preparo de voo, o horário do voo foi realizado entre 9 e 15:30 horas, quando o índice e angulação solar eram mais favoráveis à visualização da área de pesquisa. Os voos de teste foram realizados e nessa etapa já foram realizados os ajustes na câmera, de modo adaptado à radiação do dia, posto que mesmo com a atenção prévias às condições meteorológicas, no momento do voo sempre é possível algumas alterações, logo alterar as configurações da câmera foi necessário para registrar da melhor maneira possível os elementos de cada unidade geoambiental.

Figura 2 - Voo de teste realizado sobre uma plantação no município de Trairi (CE)



Fonte: Aragão, 2023

Nesse ínterim, ajustes na câmera foram feitos relacionados à exposição (EV), tipo de orientação mais adaptado à área, tamanho da imagem, modo de registro (panorâmico ou não), entre outros. A função de ângulo de até 180° da câmera auxiliou bastante a observação dos elementos da paisagem, que ao serem vistos por diferentes ângulos, permitiram a análise mais acurada possível do ambiente.

#### Voo manual e voo automatizado

Existem dois tipos de pilotagem de drone, a manual e a automatizada, que devem ser escolhidas a depender da intenção do pesquisador. No voo automatizado, são utilizados softwares para a rota da coleta de dados, a altura do voo, o ângulo das linhas de amostragem, número de fotos a serem registradas, entre outros. Os mais recomendados são os *DroneDeploy*, *DJI Ground Station Pro*, *Skydrones*, *Precision Flight* etc, os quais podem ser instalados em smartphones, tablets e computadores.

Figura 3 - Exemplo de plano de voo realizado no software *DroneDeploy*.



Fonte: Giovanini, 2020

Já no segundo tipo de pilotagem, que é o voo manual, o piloto assume todas as funções de operação durante o voo, analisando os parâmetros de voo que aparecem na tela do smartphone conectado ao transmissor, que é conectado ao rádio controle. Os principais parâmetros a serem regulados são a altura e a velocidade do voo, distância do drone em relação ao ponto de decolagem, indicador de carga da bateria, conexão com satélites, potência do sinal de rádio, mapa de localização e bússola.

Nessa modalidade é mais importante ainda o conhecimento prévio da área a ser sobrevoada, de modo a marcar os pontos específicos de decolagem, considerando os aspectos supracitados mais adequados, bem como a angulação, que pode ser vertical, oblíqua ou horizontal. Esse foi o método escolhido para a pesquisa, em virtude do tamanho da área, os outros tipos de registros que se planejavam serem feitos com outras ferramentas, a observação realizada por via terrestre e as coletas de material que foram feitas. O campo realizado foi de reconhecimento da área para início de pesquisa, assim a pilotagem manual foi a mais adequada à situação e obteve-se sucesso nos registros.

Dentro do cronograma de atividades, a ferramenta entrou na etapa de coleta de dados, ao compor um dos equipamentos principais para coleta de imagens. Depois de coletadas, as

imagens foram editadas, tratadas, analisadas e utilizadas na etapa de análise dos dados coletados. Essas imagens vão auxiliar na construção de um diagnóstico ambiental da área de pesquisa, que posteriormente se voltará ao planejamento e gestão ambiental da área.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Zona costeira

As zonas costeiras carregam sobre si uma grande apreciação por parte da sociedade, tanto que são historicamente consideradas as regiões mais habitadas ao redor do mundo, em virtude da disponibilidade de recursos hídricos existentes nesses ambientes. No Brasil, a extensão da zona costeira chega a superar 8.500 km, que são incorporados a 17 estados (IBGE, 2011), dos quais 9 compõem a região Nordeste. Tal grandiosidade traz elevado destaque para a região no que tange a ocupação, seja de moradia fixa, temporária ou fluxo turístico.

No que tange à zona costeira do Ceará, tal volume ocupacional traz consigo uma série de impactos ambientais, os quais são observados de maneira preocupante pela população que vive nesses ambientes e sente diretamente esses impactos, mas também pelos turistas que veem a paisagem se modificar rapidamente, pelos pesquisadores que analisam e sinalizam os riscos existentes e pelo estado que através de seus órgãos especializados faz o diagnósticos de tais problemáticas.

Nesse contexto, as unidades geoambientais do distrito de Mundaú, são: mar litorâneo, praia e pós-praia, ambientes lacustres, campos de dunas, ambiente estuarino e tabuleiros pré-litorâneos. Na investigação que deu origem a presente pesquisa, foi realizada uma caracterização e análise de cada um desses ambientes, de modo a compreender os agentes formadores de cada um e o modo que eles se interrelacionam, tendo como intuito a elaboração de estratégias de gestão ambiental para a área.

Figura 4 - Campo de dunas do distrito de Mundaú (CE)



Fonte: Autorial, 2023

Foi dentro dessa conjuntura que a utilização do *drone* surgiu como relevante, de modo a colaborar com os demais levantamentos e proporcionar um maior leque de imagens para a investigação. Nesse caso, a ferramenta não foi utilizada com intuito de mapeamento ou de levantamento de dados geográficos, se restringiu a registro de imagens posto a etapa de reconhecimento inicial da área para a dissertação.

### O drone como instrumento de pesquisa científica

O geógrafo sempre busca acurácia na sua coleta de dados, para que sua análise seja mais apurada possível e ele consiga alcançar seus objetivos de pesquisa. Para isso, um conjunto de ferramentas foram desenvolvidas e são utilizadas historicamente pelos pesquisadores, contudo a chegada do *drone* como ferramenta tem transformado os métodos de pesquisa.

Apesar da ferramenta ainda não ser tão acessível ao público em geral, por conta do alto valor de compra, cada vez mais universidades, departamentos e laboratórios de pesquisa tem feito essa aquisição. Os resultados disso têm sido muito proveitosos na geografia física, auxiliando e acelerando o desempenho de pesquisas, que têm conseguido produtos inovadores dentro das investigações científicas.

Nesse ínterim, o potencial dos *drones* dentro da geografia física perpassa pelas mais diversas áreas, como levantamentos topográficos, análise e identificação pedológicas, categorizações geoambientais, mapeamentos cartográficos, caracterizações fitogeográficas, zoneamentos ambientais, levantamentos hidrológicos, caracterizações geomorfológicas, diagnóstico de danos ambientais, entre tantos outros.

Figura 5 - Mosaico de algumas das imagens coletadas por *drone* de diferentes ambientes costeiros



Fonte: Autoral, 2023

Dessa maneira, foi escolhido como a principal ferramenta para a coleta de imagens da área de pesquisa e proporcionou um levantamento bem amplo da mesma, onde foram marcados pontos estratégicos relacionados à faixa de praia e pós praia, dunas móveis, dunas fixas, depressões interdunares, afloramentos do Barreiras, vegetação, área urbana e parte da foz do Rio Mundaú.

Tais pontos foram previamente selecionados a partir de imagens de satélite via Google Earth Pro e marcados em uma rota que permitisse que fosse percorrida toda a área de pesquisa durante o levantamento.

O uso do equipamento auxiliou na classificação do campo de dunas do distrito, posto que é um ambiente em constante transformação, pôde-se analisar a movimentação das dunas em relação às imagens de satélite que tinham sido analisadas em gabinete. Pôde-se observar a posição que as dunas móveis se encontravam no mês do levantamento, que foi realizado em dezembro de 2023, bem como foi observado a ampliação das dunas fixas, as quais apresentam a vegetação de psamófila como bioindicador de transição.

Além disso, no ambiente lacustre da área, foi registrado o desaparecimento das lagoas interdunares, que por serem intermitentes, surgem e desaparecem a depender da época do ano e do regime fluvial. Tal registro é relevante posto que em situações de degradação, as lagoas podem desaparecer permanentemente, o que deve ser registrado como dano ambiental.

Em um dos pontos escolhidos, foi observado o começo da formação de uma voçoroca, que conforme a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) consistem na formação de grandes buracos de erosão causados pela chuva e intempéries, em solos onde a vegetação é escassa e não mais protege o solo, que fica cascalhento e suscetível de carregamento por enxurradas. É considerado um sinal de avançado estado de degradação e ainda não tinha sido registrado em pesquisas anteriores na região.

## CONCLUSÕES

As informações coletadas para a elaboração da pesquisa permitiram compreender o potencial do uso de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT's), os drones, como ferramenta de pesquisa científica dentro da geografia física. O leque de funções que o equipamento possui permite uma gama de análises, que incluem principalmente captação de imagens e mapeamento. Seu acesso a áreas de difícil acesso amplia o olhar do pesquisador, bem como as possibilidades de observação que o geógrafo pode ter.

Seu surgimento e chegada ao acesso da população tem permitido uma série de mudanças no modo de exercer funções que antes não eram possíveis, seus registros são mais rápidos, mais acurados e de maior amplitude do que em métodos tradicionais. Assim, seu uso na geografia expõe características dos ambientes que antes não tinha como se ter acesso, a não ser por imagens de satélite, as quais possuem limitações em relação a resolução e angulação.

Diante da crescente inovação tecnológica e do avanço nas ferramentas de coleta de dados geográficos, este estudo se propôs a explorar o potencial do drone como uma ferramenta eficaz na pesquisa de zonas costeiras, com foco no distrito de Mundaú, Trairi (CE). O presente trabalho destacou a evolução das ferramentas utilizadas na pesquisa geográfica, desde métodos tradicionais até o surgimento das Aeronaves Remotamente Pilotadas (drones), evidenciando sua versatilidade e contribuições.

A utilização do drone DJI Mini 3, com sua capacidade de captura de imagens e informações geográficas, permitiu uma abordagem inovadora na pesquisa geográfica, expandindo as possibilidades de coleta de dados em zonas costeiras. O equipamento mostrou-se adequado para levantamentos topográficos, mapeamentos urbanos e rurais, contribuindo significativamente para estudos ambientais diversos.

Os resultados obtidos evidenciaram a importância do drone como instrumento de pesquisa científica na geografia física. A ferramenta proporcionou um levantamento amplo da área de estudo, permitindo a análise detalhada de diferentes elementos geoambientais. A utilização do drone auxiliou na classificação do campo de dunas, na observação de mudanças nas lagoas interdunares e na identificação de fenômenos como a formação de voçorocas.

Assim, conclui-se que os drones representam uma ferramenta promissora e eficaz na coleta de dados geográficos, oferecendo uma perspectiva inovadora e detalhada para estudos em zonas costeiras. O potencial do drone na pesquisa geográfica, especialmente em áreas de difícil acesso, destaca-se como uma contribuição significativa para o avanço do conhecimento e para a elaboração de estratégias de gestão ambiental mais eficazes.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à CAPES pela concessão da bolsa de pesquisa de mestrado, que subsidiou a investigação, ao Laboratório de Geoecologia das Paisagens e Planejamento Ambiental (LAGEPLAN), ao professor Edson Vicente da Silva pela orientação e a doutoranda Larissa de Pinho Aragão que acompanhou os levantamentos.

## REFERÊNCIAS

- AGUILLA, dos santos, G.; farina, R. **MIRELLA MAPEAMENTO GEOGRÁFICO POR DRONE**. RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218, [S. l.], v. 3, n. 9, p. e391901, 2022.
- BARRAGÁN, Juan M.; DE ANDRÉS, María. **Aspectos básicos para una gestión integrada de las áreas litorales de España: conceptos, terminología, contexto y criterios de delimitación**. Revista de Gestão Costeira Integrada - Journal of Integrated Coastal Zone Management, vol. 16, núm. 2, pp. 171-183, junho, 2016.
- BARBIER, E.B.; ACREMAN, M.; KNOWLER, D. **Economic valuation of wetlands: a guide for policy makers and planners**. Ramsar Convention Bureau, Gland. 1997.
- BERTALANFFY, Ludwig Von. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, p. 351, 1977.
- BERTRAND, Georges. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico**. Caderno de Ciências da Terra, n. 13, p. 1-27, 1971.
- CALLENBACH, E. , **Ecologia: um guia de bolso**, Peirópolis, São Paulo, SP. Cervantes, G. p.168-179, 2001.
- COGERH. **Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Litoral**. Edição definitiva. Fortaleza, 2010. Disponível em: <http://portal.cogerh.com.br/categoria2/Pacto%20das%20Aguas%20Bacia%20Litoral-alterado.pdf>. Acesso em 25 de Março de 2022.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em Geografia**. Introdução. São Paulo: Editora Hucitec, p. 106, 1979.
- IBGE. **Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil**. Diretoria de Geociências. - Rio de Janeiro : IBGE, 2011.

IPECE, Instituto De Pesquisa E Estratégia Econômica Do Ceará. **Perfil básico municipal – Trairi**. 2020.

GONÇALVES, G. R.; Santos, S.; Duarte, D.; Duarte, J.; Gomes, J. **Utilização de geotecnologias na monitorização topográfica da erosão costeira**. Lisboa: I Seminário Internacional UAV, 2016.

MAGALHÃES, Danilo Marques. **USO DE DRONES COMO SUPORTE AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL: da coleta de dados à geovisualização**. Tese de doutorado (UFMG), 2021.

MINUCIO, L.F. **Mapeamento com drones: guia completo**. São Paulo: Futuriste, 2021.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MEIRELES, Antônio Jeovah Andrade; SANTOS, Jader de Oliveira; THIERS, Paulo Roberto Lopes. **Manguezais na costa oeste cearense – Preservação permeada de meias verdades**. Editora Imprensa Universitária, Fortaleza, 2016.

MENDES, Jociléa de Sousa. **DINÂMICA DAS PAISAGENS DA APA DO ESTUÁRIO DO RIO MUNDAÚ: EVOLUÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL E POTENCIALIDADES AMBIENTAIS**. 2012. 169 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

MINUCIO, L.F. **Mapeamento com drones: guia completo**. São Paulo: Futuriste, 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa Zoneamento Ecológico-Econômico: Diretrizes metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil**. 3ª ed. Brasília: MMA/SDS, 2006.

MOURA, M.T.M.; CRUZ, M.L.B.; SILVA, M.A.; ALMEIDA, I.C.S. **ANÁLISE DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO NA APA DO ESTUÁRIO DO RIO MUNDAÚ, TRAIRI-CE**. REVISTA GEONORTE, Edição Especial 4, V.10, N.1, p. 39-44, 2014.

SIMÕES, Rodrigo Silva; OLIVEIRA, Ulisses Rocha de; ESPINOZA, Jean Marcel de Almeida; ALBUQUERQUE, Miguel da Guia; ALVES, Deivid Cristian Leal. **Uso de drone de pequeno porte para análise costeira: enfoque metodológico** (Use of small drone for coastal analysis: methodological approach). Revista Brasileira de Geografia Física, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 622–640, 2019.

SCUSSEL, A. **Topografia de baixo custo com drones**. Mundogeo, 2016. Disponível em: <https://mundogeo.com/2016/05/02/artigo-topografia-de-baixo-custo-com-drones/>. Acesso em: 01 abr. 2022.

SILVA, M. O. **Geo-ferramenta para cálculo de planejamento de melhorias na plantação da cana de açúcar**. Araraquara: Universidade de Araraquara – UNIARA, 2019.

SCARELLI, F.M. **Integração de geotecnologias como subsídio a gestão integrada de zonas costeiras**, Capão Novo (RS-Brasil) e Ravenna (ER-Itália). Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. 184. 2016.

SIMÕES, R.S.; Oliveira, U.R.; Espinoza, J.M.A. . **Balneário Mostardense – RS: Da transgressão eólica sobre edificações à erosão costeira.** Anais do X Encogerc, 261-262. 2017.

SIMÕES, R.S. 2017. **Monitoramento mensal da morfologia das dunas frontais no balneário Mostardense com auxílio de um drone.** Anais do XII Encontro Nacional da Anpege – enanpege.

SIMÕES, R.S. 2018, **Mobilidade do limite praia duna no balneário Mostardense – RS: Monitoramento por drone.** Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio Grande – FURG.129.

SMITH, M.J. & Cromley, R.G.2012. **Measuring historical coastal change using GIS and the change polygon approach.** Transactions in GIS 16, 3-15

TAVARES, M.W.Q. **Vant na topografia: evolução tecnológica.** 2017. TCC (Graduação) – Universidade Regional do Cariri- URCA, Juazeiro do Norte, CE, 2017.

VILES, H. **Technology and geomorphology:** Are improvements in data collection techniques transforming geomorphic science? *Geomorphology* 270, 121-133. 2016.

WANG, J.; LI, C. **Acquisition of UAV Images and The Application in 3D City Modeling.** In. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PHOTOELECTRONIC DETECTION AND IMAGING, Beijing. Proceedings... Beijing, 2007, p. 66230Z-1- 66230Z-11, 2007

WATANABE, Y.; KAWAHARA, Y. **UAV photogrammetry for monitoring changes in river topography and vegetation.** *Procedia Engineering*. vol. 154, n. 1, p. 317–325. 2016.

WATTS, Adam C.; AMBROSIA, Vicent G.; HINKLEY, Everett A. **Unmanned Aircraft Systems in Remote Sensing and Scientific Research:** Classification and Considerations of Use. *Remote Sensing*. vol. 4, n. 1, p. 1671-1692. 2012.

WOLF, P. R.; DEWITT, B. A. **Elements of photogrammetry:** with applications in GIS. 3<sup>a</sup> ed. Boston: McGraw-Hill. 640 p. 2000.

WOOD, Jo; KIRSCHENBAUER, Sabine; DÖLLNER, Jürgen; LOPES, Adriano; BODUM, Lars. Using 3D visualization. In: DYKES, Jason; MACEACHREN, Alan M.; KRAAK, Menno-Jan (orgs.). **Exploring geovisualization.** International Cartographic Association. Amsterdam: Elsevier, cap. 14, p. 295-312.2 005.

WOOD, Michael. **Visualization in historical context.** In MACEACHREN, Alan M.; TAYLOR, D. R. Fraser. *Visualization in modern cartography.* New York: Pergamon, cap. 2, p. 13-26. 1994.

ZUFFEREY, J. C. **A eficiência de dados geográficos com drones.** Blog Droneng, 2015. Disponível em: <https://blog.droneng.com.br/a-eficiencia-de-dados-geograficos-com-drones/>. Acesso em: 10 de jan. 2024.

## VARIABILIDADES ESPACIAL E SAZONAL DAS PRECIPITAÇÕES NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BANABUIÚ, CE

Debora Ribeiro dos Santos  
Glécia Maria Carvalho Sousa  
Bruno Wesley Freitas da Silva  
João Luís Sampaio Olímpio  
Flavio Rodrigues do Nascimento

### INTRODUÇÃO

Diante das significativas transformações ambientais, sobretudo nas Regiões Tropicais, o gerenciamento de água e a gestão de Bacias Hidrográficas emergem como uma necessidade premente. A precipitação, enquanto fenômeno climático, assume uma função crucial na análise dos padrões climáticos em escalas local e regional. Nesse contexto, a análise detalhada da distribuição temporal e espacial da precipitação torna-se indispensável para uma abordagem abrangente e sustentável. Assim, a atenção especial direcionada à água, e mais especificamente à precipitação, não apenas se justifica pela sua importância intrínseca no ciclo hidrológico, mas também pela sua influência multifacetada nos ecossistemas e na formulação de políticas públicas voltadas à proteção ambiental (Correia; Galvani, 2017).

Nessa mesma perspectiva, Souza e Nascimento (2020) afirmam que os dados de precipitação são uma ferramenta essencial para o planejamento e gestão de recursos hídricos, ajudam também a quantificar adequadamente o impacto de eventos extremos, por isso, é essencial caracterizar a variabilidade temporal e espacial da precipitação. Os estudos mostram a importância da variabilidade e distribuição da precipitação como pressupostos para a compreensão do clima e da dinâmica hídrica nas bacias hidrográficas (Correia; Galvani, 2017).

No Brasil, uma das regiões que mais sofre com a variabilidade espaço temporal das precipitações é o Semiárido Cearense, o qual enfrenta diversos problemas como a falta de água relativa e precipitação. Essa região é caracterizada por uma distribuição de chuvas bastante irregular, baixos índices de pluviosidade e longos períodos de estiagem. Todavia, com obras de infraestruturas seletivas no território, há segurança hídrica para projetos hidro-intensivos, em detrimento a uma condição mais distributiva e democrática de acesso a água em todo o Estado. Qual o caso do Complexo Portuário e Industrial do Pecém, em São Gonçalo do Amarante. Contudo, as alterações climáticas provocam impactos não só no comportamento da população, mas também em determinados setores da economia, nomeadamente no consumo e produção de energia e nas atividades agrícolas.

Desse modo, este trabalho propõe compreender a dinâmica da variabilidade pluviométrica na sub-bacia hidrográfica do rio Banabuiú, CE. Esperamos contribuir para a tomada de decisões e no planejamento dos recursos hídricos em termos de uso e disponibilidade.

### MATERIAL E MÉTODO

#### Caracterização da área de estudo

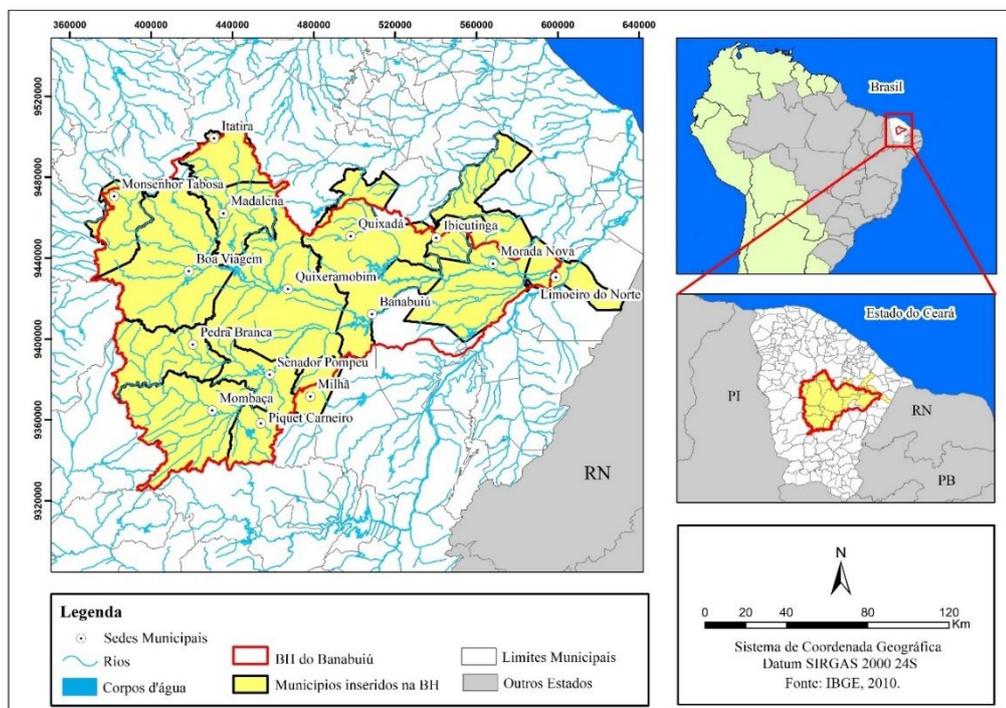
A sub-bacia do rio Banabuiú, situada no semiárido do Brasil, é parte expressiva do Sertão Central do Ceará, marcado por um clima semiárido, como indicam estudos do Ceará (2009) e na Figura 1. Com uma área de cerca de 19.603,09 km<sup>2</sup>, representa aproximadamente 13% do

Estado. O rio Banabuiú é o principal e homônimo desta Sub-Bacia. Ele nasce no município de Pedra Branca e tem seu ângulo de juntura com as Drenagens do exultório Jaguaribe na BR 116 próximo a cidade de Limoeiro do Norte.

*“ (...) possui orientação predominante oeste-leste, em disposição alongada tendo como rio principal o Banabuiú, com extensão de 314 km, e cujas nascentes estão localizadas na Serra das Pipocas, em Pedra Branca, o qual destaca-se como tributário da margem esquerda do Jaguaribe e possui como principais afluentes pela margem esquerda os rios Patu, Quixeramobim e Sitiá e pela margem direita o riacho Livramento” (JOCA et al., 2022pg.37).*

Além de aumentarem o volume do Banabuiú, esses afluentes desempenham um papel crucial na dinâmica hidrológica regional, formando uma rede complexa de relações que afetam não apenas o regime hídrico local, mas também a vida das comunidades que dependem desses recursos.

Figura 1 - Localização da Sub-bacia hidrográfica do rio Banabuiú, CE.



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Vale ressaltar que o rio Banabuiú não é apenas um curso d'água isolado; ele é um dos principais afluentes do rio Jaguaribe, desempenhando um papel estratégico no gerenciamento dos recursos hídricos no Estado, conforme documentado pelo Ceará (2009). Essa importância se estende ao abastecimento hídrico, atendendo tanto às necessidades das populações rurais quanto desempenhando um papel crucial no fornecimento de água para a Região Metropolitana de Fortaleza.

A conectividade hidrográfica ganha ainda mais destaque em uma região marcada pela severidade climática do semiárido. A interdependência entre diferentes bacias hidrográficas emerge como um mecanismo vital para a resiliência das comunidades, que enfrentam desafios

contínuos relacionados à disponibilidade de água. Assim, compreender e preservar a integridade ambiental da sub-bacia do rio Banabuiú não é apenas uma necessidade prática, mas também um compromisso fundamental para garantir a sustentabilidade e a qualidade de vida das populações que dependem desses recursos hídricos.

Essa sub-bacia abrange um total de 15 municípios. Esses municípios incluem Banabuiú, Boa Viagem, Ibicuitinga, Itaira, Madalena, Mombaça, Monsenhor Tabosa, Morada Nova, Pedra Branca, Piquet Carneiro, Quixadá, Quixeramobim, Senador Pompeu, Limoeiro do Norte e Milhã, sendo que estes dois últimos contribuem de forma parcial. É relevante ressaltar que, esta sub-bacia ostenta o maior índice de açudagem quando comparada a outras regiões hidrográficas do Jaguaribe (Ceará, 2009).

A abrangência geográfica abrangente e a diversidade municipal conferem a essa área uma importância estratégica no contexto hidrológico. Essa relevância é ainda mais destacada considerando a necessidade crucial de uma gestão responsável e sustentável dos recursos hídricos para manter o equilíbrio ambiental e promover o bem-estar das comunidades locais, conforme enfatizado no mencionado relatório do Ceará. A presença significativa de açudes na infraestrutura sublinha a importância de abordagens integradas na administração dos recursos hídricos, reconhecendo a interligação complexa entre esses municípios nessa fundamental sub-bacia. (Ceará, 2009).

A região em questão apresenta um clima caracterizado como Tropical Quente Semiárido, evidenciando-se por temperaturas elevadas, taxas de evaporação intensas, índices de nebulosidade reduzidos, insolação acentuada e uma notável irregularidade nas chuvas, tanto em termos temporais quanto espaciais (Zanella, 2014; Costa *et al.*, 2016; Santos, 2021). Essa variabilidade nas precipitações resulta em períodos de secas máximas, desencadeando eventos catastróficos de seca, alternados com episódios de chuvas extremas que culminam em inundações excepcionais. Importante destacar que as chuvas tendem a se concentrar em um período relativamente curto, abrangendo de três a cinco meses, com ênfase notável nos meses de fevereiro a maio (Marengo, 2008; Zanella, 2014). Nesse contexto climático singular, a interação entre os elementos meteorológicos cria um ambiente desafiador e suscetível a extremos climáticos, influenciando diretamente não apenas o ecossistema local, mas também as atividades humanas que dependem da regularidade das condições climáticas.

### **Dinâmica Climática Regional**

Diferentes sistemas de circulação atmosférica operam nesta região, o que resulta em grandes variações climáticas com fenômenos de precipitação que diferem no tempo e no espaço (Santos *et al.*, 2017). A região em estudo possui dois períodos pluviométricos bem definidos, sendo o primeiro definido como período chuvoso, que em situação normal, tem início no mês de janeiro e se estende até julho, sendo que as máximas pluviométricas ocorrem entre os meses de fevereiro e abril. E outro, denominado como período seco, que se estende de julho a dezembro, o qual, atinge o máximo de estiagem durante os meses de agosto e outubro (Afonso *et al.*, 2007). As precipitações são produzidas pelos sistemas atmosféricos descritos a seguir.

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é um fenômeno meteorológico que ocorre na região de convergência dos ventos Alísios de Nordeste, provenientes do Sistema de Alta Pressão ou Anticiclone Subtropical do Hemisfério Norte, com os ventos Alísios de Sudeste, originados

da Alta Subtropical do Hemisfério Sul. Esse processo cria uma faixa de convergência onde esses ventos se encontram e ascendem, formando uma zona de baixa pressão atmosférica.

A ZCIT é reconhecida como o principal mecanismo desencadeador das chuvas no norte do Nordeste do Brasil, exercendo sua influência de forma mais pronunciada entre os meses de fevereiro e maio, conforme indicam estudos de Ferreira e Mello (2005) e Zanella (2014). Durante esse período, a convergência de massas de ar úmidas promove a formação de nuvens e a ocorrência de precipitações, contribuindo significativamente para o regime pluviométrico da região.

Essa dinâmica atmosférica é essencial para a manutenção do equilíbrio hídrico em áreas específicas, uma vez que as chuvas provenientes da ZCIT são cruciais para a agricultura, a reposição de reservatórios de água e a vitalidade dos ecossistemas locais. A compreensão detalhada desse fenômeno é fundamental para a previsão climática e o desenvolvimento de estratégias adequadas de gestão de recursos hídricos, sobretudo nas regiões onde a Zona de Convergência Intertropical exerce seu impacto mais significativo.

Segundo Zanella (2014) e Ferreira e Mello (2005), na região ainda atuam os Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN), principalmente entre os meses dezembro e janeiro; as Linhas de Instabilidade (LI) produzem chuvas no litoral norte do Nordeste e regiões adjacentes e ocorrem no período da tarde e início da noite, entre fevereiro a maio; e os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) são aglomerados de nuvens que se formam devido à condições locais favoráveis e provocam chuvas fortes e de curta duração, atuam ao longo de todo o período chuvoso.

Outro sistema atmosférico que pode atuar na região são os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL) que atuam, preferencialmente, sobre o leste do Nordeste do Brasil. Na área de estudo eles ocorrem quando há condições oceano-atmosféricas favoráveis. Se deslocam da costa oeste do continente africano e se propagam por influência dos Alísios, até o litoral leste o Brasil, e ocasionam precipitações na pós-estação chuvosa (junho, julho e agosto) na área de estudo (Ferreira; Mello, 2005; Zanella 2014).

As variações interanuais das precipitações nesta região estão relacionadas às anomalias na circulação de grande escala, notadamente da ação dos fenômenos globais de El Niño Oscilação Sul (ENOS) e do Dipolo do Atlântico. O fenômeno ENOS é caracterizado por anomalias positivas (El Niño) ou negativas (La Niña). Enquanto o El Niño consiste no aquecimento anormal do Oceano Pacífico Equatorial, a La Niña é o inverso, provocando o resfriamento do Pacífico Equatorial (Olímpio, Zanella, 2015).

De acordo com Ferreira e Mello (2005) e Olímpio (2017) em anos de El Niño as precipitações sobre a região de estudo tendem a ser reduzidas, uma vez que há a inibição da formação de nuvens e o deslocamento da ZCIT para latitude mais ao sul, tendo como consequência a ocorrência de anos secos ou muito secos. Em contrapartida, o fenômeno La Niña, intensifica o deslocamento da ZCIT para o hemisfério sul, favorecendo anos considerados normais, chuvosos, ou muito chuvosos. Deste modo, com um Super El Niño atuando entre os mais intensos desde os últimos 40 anos, para o verão-outono de 2024, esperam-se para a bacia níveis de precipitação entre os mais reduzidos das últimas décadas.

Já o Dipolo do Atlântico (DAT) consiste em um dipolo meridional de anomalia da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Atlântico Tropical, este fenômeno modifica a circulação meridional da atmosfera tropical (célula de Hadley). A fase negativa (positiva) do DAT tende a

favorecer ou inibir a ocorrência de chuvas (Ferreira; Mello, 2005; Zanella, 2014; Olímpio, 2017).

### Aspectos Físicos

O contexto Geológico da área de estudo consiste principalmente em Rocha Cristalina especialmente por gnaiss e diversas rochas magmáticas Rochas Plutônicas e Metaplutônicas, compostas principalmente por granito. Sobrejacente a este substrato encontra-se uma Cobertura Sedimentar Cenozoica, que ocorre na forma de Colúvio-Eluviais e Depósitos Aluvionares (CPRM, 2003).

A geomorfologia da sub-bacia de Banabuiú situa-se numa superfície plana bastante fragmentada com pequenas confluências tabulares. Destaca-se a ação dinâmica dos fatores geológicos e paleoclimáticos em resposta às mudanças climáticas ocorridas no Quaternário e a série de processos inter-relacionados responsáveis pelo surgimento dos fatores modelados, sendo enfatizada a morfodinâmica que o representa. Esses fatores surgiram nesta região através da evolução do ambiente geológico (CPRM, 2003).

De acordo com a classificação de Ab'Saber (2003), o Domínio Morfoclimático da região onde se encontra a sub-bacia é o Domínio da Caatinga caracterizado por Depressões Interplanálticas Semiáridas. Segundo Souza (2000) na região, predomina a unidade geomorfológica da depressão sertaneja, que corresponde a 70% do território do Ceará, os níveis altimétricos são inferiores a 400 metros, caracterizada por um relevo plano ou levemente ondulado (Quadro 1). É comum nessa área as cristas residuais que compreende a um conjunto de serras e pequenos serrotes que se apresentam em níveis altimétricos em torno de 450-500m e, também, concentração de *inselbergs*, picos rochosos que podem ser isolados ou agrupados, eles ocorrem em depressões sertanejas, sobretudo em áreas de intrusões graníticas exumadas pela erosão diferencial (MAIA *et al.*, 2015).

Quadro 1 - Caracterização geomorfológica da sub-bacia do rio Banabuiú, CE.

Domínio Geomorfológico	Unidade Geomorfológica	Altimetria	Caracterização
Depressão sertaneja	Depressão sertaneja setentrional	Inferiores a 400 m	São áreas desenvolvidas em depressões interplanálticas, oriundas de aplanções modernas, de grandes extensões, exibem rasas colinas sujeitas a climas quentes semiáridos e a drenagens intermitentes e sazonais.
	Patamar sertanejo de Tauá	Entre 400 m e 500 m.	São áreas com aspecto de rampas degradadas eventualmente dissecadas, representa um degrau intermediário entre a Depressão Sertaneja e os topos dos Planaltos e Chapadas que o circundam.
	Planícies e terraços fluviais	89 a 725m	São áreas onde ocorre a predominância de processo de acumulação de sedimentos aluviais, depositados pela ação da rede de drenagem.
	Serra Branca	1.154 metros de altitude	São áreas com um amplo conjunto de serras, trata-se de um maciço residual resultantes dos processos erosivos diferenciais. Sendo o ponto mais alto do Estado do Ceará.
	Serra do Machado e das Matas	Entre 300m e 1.000m	São áreas com um conjunto de alinhamentos serranos e maciços cristalinos.
	Superfície rebaixada do vale do rio Açu	150 m	São áreas de acumulação de ambientes fluviais e depósitos sedimentares.

Fonte: CPRM (2014), elaborado pela autora (2024).

Os solos nas áreas da sub-bacia possuem limitações moderadas a severas no uso agrícola devido à sua condição física. Os solos geralmente são rasos e pedregosos que dificultam o armazenamento de água. Embora rico em minerais, a matéria orgânica é pobre devido as características do clima. Os tipos de solo mais comuns são: argissolo, chernossolo, luvisso, neossolo, planossolo e vertissolo (Brandão; Freitas 2014).

A vegetação encontrada nesta área é a caatinga, que inclui espécies vegetais adaptadas ao ambiente semiárido (seco e quente). A vegetação local é a Savana Estepe (floresta e bosque), que é coberta por plantas caducifólias que perdem todas as folhas durante a seca. Essa vegetação é desfolhada, possui galhos fortemente retorcidos, também se caracteriza pelo aspecto espinhoso esbranquiçado (LOIOLA et al., 2012).

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi realizada seguindo as seguintes etapas: 1) Revisão bibliográfica; 2) Coleta de dados pluviométricos entre os anos de 1988 e 2018; 3) Espacialização da variabilidade espacial, sazonal das precipitações.

Inicialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica a fim de compreender as principais discussões científicas sobre a problemática estudada. Na segunda etapa foi realizado um levantamento de dados pluviométricos de 30 anos, de médias mensais e anuais sazonais de precipitação das séries históricas correspondente aos anos de 1988 a 2018, fornecidos pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). Foram utilizados os dados de 19 Postos de Coleta de Dados (PCD), inseridos na sub-bacia hidrográfica e no seu entorno imediato. Foram calculadas as médias mensais e sazonais (quadrimestres). Os dados foram interpolados pelo método “*krigagem*”.

Este método de interpolação foi denominado *krigagem* em homenagem a Daniel Krige, um pioneiro que introduziu o uso de médias móveis para evitar a superestimação sistemática das reservas das minas. A diferença entre a *krigagem* e outros métodos de interpolação é a estimativa da matriz de covariância espacial que determina os pesos atribuídos às diversas amostras, o tratamento da redundância nos dados, as vizinhanças consideradas no processo de inferência e os erros associados às estimativas. Além disso, a *krigagem* também fornece um estimador com propriedades imparciais e eficientes (Correia; Galvani, 2017).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diversas pesquisas destacam a relevância intrínseca da variabilidade e distribuição da precipitação pluviométrica como fundamentos essenciais para uma compreensão abrangente da dinâmica climática e hídrica em bacias hidrográficas (Andrade *et al.*, 1999; Braga *et al.*, 2003; Moraes *et al.*, 2005; Silva *et al.*, 2013). A análise da quantidade e padrões de precipitação desempenha um papel crucial na identificação de tendências climáticas, na previsão de eventos extremos e na avaliação do impacto das mudanças climáticas. Além disso, a distribuição temporal e espacial da precipitação influencia diretamente os processos de recarga dos recursos hídricos e conseqüentemente, a disponibilidade de água para diferentes usos. Portanto, a consideração meticulosa desses elementos fornece uma base robusta para o desenvolvimento de estratégias de gestão sustentável de bacias hidrográficas, com destaque ao manejo dos recursos hídricos, contribuindo para a resiliência das comunidades frente aos desafios climáticos em constante evolução.

Segundo Da Silva (2009), através desses estudos, pode-se desenvolver um sistema de acompanhamento das características, obtendo informações anuais, sazonais ou mensais, com as quais, é possível conhecer profundamente a climatologia de uma região e verificar os impactos que o clima global causa sobre a distribuição pluviométrica local. Desse modo, foi realizado um estudo da variação sazonal da precipitação na sub-bacia hidrográfica do rio Banabuiú. O mapa abaixo apresenta a distribuição pluviométrica sazonal da sub-bacia do rio Banabuiú, os quais foram ordenados em três quadrimestres (Figura 2).

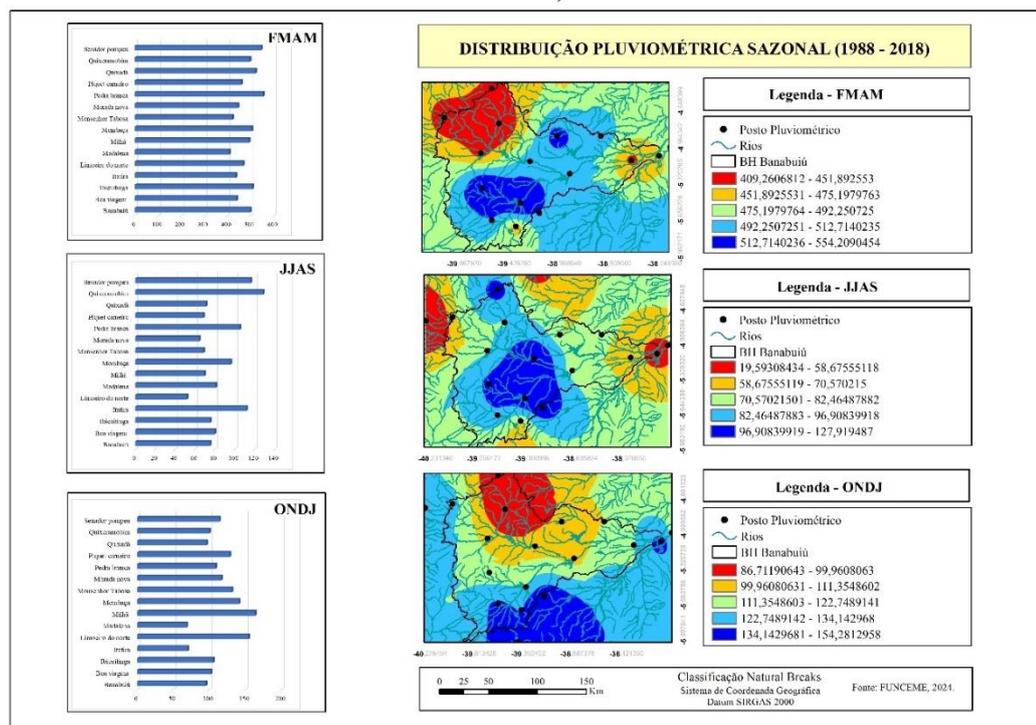
No primeiro quadrimestre (FMAM - fevereiro, março, abril e maio), a precipitação média acumulada varia de 409 mm e 554 mm. Este é o quadrimestre com as maiores médias da sub-bacia, tendo em vista que se trata da quadra chuvosa da região (Cortez *et al.*, 2017). É importante observar que as chuvas tendem a diminuir em direção ao setor norte e parte do leste

da sub-bacia e aumentar nas áreas do centro/sul. Essa variação mostra a irregular distribuição espacial das chuvas nessa região (Zanella, 2014).

No extremo norte da sub-bacia nos municípios de Itatira, Madalena, Monsenhor Tabosa, Boa Viagem e ao leste Morada Nova e Limoeiro do Norte as precipitações são mais escassas, mesmo no período chuvoso. O relevo possui papel fundamental nesta distribuição, tendo em vista que esses municípios sofrem o efeito da barreira orográfica do Maciço de Baturité, produzindo reflexos negativos na precipitação na região que se localiza em posição a sota-vento (Lima; Cordeiro; Bastos, 2016). Os valores de precipitação para esses meses estão entre 409 mm e 475 mm. No restante da sub-bacia a precipitação registra índices com média anual entre 475 mm e máxima de 554 mm. Os maiores valores de precipitação encontram-se nos municípios de Pedra Branca, Senador Pompeu e Quixadá apresentaram as maiores médias.

Este quadrimestre é responsável pela captação e armazenamento de água nos reservatórios e recarga dos lençóis freáticos. Através dos totais de precipitação acumulada desses meses é possível determinar se o reabastecimento será satisfatório ou insatisfatório para as práticas de uso e consumo utilizadas na região.

Figura 2 - Distribuição Pluviométrica Sazonal Média da sub-bacia hidrográfica do rio Banabuiú, CE.



Fonte: elaborado pelos autores (2024), baseado em dados da FUNCEME (1988 – 2018).

No segundo quadrimestre (JJAS - junho, julho, agosto e setembro) a redução das chuvas é brusca, podendo ocasionar diversos impactos como a escassez hídrica. A média de precipitação durante esses meses varia entre 19 mm e 127 mm, contendo as menores médias pluviométricas se comparado aos outros quadrimestres. Há uma maior concentração de chuva na parte central da sub-bacia nos municípios de Pedra Branca, Senador Pompeu, Milhã, Quixeramobim e Itatira que se localizam na parte mais setentrional da região apresentando médias que variam entre 96

mm e 127 mm, em contrapartida, o município de Morada Nova mostra uma redução acentuada das chuvas que variam entre 19 mm e 58 mm.

No terceiro quadrimestre (ONDJ - outubro, novembro, dezembro e janeiro) Podemos observar, que os índices pluviométricos aumentam de norte para o sul na região da sub-bacia durante esse período, o qual corresponde à estação seca. Na porção norte concentra-se os menores valores pluviais nos municípios de Itatira, Madalena e Quixadá, com médias que variam entre 86 mm e 99 mm, enquanto que os índices maiores encontra-se no município de Milhã, localizado na porção sul e variam entre 134 mm a 154 mm.

Observa-se que mesmo em nível local, a sub-bacia hidrográfica do rio Banabuiú apresenta uma dinâmica atmosférica com repercussões na distribuição espacial das chuvas, apresentando áreas mais secas, como a porção norte principalmente nos municípios de Itatira e Madalena. E ainda no mapa, podemos analisar que a maior parte das chuvas ao longo dos anos concentram-se na região centro/sul, nos municípios de Pedra Branca, Senador Pompeu e Milhã. Estas variações são decorrentes de fatores locais, especialmente a localização em relação à origem dos sistemas atmosféricos produtores de precipitação e da influência do relevo sobre a circulação local do ar.

## CONCLUSÕES

Neste estudo, buscou-se analisar a dinâmica da variabilidade pluviométrica na sub-bacia hidrográfica do rio Banabuiú, localizada no estado do Ceará. Os resultados obtidos revelaram uma notável diversidade na distribuição espaço-temporal das precipitações, mesmo em um âmbito local. Destaca-se que a sub-bacia hidrográfica do rio Banabuiú apresenta áreas notavelmente mais secas, especialmente na porção norte, compreendendo os municípios de Itatira e Madalena. Contrapondo essa condição, as áreas centrais e sul, notadamente nos municípios de Pedra Branca, Senador Pompeu e Milhã, demonstraram uma marcante concentração de chuvas ao longo do período analisado.

Essas descobertas desempenham um papel fundamental no aprimoramento do monitoramento e análise de desastres naturais, sobretudo aqueles provocados pela seca, uma vez que estes eventos são os mais recorrentes na região. Aprofundar-se nesses padrões de variabilidade pluviométrica não apenas contribui para uma compreensão mais abrangente do clima local, mas também oferece subsídios valiosos para o desenvolvimento de estratégias de mitigação e adaptação, visando a minimização dos impactos causados por eventos climáticos extremos. Este estudo, portanto, não apenas amplia nosso conhecimento sobre a variabilidade pluviométrica na região, mas também destaca sua relevância prática no contexto da gestão ambiental e da resiliência das comunidades locais diante dos desafios climáticos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap) e CNPq pelo suporte financeiro ao Núcleo de Estudos Integrados em Geografia Ambiental, Geodiversidade e Geoinformação (NIGEO) ao Grupos de Estudo e Pesquisa em Geografia Física e Dinâmica Socioambiental (GEOFISA) e ao Laboratório de Climatologia Geográfica e Recursos Hídricos (LCGRH).

## REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. **Os Domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ANDRADE, A. R. et al. Variabilidade sazonal da precipitação pluviométrica de Santa Catarina. **Acta Scientiarum**. Maringá, PR. 21(4), p. 923-928, 1999. Disponível em: < <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/3164/2375> >. Acesso em: 15 jun. 2023.

AFONSO, R. A. et al. **Geologia da folha Quixeramobim SB.24-V-D-III**. Ceará: UFC/CPRM, 2007. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia\\_basica/pgb/rel\\_quixeramobim.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia_basica/pgb/rel_quixeramobim.pdf)>. Acesso em: 16 jun. 2023.

BRAGA, C. C. et al. Tempo de resposta da vegetação às variabilidades sazonais da precipitação no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 11, n. 1, p. 149-157, 2003. Disponível em: < [http://mtc-m16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1915/2005/04.06.11.14/doc/braga\\_tempo.pdf](http://mtc-m16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1915/2005/04.06.11.14/doc/braga_tempo.pdf) >. Acesso em: 14 fev.2024.

BRANDÃO, R. D. L.; FREITAS, L. C. B. Geodiversidade do Estado do Ceará- Programa Geologia do Brasil Levantamento da Geodiversidade. **Revista geológica Brasil**, p.40-58, 2014.

CEARÁ. Assembleia Legislativa. **Caderno regional da sub-bacia do Banabuiú** / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará; Eudoro Walter de Santana (Coordenador). Fortaleza: INESP, 2009.

CORTEZ, H. S. et al. A seca 2010-2016 e as medidas do Estado do Ceará para mitigar seus efeitos. **Parcerias Estratégicas**, v. 22, n. 44, p. 83-118, 2017. Disponível em: < [http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/viewFile/858/786](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/858/786)>. Acesso em: 18 jun. 2023.

CORREA, Márcio Greyck Guimarães; GALVANI, Emerson. Variabilidade Espacial e Sazonal da Precipitação Pluviométrica na Bacia Hidrográfica no Rio Piquiri-PR. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 34, p. 21-30, 2017.

COSTA, L. R. et al. Abordagem geoambiental na análise da degradação ambiental na bacia hidrográfica do Rio Banabuiú- CE. **Revista GeoAmazônia**. v. 4, n. 8, p. 27-45, jul/dez. Belém, 2016. Disponível em: < [http://www.geoamazonia.net/index.php/revista/article/view/112/pdf\\_82](http://www.geoamazonia.net/index.php/revista/article/view/112/pdf_82) >. Acesso em: 14 jan. 2024.

CPRM. **Atlas Digital de Geologia e Recursos Minerais do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2003.

DA SILVA, D.F. **Análise de aspectos climatológicos, agro econômicos, ambientais e de seus efeitos sobre a bacia hidrográfica do rio Mundaú (AL e PE)**. 218 fls. Tese (Doutorado em Recursos naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.

Disponível em: <

<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/3666/DJANE%20FONSECA%20DA%20SILVA%20%e2%80%93%20TESE%20%28PPGRN%29%202009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 16 mai.2023.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região nordeste do Brasil e a influência dos oceanos pacífico e atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, 2005. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/25215> >. Acesso em: 6 jan. 2023.

FUNCEME. **Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos**. Disponível em: <<http://www.funceme.br>>. Acesso em: 19 jan. 2023.

LIMA, J. R. et al. A influência dos aspectos geomorfológicos nas áreas degradadas suscetíveis à desertificação no estado do Ceará, Brasil. São Paulo. **Paisagem e Ambiente: Ensaio**. n. 38. P. 57-69. 2016. Disponível em<<https://core.ac.uk/download/pdf/268306722.pdf>> Acesso em: 11 ago. 2021

LOIOLA, M. I. B et al. Caatinga: Vegetação do semiárido brasileiro. **Revista Ecologi@**, v. 4. p. 14-19, 2012.

JOCA, Elano L. L.; FILHO, Francisco A. de S.; Silva, Sandra H. S. de A; NASCIMENTO, Flávio R. do. et al., **Diagnóstico da Região Hidrográfica do rio Banabuiú**. Fortaleza: COGERH, FUNCAP-UFC. 2022. 357p.

MAIA, R. P. et al. Geomorfologia do campo de inselbergues de Quixadá – NE do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.2, n.16, 2015. Disponível em: <<http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/651/469> >. Acesso em: 16 jun. 2023.

MARENGO, J. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semiárido do Brasil. **Parcerias Estratégicas**, n. 27, p. 149-175, 2008. Disponível em: <[http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/view/329](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/329)>. Acesso em: 24 nov. 2023.

MORAES, B. C. et al. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. **Acta Amazônica**, 35, p.207-214. 2005. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/aa/a/3hcq8XkDqNqvqYFqTxxkCXgB/?lang=pt> >. Acesso em: 15 jan. 2024.

OLÍMPIO, J. L. S. **Análise multicritério do Risco de Desastres Naturais: um estudo sobre a seca na região Nordeste do Brasil**. 244 fls. Tese (Doutorado em Geografia) -Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em: <<http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/21986>>. Acesso em: 22 nov. 2023.

OLÍMPIO, J. L. S, ZANELLA. M. E. Distribuição espaço-temporal dos desastres naturais associados à dinâmica climática no estado do Ceará. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 30, p.110-131, 2015. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/100002/107759> >. Acesso em: 17 mai. 2023.

SANTOS, D. R. Desastres Naturais Associados ao Clima na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Banabuiú /CE. 61 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Instituto Federal do Ceará, Licenciatura em Geografia, Campus Quixadá, 2021.

SANTOS, W. M.; SOUZA, R.M.S.S.; SOUZA, E.S.; ALMEIDA, A.Q.; ANTONINO, A.C.D. Variabilidade espacial da sazonalidade da chuva no semiárido brasileiro. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, Recife, v.2, n.4, p.368- 376, 2017.

SILVA, V. M. D. A. et al. O desastre seca no Nordeste Brasileiro. **POLÊMICA**, v.12. n.2, p.284-293. 2013. Disponível em:  
<<https://www.epublicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/6431>>. Acesso em: 16 dez. 2023.

SOUZA, Tailan Santos de; NASCIMENTO, Patrícia dos Santos. Análise da variabilidade espacial e temporal da precipitação pluviométrica na região hidrográfica do Recôncavo Sul (BA). **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 16, v. 27, p. 1-18, jul./dez.2020.

ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. Especial, p. 126-142, 2014. Disponível em: < <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/3176/2680> >. Acesso em: 5 mar. 2023.

## DESAFIOS TEÓRICOS E CONCEITUAIS SOBRE ESTUDO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL EM BACIA SEMIÁRIDA– UMA PRIMEIRA ABORDAGEM

Glécia Maria de Carvalho Sousa  
Flávio Rodrigues dos Nascimento

### INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro é o mais populoso do mundo, cerca de 28 milhões de pessoas vivem neste espaço (IBGE, 2023) e desperta o imaginário social e coletivo de forma negativa por parte da população, associando-o, sobretudo a pobreza e a seca. Muito embora, dentre outras potencialidades, esta ecozona detenha rico acervo de recursos da geobiodiversidade e do patrimônio sociocultural (NASCIMENTO, 2013; GUERRA, 2020).

Diante da intensa degradação ambiental provocada pelas atividades humanas regionais, tem-se gerado preocupantes cenários de vulnerabilidade natural, social e econômica. Sejam pela escassez hídrica, intempéries climáticas, manejo inadequado do solo, desmatamento etc. que em conjunto, podem causar a desertificação (NASCIMENTO, 2023).

Assim sendo, fazem-se necessários estudos mais aprofundados que comportem a interdisciplinaridade e análise integrada das variadas paisagens encontradas nesta região, para assim melhor entendermos a sua dinâmica natural e a relação da sociedade e natureza. Aliado a isso, o desenvolvimento de políticas públicas eficazes e de valorização e conservação do semiárido.

Sob essa perspectiva, as bacias hidrográficas designam-se como sistemas naturais que permitem análises integradoras entre o ambiente e o ser humano atuando como ponto de convergência de ações e consequências que possibilitam compreender a geologia, a geomorfologia, a hidrologia, o clima e a vegetação de determinada área, bem como a forma como esse conjunto de elementos se relaciona na formação da paisagem (NASCIMENTO e LIMA, 2005; SOARES, 2009; BOMFIM, 2014).

Posto isso, a análise da fragilidade ambiental em bacias hidrográficas e/ou sub-bacias de forma integrada permite identificar impasses ecológicas e sociais, potencialidades e vulnerabilidades do ambiente, possibilitando o equacionamento de problemas. Dessa maneira, é possível adotar métodos e técnicas de uso e manejo racional da terra inter-relacionando ciência, planejamento e sustentabilidade para a conservação dos recursos naturais.

Na atualidade muitos estudos já foram empreendidos sobre a classificação da fragilidade ambiental para diagnosticar as condições do ambiente, e assim, viabilizar o planejamento, ocupação do território e manejo dos recursos (Ross, 1994; 2004; Melo 2007; Amaral e Ross, 2009; Lima, 2010; Santos e Ross, 2012; Dibieso, 2013; Schiavo, 2016; França, Piuzana e Ross, 2017; Miranda, Neves e Barros, 2018; Sales e Nascimento, 2020) entre outros. Essas análises já foram realizadas em zonas rurais, urbanas, em diferentes escalas, bacia hidrográfica, litoral e sertão semiárido a exemplo do estudo proposto. Dessa forma, encontramos fundamento científico na literatura já apresentada e viabilidade prática para sua execução *a posteriori*.

A proposta de estudo e escolha do recorte espacial (Sub-bacia do rio Riachão, Piauí) justifica-se: i) o valor da sub-bacia hidrográfica e seus elementos para região semiárida piauiense (solos, vegetação, recursos hídricos e economia) e as potencialidades produtivas e especificidades,

posto serem frequentes as pesquisas voltadas a estudos de grandes bacias hidrográficas, em detrimento de estudos as de pequeno porte. ii) Para consolidar de forma sistemática dados geoambientais e socioeconômicos da área drenada pela sub-bacia e assim fortalecer as formas de desenvolvimento no semiárido vinculando à sustentabilidade com base no sistema de produção local, tendo em vista que ela se reveste de importância a população local. iii) Por fim, para contribuir com estudos que inter-relaciona fragilidade ambiental x uso das terras em sub-bacias hidrográficas na paisagem e contexto do semiárido piauiense.

Assim sendo, o objetivo do trabalho é discutir o Estado da Arte sobre a fragilidade ambiental na sub-bacia do rio Riachão-PI, a partir de temas e conceitos que dão suporte, comumente, as metodologias sobre fragilidade ambiental, na perspectiva de aprofundar o conhecimento acerca desta temática e sua aplicabilidade.

Para tanto, a metodologia aplicada neste estudo está fundamentada no levantamento bibliográfico, embasado nos conceitos-chaves fundamentais para o desenvolvimento da fase inicial da pesquisa, a saber: paisagem, bacia hidrografia, fragilidade ambiental, semiárido. Tendo em vista que as demais etapas da pesquisa se desenvolverão ao longo da construção da tese de doutorado sobre a temática discutida.

Acredita-se que a realização de uma investigação com base no estudo da fragilidade ambiental de forma integradora e holística da sub-bacia do rio Riachão, PI seja capaz de promover estratégias de conservação, de valorização, de disseminação do conhecimento e sensibilização da população sobre a importância do semiárido piauiense, aliando pesquisa, tecnologia, planejamento ambiental, desenvolvimento socioeconômico, fortalecimento da identidade local e consciência socioambiental.

## MATERIAL E MÉTODO

A investigação em análise materializou-se por meio da pesquisa científica de cunho bibliográfico embasada em periódicos especializados, monografias, dissertações, teses e livros que tratam dos conceitos-chaves do estudo: paisagem, bacia hidrografia, fragilidade ambiental, semiárido. Portanto, o texto trata de uma primeira aproximação do Estado da Arte ao tema relacional “Vulnerabilidade ambiental x Semiárido x Bacia Hidrográfica”.

Uma pesquisa bibliográfica segundo Gil (2002, p. 43) “é desenvolvida com base em materiais já elaborados, constituídos principalmente de livros e artigos científicos”. Severino (2007) reforça que esse recurso metodológico fundamenta-se na análise de material já publicado, testado e reconhecido cientificamente, como periódicos especializados, monografias, dissertações, teses, livros, entre outros.

A sistemática para análise das fontes bibliográficas averiguadas seguiu as etapas subsequentes: 1) seleção das temáticas pertinentes à discussão em questão, ou seja, leitura seletivo-analítica do material reunido; 2) documentação por meio de fichas catalográficas; 3) elaboração de sinopse pessoal após análise qualitativa das fontes pesquisadas/usadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Área de estudo

Detentor de uma grande extensão de terras, o Brasil conta uma imensa riqueza hídrica, porém mal distribuída no território. Representa 12% da água doce do mundo e em termos de descarga média de rios ( $m^3/s$ ), o país lidera com 197,500 o maior potencial de água doce do mundo distribuídos na sua extensa rede hidrográfica (REBOUÇAS, 2006).

Em nível de Nordeste, no estado do Piauí, a bacia hidrográfica do rio Parnaíba destaca-se como a maior e mais importante. Ela está inserida no clima semiárido, caracterizado por um quadro de distribuição irregular hídrica e escassez, influenciado por fatores de ordem natural e relacionado também a problemas de gestão hídrica.

O semiárido piauiense é marcado por um mosaico de paisagens e inúmeros geoambientes, logo, demanda recomendações de manejos diferenciados (CRUZ, 2010). Neste panorama, encontramos a Caatinga e suas feições peculiares, Bioma adaptado ao clima seco e quente. É nesse cenário de irregularidades pluviométricas, escassez hídrica e da presença da Caatinga que se destaca a sub-bacia do rio Riachão, PI.

A sub-bacia do rio Riachão (Figura 1) localiza-se no semiárido piauiense, perfazendo uma área total de 4.741,64  $Km^2$ . Seu principal rio é classificado como intermitente, apresenta 146 km de extensão, da nascente a foz, e drena terras que engloba os municípios de Pio IX, Fronteiras, São Julião, Alagoinha do Piauí, Monsenhor Hipólito, Francisco Santos, Santo Antônio de Lisboa e Bocaina, onde na localidade Barras das Guaribas, localiza-se a foz, no rio Guaribas (IBGE, 2019; ANA, 2017; USGS, 2014). A nascente do rio Riachão localiza-se na divisa do estado do Ceará com o Piauí, no Município de Pio IX-PI. Entre seus principais afluentes tem-se o riacho Marçal.

**Figura 1 – Mapa de Localização da sub-bacia do rio Riachão no estado do Piauí**



Fonte: CPRM, IBGE, USGS, 2014.

**SOCIEDADE X NATUREZA: ESTUDOS E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL**

Na relação sociedade x natureza com a produção do espaço, vem sendo observado um domínio do ser humano sobre os recursos naturais, adotando comportamentos e modelos de vida que têm comprometido o equilíbrio dinâmico dos ecossistemas e paisagens associadas. O que já pode ser observando na ruptura de determinados ciclos biogeoquímicos. Sendo que nas áreas de maior fragilidade ambiental, como as Terras Secas no geral e o Semiárido, em Particular estão sendo severamente impactadas.

Esse modelo de desenvolvimento praticado pela humanidade, notoriamente após a Revolução Industrial, tem promovido à exaustão dos recursos naturais e intensificado os conflitos ambientais, isso se explica pela difícil relação que há entre conciliar o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental.

Segundo Ross (2000, p.12),

todas as modificações inseridas pelo homem no ambiente natural alteram o equilíbrio de uma natureza que não é estática, mas que apresenta quase sempre um dinamismo harmonioso em evolução estável e contínua, quando não afetada pelos homens.

Para Leff (2009, p. 17) [...] “a degradação ambiental se manifesta como símbolo de uma crise de civilização, marcada pelo modelo de modernidade regido pelo predomínio do desenvolvimento da razão tecnológica sobre a organização da natureza”. Logo, a cada nova fase da evolução tecnológica humana exige-se mais da natureza, dos recursos naturais do planeta, porém sem considerar a capacidade de autorregulação e suporte deles, ou seja, das leis que regem e equilibram o sistema natural.

Assim, na busca por alternativas para reduzir ou amenizar os conflitos percebe-se a urgência em promover uma mudança de ideologia inserindo a sustentabilidade socioambiental como critério de desenvolvimento e adotando uma nova abordagem epistemológica pautada na visão sistêmica e na atuação interdisciplinar (FERNANDES; SAMPAIO, 2008).

Posto isso, a abordagem sistêmica muito vem contribuindo para entendermos melhor a relação da sociedade e natureza, ao englobar nos estudos da problemática ambiental, a ação antrópica como um dos elementos da paisagem. É no contexto da dinâmica das paisagens e suas interações sociais que esta abordagem se apoia.

Pensar na relação sociedade e natureza é pensar de forma conectiva, integrada, de maneira que a perspectiva sistêmica contempla essa linha de raciocínio, pois permite um estudo integrado do meio físico e das interferências promovidas pelos homens, de modo a assegurar uma dinâmica de relações interdependentes entre todos os elementos que se organizam espacialmente (SILVEIRA; CUNHA, 2010).

A complexidade dos problemas ambientais é desafiador para pesquisadores de diferentes áreas, implementar a sustentabilidade em ambientes já degradados determina a aplicação de metodologias e ferramentas que conforme Moreira (2008), não pode ser buscada isoladamente no subsistema físico-natural ou apenas no socioeconômico. Na verdade, isso implica adotar medidas restritivas no subsistema, já que em um ambiente transformado pela ação antrópica o processo natural evolutivo difere daquele ambiente pouco alterado.

Nesse viés, qualquer paradigma que busque compreender a relação sociedade e natureza nos dias atuais, deve considerar uma visão integrada e sistêmica do todo que compõe o Espaço Geográfico, considerando as complexidades do ambiente e suas relações intrínsecas, sem reducionismo ou dissociação do natural e social, o que certamente a abordagem sistêmica desempenha com maestria.

## **ABORDAGEM SISTÊMICA NOS ESTUDOS GEOGRÁFICOS**

Em um momento marcado por conflitos na relação sociedade/natureza, justificado pelo surgimento de um novo cenário socioeconômico proveniente das inovações e/ou revoluções tecnológicas, e maior abertura metodológica, a Ciência Geográfica passou a rever suas concepções teórico-metodológicas para aplicação em suas análises.

Sendo uma Ciência que transita pelo meio físico e social, a Geografia, no âmbito das questões ambientais buscou novas bases teórico-metodológicas à abordagem da relação sociedade/natureza. Isto, amparando-se na perspectiva sistêmica que tem como proposta compreender a estreita relação existente entre essas dimensões a partir da análise dos elementos da paisagem geográfica, sua dinâmica e inter-relação entre o meio físico, biológico e antrópico.

Os estudos da paisagem dentro da Ciência Geográfica foram fundamentais para compreender a relação Sociedade/Natureza, especialmente quando abordados de forma integrada e sistêmica

tem um papel importante no planejamento ambiental e na gestão ambiental, permitindo avaliar todos os elementos que compõem o ambiente.

Segundo Christofolletti (1999), a abordagem sistêmica tem seus princípios conceituais a partir da Teoria Geral dos Sistemas, fonte de inspiração primordial da análise da Geografia Física, a partir da segunda metade do século XX. A Teoria Geral dos Sistemas (TGS) de Bertalanffy (1973) concorre no sentido de viabilizar a compreensão da dinâmica dos ambientes, considerando sua interconectividade e seus fluxos de matéria e energia (RODRIGUEZ, 2017).

Assim, o enfoque sistêmico busca compreender as relações de interdependência entre os sistemas e subsistemas presentes nas diferentes paisagens (NASCIMENTO e SAMPAIO, 2005; ALMEIDA, 2012). Dessa forma,

A partir da visão sistêmica, concebe-se a paisagem como um sistema integrado, no qual cada componente isolado não possui propriedades integradoras. Estas propriedades integradoras somente desenvolvem-se quando estuda-se a paisagem como um sistema total (RODRIGUEZ, 2017, p. 47).

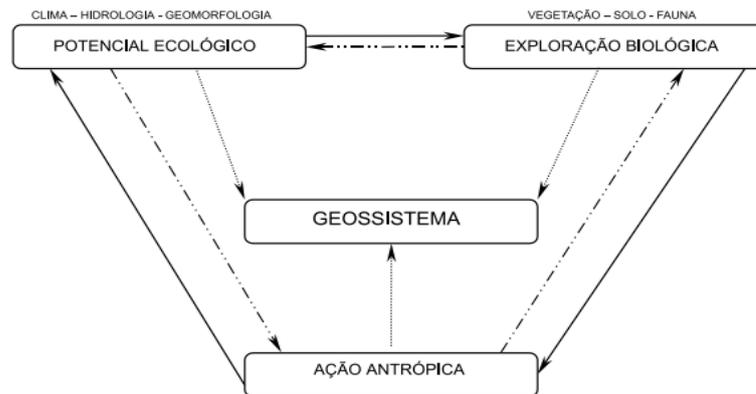
Portanto, a visão sistêmica enriqueceu os estudos da Ciência Geográfica, levantando pontos reflexivos sobre suas bases teóricas, conceituais e metodológicas. A partir deste novo contexto, a Geografia empenhou-se em estudar os fenômenos do Espaço Geográfico em sua totalidade sob a ótica holística e interconetiva da dinâmica de funcionamento da paisagem.

Conforme Moreira (2008), a abordagem sistêmica aplicada na Ciência Geográfica, com base na Teoria Geral de Sistemas, baseia-se na modelização e quantificação dos elementos da paisagem, vislumbrando novos caminhos para o entendimento do funcionamento das paisagens.

O enfoque sistêmico na Geografia cedeu espaço para a formulação da noção espacial de Geossistema, conceito introduzido nas décadas de 1960 e 1970 por Sotchava (1977), tendo em vista a necessidade de aplicar um método mais eficiente para estabelecer parâmetros à análise das intervenções humanas na natureza, considerando o planejamento ambiental (SOTCHAVA, 1977 apud LEAL, 2019).

Segundo o modelo teórico aplicado por George Bertrand (1968) adaptado de Sotchava e com conotação diferente deste autor, o Geossistema (figura 2) é uma unidade dimensional que se caracteriza por certa homogeneidade fisionômica, por forte unidade ecológica e biológica; sendo um nível taxonômico na categorização da paisagem. Seu funcionamento resulta da combinação do Potencial Ecológico, da Exploração Biológica e da Ação Antrópica.

**Figura 2:** Esboço teórico da definição de Geossistema e seu funcionamento



Fonte: Bertrand (2004)

Para Christofletti (1999, p.42), o Geossistema “resultaria da combinação de um potencial ecológico (geomorfologia, clima, hidrologia), a uma exploração biológica (vegetação, solo e fauna) e uma ação antrópica, não apresentando necessariamente homogeneidade fisionômica, e sim um complexo essencialmente dinâmico”.

Nessa linha de raciocínio Guerra e Marçal (2006) entendem os Geossistema como uma combinação de fatores geomorfológicos, climáticos, hidrológicos, da cobertura vegetal, sociais e econômicos que por seu dinamismo podem ou não gerar unidades homogêneas internamente e associam-se a ideia de organização do espaço com a evolução da natureza.

Para Carvalho (2010, p.55) “Os Geossistemas devem ser compreendidos sob o enfoque natural com estreita associação aos fatores econômicos e sociais que estão indissociáveis de sua estrutura dinâmica, revelando o caráter interdisciplinar de sua abordagem”. Assim, esta abordagem se faz eficaz para apreender as múltiplas e complexas relações entre sociedade/natureza no espaço geográfico.

A perspectiva holística da natureza resgatou a visão em conjunto, pois parte da premissa que as partes da natureza interagem entre si em padrões que buscam o equilíbrio ao longo do tempo (MOREIRA, 2008). Nesse contexto, não se pode dissociar a Terra da sociedade humana, pois somos parte de um todo em constante interação, e olhar para ela seria olhar para nós mesmos.

## ANÁLISE DA PAISAGEM

A paisagem é um dos conceitos-chave da Ciência Geográfica, configura-se como uma unidade concreta e dinâmica com enorme relevância nos estudos atuais amparados pela concepção sistêmica difundida por George Bertrand, na qual aliada ao conceito de Geossistema muito vem contribuindo para melhor entendimento das relações natureza/sociedade.

Dentro de um universo conceitual extenso sobre o conceito de paisagem, Bertrand (2004) a considera como uma porção do espaço resultado da combinação dinâmica e instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos em constante diálogo constituindo-se como um conjunto único, indissociável e em evolução. Guerra e Marçal (2006, p.14) a define como “síntese dos aspectos físicos e sociais”. Portanto, considera-se que a paisagem encontra-se na interface entre a natureza e a sociedade (PASSOS, 2003). Seu estudo e conhecimento permite

aplicar metodologias direcionadas ao manejo adequado e sustentável dos recursos naturais relevantes à sociedade.

Para Bolós (1981) a paisagem integrada é uma unidade espacial morfológica que agrega uma complexa inter-relação entre litologia, estrutura, solo, flora e fauna em constante transformação pela sociedade. Assim, corresponde ao espaço geográfico que sofre interferências antrópicas ao longo do tempo e sua dinâmica e evolução são determinadas por processos históricos e naturais (BOMFIM, 2014).

Do ponto de vista sistêmico, a paisagem é concebida como um sistema integrado no qual as propriedades integradoras somente se desenvolve quando é estudada em sua totalidade, e não apenas suas partes (RODRIGUEZ, 2017). Portanto, na análise integrada da paisagem não basta estudar as partes, mas sim compreender suas conexões, para de maneira holística apreender todo o ciclo de funcionamento do sistema.

Segundo Chistofolletti (1999) o estudo da paisagem possibilita a compreensão do espaço como um sistema ambiental físico e socioeconômico, com estruturação, funcionamento e dinâmica dos elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos.

Nessa mesma perspectiva Maximiano (2004) compreende a paisagem como uma manifestação do espaço geográfico, sendo o resultado da relação dinâmica de elementos físicos, biológicos e antrópicos, na qual a existência humana está inserida na dimensão natural.

Posto isso, como parte do espaço geográfico, a paisagem não é estática, isto é, alheia as interferências humanas. Ela é reflexo da organização social e das condições naturais particulares. Sendo, portanto, constituída de três dimensões: natural, social e histórica (PASSOS, 2003).

Conforme Maximiano (2004) os contornos da paisagem podem ser delineados baseado nas feições do uso do solo, tendo como produtos paisagem urbana, paisagem rural, degradada ou natural, ou podem ser unidades territoriais e/ou espaciais, como municípios, parques e bacias hidrográficas.

Assim, as unidades da paisagem configuram-se como uma unidade espacial singular formada pelas possibilidades infinitas de combinações e arranjos dos componentes do ambiente natural e meio socioeconômico, na qual a ação humana potencializa as fragilidades do ambiente.

Nesse contexto, um aspecto a se considerar é buscar evoluir, construindo relações harmônicas com o ambiente e com a diversidade de paisagens existentes. A sociedade com suas intervenções, justificada ou não, deve compreender que somos agente natural, e dialeticamente tentar racionalizar as ações para evitar problemas ambientais irreversíveis.

Dessa forma, torna-se indispensável buscar adequar metodologias e ferramentas para trabalhar com o planejamento de unidades ambientais que apontem perspectivas mais coerentes e duradouras para a proteção, preservação e conservação das diversidades de paisagens e unidades da paisagem sobre a superfície terrestre (GUERRA; MARÇAL, 2006).

## **UNIDADE DE ANÁLISE NATURAL: BACIA HIDROGRÁFICA**

As bacias hidrográficas se apresentam como um sistema natural complexo e de grande dinamismo nos ciclos da natureza e transformações da paisagem, seus componentes estão

organizados e inter-relacionados como um todo integrado, ou seja, a estrutura, o funcionamento e a organização ocorrem conforme as inter-relações entre os elementos.

Como unidade física de análise, é consenso entre pesquisadores a relevância dos estudos da paisagem que contemplam as bacias hidrográficas como objeto de investigação para fins de planejamento das intervenções humanas no meio natural, considerando as potencialidades e fragilidades do ambiente.

Assim, Botelho (2005) considera a bacia hidrográfica como unidade natural de análise da superfície terrestre, onde é possível reconhecer e estudar as inter-relações existentes entre os diversos elementos das paisagens e os processos que atuam na sua esculturação. Portanto, são unidades ideais para o planejamento do uso das terras.

Segundo Chistofolletti (1980) a bacia hidrográfica é um sistema aberto, pois nela ocorrem trocas constantes de energia e matéria com seus atributos e outros sistemas geomorfológicos. A bacia hidrográfica é uma área de captação natural de água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório (SILVEIRA, 2001). Fugimoto (2001) acrescenta que a bacia hidrográfica é uma unidade natural que considera, além da água, elementos como relevo, solos, vegetação, e elementos sociais de produção e uso do espaço.

O solo, a água, o relevo e a vegetação são alguns dos principais elementos das bacias hidrográficas e coexistem em permanente e dinâmica interação, respondendo as interferências naturais e aquelas de ordem antrópica, afetando os espaços naturais alterando como um todo. Nesses sistemas naturais, os recursos hídricos destacam-se como indicadores em potencial que apontam desequilíbrios nas interações das dimensões homem/natureza (BOMFIM, 2014).

Indiscutivelmente, as características físicas e bióticas de uma bacia hidrográfica possuem importante papel nos processos do ciclo hidrológico, influenciando, dentre outros, a infiltração, a qualidade da água, a evapotranspiração e o escoamento das águas (BOMFIM, 2014). Portanto, seu estudo permite desenvolver um planejamento e gestão do território eficaz.

A complexidade sistêmica das bacias hidrográficas, perpetuada pelas inter-relações do comportamento das condições naturais e atividades humanas nela desenvolvidas, permite o entendimento dos impactos devido o uso da terra, de forma a ajudar a prevenir alterações degradatórias nesse sistema.

O uso da bacia hidrográfica como unidade de estudo e de planejamento, nas investigações e no gerenciamento dos recursos deve avaliar as consequências provocadas pelas atividades antrópicas desenvolvidas na área da bacia. Assim,

[...] o papel assumido pelo homem através de suas atividades socioeconômicas é altamente significativo no sistema ambiental físico, pois ao lado das condições climáticas o grupo humano ou sociedade constitui fator de importância para se compreender o ritmo e a magnitude dos processos e as transformações geradas nos sistemas do meio ambiente (ARAÚJO, 2010, p. 98).

Diante do exposto, a bacia hidrográfica caracteriza-se como unidade natural de análise onde ocorrem diversas relações entre os inúmeros elementos da paisagem e os processos que atuam na sua modelagem. Suas características essenciais a torna uma unidade bem definida, permitindo a visão sistêmica e integrada do ambiente.

## FRAGILIDADE AMBIENTAL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

“O estudo da fragilidade parte dos processos relacionados à dinâmica do ambiente” (Crispim, Sousa e Lourenço, 2014, p. 29). Assim, objetiva avaliar a vulnerabilidade morfodinâmica de unidades ambientais frente às pressões e impactos humanos possibilitando compreender essas ações para tomar medidas de preservação e mitigação adequadas.

Nessa perspectiva, a fragilidade ambiental refere-se à suscetibilidade de determinado espaço frente às interferências humanas ou alterações provenientes da própria natureza. Muitos estudos já foram empreendidos sobre essa temática para fins de planejamento ambiental do território. Esses estudos já foram realizados em zonas rurais, urbanas, em diferentes escalas, bacia hidrográfica, litoral e sertão semiárido.

Conforme Lima (2010) o estudo da fragilidade ambiental é uma importante ferramenta de planejamento ambiental, sendo indicativa da situação, da dinâmica de funcionamento, organização e do estado dos sistemas ambientais perante a dinâmica de transformadora da sociedade e, por conseguinte, de transformação da paisagem.

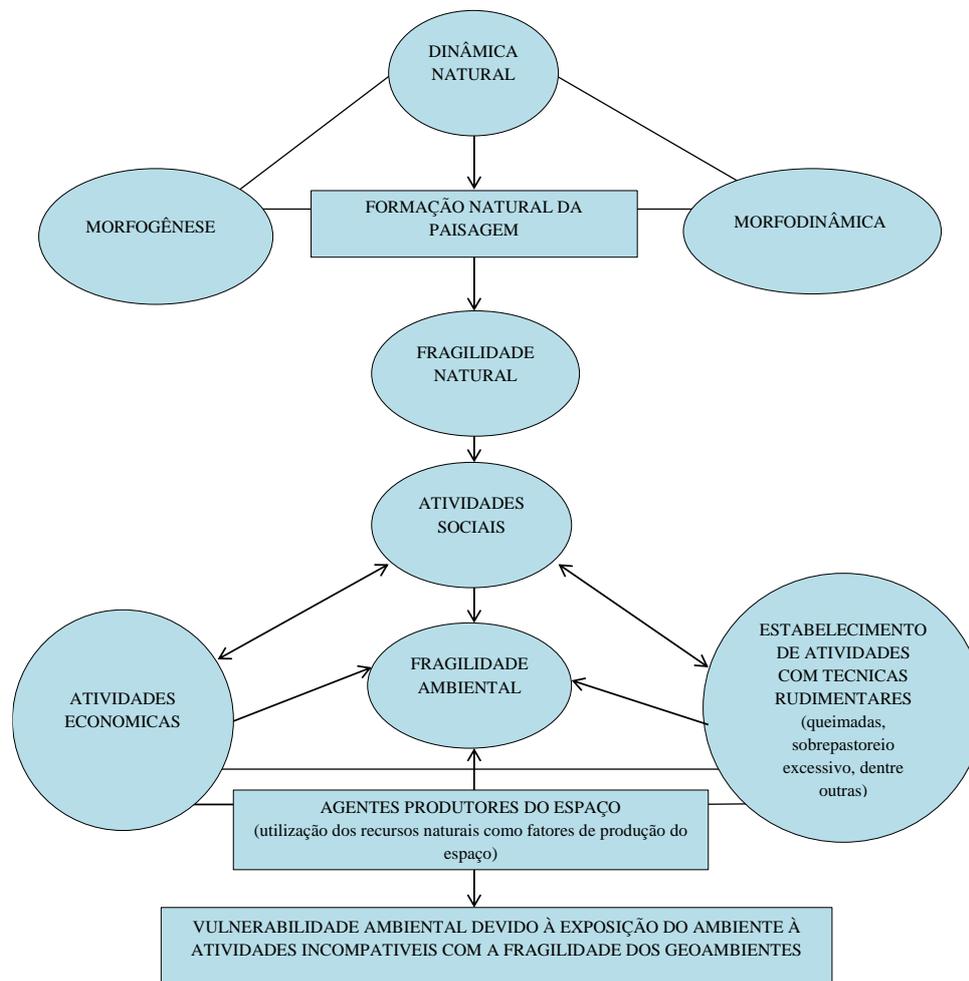
Corroborando com o autor supracitado, Sporn e Ross (2004) reiteram que estudos relativos às fragilidades dos ambientes são fundamentais para o Planejamento ambiental. Assim, o conhecimento dos diversos estágios de fragilidade ambiental em bacias hidrográficas possibilita compreender as variáveis que interagem no espaço físico e interferem nas potencialidades dos recursos locais permitindo o manejo adequado da terra.

De acordo com Dibieso (2013, p.223), a fim de contribuir com o planejamento ambiental e a gestão da bacia hidrográfica é realizada a compartimentação da paisagem em segmentos denominados unidades de paisagem ou unidades ambientais. Para estas unidades devem ser estabelecidas diretrizes, metas e normas específicas para as diferentes porções do território, buscando garantir maior eficácia na recuperação, conservação e proteção dos recursos hídricos.

Como unidade física de análise, é consenso entre pesquisadores a relevância dos estudos da paisagem que contemplam as bacias hidrográficas como objeto de investigação para fins de planejamento das intervenções humanas no meio natural, considerando as potencialidades e fragilidades do ambiente.

A figura 3 pontua algumas características relacionadas à intensificação da fragilidade ambiental, partindo da formação dos componentes naturais até a utilização desses recursos para fins socioeconômicos.

Figura 3. Ilustração dos fatores que impulsionam a fragilidade dos ambientes.



Fonte: Crispim, Sousa e Lourenço, 2014.

Com base na figura, infere-se que as paisagens são formadas pelos processos naturais concebidos dentro dos aspectos morfoestruturais e morfoclimáticos. Quando estes ambientes são sujeitos a fatores socioeconômicos estabelecidos pelos agentes produtores do espaço que exercem atividades sobre eles, há uma modificação na sua estrutura e funcionamento.

“Por isso é cada vez mais urgente que se faça inserções antrópicas absolutamente compatíveis com a potencialidade dos recursos de um lado e com a fragilidade dos ecossistemas ou ambientes naturais de outro” (ROSS, 1994, p.65).

Com base no exposto, é importante buscar adequar metodologias e ferramentas para trabalhar com o planejamento ambiental nas bacias hidrográficas pautando-se estudos mais coerentes e duradouros e que visam à proteção e conservação destes espaços naturais e das paisagens e unidades da paisagem terrestres. Certamente, a metodologia de análise da fragilidade ambiental é uma proposta capaz de desempenhar com eficácia este papel, tendo em vista sua aplicação satisfatória em outros estudos.

## CONCLUSÃO

Neste texto destacaram-se termos, aspectos e conceitos-chaves sobre o Estado da Arte para se estudar a fragilidade ambiental em bacia hidrográfica. A área-teste foi a Sub-bacia rio Riachão, contribuinte da Bacia do Parnaíba no semiárido piauiense. Com base na etapa inicial deste estudo norteada pela pesquisa bibliográfica é impreterível aprofundar pesquisas sobre o semiárido brasileiro embasado em estudos interdisciplinares e sistêmicos, sobretudo oportunizar este conhecimento a todos.

Perante as análises das referências verificou-se que para melhor entender a dinâmica de funcionamento da natureza faz-se necessário realizar estudos integrados que correlacionem às dimensões sociedade e natureza e consideram suas complexidades, equiparando-as. Neste caso, percebe-se o esforço que a Ciência Geográfica vem fazendo para atualizar e aprimorar seu arcabouço teórico-metodológico nos estudos atuais dos fenômenos geográficos com a inserção de análises mais integradoras em suas pesquisas por respostas aos problemas enfrentados.

Ademais, considerou-se que uma bacia hidrográfica caracteriza-se como unidade natural de análise bem definida que permite empreender estudos sistêmicos no ambiente, pois nela ocorrem relações entre os inúmeros elementos da paisagem (social e natural) e os processos que atuam na sua modelagem.

Os estudos corroboram que investigar a fragilidade ambiental em bacias hidrográficas constitui-se uma ferramenta indispensável para o planejamento ambiental, pois sua análise permite avaliar as condições dos sistemas ambientais, sua dinâmica de funcionamento, sua organização e seu estado frente à dinâmica transformadora da sociedade. Como também, a potencialidade dos recursos de um lado e a fragilidade dos ecossistemas ou ambientes naturais de outro.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório de Climatologia Geográfica e Recursos Hídricos (LCGRH) e ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPgGEO) da Universidade Federal do Ceará – UFC.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, N V. **Ordenamento Territorial Geoambiental da Bacia Hidrográfica do rio Taperoá, semiárido paraibano**. Tese (Doutorado). Niterói: UFF, 2012.

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.

ARAÚJO, H. M. A bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão ambiental. IN: ARAÚJO, Hélio Mario de e Santos, N. D. Dos (org.). **Temas de geografia contemporânea: teoria, métodos e aplicações**. Editora UFS, Aracaju, fundação Oviedo Teixeira, 2010.

BERTRAND, Georges. Paisagem e Geografia física global: Esboço Metodológico. Tradução Olga Cruz. **RA'EGA - O Espaço Geográfico em Análise**. Curitiba: Editora da UFPR. n° 8, p.141- 152, 2004.

BOLÓS, M. Problemática actual de los estudios de paisaje integrado. **Revista de geografía**, p. 45-68, 1981.

BOMFIM, José Wellington Rodrigues. **Ambiente e apropriação do espaço na sub-bacia do Rio Jacaré/SE**. Tese de Doutorado. Departamento de Geografia UFSE /2014

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e Conservação dos Solos – conceitos, temas e aplicações**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005, p.269-300.

CARVALHO, M. E. S. **A questão hídrica na bacia Sergipana do rio Vaza Barris**. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Sergipe. São Cristovão, 2010.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blucher,1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgar Blücher, 1999.

CRISPIM, Andrea Bezerra; DE SOUZA, Marcos José Nogueira; LOURENÇO, Ronaldo Mendes. Relação sociedade/natureza, fragilidade e degradação ambiental: bases conceituais para os estudos ambientais. **Revista GeoNordeste**, n. 3, p. 24-39, 2014.

CRUZ, M. L.B. **Uso da terra e relações de dependência com o ambiente nas planícies fluviais da sub-bacia do rio Cangati-CE**. Recife-PE. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, 2010,199p.

DIBIESO, Eduardo Pizzolim. **Planejamento ambiental e gestão dos recursos hídricos: estudo aplicado à bacia hidrográfica do manancial do alto curso do Rio Santo Anastácio/SP**. 2013. 283 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2013.

FERNANDES, V.; SAMPAIO, C. A. C. Problemática ambiental ou problemática socioambiental? A natureza da relação sociedade/meio ambiente. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 18, p. 87-94, 2008.

FUJIMOTO, N. S. V. M. **Análise Ambiental Urbana na Área Metropolitana de Porto alegre: Sub Bacia Hidrográfica de Arroio Dilúvio**. São Paulo, 2001.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002

GUERRA, Fábio Soares. Geocologia Das Paisagens Aplicada Ao Planejamento E Gestão Ambiental Em Regiões Semiáridas. **Revista Homem, Espaço e Tempo**, v. 14, n. 1, p. 79-96, 2020.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand, Brasil, 2006.

IBGE: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.

**Macrocaracterização dos Recursos naturais do Brasil** – Províncias Estruturais, Compartimentos de relevo, tipos de solos, regiões fitoecológicas e outras áreas. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico de 2023. Disponível em: Acesso em: 01 jan. 2024.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder.** 7ª edição. Rio de Janeiro: Vozes, 2009.

LIMA, J. A.G. **Relação sociedade/natureza e degradação ambiental na Bacia Hidrográfica do rio Coaçu** – Região Metropolitana de Fortaleza/CE: subsídios ao planejamento ambiental. Dissertação de Mestrado - Fortaleza, 2010.

MAXIMIANO, L. A. Considerações sobre o conceito de paisagem. In: **RA' E GA.** Curitiba, UFPR. n 8. p. 83-91. 2004

MOREIRA, F. D. **Geotecnologia aplicada à sub-bacia hidrográfica do rio Piauitinga e suas relações ambientais.** 2008. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Núcleo de Pós-Graduação em Geografia (NPGeo), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.

[NASCIMENTO, Flávio. R.](#) do; [SAMPAIO, J. L. F.](#) **Geografia física, geossistemas e estudos integrados da paisagem.** Revista da Casa da Geografia de Sobral, v. 6 e 7, p. 167-180, 2005.

[NASCIMENTO, Flávio. R.](#) do; LIMA, O. C. **Bacias Hidrográficas como Unidade de Planejamento e Gestão Geoambiental: Uma Proposta Metodológica.** Revista Fluminense de Geografia, v. 1, p. 1-12, 2005.

[NASCIMENTO, Flávio. R.](#) do. **O Fenômeno da Desertificação.** 1. ed. Goiânia: EDITORA UFG, 2013. v. 1. 240p.

[NASCIMENTO, Flávio. R.](#) do **Global Environmental Changes, Desertification and Sustainability.** 1. ed. Basel, Switzerland: Springer Nature, 2023. v. 1. 141p.

PASSOS, M. M. **Biogeografia e paisagem.** 2. Ed. Maringá: UEM, 2003.

REBOUÇAS, A. C. **Águas Doces no Brasil Capital Brasil Ecológico Uso e Conservação/REBOUÇAS A. C.; BRAGA. T, GALÍZIA, J. (Org.).** - 3ª edição - São Paulo: Escrituras editora, 2006.

RODRIGUEZ, J. M. M. **Geocologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental.** 5. Ed. José Mateo Rodriguez et al. (org.) - Fortaleza: UFC, 2017.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento.** 5º ed- São Paulo, 2000.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia da USP.** São Paulo, n.8, 1994.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007

SILVEIRA, A ; CUNHA, C. M. L. . Cartografia Geomorfológica como subsídio para a análise das interferências do uso da terra no desencadeamento dos processos erosivos: Um estudo em área canavieira. **Ra'e ga** (UFPR), v. 21, p. 365-391, 2010.

SILVEIRA, A. L. L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. (org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: 4.ed. UFRGS: 2000.

SOARES, M. R. G. de J. **Potencial de uso agrícola e fragilidade ambiental como instrumentos voltados ao planejamento da Bacia do Rio Pequeno – Paraná** / Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. — Curitiba, 2009.

SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. **Métodos em questão**, IG/USP, n.16, p. 2-52. São Paulo, 1977.

SPORL, C.; ROSS, J. L. S. Análise Comparativa Da Fragilidade Ambiental Com Aplicação De Três Modelos. **Geosp - Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 15, p.39-49, 2004.

USGS. United States Geological Survey. **Dados SRTM**. 2014. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em 26 jan. 2021.

## PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL: DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO AMBIENTE NATURAL DA ILHA DE BISSAU/GUINÉ-BISSAU

Idrissa Djoló  
Edson Vicente da Silva  
Maria Rita Vidal

### INTRODUÇÃO

A Ilha de Bissau integra a unidade geográfica de Bissau designada por Setor Autónimo de Bissau(SAB) e toda a região de Biombo, na república da Guiné-Bissau. Porém, todas as estratégias de planejamento e gestão ambiental disponíveis abrangem apenas a unidade geográfica de Bissau. O primeiro plano urbanístico de Bissau (Plano Geral de Urbanização) foi elaborado no período colonial em 1941 e aprovado a 12 de junho de 1948 (MALHEIRO, 2012). Ainda nesse período destacam-se no Setor Autónimo de Bissau a Planta de Zonas de Circulação e o Plano de Bairros Populares (BEJA, 63/74 ).

No período pós-colonial foi elaborado em 1989 o Plano Geral Urbanístico (PGUB) para a cidade de Bissau, divulgado em 1991, como ainda o Regulamento do Plano Geral Urbanístico publicado em 1995. No âmbito do planejamento estratégico e sustentabilidade foi elaborado em 2018 o “Plano de Desenvolvimento Estratégico”, denominado “Plano Estratégico Bissau 2030” (2018-2022), abrangendo apenas a cidade de Bissau.

Com isto, entende-se que a Ilha de Bissau, sendo uma região geográfica que incorpora unidades territoriais com características análogas e integradas, requer estudos que sugerem estratégias integradas de planejamento e gestão ambiental capazes de contribuir para a elaboração de um quadro espacial urbanístico sólido, que reforça os mecanismos de execução do Programa Nacional de Urbanização vigentes no âmbito da Política Nacional de Habitação e Urbanização da Guiné-Bissau.

Essas reflexões despertam o interesse de compreender a interação no ambiente natural da Ilha de Bissau, analisando as relações entre os componentes abióticos e os componentes do meio biótico.

Neste contexto é apresentado o presente artigo para proporcionar debates que podem trazer resultados sobre o diagnóstico integrado do contexto geoecológico da Ilha de Bissau, contribuindo para definição de estratégias integradas de Planejamento e Gestão Ambiental dessa região geográfica.

Para obtenção dos resultados e proporcionar discussões organiza-se o artigo em quatro tópicos. No primeiro tópico caracteriza-se a área de estudo. O segundo tópico refere-se ao planejamento e gestão ambiental na Ilha de Bissau, com destaque para o planejamento do Setor Autónimo de Bissau. O terceiro tópico se refere aos procedimentos metodológicos do diagnóstico. No quarto tópico apresenta-se os resultados e discussão acerca da análise integrada do ambiente natural da Ilha de Bissau

## LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ILHA DE BISSAU

Este estudo abrange a Unidade de Paisagem integrada a região natural (ou unidade geoecológica) denominada Ilha de Bissau (Figura 1), constituída por diferentes subunidades, localizada na República da Guiné-Bissau.

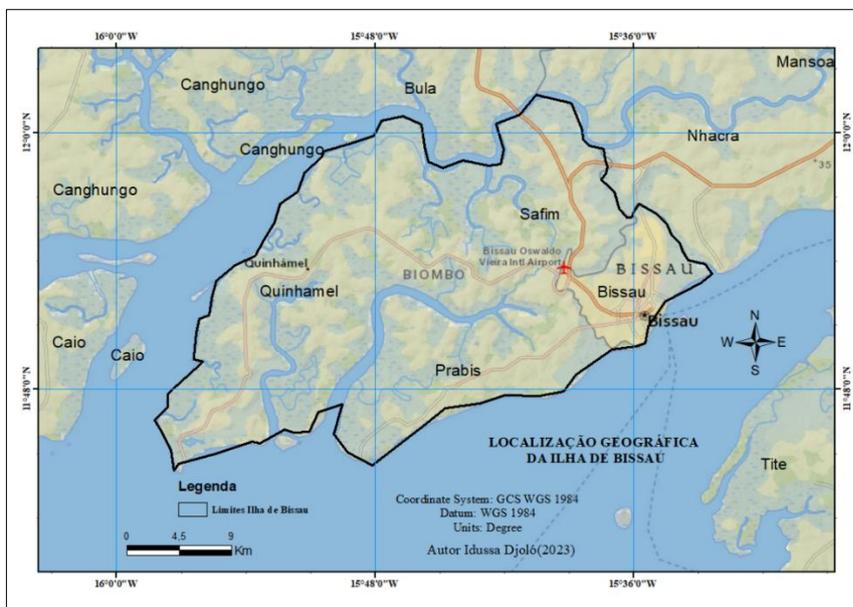


Figura 1. Localização da área de estudo  
Fonte: autor baseado nos arquivos de *ESRI Shapefile*.

A Ilha de Bissau situa-se no fuso 28 do Hemisfério Norte, no meridiano central 15° W ente 11° e 12° norte de latitude, e 15° 30' e 16° oeste de longitude. É uma região geográfica situada junto ao estuário do rio Geba, limitada a norte pelo Setor Administrativo de Bula, a noroeste pelo Setor Administrativo de Canghungo, a Oeste pelo Setor Administrativo de Caio, a nordeste e a este pelo Setor Administrativo de Nhacra, a sul pelo Setor Administrativo de Tite e pelo canal de Geba.

A região geográfica da Ilha de Bissau dispõe de uma linha de costa plana separada pelos canais de Geba e Bolola (antigo canal imperial) e pelo rio Mansoa. É banhado pela bacia hidrográfica do Geba através do canal de Geba a sul, a este (E) e a NE pelo canal de Bolola e a Oeste pelo rio Mansoa. A Ilha de Bissau é influenciada pelas suas planícies litorâneas ou costeiras, como também pelas suas planícies aluviais (fluviais).

O Sistema de Coordenada de Referência (SCR) da Ilha de Bissau é o mesmo da Guiné-Bissau, EPSG: 4326-WGS84, e o Sistema Geodésico UTM (Universal Transversa de Mercator) é Bissau 28°. São utilizados para as atividades cartográficas dessa ilha, como também em todo o território nacional.

## PLANEJAMENTO AMBIENTAL E TERRITORIAL NA ILHA DE BISSAU

A totalidade da Ilha de Bissau não foi contemplada com estratégias de planejamento e gestão ambiental. O Setor Autónimo de Bissau (SAB) é a única parte da ilha contemplado com planos urbanísticos desde o período colonial.

De acordo com a Comissão Técnica Executiva da Câmara Municipal de Bissau (MOPCU/DGHU, 2018), a cidade de Bissau tornou-se o primeiro centro urbano com maior aglomerado e uma concentração populacional desproporcional, acumulando maiores problemas com a gestão do espaço urbano que provocam a falta de infraestruturas de habitações, equipamentos públicos, problemas de ordenamento e a degradação dos bairros. Para resolver esta situação, o Governo da Guiné-Bissau, através do Ministério das Obras Públicas, em cumprimento do despacho Presidencial de 26/12/89, elaborou o Plano Geral Urbanístico de Bissau (PGUB) divulgado em 1991, definindo metas para o ano 2010 (DECRETO LEI 17/95, 1995).

O PGUB visa (i) estabelecer as linhas gerais de crescimento urbano da cidade, tendo em conta as suas potencialidades e as dos restantes centros secundários no processo do desenvolvimento socioeconómico do país; (ii) criar condições sociais e económicas necessárias para as populações; e (iii) imprimir funcionalidades na distribuição das funções e serviços; e (iv) utilizar racionalmente o espaço e economia na edificação da cidade. Foi prevista nos regulamentos específicos a revisão periódica do PGUB para permitir que as autoridades municipais identifiquem e elaborem os programas de atividades por objetivos a serem alcançados no processo da administração e gestão da cidade.

O Plano Geral Urbanístico de Bissau (PGUB) recomendou a ocupação das zonas húmidas e das terras baixas (*bolanhas*), dentro e fora dos limites do Sector Autónomo de Bissau (SAB) com agriculturas vocacionadas e a ocupação do litoral e da zona verde da cidade com os mangais. Esse documento de gestão municipal recomendou ainda a manutenção e o ordenamento do espaço verde existente nas granjas e noutros lugares específicos e a formação de zonas de proteção ambiental.

Em 1995 foi elaborado um regulamento datado de 13 de setembro e publicado em 30 de outubro acelerar o cumprimento dos objetivos do Plano Geral Urbanístico de Bissau (PGUB), aprovado em 1989. Este regulamento estabelece regras de uso, ocupação e transformação do território da cidade de Bissau. O regulamento dividiu o território de Bissau em zona urbana, zona suburbana e zona intermédia de expansão (DECRETO LEI 17/95, 1995).

Em outubro de 2018 (PGUB,2018), foi apresentada a revisão do PUGB com definição do Regulamento do Plano Geral Urbanístico de Bissau (PGUB). Este regulamento estabelece regras de ordem Urbanística e de ocupação de solos. O mesmo divide a cidade de Bissau em grandes malhas, constituídas por Unidades do Ordenamento (UNORES) e por quarteirões.

De acordo com o (PGUB,2018), as malhas estão representadas em letras alfabéticas e em formas poligonais cujas dimensões dos lados variam de 1200 a 1500 metros. Esse plano define UNORES em malhas poligonais representadas em números e superfícies máximas de 135 ha e mínimas 11.50 hectares (ha).

Em relação ao planejamento estratégico e sustentabilidade foi elaborado em 2018 (UN-HABITAT,2018) o “Plano de Desenvolvimento Estratégico” para a cidade de Bissau, denominado “Plano Estratégico Bissau 2030” (2018-2022). Este plano abrangeu apenas a cidade de Bissau e exclui a maior parte da Ilha de Bissau.

O Plano Estratégico Bissau 2030” (2018-2022) perspectiva transformar Bissau numa cidade socialmente inclusiva com um desenvolvimento urbano compacto, sustentável e resiliente às alterações climáticas, catalisadora do desenvolvimento económico do país. O “Plano Estratégico Bissau 2030” (2018-2022) considera dez objetivos principais: cidade vibrante e compacta; habitação adequada para todos; mobilidade sustentável; infraestrutura resiliente e acessível a todos; cidade verde e resiliente; identidade e turismo sustentável; prosperidade e diversificação económica; integração nacional e ligações urbano-rurais; governação participativa e transparente e financiamento para o desenvolvimento (UN-HABITAT,2018).

De acordo com UN-HABITAT (2018) as cidades da Guiné-Bissau carecem de edifícios e espaços verdes, como também de um sólido quadro espacial estratégico para urbanização. Desta forma, percebe-se que o país continua a necessitar de estratégias de execução do Programa Nacional de Urbanização baseadas na Política Nacional de Habitação e de Urbanização. Essas necessidades podem agravar as deficientes estratégias de planejamento e gestão territorial vigentes na Guiné-Bissau, particularmente as que são vigentes em toda a Ilha de Bissau.

A Ilha de Bissau carece de quadro jurídico para a proteção ambiental e preservação da biodiversidade e geodiversidade dos seus territórios. A avaliação do contexto geocológico dos sistemas ambientais deve assegurar as orientações técnicas e científicas sugestivas, para apoiar a definição de estratégias de planificação e gestão socio ambiental de longo prazo em toda a Ilha de Bissau.

## MATERIAL E MÉTODO

### Metodologia

A pesquisa visa é apresentado o presente artigo para proporcionar debates que podem trazer resultados sobre o diagnóstico integrado do contexto geocológico da Ilha de Bissau, contribuindo para definição de estratégias integradas de Planejamento e Gestão Ambiental dessa região geográfica.

A metodologia utilizada baseia-se no enfoque teórico e metodológico da Geoecologia da Paisagem de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017; 2022), e por Vidal, (2014); Vidal e Mascarenhas (2020); como também na pesquisa do campo, pesquisa bibliográfica, sensoriamento remoto, cartografia digital e a topografia georreferenciada.

A natureza da pesquisa demanda aplicar de forma intercalada e complementar vários procedimentos metodológicos. São os casos da pesquisa de campo para observar, identificar, coletar e validar informações dos sistemas geocológicos da Ilha de Bissau; e da Pesquisa bibliográfica para coletar informações sobre o enquadramento teórico-científico e

metodológico dos sistemas e subsistemas ambientais através dos artigos, livros, documentos e revistas científicas disponíveis.

O enfoque metodológico dos autores Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017;2022) é constituído por seis etapas de aplicação: (i) organização; (ii) inventário; (iii) análise; (iv) diagnóstico; (v) fase propositiva; (vi) fase de execução.

A fase da organização define-se os objetivos; esboça-se a área de pesquisa (intervenção); e delimita-se a área de estudo. Na fase do inventário, são definidos os componentes naturais, como também os critérios eco geográficos ou contexto de planificação. São definidos ainda os componentes antrópicos; efetuados a caracterização socioeconômica; definidas as paisagens sociais e culturais; e diferenciados, classificados e cartografadas as unidades geoecológicas.

A fase de análise focaliza-se nos indicadores geoecológicos de estabilidade, instabilidade e sustentabilidade para criar uma estrutura baseada na organização e diversidade das paisagens. Ainda nesta fase se define o sistema de funcionamento das paisagens (funções geoecológicas, processos) para verificar a dinâmica temporal, evolutiva e as modificações ou transformações antropogénicas ocorridas. A fase de diagnóstico tem como objetivo identificar a problemática ambiental (geoecológica) por meio de avaliação do potencial (exploração, sustentação, utilização e disposição) e avaliar o estado de risco, deterioração geoecológica, como também a avaliação de utilização, eficiência e impacto das paisagens.

O diagnóstico do contexto geoecológico da Ilha de Bissau no âmbito deste artigo propõe a análise integrada do ambiente natural, enfatizando as condições geomorfológicas e geológicas, como também as condições hidro-climáticas, as condições dos solos e da cobertura vegetal.

### **Estratégias metodológicas na coleta de dados**

O diagnóstico baseia-se no roteiro metodológico com três fases diferentes fundamentadas no estudo da Geoecologia da Paisagem:

- na primeira fase é aplicado o inventário para o levantamento bibliográfico em bases oficiais, bem como a aquisição dos dados cartográficos compondo os fatores ambientais: (clima, geologia, geomorfologia, solos, hidrografia, vegetação) com informações disponíveis sobre a Guiné-Bissau;
- na segunda fase é analisada os dados dos sistemas e subsistemas geoecológicos e dos indicadores socioeconômicos e da sustentabilidade;
- na terceira fase é apresentada a cartografia básica e temática baseada nas informações dos sistemas e subsistemas ambientais por meio do geoprocessamento aplicado em Sistema de Informações Geográficas (SIG), *Google Earth* e *Google Map*.

O roteiro metodológico contempla ainda o reconhecimento dos dados das informações geoecológicas e das condições atuais de ocupação do solo na área de estudo.

O levantamento de dados das condições geológicas, geomorfológicas, condições hidro-climáticas, solos e da cobertura vegetal da cidade, é completado a partir do trabalho de campo, do sensoriamento remoto, da cartografia digital e da topografia georreferenciada. São utilizados

ainda para o levantamento dos mesmos dados, as imagens do Satélite *Chirps* da plataforma *Google Earth Engine* e as de *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)* para as altimetrias e drenagens.

O diagnóstico integrado do contexto geológico contempla análises das condições naturais da Ilha de Bissau. A análise do meio físico-biótico caracteriza as condições geológicas, geomorfológicas, pedológicas e hidro climáticas.

### **Estratégias para a análise de dados**

De acordo com ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (1989) o meio físico-biótico pode ser considerado um espaço físico onde ocorre a interação dos componentes bióticos (fauna e flora), abióticos (água, rocha e ar) e biótico - abiótico (solo).

No âmbito do presente estudo, focaliza-se na análise do meio físico da Ilha de Bissau, com abordagens sobre os componentes abióticos como água, ar e solo; e componentes do biótico - abiótico, como o solo. Desta forma, os resultados e discussão são baseados na caracterização das condições geológicas, geomorfológicas, pedológicas e hidrográficas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Caracterização geológica da Ilha de Bissau**

Levando em conta as afirmações de Alves (2007.p.93-94) podemos apontar as unidades cenozóicas da Ilha de Bissau como “arribas de erosão costeira” expostas diretamente ao Oceano Atlântico com áreas desniveladas. Porém, com base na sintetização feita pelos autores Alves e Figueiredo (2012), incluiu-se toda a zona geográfica da Ilha de Bissau no (ii) domínio oeste, onde ocorre a Bacia Meso cenozoica relacionada com a abertura do Atlântico. Por causa da acumulação de sedimentos dos depósitos marinhos, observa-se no litoral da Ilha de Bissau áreas formadas por preenchimento sedimentar provocado pelo avanço da praia em direção ao mar.

Considerando as observações de ALVES *et al* (2015) associadas aos estudos e referências cronológicas dos autores como Michel (1973); Yakuchev (1985); Alves (2007); LNEG (2011), o nível principal de encouraçamento da Ilha de Bissau é o “laterito do litoral” formado na Era Cenozoica do período Quaternário. Este período de formação geológica que ocorreu a partir de 23,5 Milhões de anos formou unidades geológicas da ilha constituídas por aluviões e vazas de areia, lateritos costeiros e de rias no litoral e nas planícies aluviais.

De acordo com Alves *et al* (2015 *apud* LNEG, 2011), podemos considerar as unidades do Cenozoico da cartografia de todo o território da Ilha de Bissau como “Fácies Continental Terminal” do ‘Miocénico’ da Era Cenozoica e do período Quaternário, representadas por calcários margosos amarelos e brancos, por vazas fossilíferas, argilas silto-arenosas amareladas, e por areias.

De acordo com os dados, considera-se que a estrutura geológica da Ilha de Bissau é de formação recente, constituída por formações do Quaternário e formações meso-cenozoicas, como

também as formações mais antigas paleozoicas na zona de planície costeira de rios e rias com pequenas elevações inferiores a 40 metros de altitudes. Portanto, a geologia da Ilha de Bissau é constituída pelas formações mais recentes do Eoceno na Era Cenozoica no período Terciário (Paleogéneo) com formações do Quaternário e formações meso-cenozoicas.

### Caraterização Geomorfológica

De acordo com as caraterísticas geomorfológicas da Guiné-Bissau, a Ilha de Bissau pode ser enquadrada na Região Geomorfológica do Domínio Oeste e na unidade geomorfológica de planícies litorâneas ou costeiras. Nessa unidade geomorfológica podemos verificar as subunidades geomorfológicas como as planícies flúvio-marinhas, planície flúvio-lacustre, planícies fluviais ou planícies de inundação, e ainda pequenos planaltos, planícies de *tarrafe* (mangue); planícies de arrozais ou *bolanhas* (zonas húmidas); e planícies das zonas verdes (zona arborizada (Figura 2).

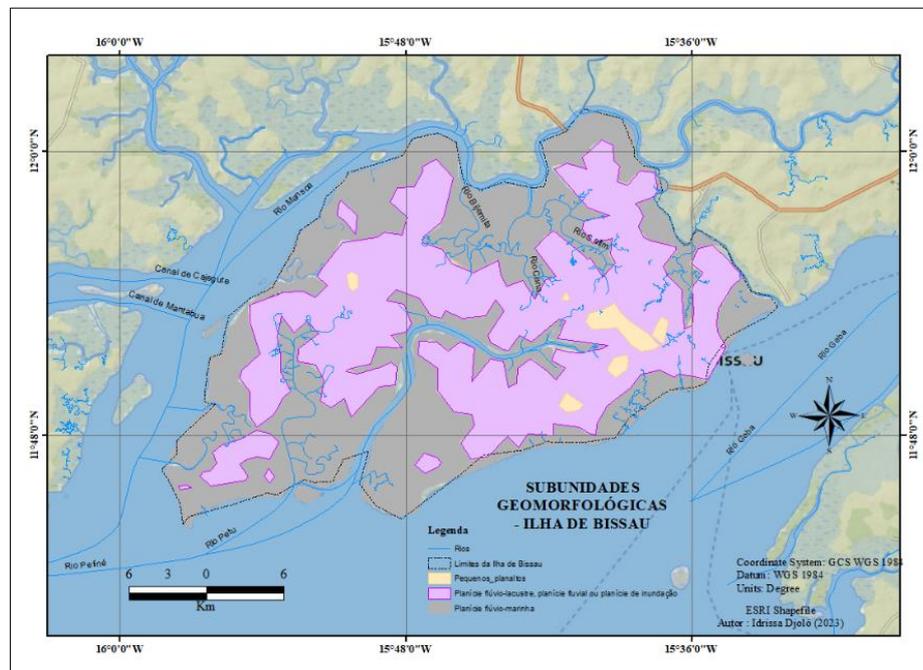


Figura 2. Caraterísticas geomorfológicas da ilha de Bissau

Fonte: autor baseado nos arquivos de ESRI Shapefile.

De acordo com a Figura 2, a unidade geomorfológica das planícies da Ilha de Bissau é constituída por subunidades geomorfológicas de planícies fluviais ou planícies de inundação e pequenos planaltos com altitudes inferiores a 40 metros. As planícies fluviais ou planícies de inundação são formadas pela erosão provocada pelas chuvas e pelas marés. As planícies flúvio-lacustre são constituídas por depósitos arenosos provenientes dos rios Mansoa e Pefine. As planícies flúvio-marinhas são constituídas por depósitos arenosos provenientes canal de Geba e do rio Mansoa.

As subunidades geomorfológicas das planícies fluviais ou planícies de inundação da Ilha de Bissau são formadas pela erosão provocada pelas chuvas e pelos depósitos arenosos dos meandros e afluentes dos rios onde o nível das marés é alto (preamar). As planícies flúvio-lacustre são constituídas por depósitos

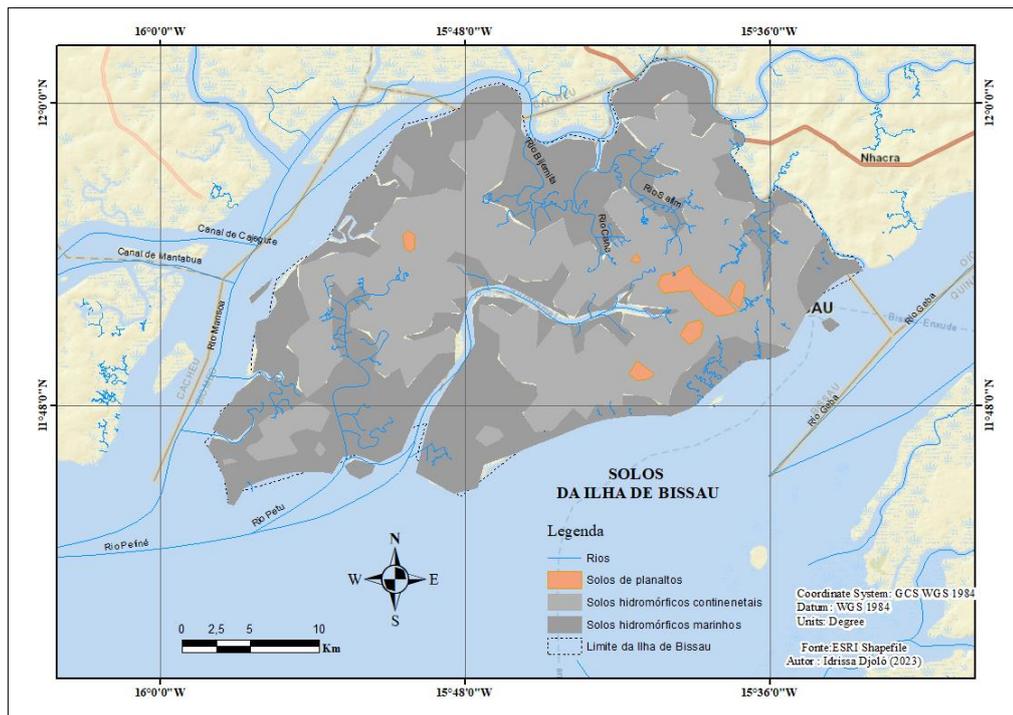
arenosos dos meandros e afluentes dos rios Pefine, Safim, Bissalanca (afluentes do rio Mansoa) e as planícies flúvio-marinhas constituídas por depósitos arenosos provenientes canal de Geba, canal de Bolola (antigo canal Imperial) e também do rio Mansoa.

Nas subunidades da Ilha de Bissau destacam-se ainda as depressões (absoluta e relativa), as planícies das zonas húmidas e planícies de manguezais. As depressões relativas e absolutas com profundidade a partir de -10 m de profundidade se localizam nas planícies fluviais formadas pelos rios Pefine, Safim, Bissalanca (Cana) e Mansoa, e pelos canais de Bolola e Geba.

Desta forma, considera-se que a Ilha de Bissau se localiza na Região Geomorfológica do Domínio Oeste (RGDO) e na Unidade de Planície Costeira de rios e rias. Em termos geomorfológicos, a Ilha de Bissau se localiza na zona de planícies litorâneas, influenciada pela amplitude das marés e pela vegetação do tipo mangal ao longo das margens das linhas de água.

### Caracterização Pedológica

De acordo com a caracterização dos solos da Guiné-Bissau podemos encontrar solos hidromórficos marinhos e continentais nas unidades de planícies costeiras de rios e rias. Nas zonas de planícies flúvio-marinhas e planície flúvio-lacustre encontram-se os solos hidromórficos marinhos, e nas planícies fluviais ou planícies de inundação os solos hidromórficos continentais. Podemos encontrar solos de planaltos nas zonas de pequenos planaltos (Figura 3).



*Figura 3. Esboço pedológico da Ilha de Bissau*  
**Fonte:** autor baseado nos arquivos de ESRI Shapefile

De acordo com a Figura 3 podemos encontrar na Ilha de Bissau os solos hidromórficos marinhos e continentais. Os solos hidromórficos marinhos encontram-se nas zonas de planícies flúvio-marinhas e planície flúvio-lacustre. Os solos hidromórficos continentais encontram-se nas planícies fluviais e

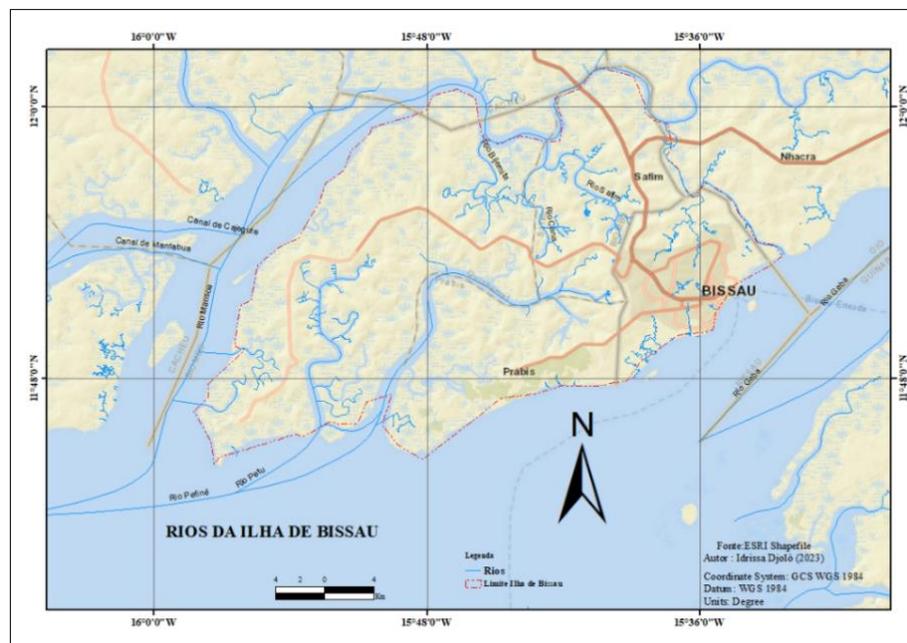
planícies de inundação. Podemos encontrar solos de planaltos sedimentares nas zonas de pequenos planaltos.

### Caraterização hidrológica

De acordo com o Ministério do Desenvolvimento Rural e Agricultura (MDRA, 2000) o potencial de água subterrânea na Guiné-Bissau é limitado e influenciado pelas formações hidrogeológicas dos sóculos paleozoicos situados na zona leste, e as formações sedimentares meso-cenozoicas. O MDRA refere que nas formações hidrogeológicas dos sóculos paleozoicos são típicos os aquíferos pendurados e contínuos e os aquíferos das aluviões que são de difícil exploração. Nas formações sedimentares meso-cenozoicas, que abrange a região geográfica-Ilha de Bissau, cobertas pela bacia sedimentar, encontra-se o Maestrichtiano (Cretácea Superior) com recarga anual muito elevada, de fácil captação e com grandes rendimentos (MDRA ,2000).

De acordo com os dados do MDRA (2000) considera-se que os níveis pluviométricos médios calculados durante uma década são na ordem de 1 600 mm, estimando-se que o potencial total das águas subterrâneas na Guiné-Bissau em cerca de 45 000 milhões (M) m<sup>3</sup>/ano. Em relação à exploração dos recursos hídricos refere que é efetuada essencialmente através de poços (tradicionais e modernos), nas zonas rurais, e os furos, nas zonas urbanas. Essa exploração é feita através dos sistemas de bombear, armazenamento e distribuição. De acordo com o MDRA (2020) a cobertura nacional em termos de fornecimento de água é estimada em 68 % nas zonas rurais; 36 % nos centros semiurbanos; e 34 % nas zonas urbanas (que inclui a da Ilha de Bissau).

A região geográfica da Ilha de Bissau é banhada pela bacia hidrográfica do Geba através do canal de Geba a Sul, e a Este e no NE pelo canal de Bolola. É banhada ainda pela bacia hidrográfica de Mansoa a norte, através do rio Pefine a oeste, rio Nhacele a noroeste, e Rio Bissalanca (ou Safim) a norte (Figura 4).



*Figura 4. Rede hidrográfica da 'Ilha de Bissau*  
**Fonte:** autor baseado nos arquivos de ESRI Shapefile.

De acordo com a Figura 4, verifica-se que os rios que desaguam na Ilha de Bissau formam lagoas, áreas húmidas e reservatórios naturais ou poços com grande importância económica para as regiões de Biombo e para a cidade de Bissau. Os cursos de águas são utilizados para agricultura de arrozais e também para as pequenas plantações de legumes e hortaliças, garantindo a segurança alimentar em toda a Ilha de Bissau. Essas pequenas redes hidrográficas que se formam nessa ilha podem ainda ser orientadas para o desenvolvimento de agricultura urbana.

Em relação às bacias hidrográficas, podemos encontrar na Ilha de Bissau pequenas e médias bacias hidrográficas constituídas por cursos de água que desaguam de forma não específica, sobretudo na época chuvosa. Ainda podemos encontrar na Ilha de Bissau lagos e reservatórios ribeirinhos (ou lagoas) e também águas subterrâneas influenciadas, principalmente pelos rios Mansoa e Geba.

Os canais de Geba e de Bolola, como também os rios Mansoa, Pefine e Petu são feições de paisagens das planícies flúvio-marinhas da Ilha de Bissau. Em termos de compartimentação de relevo são côncavos, com altitude inferior a 30 metros e de declividade plana. A pesca e o transporte marítimo são os principais usos verificados nesses rios. O canal de Geba, na Ilha de Bissau, abriga atualmente o maior porto do país.

No domínio hidrológico, o ponto do curso do canal de Geba, como também das bacias do Geba, Mansoa, Nhacelé e Pefine, pode ser considerado alto, e a natureza do escoamento do tipo endorreica, com o leito do tipo e largura vazante. De acordo com Nascimento (2011) em termos do regime fluvial, o regime hidrológico pode ser caracterizado por talvegue múltiplo, com padrão/geometria de drenagem do tipo treliça e depósitos de materiais das bordas aluviais.

Em termos das potencialidades destacam-se que as bacias hidrográficas da Ilha de Bissau dispõem de águas superficiais, águas subterrâneas, solos férteis e uma grande biodiversidade. Podem ser consideradas um grande patrimônio paisagístico e um importante meio para o ecoturismo e agricultura irrigada. Nota-se ainda que nessa área húmida as precipitações são regulares em toda a época chuvosa (regularidade pluviométrica).

Em relação aos usos múltiplos da água, considera-se a hidrografia da Ilha de Bissau de uso não consuntivo, pois a água dos seus rios não é para o consumo, salvo em alguns casos. O uso múltiplo consuntivo se aplica para as atividades industriais e de construções de habitações junto das bacias hidrográficas. Os usos conflitantes não são muito considerados nas bacias hidrográficas da Ilha de Bissau. Contudo, destacamos os usos conflitantes potencialmente competitivos (i) entre as atividades paisagísticas do litoral e a diluição de dejetos; (ii) nos usos completos de navegação e controle de cheias, com abertura de diques (*ourinques*) e canais de irrigação; (iii) e usos conflitantes vinculados e competitivos, evidentes entre agricultura nas *bolanhas* (arrozais) e as atividades de pesca e desmatamento.

Em relação aos conflitos territoriais-ambientais, podemos destacar os conflitos que envolvem a preservação e atividades produtivas, especialmente no domínio da agroindústria, e ainda na urbanização e nos usos múltiplos dos recursos hídricos. Esses conflitos envolvem zonas periféricas de Bissau e na região de Biombo onde habitam as populações tradicionais. Em

algumas comunidades tradicionais é comum verificar os conflitos territoriais que envolvem atividades da construção e da agricultura extensiva.

De forma geral, podemos considerar a grande parte das bacias hidrográficas da Ilha de Bissau como pequenas, pois suas águas não se direcionam a um lugar específico, perdem-se no solo. Desta forma, mesmo recebendo águas das bacias hidrográficas territoriais limítrofes, necessita de um Plano de Gestão próprio para garantir a sustentabilidade dos seus recursos hídricos.

De acordo com os dados apurados, considera-se ainda que a exploração dos recursos hídricos na Ilha de Bissau é efetuada essencialmente através de furos, com recurso aos sistemas de bombear, armazenamento e distribuição de água, assegurados principalmente pela utilização de depósitos designados por “mãe-d'água”.

Os poços (tradicionais e modernos) são mais utilizados nas zonas periféricas de Bissau e na região de Biombo. O potencial de água subterrânea na Ilha de Bissau é abundante, influenciado pelas formações hidrogeológicas sedimentares meso-cenozoicas do Maestrichtiano com recarga anual muito elevada, de fácil captação e com grandes rendimentos.

### **Subsistemas ambientais**

Considera-se que a Guiné-Bissau é abrangida por dois sistemas ambientais naturais: (1) Sistema de Bacia sedimentar Meso-cenozoica, influenciados pelas características ambientais do domínio do Oeste, e o (2) Sistema de Substrato Paleozoico e Pré-câmbrico, influenciado pelas características do domínio Leste.

A Ilha de Bissau é abrangida pelo subsistema ambiental natural do Sistema de Bacia sedimentar Meso-cenozoica influenciada pelas características ambientais do domínio do Oeste e pelas características geológicas e eco dinâmicas das planícies litorâneas das rias (ou rios), como ainda pelos impactos e problemas ambientais antropogénicos. O subsistema da ilha de Bissau é constituído pelas planícies litorâneas ou de rias e rios.

### **Subunidades geológicas**

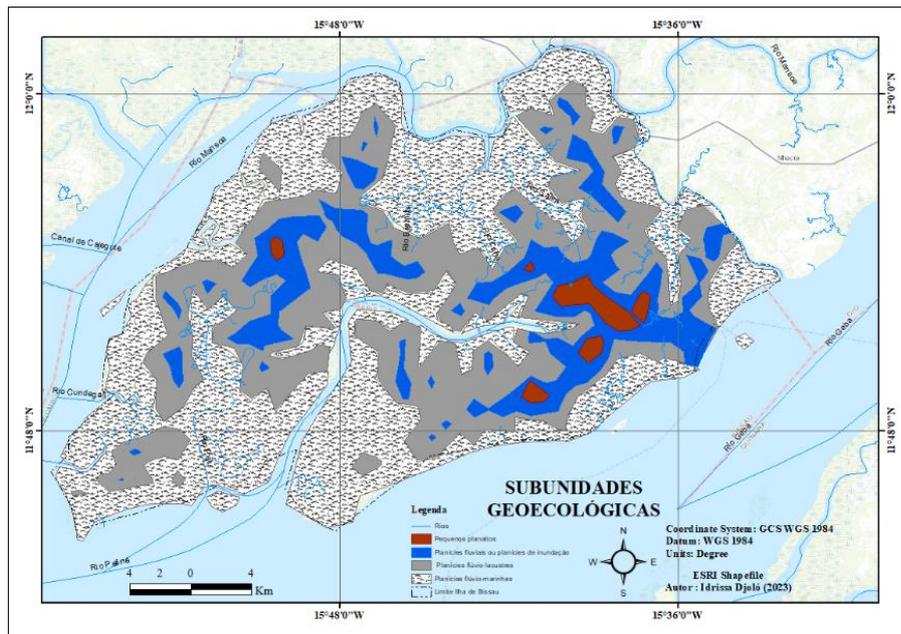
A formação, estrutura, funcionamento evolução e a dinâmica das paisagens na Ilha de Bissau resultam da interação geossistémica. Essa interação é influenciada pelos fatores geológicos, climáticos, geomorfológicos, hídricos, edáficos e bióticos.

A composição das rochas, precipitação e alimentação hídrica, regime de radiação, tempo e fatores litorâneos, influenciam a diferenciação das unidades geológicas da Ilha de Bissau. Os processos geossistémicos são influenciados pelo depósito de sedimentos transportados por rios, acumulado em lagos, e pelo transporte de sedimentos das águas marinhas. Esses processos são influenciados pelos rios Safim e Bissalanca, através do rio Mansoa, e o rio Geba, através do canal Geba e Bolola, como ainda pelos rios Pefine e Nhacelé.

Os parâmetros indicadores e somatórios de toda a atividade geossistémica na Ilha de Bissau se associam ao escoamento superficial, ao relevo, à estrutura horizontal, ao transporte das substâncias e à produtividade biológica (relações horizontais). A formação das unidades

geocológicas da Ilha de Bissau se enquadram na Região da Bacia sedimentar Meso-cenozoica, e são distinguidas pela grande influência da água, umidade e do calor sobre o relevo.

Na figura 5 enquadra-se as subunidades geocológicas da ilha de Bissau nas unidades geocológicas (ou paisagísticas) das planícies litorâneas de rios ou de rias (Planície costeira), localizadas na Região da Bacia Sedimentar Meso-cenozoica, influenciado pelo Domínio Oeste. A homogeneidade das condições naturais e as influências pluviiais contribuem para a formação dessas subunidades geocológicas na Ilha de Bissau.



**Figura 5.** Caracterização geocológica da ilha de Bissau.

**Fonte:** autor baseado nos arquivos de ESRI Shapefile.

São subunidades geocológicas da Ilha de Bissau: (i) as planícies flúvias ou planícies de inundação e pequenos planaltos formados pela erosão provocada pelas chuvas e pelas marés; (ii) planícies flúvio-lacustre constituídas por depósitos arenosos provenientes dos rios Mansoa, Pefine; (iii) as planícies flúvio-marinhas constituídas por depósitos arenosos provenientes do canal de Geba e de Bolola e do rio Mansoa. Essas subunidades geocológicas são formadas pelos depósitos de sedimentos dos rios Geba e Mansoa.

Podemos ainda, distinguir outras subunidades geocológicas na Ilha de Bissau, como as das planícies de *tarrafe* (mangue); planícies de arrozais ou *bolanhas* (zonas húmidas); e planícies das zonas verdes (arborizada).

A Ilha de Bissau é formada pelas subunidades geocológicas de planícies flúvio-marinhas, planície flúvio-lacustre, planícies flúvias ou planícies de inundação e pequenos planaltos com altitudes inferiores a 40 metros. Podemos ainda distinguir nessa região geográfica outras subunidades, como a planície de mangue, açudes; planícies de zonas húmidas e planície de zona arborizada. As subunidades geocológicas ou paisagísticas da Ilha de Bissau são definidas a

partir das unidades tipológicas ou classes das paisagens da Guiné-Bissau, em paisagens de planícies litorâneas de rios ou de rias.

## SITUAÇÃO AMBIENTAL TERRITORIAL ATUAL

Como foi referido anteriormente, a Ilha de Bissau encontra-se na unidade geomorfológica de planície litorânea (ou costeira) da Guiné-Bissau, com suas respectivas subunidades. Porém, o grau de transformação desse território e o estado dos geossistemas influenciam negativamente o impacto ambiental das suas unidades geoecológicas.

De acordo com Glushko e Ermakov (1988 *apud* RODRIGUEZ, SILVA e CAVALCANTI, 2022), podemos classificar o estado das unidades geoecológicas da Ilha de Bissau em: (i) paisagens esgotadas (oprimidas) e (ii) paisagens alteradas.

As paisagens otimizadas (criação de nova estrutura paisagística) e paisagens compensadas (substituição paisagísticas com formações equivalentes), não fazem ainda parte das modificações antropogénicas da Ilha de Bissau e precisam ser reforçados nas estratégias e no Plano Urbanístico das autoridades de Bissau e da região do Biombo.

- As paisagens alteradas dominam nas zonas de planícies fluviais ou planícies de inundação e nos pequenos planaltos, concretamente nas zonas húmidas e nas zonas verdes de áreas não construídas. Nessas áreas verifica-se uma forma de ocupação irracional dos espaços reservados com atividades de construções e diversos, provocando processos irreversíveis e a degradação das paisagens completa das unidades paisagísticas.
- As paisagens esgotadas (oprimidas) na Ilha de Bissau são características das subunidades geoecológicas das planícies flúvio-marinhas e planície flúvio-lacustre. Essas subunidades são dominadas pelas modificações antropogénicas em condições de uso extensivo. Decorrem mudanças na estrutura paisagística com esgotamento das propriedades dos seus componentes, debilitando as relações inter e intra-paisagísticas. Esse fato, com efeitos ecológicos negativos, leva ao empobrecimento da composição das espécies da cobertura vegetal, decresce a produtividade e degrada os solos na Ilha de Bissau.

Em relação às limitações, nas planícies aluviais da Ilha de Bissau encontram-se áreas com processos erosivos ativos. Essas áreas provocam uma degradação avançada dos recursos naturais e o descompasso entre a capacidade produtiva dos recursos naturais e a sua recuperação ou restauração.

São verificados ainda uma grande variedade de ações antropogénicas que provocam sérios problemas ambientais à Ilha de Bissau. Dessas ações de destacam o desmatamento, degradação da biodiversidade, erosão dos solos, degradação das nascentes fluviais, degradação do patrimônio natural e cultural, poluição dos solos e dos recursos hídricos, como ainda a deficiência ou inexistência de prática de educação ambiental.

Esses problemas ambientais com impactos diretos nas subunidades geocológicas ou paisagísticas, precisam ser corrigidos através das estratégias e políticas públicas para a ordenação ambiental e o desenvolvimento sustentável.

Nos quadros 1 e 2 são identificadas as limitações, problemas e potencialidades das subunidades das planícies flúvio-marinhas, planície flúvio-lacustre, planícies fluviais ou planícies de inundação e pequenos planaltos com altitudes, como também das planícies de *tarrafe* (mangue), planícies de arrozais ou de *bolanhas* (zonas húmidas) e das planícies das zonas verdes (arborizada).

Subunidades geocológicas	Classificação	Capacidade de Suporte		Impacto e riscos de ocupação (problemas)
		Potencialidades	Limitações	
Planícies de <i>tarrafe</i> (mangue)	Paisagens esgotadas (oprimidas)	-Valor ecológico: condições ideais para reprodução, berçário, criadouro e abrigo para várias espécies de fauna aquática e terrestre; -Património paisagísticos -Recreação e o turismo -Pesca marítima -Ecoturismo -Recursos turísticos subterrâneos -Atenuantes dos efeitos da erosão costeira. -São constituídos por solos favoráveis ao cultivo de arroz de “bolanha” de “tarrafe” -Zona portuária	Baixo suporte para edificações Limitações agrícolas destes solos estão relacionadas ao alto conteúdo de sais	-Erosão marinha e recuo da linha de costa -Processos erosivos muito ativos -Falta de Restrições legais associadas -Empobrecimento da composição das espécies da cobertura vegetal, decresce a produtividade, degradam-se os solos, existindo, em geral, efeitos ecológicos negativos
Planície flúvio-lacustre	Paisagens esgotadas (oprimidas)	-Área caudalosa com águas permanentes que podem ser utilizadas para as irrigações	Zonas de altitudes absolutas e negativas abaixo de 0. Zonas inundáveis	-Erosão marinha e recuo da linha de costa -Falta de Restrições legais associadas -Erosão marinha
Planícies flúvio-marinhas	Paisagens esgotadas (oprimidas)	-São favoráveis à agricultura urbana e de plantio; -Áreas menos caudalosa com águas apenas no período chuvoso. São áreas húmidas na época seca e que podem ser aproveitáveis para a agricultura intensiva	Áreas de inundação frequente; Zonas secas no período seco	-Ausência de restrições -Erosão fluvial; -Erosão pluvial

**Quadro 1.** Caracterização das paisagens esgotadas ou oprimidas na Ilha de Bissau, de acordo com o impacto ambiental e grau de transformação

**Fonte:** elaborado por autor

Os impactos e problemas ambientais decorrentes da pressão humana resultante do desmatamento, das ocupações desordenadas, do uso incompatível com a fragilidade e limites de suporte dos subsistemas ambientais naturais e das subunidades unidades geocológicas, afetam a cobertura e a formação vegetal e do solo da Ilha de Bissau.

Subunidades geocológicas	Classificação	Capacidade de Suporte		Impacto e riscos de ocupação
		Potencialidades	Limitações	
Planícies de arroz (zonas húmidas)	Paisagens alteradas	São constituídos por solos favoráveis ao cultivo de arroz de “bas-fonds” Agricultura de hortaliças	Áreas inundáveis	Empobrecimento da composição das espécies da cobertura vegetal, a degradação dos solos com efeitos ecológicos negativos provocados pela erosão.
Planícies fluviais ou planícies de Inundação	Paisagens alteradas	Configuração da linha de costa, controlam localmente à deriva litorânea e atenuam os efeitos da erosão costeira, absorvendo parte da energia das ondas a contribuindo para diminuir a remoção de sedimentos.	Planícies baixas Áreas acumulação de sedimentos Áreas inundadas	Degradação dos solos com efeitos ecológicos negativos provocados pela erosão Erosão pluvial; Processos irreversíveis e a degradação completa das paisagens.
Planícies das Zonas verdes (arborizada)	Paisagens alteradas	-Zonas dos Parques, faixas verdes ao longo das estradas; -Zonas verdes com função específica (granjas, cemitérios...), zonas verdes nos quarteirões -zonas verdes de áreas não construídas.	Zonas delimitadas e sem nenhum tipo de proteção Inexistência de Plano de proteção ambiental	-Ocupação irracional dos com atividades de construções; -Processos de recuperação irreversíveis e a degradação das paisagens; -Falta de zoneamento -erosão pluvial
Pequenos planalto	Paisagens alteradas	Zonas mais altas com poucas possibilidades de inundações	Inexistência de Plano de proteção ambiental	-Ocupação irracional dos com atividades de construções; -erosão pluvial.

**Quadro 2.** Caracterização das paisagens alteradas da Ilha de Bissau, de acordo com o impacto ambiental e grau de transformação

**Fonte:** elaborado por autor.

As características geocológicas (geológicas, geomorfologia e hidrologia), influenciadas pelos aspetos antropogénicos sobre as planícies flúvio-marinhas, planície flúvio-lacustre, planícies fluviais ou planícies de inundação e pequenos planaltos da Ilha de Bissau, originam unidades e subunidades geocológicas fortemente instáveis.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este diagnóstico integrado permitiu compreender a interação no ambiente natural da Ilha de Bissau. O mesmo destacou os componentes abióticos e os componentes do biótico - abiótico, como também identificou os subsistemas ambientais naturais e as subunidades geocológicas da Ilha de Bissau.

Os dados indicam que a geologia da Ilha de Bissau é constituída pelas formações mais recentes do Eoceno da Era Cenozoica no período Terciário (Paleogéneo), com formações do Quaternário e formações meso-cenozoicas.

Os problemas ambientais decorrentes da pressão humana na Ilha de Bissau são resultados do desmatamento, ocupações desordenadas e uso incoerente do meio. Esses resultados são incompatíveis com a fragilidade e limites de suporte dos subsistemas ambientais naturais e das subunidades unidades geocológicas dessa ilha. Os mesmos trazem consequências que afetam os componentes abióticos e os componentes do biótico – abiótico da Ilha de Bissau.

São verificados ainda que a Ilha de Bissau abriga a sede administrativa das Áreas protegidas e das instituições centrais responsáveis pela gestão das políticas ambientais da Guiné-Bissau, mas não dispõe de nenhuma área protegida nem de unidades geoecológicas legalmente protegidas.

Recomenda-se no presente estudo que os problemas ambientais com impactos diretos nas subunidades geocológicas ou paisagísticas da Ilha de Bissau sejam corrigidos através das estratégias e políticas públicas para a ordenação ambiental e territorial e para o desenvolvimento sustentável.

Concluiu-se o diagnostico geocológicos na Ilha de Bissau contribuirá para suprir as carências de estratégicas de planejamento e gestão ambiental territorial de longo prazo, e trará resultados sobre os estudos geocológicos (paisagísticas) capazes de sugerir estratégias de ordenamento e gestão territorial dessa região geográfica.

Os problemas ambientais na Ilha de Bissau, com impactos diretos nas unidades geocológicas ou paisagísticas, agravados pela falta de estudos e estratégias, como ainda pela ausência de políticas públicas de ordenação ambiental e desenvolvimento sustentável, levantam questões e novas debates sobre aplicação do planejamento e gestão ambiental na Guiné-Bissau.

Os debates científicos sobre o contexto geocológico são muito importantes para a definição de estratégias integradas de Planejamento e Gestão Ambiental nas diferentes regiões geográficas da Guiné-Bissau.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela vida e aos meus pais pelo inesquecível carinho aos meus estudos;

À Fundação Brasileira CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio durante todos os semestres estudados;

Ao Prof. Dr. Edson Vicente da Silva, professor titular da Universidade Federal do Ceará (UFC), pela excelente orientação e apoio à minha instalação em Fortaleza, e à Dra. Maria Rita Vidal (Co-orientadora), pela excelente orientação;

Ao VI FÓRUM INTERNACIONAL DO SEMIÁRIDO da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), através do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UVA, pela oportunidade de participação com o presente trabalho.

## REFERÊNCIAS

ALVES, P. H.; FIGUEIREDO, V. **Carta Geológica da Guiné-Bissau de 1982 a 2011**. Lisboa: IICT, 2012. 30p.

ALVES, P. H. **A Geologia Sedimentar da Guiné-Bissau**. Da análise geral e evolução do conhecimento ao estudo do Cenozóico. 2007. 525 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2007.

ALVES, P. H. **Cartografia Geológica da Guiné-Bissau**. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL CIÊNCIA NOS TRÓPICOS: OLHARES SOBRE O PASSADO, PERSPECTIVAS DE FUTURO. 1., 2012. Lisboa. **Anais...** Lisboa: ICT, 2012.

ALVES, P. H.; FIGUEIREDO, V. **Cartografia Geológica e Edição da Carta da Guiné-Bissau**. SGP, 2013.

BEJA, S.(63/74). **Luís Graça & Camaradas da Guiné de 1960**. Disponível: <https://blogueforanadaevaotres.blogspot.com/2014/11/guine-6374-p13954-recordacoes-de-uma.html>. Acesso em 22 de agosto de 2023.

BRASIL, P. **Decreto nº 4.296, de 10 de julho de 2002**. Critérios para o Zoneamento Ecológico-Ecológico (ZEE). Brasília, 2002.

CARVALHO, P. Ordenamento do território e desenvolvimento humano: Problemas e desafios. In: COLÓQUIO DE COIMBRA, 3., 2003. Coimbra. **Anais...** Coimbra: 2003. p. 51-80.

CHARIFO, G.; ALMEIDA, Caracterização e avaliação de reservas geológicas do depósito mineral de Farim-Saliquinhé. **REM: R. Esc. Minas, Ouro Preto**, v. 63, n. 3, p. 569-580, 2010.

CIPA. **Plano de gestão dos recursos haliêuticos para 2020**. Bissau, Guiné-Bissau: Ministério das Pescas, Centro de Investigação Pesqueira Aplicada. 2019.

DE SOUSA, M. N. **Diagnóstico Geoambiental do Município de Fortaleza**: Subsídios ao Macrozoneamento Ambiental e à revisão do Plano Diretor Participativo. Fortaleza: Equipe Técnica de execução, 2003.

GUINÉ-BISSAU. Decreto-lei 17/95. Regulamento do Plano Urbanístico da Cidade de Bissau (PUCB). **Boletim Oficial da Guiné-Bissau**, n. 44, p. 1-14. 1995.

FARIAS, J. F.; DA SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. Aspectos do Uso e Ocupação do Solo no Semiárido Cearense: Análise Espaço-temporal (1985 - 2011) Sob o Viés da Geoecologia das Paisagens. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 06, n. 02, p. 136-147, 2013.

GUINÉ-BISSAU, M. **Relatório Final: Definição dos Alvos para a Neutralidade da Degradação das Terras (NDT)**. Bissau: Ministério da Agricultura, Florestas e Pecuária, 2018. 28p.

GUINÉ-BISSAU, M. D. **Projeto do Plano de Ação Nacional da Luta Contra a Desertificação na Guiné-Bissau (PAN/LCD)**. Bissau: Direção Geral da Floresta e Fauna, 2006. 119p.

GUINÉ-BISSAU, M. D. **Definição dos Alvos para a Neutralidade da Degradação das Terras (NDT)**. Bissau: MAFP, 2018. 28p.

IBAP, I. **Instituto da Biodiversidade e das Áreas Protegidas**. Disponível em: <https://www.bing.com/search?q=%c3%a1reas+protegidas+na+guin%c3%a9-sau&FORM=AWRE>. <https://ibapgbissau.org/>: Acesso em: 26 out. 2023.

INE, I. G. B. **Boletim Estatístico da Guiné-Bissau** ``Guiné-Bissau Em Número 5 2017``. Bissau: Imprensa Nacional, 2017. 161p.

LNEG. **Geoportal Energia e Geologia**. 2014. Disponível em: <https://geoportal.lneg.pt/mapa/?mapa=CartaGuine>. Acesso em: 22 ago. 2023.

MALHEIRO, A. C. **O Gabinete de Urbanização Colonial e o traçado das cidades luso-africanas na última fase do período colonial português**. Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, *Brazilian Journal of Urban Management*, v. 4, n. 2, p. 215-232.2012.

MEDINA, N. **O Ecossistema Orizícola Na Guiné-Bissau: principais constrangimentos à Produção Na Zona I (Regiões De Biombo, Cacheu e Oio) e perspectivas**. Dissertação de mestrado em Produção Agrícola Tropical. Lisboa. 2008.

MDRA, M. D. **Projeto GBS/97/G31/1G/9 - “Estratégia e Plano de Ação Nacional para a Biodiversidade**. Bissau: Guiné-Bissau, 2000. 161p.

MMA. **Terceira edição das Diretrizes Metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil**. Brasília: MMA, 2006.

NASCIMENTO, F. R. **Categorização De Usos Múltiplos Dos Recursos Hídricos e Problemas Ambientais na Gestão da Bacia Hidrográfica**. Revista da EMPEGE v.7, n.1, número especial, p. 81-97,, pp. v.7, n.1, número especial, p. 81-97,. Outubro de 2011.

OLIVEIRA, M. D. Direção dos Serviços de Urbanismo e Habitação da Direção Geral das Obras Públicas e Comunicações do Ministério do Ultramar. Disponível: [https://issuu.com/uccla/docs/urbanismos\\_catalogo\\_online/](https://issuu.com/uccla/docs/urbanismos_catalogo_online/) . Acesso em 23 de agosto de 2023. 1960.

PAVÃO, L., GUERREIRO, L. (12 de 06 de 1948). Plano Geral de Urbanização da cidade de Bissau, Sarmento Rodrigues. de Arquivo Histórico Ultramarino, rolo 22. Disponível: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-Plano-Geral-de-Urbanizacao-da-cidade-de-Bissau-Bissau-12-06-1948-Sarmento\\_fig3\\_262745240](https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-Plano-Geral-de-Urbanizacao-da-cidade-de-Bissau-Bissau-12-06-1948-Sarmento_fig3_262745240). Acesso em 23 de agosto de 2023.1948.

SAMUEL, D. (22 de agosto de 2023). Cartas Militares da Guiné-Bissau. Disponível: <https://dobrarfronteiras.com/cartas-militares-guine-bissau-mapas>. Acesso em 23 de agosto de 2023. 1960.

RODRIGUEZ, J. M.; DA SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. **Geocologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental e cultural**. Fortaleza: Imprensa Universitária da Universidade Federal do Ceará, 2022. 332p.

SILVA, E. V. **Planejamento e Gestão Ambiental: Subsídios da ecologia da paisagem e da Teoria Geossistêmica**. Fortaleza: UFC, 2013. 284p.

SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. Geocologia das paisagens: zoneamento e gestão ambiental em ambientes húmidos e seme-áridos. **Revista Geográfica De América Central**, v. 2, p. 1-12, 2011.

UN-HABITAT, P. D. **Documento do Programa-País do UN-HABITAT na Guiné-Bissau - 2018-2022**. Bissau: Escritório do UN-Habitat em Guiné-Bissau, 2018.

VALENTIM, C. (1 a 12 de novembro de 2015). A Cartografia da Guiné Portuguesa 1945-1949. Atas do VI Simpósio Luso-Brasileiro de Cartografia Histórica, 4 a 7 de novembro de 2015. Braga, Portugal. 2015.

VIDAL, M. R.; SILVA, E. V. da. **Enfoque estrutural e funcional da geocologia das paisagens: modelos e aplicações em ambientes tropicais**. *GEOFRONTER*, Campo Grande, v.7 n.1, p.1-19, 2021.

VIDAL, M.R.; MASCARENHAS, A. L. S. **Estrutura e funcionamento das paisagens litorâneas cearenses à luz da Geocologia das Paisagens**. *GEOUSP: espaço e tempo*, v.24, p.600 - 615, 2020.

VIDAL, M. R. **Geocologia das paisagens: Fundamentos e aplicabilidade para o planejamento ambiental no baixo curso do rio Curu-Ceará-Brasil**. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de ciências, Programa de pós-graduação em geografia. Fortaleza, 2014.