



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

SINARA GOMES DE SOUSA

**MAPEAMENTO DE GEOSSISTEMAS NO MUNICÍPIO DE FARIAS BRITO/CE**

Recife  
2019

SINARA GOMES DE SOUSA

**MAPEAMENTO DE GEOSSISTEMAS NO MUNICÍPIO DE FARIAS BRITO/CE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de mestra em geografia.

**Área de concentração:** Regionalização e análise regional

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Danielle Gomes da Silva

**Coorientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Simone Cardoso Ribeiro

Recife

2019

Catálogo na fonte  
Bibliotecária Maria do Carmo de Paiva, CRB4-1291

S725m    Sousa, Sinara Gomes de.  
          Mapeamento de geossistemas no município de Farias Brito/CE / Sinara  
          Gomes de Sousa. – 2019.  
          104 f. : il.; 30 cm.

          Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Danielle Gomes da Silva.  
          Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Simone Cardoso Ribeiro.  
          Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH.  
          Programa de Pós-Graduação em Geografia, Recife, 2019.  
          Inclui referências e anexo.

          1. Geografia. 2. Gestão ambiental. 3. Mapeamento ambiental – Farias Brito  
          (CE). 4. Geossistemas – Mapeamento. 5. Paisagens. I. Silva, Danielle Gomes da  
          (Orientadora). II. Ribeiro, Simone Cardoso (Coorientadora). III. Título.

910 CDD (22. ed.)

UFPE (BCFCH2020-015)

SINARA GOMES DE SOUSA

**MAPEAMENTO DE GEOSSISTEMAS NO MUNICÍPIO DE FARIAS BRITO/CE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de mestra em geografia.

Aprovada em: 26/02/2019.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Danielle Gomes da Silva (Orientadora)

Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Renata Nunes Azambuja (Examinadora Externa)

Universidade Federal de Sergipe

---

Prof. Dr. Lucas Costa de Souza Cavalcanti (Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco

Ao meu mais novo amor: Samuel. Bem-vindo ao mundo, meu pequeno!

Dedico

## **AGRADECIMENTOS**

Meu agradecimento mais que especial à Profa. Dra. Danielle Gomes da Silva, pelas orientações, confiança, compreensão, disponibilidade, e pela convivência amigável. Muito obrigada!

À Profa. Dra. Simone Cardoso Ribeiro, alguém a quem tenho profunda admiração. Obrigada por tudo o que já fez e faz por mim!

Ao Prof. Dr. Lucas Costa de Souza Cavalcanti, pelas inúmeras contribuições, diretas e indiretas, a este trabalho.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Dutra-Gomes, pelas sugestões e acompanhamento da fase inicial, e pelas contribuições na fase final desta pesquisa.

À Profa. Dra. Renata Nunes Azambuja, pelas valiosas contribuições como membro da banca de defesa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa de mestrado.

A todas e todos que fazem parte do Grupo de Estudos em Mapeamento Geomorfológico e do Quaternário Continental – GEODEQC, pelo acolhimento.

Ao Grupo de Estudos em Geomorfologia e Pedologia – GEOPED, da Universidade Regional do Cariri/URCA, pelo apoio por meio da disponibilização dos aparatos tecnológicos e bibliográficos para a execução da pesquisa.

Ao Laboratório de Análise Geoambiental - LAGEO, da Universidade Regional do Cariri/URCA, na pessoa da Profa. Dra. Juliana Maria Oliveira da Silva, pelo material bibliográfico cedido.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, por acolher esta proposta de trabalho. À Secretaria do programa, na pessoa de Eduardo Antônio Vêras, pela competência e presteza em todos momentos.

Ao Prof. Dr. Fabrício de Luiz Rosito Listo, pelo enorme auxílio prestado em campo.

Às companheiras e companheiros de campo, Thaís Mara, Lourdes Carvalho Neta e Simone Ribeiro, especialmente, Joyce Ferreira e Vinícius Luna por me acompanharem nas atividades de campo e pela amizade valiosa. A ajuda de vocês foi essencial para a realização deste trabalho!

Às amigas e amigos que conquistei durante o período do mestrado: Maria Luísa, George Oliveira e Thaís Mara. Muito obrigada pelas trocas de conhecimento e pelos momentos vividos. Que venham mais!

Aos colegas e amigos da “Sala de Danny”, em especial Larissa Furtado, Viviane Trajano, Keila Assis e Ítalo Arruda.

Às Flores e Cacto do 303. Obrigada pelo acolhimento e pelo carinho!

Às minhas queridas amigas que me acompanham desde a graduação, Ranielly Macêdo, Tayane Lima, Mayra Pinheiro, Rayssa Antunes e Andressa Alencar, que por diversas vezes durante esses dois anos de pesquisa me proporcionaram momentos de muita alegria.

Às minhas irmãs e irmãos Lana, Ronaldo, Cimone, Raimundo, Xislene e Cíntia, por me cuidarem e sempre estarem comigo compartilhando suas experiências de vida.

Aos grandes amores da minha vida, meus sobrinhos João Gabriel e Samuel, minhas sobrinhas Hellen Cristina, Isadora, Maria Clara, Iara e Maria Alice, e minha afilhada Gisele... Minha alegria de viver se faz em apenas saber que vocês existem.

E por fim, agradeço às duas pessoas mais importantes da minha vida... Meu pai, Francisco (Chagas) e minha mãe, Cícera. Tudo o que sou hoje é fruto da educação, do amor e da dedicação que sempre tiveram por mim. Agradeço imensamente pela vida que me deram. Obrigada pai, obrigada mãe... amo vocês!!

Obrigada a todas e todos!!!

“Não há como escapar à ordem imaginada. Quando derrubamos o muro da nossa prisão e corremos para a liberdade, estamos, na verdade, correndo para o pátio mais espaçoso de uma prisão maior” (HARARI, 2016, p. 126).

## RESUMO

Este trabalho fundamenta-se na teoria geossistêmica para identificar unidades de paisagem no município de Farias Brito, Região Metropolitana do Cariri, sul do Ceará, e compreender como se dá a espacialização dessas unidades, usando como método a tipologia de paisagens que visa descrever os elementos que compõe cada recorte, tendo como princípio para a classificação das unidades a homogeneidade e funcionalidade de cada geossistema. Apóia-se na necessidade de se verificar como a identificação e o mapeamento de unidades geossistêmicas no município podem servir de subsídio para a elaboração de planos de ordenamento territorial e gestão ambiental de forma eficaz, principalmente no que diz respeito à organização das atividades econômicas de exploração dos recursos naturais, ao uso e ocupação da terra, mediante as potencialidades e fragilidades dos geossistemas, e aos impactos ambientais causados pela ação antrópica. O processo de reconhecimento do quadro físico-natural do município se deu com a produção de mapas temáticos, atividades de campo, coletas de material sedimentar coluvial e aluvial, e espécies vegetacionais. O mapa de unidades geossistêmicas foi produzido a partir da junção dos planos de informação divididos em dois grupos: sítios – morfoestrutura, drenagem, litologia; e estados – união dos sítios com as classes de solo, vegetação e uso e ocupação. Por conseguinte, foram feitas descrições físico-geográficas em campo a partir da aferição dos aspectos concernentes ao relevo, solo, vegetação, litologia, uso e ocupação, drenagem. Por fim, foi construído um quadro correlativo das unidades de paisagem mapeadas, as potencialidades e limitações destas, com sugestões de atividades de uso e ocupação adequadas de acordo com os parâmetros citados. A variedade de grupos paisagísticos mapeados demonstram a complexidade das relações estabelecidas entre seus elementos e os diferentes resultados desses agrupamentos expressos na paisagem do município. O mapa de geossistemas está dividido em sete grupos, tomando por base os sítios paisagísticos, onde foi sobreposta a carta de estados. Desse modo, como resultado foram mapeadas 65 unidades de geossistemas, que comportam em si funcionalidades e dinâmicas específicas. Com base na compartimentação geossistêmica feita, da correlação com os aspectos geoambientais, foi constatado que mapeamentos dessa natureza possuem eficácia e que podem ser tomados como um instrumento de análise da paisagem e também como ferramenta de auxílio para o planejamento ambiental e ordenamento territorial. Por fim, espera-se que a presente pesquisa traga contribuições a Ciência Geográfica, sobretudo à Geografia Física, e também para as demais pesquisas que tratem da Teoria Geossistêmica e sua aplicação nos estudos da relação sociedade e natureza e de análise integrada da paisagem.

**Palavras-chave:** Paisagem. Geossistema. Mapeamento. Ordenamento territorial.

## **ABSTRACT**

This work is based on the geosystemic theory to identify landscape units in the municipality of Farias Brito, Metropolitan Region of Cariri, south of Ceará, and to understand how spatialization of these units occurs, using as a method the typology of landscapes that aims to describe the elements that makes up each cut, having as principle for the classification of units the homogeneity and functionality of each geosystem. It is based on the need to verify how the identification and mapping of geosystemic units in the municipality can serve as a subsidy for the elaboration of plans of territorial planning and environmental management in an effective way, mainly with respect to the organization of the economic activities of exploration of the natural resources, to the use and occupation of the earth, through the potentialities and fragilities of the geosystems, and to the environmental impacts caused by the anthropic action. The process of recognition of the physical-natural picture of the municipality occurred with the production of thematic maps, field activities, collection of colluvial and alluvial sedimentary material, and vegetative species. The map of geosystemic units was produced from the junction of information plans divided into two groups: sites - morphostructure, drainage, lithology; and states - union of the sites with the classes of soil, vegetation and use and occupation. Therefore, physical-geographical descriptions were made in the field from the assessment of aspects concerning relief, soil, vegetation, lithology, use and occupation, drainage. Finally, a correlative picture of the mapped landscape units was constructed, their potentialities and limitations, with suggestions of suitable use and occupancy activities according to the mentioned parameters. The variety of mapped landscape groups demonstrate the complexity of the relationships established between its elements and the different results of these groupings expressed in the landscape of the municipality. The map of geosystems is divided into seven groups, based on the landscape sites, where the state chart was superimposed. Thus, as a result, 65 units of geosystems have been mapped, which have specific functionalities and dynamics. Based on the geosystemic compartmentalization made, from the correlation with the geoenvironmental aspects, it was verified that mappings of this nature have efficacy, and that can be taken as an instrument of landscape analysis and as an aid tool for environmental planning and territorial planning. Finally, it is hoped that the present research will bring contributions to Geographical Science, especially to Physical Geography, and to other researches dealing with Geosystemic Theory and its application in the studies of the relation society and nature and of integrated analysis of the landscape.

**Key-words:** Landscape. Geosystem. Mapping. Territorial planning.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|             |                                                                                                                                                                               |    |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 –  | Localização da área de estudo .....                                                                                                                                           | 21 |
| Figura 2 –  | Esboço da definição teórica de geossistema por Bertrand (1972) .....                                                                                                          | 25 |
| Quadro 1 –  | Pesquisas que tratam de análise integrada da paisagem e seus respectivos objetivos, métodos aplicados ao mapeamento de unidades e a classificação da paisagem utilizada ..... | 28 |
| Figura 3 –  | Fluxograma para definição de Sítios .....                                                                                                                                     | 39 |
| Quadro 2 –  | Nomenclatura de sítios paisagísticos .....                                                                                                                                    | 39 |
| Figura 4 –  | Fluxograma para definição de Estados .....                                                                                                                                    | 40 |
| Figura 5 –  | Mapa demonstrativo dos pontos visitados em campo para as descrições físico-geográficas, município de Farias Brito/CE .....                                                    | 41 |
| Quadro 3 –  | Pontos visitados em campo para as descrições físico-geográficas .....                                                                                                         | 41 |
| Quadro 4 –  | Parâmetros para a descrição físico-geográfica .....                                                                                                                           | 42 |
| Figura 6 –  | Mapa de Temperatura da Superfície do município de Farias Brito/CE .....                                                                                                       | 44 |
| Figura 7 –  | Precipitação média anual dentro da série histórica de 30 anos do município de Farias Brito/CE .....                                                                           | 45 |
| Figura 8 –  | Totais mensais do município de Farias Brito/CE para o ano de 2017 .....                                                                                                       | 46 |
| Figura 9 –  | Mapa de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) do município de Farias Brito/CE para os meses de junho e setembro/2018 .....                                     | 46 |
| Figura 10 – | Demonstrativo das mudanças no quadro vegetacional em diferentes períodos do ano: A – março de 2018 (período chuvoso); B – agosto de 2018 (período de estiagem) .....          | 47 |
| Figura 11 – | Anomalias na drenagem provocadas por controle estrutural .....                                                                                                                | 49 |
| Figura 12 – | Lineamentos estruturais e Zona de Cisalhamento Transcorrente Compressional Farias Brito .....                                                                                 | 50 |
| Figura 13 – | Mapa litológico do município de Farias Brito/CE .....                                                                                                                         | 51 |
| Figura 14 – | Perfil geológico-topográfico (área do município em destaque) .....                                                                                                            | 53 |
| Figura 15 – | Mapa geomorfológico do município de Farias Brito/CE .....                                                                                                                     | 54 |
| Figura 16 – | Mapa hipsométrico do município de Farias Brito/CE .....                                                                                                                       | 55 |
| Figura 17 – | Planície Alúvio-Coluvial .....                                                                                                                                                | 56 |

|                                                                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 18 – Mapa demonstrativo da declividade nas unidade de ‘Encosta com Cobertura’ e ‘Baixa Encosta com Cobertura’ do município de Farias Brito/CE .....                                           | 57 |
| Figura 19 – Encosta com cobertura e rocha exposta .....                                                                                                                                              | 57 |
| Figura 20 – Vale preenchido por sedimentos colúvio-aluviais e encostas dissecadas ...                                                                                                                | 59 |
| Figura 21 – Maciços em Crista (setor SE) .....                                                                                                                                                       | 60 |
| Figura 22 – Maciços em Crista (setor SW) .....                                                                                                                                                       | 60 |
| Figura 23 – Planície Fluvial com presença de cultivos .....                                                                                                                                          | 61 |
| Figura 24 – Mapa de classes de solo do município de Farias Brito/CE .....                                                                                                                            | 62 |
| Figura 25 – Perfis das principais classes de solos que ocorrem no município. (A) Neossolo Litólico; (B) Argissolo Vermelho; (C) Luvisolo Crômico; (D) Neossolo Flúvico; (E) Nitossolo Vermelho ..... | 63 |
| Figura 26 – Afloramento rochoso associado a classe de Neossolo Litólico .....                                                                                                                        | 63 |
| Figura 27 – Área de exploração de Argissolo Vermelho para indústria de cerâmica .....                                                                                                                | 64 |
| Figura 28 – Voçorocamento em área de Luvisolo Crômico .....                                                                                                                                          | 65 |
| Figura 29 – Voçorocamento em área de Nitossolo Vermelho .....                                                                                                                                        | 66 |
| Figura 30 – Mapa de Uso e Ocupação da Terra do município de Farias Brito/CE .....                                                                                                                    | 68 |
| Figura 31 – Agricultura extensiva nas unidades de cimeira do Maciço de Quincuncá (plantação de milho) .....                                                                                          | 69 |
| Figura 32 – Agricultura com irrigação na planície fluvial do Rio Cariús (plantação de goiabeiras) .....                                                                                              | 70 |
| Figura 33 – Pecuária extensiva nas dependências da planície fluvial do Rio Cariús .....                                                                                                              | 70 |
| Figura 34 – Terreno passando por processos de terraplanagem .....                                                                                                                                    | 71 |
| Figura 35 – Mapa de Sistemas Ambientais do município de Farias Brito/CE .....                                                                                                                        | 73 |
| Quadro 5 – Legenda completa do mapa de Sistemas Ambientais para o município de Farias Brito/CE .....                                                                                                 | 73 |
| Figura 36 – Carta de declividade (esquerda); carta de litotipos (direita) .....                                                                                                                      | 75 |
| Figura 37 – Mapa de Sítios Paisagísticos do município de Farias Brito/CE .....                                                                                                                       | 76 |
| Quadro 6 – Legenda do mapa de sítios paisagísticos .....                                                                                                                                             | 76 |
| Figura 38 – Recortes do município em áreas com padrão de drenagem retangular nas unidades pedimentares e cristas residuais do município de Farias Brito/CE .....                                     | 78 |
| Figura 39 – Carta de uso e ocupação da Terra (esquerda); Carta de classes de solo (direita) .....                                                                                                    | 78 |

|             |                                                                                                                                                                              |    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 40 – | Mapa de Estados Paisagísticos do município de Farias Brito/CE .....                                                                                                          | 79 |
| Quadro 7 –  | Legenda do mapa de estados paisagísticos .....                                                                                                                               | 79 |
| Figura 41 – | Mapa de Geossistemas do município de Farias Brito/CE .....                                                                                                                   | 81 |
| Quadro 8 –  | Legenda do mapa de geossistemas do município de Farias Brito/CE .....                                                                                                        | 82 |
| Figura 42 – | Plano fluvial com regime de drenagem efêmera, cujas as margens são compostas por sucessões de camadas de sedimentos aluviais e coluviais....                                 | 84 |
| Figura 43 – | Alvéolo com presença de cultivos e gramíneas na superfície de Cimeira à 690 m do maciço .....                                                                                | 85 |
| Figura 44 – | Área de Neossolo Litólico, embasada principalmente em Diorito, Gabro e rochas associadas, com presença de Caatinga Arbustiva aberta e solo exposto.....                      | 86 |
| Figura 45 – | Cabeceira de drenagem no setor da unidade geomorfológica ‘baixa encosta’ do maciço de Quincuncá .....                                                                        | 87 |
| Figura 46 – | Drenagem principal do Rio Cariús .....                                                                                                                                       | 88 |
| Figura 47 – | Ambiente pedimentar com solo exposto, pavimento detrítico em superfície e resquícios de espécies de Caatinga Arbustiva na encosta, e algumas espécies arbóreas no topo ..... | 89 |
| Figura 48 – | Mapa de detalhe em área de processos erosivos no município de Farias Brito/CE .....                                                                                          | 90 |
| Figura 49 – | Voçoroca com cobertura de pavimento detrítico em abundância .....                                                                                                            | 92 |
| Figura 50 – | Voçoroca em área de crostas ferruginosas e pavimento detrítico em abundância.....                                                                                            | 92 |
| Figura 51 – | Crostas ferruginosas e pavimento detrítico .....                                                                                                                             | 93 |
| Quadro 9 –  | Quadro de correlação de dados sobre as unidades de paisagem .....                                                                                                            | 94 |

## LISTA DE SIGLAS

|         |                                                       |
|---------|-------------------------------------------------------|
| ANA     | AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS                            |
| CCM     | COMPLEXOS CONVECTIVOS DE MESOESCALA                   |
| CPRM    | COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS            |
| FUNCEME | FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS |
| GPS     | GLOBAL POSITIONING SYSTEM                             |
| IBGE    | INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA       |
| INPE    | INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS             |
| IPECE   | INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ |
| MMA     | MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE                           |
| NASA    | NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION         |
| NDVI    | NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX                |
| SIBCS   | SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DO SOLO           |
| SIG     | SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA                      |
| SIRGAS  | SISTEMA DE REFERÊNCIA GEOGRÁFICA DAS AMÉRICAS         |
| SRTM    | SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION                      |
| UP      | UNIDADE DE PAISAGEM                                   |
| USGS    | UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY                       |
| UTM     | UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR                      |
| VCAN    | VÓRTICES CICLÔNICOS DO ATLÂNTICO NORTE                |
| ZCIT    | ZONA DE CONVERGÊNCIA INTERTROPICAL                    |
| ZEE     | ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO                        |

## SUMÁRIO

|          |                                                                                           |           |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                                                   | <b>17</b> |
| 1.1      | JUSTIFICATIVA .....                                                                       | 19        |
| 1.2      | OBJETIVOS .....                                                                           | 20        |
| 1.2.1    | Objetivo geral .....                                                                      | 20        |
| 1.2.2    | Objetivos específicos .....                                                               | 20        |
| 1.3      | ÁREA DE ESTUDO .....                                                                      | 21        |
| <b>2</b> | <b>GEOSSISTEMA: CONCEPÇÕES TEÓRICO-METODOLÓGICAS .....</b>                                | <b>23</b> |
| 2.1      | RELEVÂNCIA DOS ESTUDOS DE ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM.....                              | 23        |
| 2.1.1    | A complexidade do método geossistêmico.....                                               | 26        |
| 2.1.2    | Propostas de zoneamento ambiental e sua efetividade .....                                 | 29        |
| <b>3</b> | <b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>                                                   | <b>34</b> |
| 3.1      | LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO .....                                                          | 34        |
| 3.2      | PRODUÇÃO CARTOGRÁFICA E CONSTRUÇÃO DE BANCO DE DADOS SOBRE OS ASPECTOS GEOAMBIENTAIS..... | 34        |
| 3.3      | ATIVIDADES DE CAMPO .....                                                                 | 37        |
| 3.4      | MAPEAMENTO DE UNIDADES GEOSSISTÊMICAS .....                                               | 38        |
| <b>4</b> | <b>O CONTEXTO FÍSICO-GEOGRÁFICO-AMBIENTAL .....</b>                                       | <b>43</b> |
| 4.1      | FATORES CLIMÁTICOS E SUA INFLUÊNCIA NO QUADRO AMBIENTAL GERAL .....                       | 43        |
| 4.2      | CONDICIONANTES GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICOS .....                                            | 47        |
| 4.3      | INTERAÇÕES EDAFO-BOTÂNICAS E USO E OCUPAÇÃO TERRA.....                                    | 61        |
| <b>5</b> | <b>GEOSSISTEMAS COMO UNIDADE PLANEJAMENTO E GESTÃO TERRITORIAL/AMBIENTAL .....</b>        | <b>72</b> |
| 5.1      | GEOSSISTEMAS DO MUNICÍPIO DE FARIAS BRITO/CE.....                                         | 72        |
| 5.2      | POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES DAS UNIDADES MAPEADAS .....                                  | 93        |
| <b>6</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                                          | <b>96</b> |
|          | REFERÊNCIAS.....                                                                          | 97        |
|          | ANEXO A -TABELA DE DESCRIÇÕES FÍSICO-GEOGRÁFICAS UTILIZADA EM CAMPO.....                  | 104       |

## 1 INTRODUÇÃO

A região semiárida nordestina possui características físico-ambientais que limitam as atividades econômicas de exploração dos recursos naturais. A irregularidade espaço-temporal de chuvas e os baixos índices pluviométricos implicam no desenvolvimento de solos rasos, pedregosos e pobres em matéria orgânica, condicionando também a formação de vegetação esparsa, característico do domínio ecológico de Caatinga.

Em se tratando de um ambiente repleto de fragilidades, os planos de gestão ambiental são essenciais para garantir o sucesso das atividades econômicas de modo simultâneo a manutenção do geossistema, como salienta Guerra (2009), com o aumento dos problemas ambientais a comunidade científica vem conduzindo seus trabalhos na busca de soluções para os impactos provocados pela sociedade. O que se percebe é que as formas de uso e ocupação da terra atuais estão em desequilíbrio com a dinâmica natural dos ecossistemas, acarretando uma sobrecarga quanto a exploração dos recursos naturais implicando na perda da capacidade de resiliência do meio ambiente.

Esse fato vem preocupando cada vez mais os pesquisadores que buscam na análise integrada da paisagem um meio para examinar as fragilidades e potencialidades de cada ambiente com base conexão dos seus elementos e sua funcionalidade, definindo também, áreas de instabilidade naturais que junto às atividades antrópicas inadequadas representam um risco a ocorrência de processos de degradação ambiental. Portanto, estudos desse porte podem ser considerados aliados ao desenvolvimento sustentável se adotados pelo poder público na forma de planos de gestão territorial e ambiental.

A análise integrada da paisagem consiste em uma abordagem que contempla todos os elementos da paisagem, sendo eles naturais (bióticos – vegetação e solo; abióticos – relevo, rochas, recursos hídricos e clima) e antrópicos, focalizando as suas interrelações, dinamicidade e funcionamento. A teoria geossistêmica é um reflexo dessa perspectiva integradora, pois permite ao pesquisador uma visão totalizante do ambiente.

A pesquisa em tela fundamenta-se na teoria geossistêmica para identificar unidades de paisagem no município de Farias Brito, Sul do Ceará, e compreender como se dá a espacialização dessas unidades, usando como método a tipologia de paisagens que visa descrever os elementos que compõe cada recorte, tendo como princípio para a classificação das unidades a homogeneidade e funcionalidade de cada geossistema.

Embora já tenha sido produzido um levantamento cartográfico e o zoneamento geoambiental de toda a Região do Cariri pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos

Hídricos – FUNCEME (2006), incluindo o município em questão, ainda se faz necessário que haja uma abordagem mais detalhada. No referido trabalho a escala adotada para os mapeamentos foi de 1:250.000, revelando-se inadequada para o objetivo desta pesquisa, haja vista a superficialidade e generalização das informações causadas pela dimensão escalar.

Neste trabalho propõe-se o uso de escala de semidetalle (1:100.000) para o mapeamento dos aspectos geoambientais e para o mapeamento de unidades geossistêmicas. Acredita-se que essa escala oferece à pesquisa uma visão mais pormenorizada dos atributos da paisagem, facilitando a análise integrada, e, conseqüentemente, favorece a tomada de decisões pelo poder público, ante a implementação de atividades de ordenamento e gestão territorial.

A presente pesquisa foi organizado a partir da divisão dos seus principais enfoques em quatro capítulos, que foram divididos em subtópicos. No primeiro, apresenta as principais contribuições teóricas e metodológicas ao longo do desenvolvimento da teoria geossistêmica. E a sua importância para as pesquisas dentro da Geografia Física, e quanto a identificação e mapeamento de unidades geossistêmicas, são ferramentas eficazes para pesquisas que visem estratégias de gestão e ordenamento territorial, além de fazer uma análise dos principais trabalhos de cunho geoambiental e sistêmico desenvolvidos para o Estado do Ceará por pesquisadores e órgãos governamentais.

No segundo capítulo, fez-se uma abordagem dos métodos, procedimentos e recursos utilizados para a produção dos diferentes mapeamentos, tidos como essenciais para a construção dos resultados. Além da produção cartográfica, composta por várias etapas, neste capítulo foram relatadas as atividades de campo realizadas para fins de reconhecimento da paisagem e seu conjunto de elementos, preenchimento das fichas de descrição físico-geográficas e validação dos mapas produzidos.

O terceiro capítulo foi construído a partir da análise, interpretação, e correlação entre os dados obtidos e construídos a partir dos mapeamentos dos elementos naturais e antrópicos que constituem a paisagem do município estudado. Foi realizada uma abordagem sistêmica durante o processo de interpretação para que fossem explicitado não só as características fisiográficas, mas, também, o funcionamento e dinâmica resultante da interação constante e contínua dos atributos, responsáveis pelas configurações paisagísticas que contemplamos no presente.

O quarto capítulo apresenta os resultados obtidos a partir do cruzamento e análise dos dados obtidos anteriormente. A partir do mapa detalhados de geossistemas percebeu-se que quadro geoambiental do município de Farias Brito possui uma diversidade considerável de elementos naturais e antrópicos que em interação produzem distintos grupos de paisagens com dinâmica e funcionalidades diferentes. O estudo detalhado desse quadro permitiu a construção

de um quadro de correlação entre as potencialidades e fragilidades de cada unidade, as atividades antrópicas desenvolvidas atualmente, os impactos ambientais decorrentes e sugestões de uso pensadas a partir dos potenciais e limitações dos ambientes. Esse resultado pode ser eficaz no auxílio a tomada de decisões no intuito de direcionar o uso da terra em ambientes que possuem fragilidades naturais.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A pesquisa apoia-se na necessidade de se verificar como a identificação e o mapeamento de unidades geossistêmicas no município de Farias Brito/CE podem servir de subsídio para a elaboração de planos de ordenamento e gestão territorial e ambiental de forma eficaz, principalmente no que diz respeito à organização das atividades econômicas de exploração dos recursos naturais, uso e ocupação da terra, mediante as potencialidades e fragilidades dos geossistemas, e aos impactos ambientais causados pela ação antrópica.

Portanto, a realização de mapeamentos em escalas maiores e de melhores resoluções espaciais, promoverá uma abordagem pormenorizada para o município, com a justificativa de este apresentar em seu meio natural, diversidade geológica, geomorfológica e pedológica consideráveis, além dos demais recursos naturais que atuam na fisiografia da paisagem, e que necessitam de um estudo minucioso.

O município vem passando por um processo de expansão da sua malha urbana, com a construção de prédios residenciais, abertura de loteamentos, instalação de indústria de cerâmica, entre outros. Tais atividades implicam na retirada de matéria prima da natureza (solo, rochas, madeira), retirada da vegetação para as construções, modificações do relevo, aumento no uso de recursos hídricos, entre outras atividades que sendo efetuadas de forma a não respeitar os limites do ecossistema podem resultar em impactos ambientais, em alguns casos irreversíveis.

Além disso, as atividades econômicas realizadas no campo, agricultura, a pecuária e extrativismo vegetal, ainda fazem parte da realidade das comunidades rurais que tem nos recursos naturais sua principal fonte de renda, logo, o uso e manejo inadequado destes podem também levar a danos ambientais irreparáveis. Lembrando que este município possui características climáticas semiáridas, com índices pluviométricos anuais em torno de 896,5 mm e predominância da classe de solos Neossolo Litólico, portanto, as práticas citadas acima devem ser efetuadas com cautela para que o solo, que apresenta limitações físicas quanto a

implementação de algumas culturas, não seja degradado e o clima acabe se tornando um empecilho maior na vida das populações que sobrevivem dessas atividades.

Dessa forma, a elaboração de um inventário geoambiental e, posteriormente, a delimitação das unidades geossistêmicas se faz necessário, pois os resultados obtidos poderão servir de subsídio para uma possível elaboração de um plano de ordenamento e gestão territorial do município que, por sua vez, poderão ser tomados como guias para uma melhor viabilização das atividades econômicas, da ocupação do território e da exploração dos recursos naturais, sempre levando em consideração as potencialidades e fragilidades de cada unidade.

Além das questões já expostas, espera-se que este trabalho possa servir como referencial teórico para eventuais pesquisas de análise integrada da paisagem nessa região ou em outras regiões que apresentem uma dinâmica da paisagem semelhante. Espera-se, também, contribuir com o conhecimento do quadro natural-ambiental do município, e das problemáticas relacionadas as fragilidades ambientais associadas as formas de uso e ocupação.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

A pesquisa ora apresentada tem por objetivo geral identificar e mapear unidades geossistêmicas no município de Farias Brito – Estado do Ceará, Nordeste Brasileiro – à luz da teoria e método geossistêmico de análise integrada da paisagem, para fins de ordenamento e gestão territorial.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Fazer um levantamento dos aspectos físico-ambientais da área, em seus componentes abióticos (relevo, geologia, recursos hídricos e clima), componentes bióticos (solo e vegetação), e componentes antrópicos (processos erosivos e formas de uso e ocupação da terra) por meio da produção de mapas em ambiente SIG e em atividades de campo;
- Elaborar um inventário geoambiental do município a partir da análise, interpretação e do material cartográfico e a correlação dos aspectos físico-naturais com os dados de uso e ocupação da terra por atividades antrópicas.
- Mapear as unidades geossistêmicas a partir da diferenciação de paisagens e classificação tipológica, com base na homogeneidade dos elementos naturais e a

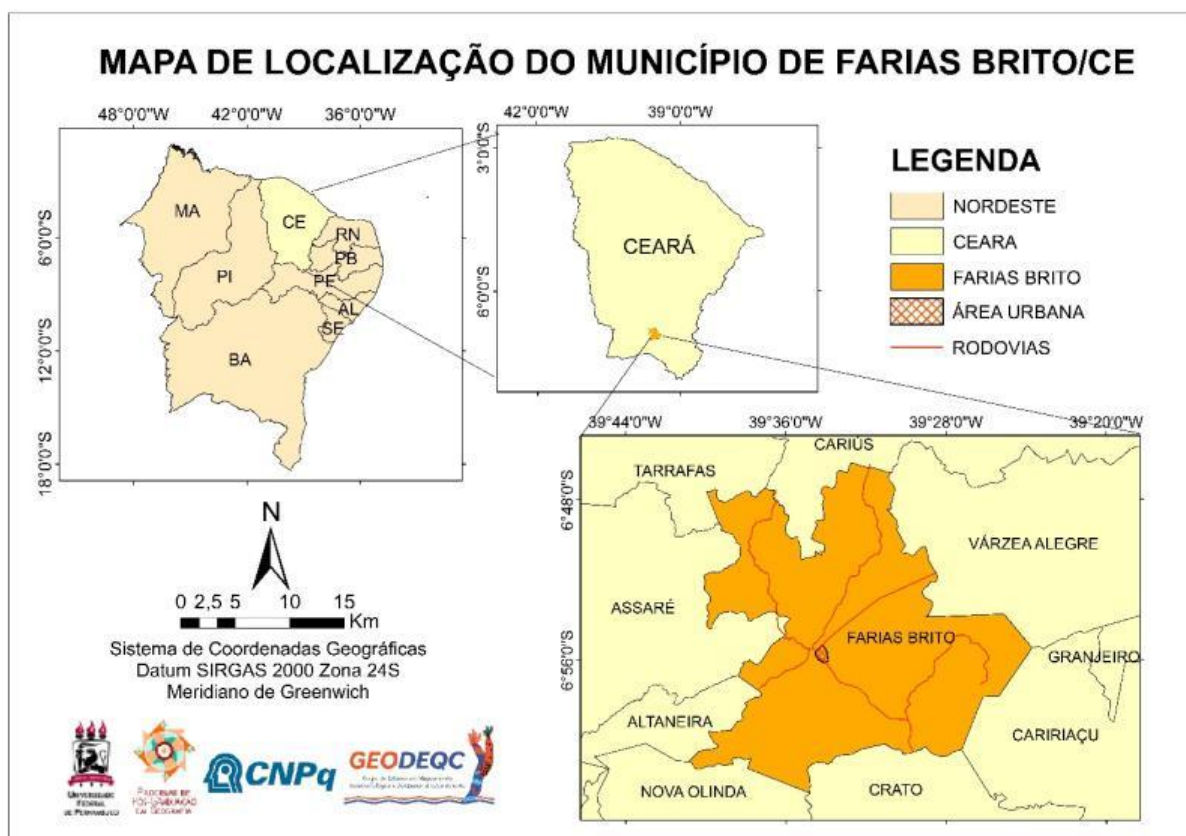
funcionalidade das paisagens, inserindo nesse contexto o uso e ocupação da terra por atividades antrópicas.

- Identificar as potencialidades e limitações de cada unidade de paisagem, e indicar possíveis atividades de uso adequadas para o contexto geoambiental de cada compartimento.

### 1.3 ÁREA DE ESTUDO

Situado na porção sul do estado do Ceará, Região Metropolitana do Cariri, mais especificamente nas coordenadas  $6^{\circ}55'50''$  S e  $39^{\circ}33'56''$  W, o município de Farias Brito conta com aproximadamente 18.882 habitantes, segundo estimativa populacional lançada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE para o ano de 2018. Sua área total é de cerca de  $503,6 \text{ Km}^2$  (IPECE, 2017) e tem como municípios limítrofes: ao Norte, Várzea Alegre e Cariús; ao Sul, Crato e Nova Olinda; à Leste, Cariraçu e Várzea Alegre; e à Oeste, Tarrafas, Assaré e Altaneira (Figura 1).

Figura 1 – Localização da área de estudo.



O município está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, sendo o Rio Cariús, principal drenagem do município, um de seus tributários. A área total da bacia é de aproximadamente 75.669 km<sup>2</sup> e sua nascente está localizada na Serra da Joanhinha, em Tauá/CE e percorre cerca de 600 km cruzando o estado do Ceará e desaguar no Oceano Atlântico, entre os municípios de Aracati e Fortim (IBGE, 1999; ANA, 2017). As cabeceiras de suas sub-bacias servem de limite entre o Ceará e os Estados do Piauí, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Essa rede de drenagem possui um nítido controle estrutural, com cursos apresentando padrões retilíneos e em alguns trechos apresenta padrão retangular, o que ocasiona mudanças bruscas de curso, devido à influência de fraturamentos e falhamentos (IBGE, 1999).

## 2 GEOSSISTEMA: CONCEPÇÕES TEÓRICO-METODOLÓGICAS

A partir do levantamento bibliográfico realizado neste trabalho, verificou-se que há uma infinita gama de pesquisas que tratam da análise integrada da paisagem, enfatizando os trabalhos recentes de Cavalcanti (2010; 2013; 2014; 2016; 2017); Cavalcanti e Corrêa (2013; 2014; 2016), Cavalcanti, Corrêa e Isachenko (2010); Cavalcanti, Santos, Corrêa e Araújo Filho (2010), que muito tem contribuído para o entendimento dessa vertente dentro da Geografia Física. Além de Obras clássicas de autores precursores da teoria geossistêmica como Sochava (1972; 1977); Bertrand (1972); Tricart (1977); Isachenko (1999); Monteiro (1996; 2000).

Trabalhos já consagrados e bem difundidos no Brasil também merecem destaque, pois configuraram avanços importantes da abordagem e classificação geossistêmicas, como a tipologia de paisagens do Estado do Ceará de Rodriguez e Silva (2002), a geoecologia de paisagens de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2005), e os domínios morfoclimáticos de Ab'Saber (2007).

Este capítulo apresenta uma discussão teórica e metodológica, histórica e atual sobre o geossistema, enquanto teoria e método de análise integrada, síntese e cartografia da paisagem, trazendo como elementos a relevância de estudos desse porte para o entendimento das dinâmicas ambientais e sua complexidade. A partir do levantamento de pesquisas atuais, elucida sobre as diferentes classificações e taxonomias atribuídas as unidades geossistêmicas, em suas diferentes escalas. Avalia também as propostas de zoneamento geoambiental, seus objetivos e efetividade para o território cearense.

### 2.1 RELEVÂNCIA DOS ESTUDOS DE ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM

Por definição, a Geografia Física é responsável pela análise espacial de todos os elementos e processos que compõem o ambiente: energia, ar, água, clima, relevo, solos, animais, plantas, microrganismos, a própria terra (CHRISTOPHERSON, 1994). Esses elementos constituem os sistemas ambientais que por sua vez possuem uma expressão espacial que se manifesta na superfície terrestre, funcionando através da interação areal dos fluxos de matéria e energia entre os seus componentes (CHRISTOFOLETTI, 2001).

A busca pela compreensão da natureza, seus elementos e interrelações estabelecidas entre eles, sempre foi pauta nas ciências naturais, tendo em vista as necessidades da Humanidade e a crescente demanda por conhecimento. Os estudos ambientais começaram a se estruturar sob a perspectiva geossistêmica a partir da década de 1960, com a introdução do

termo geossistema na ciência geográfica pelo geógrafo russo Viktor Borisovich Sochava, rompendo, assim com as antigas dicotomias existentes entre os diferentes ramos das ciências naturais que setorizavam os elementos físico/naturais da paisagem a partir da fragmentação e dissociação destes com o meio ambiente (MONTEIRO, 1996).

Desde então, a análise integrada da paisagem foi um marco para a Geografia Física. Mais do que uma nova forma de abordagem dos elementos naturais, esta representou o fortalecimento desse ramo da ciência geográfica, a partir da união de suas subciências em uma busca pela compreensão totalizante do meio físico e sua dinâmica. Desse modo, o geossistema representa para a Geografia Física uma classe que permite avaliar a organização espacial levando em consideração os componentes do quadro natural (SUERTEGARAY, 2018).

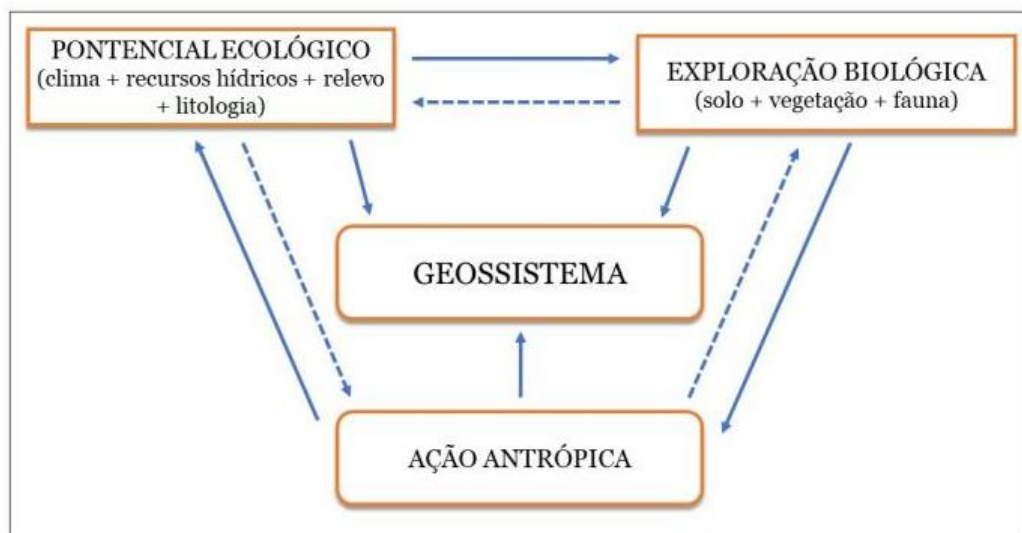
Adentrado à definição do termo ‘Geossistema’, este foi formulado por Viktor Borisovich Sochava, por volta da década de 1960, entendido como uma classe peculiar de sistemas abertos, dinâmicos e hierarquicamente organizados, e sobretudo, como formações naturais, experimentando sob certa forma, o impacto dos ambientes social, econômico e tecnogênico. Segundo Monteiro (1996), o geossistema representa um paradigma para a Geografia Física, e essa teoria não visava apenas aproximar as diferentes esferas do natural, como se referem as ciências que tratam do meio físico/natural (geologia, geomorfologia, climatologia), mas fazendo essa aproximação, facilitar o entrosamento com os fatos sociais ou humanos, permitindo o diálogo entre o meio natural e o fator antrópico.

Para Sochava (1972), o geossistema apresenta uma hierarquia funcional e cada categoria de possui o seu “espaço paramétrico” (p. 04) que de um modo geral dividem-se em três ordens dimensionais, que seria p geossistema planetário, regional e topológico. Além das dimensões escalares, outros parâmetros como homogeneidade e diferenciação dos elementos naturais são essenciais para caracterização da estrutura dos geossistemas. Desse modo, todas as classes com estrutura homogênea são definidas como ‘geômeros’ e as que possuem estrutura diferenciada são definidas como ‘geócoros’, onde ambas podem convergem e coexistem.

Na concepção do geógrafo francês Georges Bertrand, que muito contribuiu para os estudos da paisagem, o geossistema pode ser entendido a partir da junção e correlação de três elementos principais que representam a sua estrutura (Figura 2), a saber: o potencial ecológico definido como o conjunto de elementos abióticos representados pelos sistemas atmosféricos, o relevo e seus atributos, e pelos recursos hídricos; a exploração biológica que diz respeito aos componentes vivos que povoam a natureza; e a ação antrópica proveniente da ocupação e interferência humana no ambiente.

Dentro da classificação espaço-temporal estabelecida por Bertrand, o geossistema se enquadra na quinta ordem de grandeza (de 100 a 10.000 km<sup>2</sup>), sendo o quarto nível da hierarquização e considerado o mais importante para os estudos geográficos por apresentar “maiores interrelações entre os elementos da paisagem, e também por se tratar da escala de atuação do homem” (GUERRA, 2009, p. 120-121). Esse sistema de classificação é composto por oito ordens de grandeza, onde a primeira corresponde a zonalidade planetária denominada ‘Zona’ com mais de 10 milhões de km<sup>2</sup> e a oitava ordem – ‘Geótopo’ – com extensões de menos de 1 km<sup>2</sup>.

Figura 2 – Esboço da definição teórica de geossistema por Bertrand (1972).



Sendo uma das principais categorias de análise da Ciência Geográfica, a paisagem é caracterizada por comportar em si, elementos naturais, antrópicos, culturais e históricos. Para Vitte (2007) a paisagem emerge na análise geográfica carregada de simbolismo, sendo responsável pela constituição do imaginário social que atua na condução da ação dos atores sociais, ao mesmo tempo em que mediatiza a representação do território por estes mesmos atores. Neste sentido, a paisagem como categoria social é construída pelo imaginário coletivo, historicamente determinado, que lhe atribui uma determinada função social. Revelando o seu caráter histórico, Ab’Saber (2007) define as paisagens como heranças, pois são resultados de processos fisiográficos e biológicos e se torna patrimônio das comunidades que as herdaram como território de suas próprias atuações.

Portanto, mais que algo estático e até mesmo de conotação estética, a paisagem é resultado da manifestação de processos que transformam constantemente a configuração dos elementos que a compõe. Para Cavalcanti (2014) por mais natural que uma paisagem seja, ela

sempre estará imbuída de elementos essencialmente culturais. Paisagem é então definida por Bertrand (1972, p. 07) como “resultado da combinação dinâmica, portanto, instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente, uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.” Pela sua dinamicidade, as paisagens constituem respostas a um complexo de processos cada um exigindo apropriadas escalas espacial e temporal para serem estudados (CHRISTOFOLETTI, 1989).

Desse modo, Geossistema e Paisagem são conceitos análogos que representam a totalidade dos sistemas naturais, nos quais o substrato mineral, o clima, o solo, os seres vivos, a água estão interconectados pela troca de matéria e energia. Não dispensando o seu caráter histórico e dinâmico, onde os fenômenos sociais e econômicos afetam a estrutura e peculiaridades espaciais (LIMA, 2008).

A princípio, Sochava (1977) sugeriu que o termo geossistema viesse a substituir o termo paisagem, devido a sua polissemia e utilização em diversas disciplinas, dando uma conotação mais próxima de natureza, divergindo das definições de paisagem cultural ou antrópica, dando à Geografia Física um objeto de estudo mais específico, fato visto por Bertrand (1972) como um problema de cunho epistemológico.

Portanto, quando se objetiva contemplar a paisagem em sua totalidade (natural e social) e as interações entre os elementos naturais (bióticos e abióticos) e a sociedade, a visão geossistêmica, enquanto teoria da paisagem, é uma ferramenta poderosa para o estreitamento do diálogo entre as diferentes áreas da geografia física, pois esta vai muito além da cartografia das paisagens, promovendo a integração dos estudos sobre a dinâmica, estrutura e evolução da paisagem (CAVALCANTI *et al*, 2016).

### **2.1.1 A complexidade do método geossistêmico**

A complexidade das relações socioambientais nos últimos tempos remete à Geografia Física uma demanda por compreender as transformações sofridas pelo espaço geográfico em suas dimensões físico-naturais tendo como agente o fator social. Os estudos sobre o geossistema são exemplo de como a sociedade geográfica tem buscado entender essa relação, numa tentativa, também, de mitigar seus impactos. Dentro desse contexto, a análise integrada da paisagem é tida como essencial para suprir essa necessidade emergente e exige do pesquisador um conhecimento amplo sobre a realidade ambiental e histórica da paisagem estudada.

Utilizar a abordagem geossistêmica como base para a compreensão da dinâmica, funcionamento e evolução da paisagem é considerada uma tarefa complexa, haja vista as

diversas concepções existentes na literatura quanto à conceituação do geossistema, as taxonomias e os métodos utilizados para classificar as unidades geossistêmicas em suas múltiplas escalas. Para Mendonça (2013) trata-se de um método de estudo importantíssimo, porém, sua utilização enfrenta limitações ligadas a determinados segmentos como a nomeação dos geossistemas, hierarquia, precisão de suas interrelações e dinâmica, entre outros. Quanto à taxonomia das paisagens, esta deve estar atrelada aos diversos níveis de grandeza temporo-espacial dos sistemas, tendo em vista suas especificidades funcionais (CHRISTOFOLETTI, 1989).

Monteiro (2000) apontou para as dificuldades de se trabalhar a análise integrada da paisagem elucidando sobre como essa análise, dentro da ciência geográfica, recai de modo mais persistente nas relações entre os elementos bióticos e abióticos, enquanto a atividade humana, sendo o elemento social que compõe essa tríade, tem sido sempre mais difícil de integrar. Outra crítica foi tecida, dessa vez, ao modelo hierárquico de Bertrand (1972), fundamentado na taxonomia de Tricart e Cailleux (1965) de “geossistemas – geofácies – geótopos”, sobretudo pelo fato de associar a cada uma das unidades uma dimensão espacial específica que não poderia ser universalizada (MONTEIRO, 2000; CAVALCANTI *et al*, 2013).

Tratar não só de análise integrada da paisagem na atualidade, é acima de tudo, discorrer sobre uma vertente da ciência geográfica que muito tem sido utilizada em trabalhos que visam o levantamento, reconhecimento e monitoramento dos recursos naturais para fins de planejamento ambiental/territorial. Diante desse fato, se faz necessária a discussão sobre a importância dessas pesquisas e como essas tem contribuído para a reflexão e avanço do método de análise geossistêmica.

A fim de verificar e analisar como os trabalhos de análise integrada da paisagem e mapeamento de unidades de paisagem vêm sendo produzidas nos últimos anos tendo como recorte espacial o Estado do Ceará, foi feito um levantamento de pesquisas (artigos, teses e dissertações). Na tabela abaixo estão expostos algumas dessas pesquisas como uma pequena amostra dos focos principais de análise dos trabalhos, que vão desde os objetivos, aos procedimentos metodológicos adotados para a produção dos mapas de unidades de paisagem e a classificação dessas unidades (Quadro 1). A escolha das pesquisas amostradas se deve a diferenciação de recortes espaciais (bacia hidrográfica e município) e as diferenciações taxonômicas.

Quadro 1 – Pesquisas que tratam de análise integrada da paisagem e seus respectivos objetivos, métodos aplicados ao mapeamento de unidades e a classificação da paisagem utilizada.

| <b>Autores / Área da pesquisa</b>                                             | <b>Objetivo do trabalho</b>                                                                                                                                                                                                                         | <b>Procedimentos metodológicos adotados para a construção dos mapas de Unidades de Paisagem</b>                                                                                                                                                                                             | <b>Classificação utilizada</b>                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>LIMA (2008)<br/>Município de Crato/CE</b>                                  | Elaborar uma proposta de Zoneamento Ambiental para o município de Crato, a partir da caracterização dos sistemas geoambientais identificados.<br>Apresentar as potencialidades e limitações dos sistemas geoambientais em termos de uso e ocupação. | Produção de um quadro síntese com as principais características do meio físico com a geologia, geomorfologia, clima, hidrologia, solos, cobertura vegetal e a partir disso a discussão das potencialidades e limitações de uso e ocupação nesses ambientes.                                 | Sistemas ambientais (unidades de relevo)<br>Subsistemas ambientais (unidades de relevo com impressões de vegetação ou cobertura sedimentar)                                                                |
| <b>LIMA (2015)<br/>Sub bacia hidrográfica do riacho Jubaia, Maranguape/CE</b> | Realizar uma análise geoambiental e de uso e ocupação solo, como subsídio para elaborar um diagnóstico da qualidade das águas superficiais, disponíveis para o abastecimento público.                                                               | Análise integrada dos fatores geoambientais e socioeconômico que possibilitou a elaboração do diagnóstico socioambiental a partir dos resultados da qualidade da água e informações sobre o saneamento básico                                                                               | Geossistema (Sub bacia hidrográfica do riacho Jubaia)<br>Geofácies (unidades morfoesculturais)                                                                                                             |
| <b>FARIAS (2015)<br/>Bacia hidrográfica do Rio Palmeira/CE</b>                | Efetivação de uma análise integrada sustentada pela Geoecologia de Paisagens, que, a partir de uma visão sistêmica e integrada permite a elaboração de propostas de planejamento ambiental com base nas potencialidades e limitações da bacia.      | Compartimentação de unidades geoecológicas a partir de critérios geomorfológicos, agrupados por características naturais e de funcionamento da paisagem. As subunidades geoecológicas foram delimitadas a partir de informações de uso e ocupação e características naturais predominantes. | Sistemas ambientais (escala regional. Ex: Sistema fluvial)<br>Unidades geoecológicas (Unidades morfoesculturais)<br>Subunidades geoecológicas (Sub compartimentos geomorfológicos das unidades anteriores) |
| <b>ARAÚJO (2016)<br/>Município de Guaiúba/CE</b>                              | Realizar um diagnóstico geoambiental, partindo da caracterização dos sistemas ambientais do município, ressaltando suas potencialidades e limitações, a fim de fornecer subsídios ao ordenamento territorial.                                       | Integração, dimensão e características dos componentes geoambientais. Assim sendo, a análise dos sistemas ambientais, procurou identificar as potencialidades, limitações, impactos sofridos e a capacidade de suporte ao uso e ocupação.                                                   | Geossistemas / sistemas ambientais (unidades morfoestruturais)<br>Geofácies / subsistemas ambientais (unidades morfoesculturais)                                                                           |

Nota-se que as pesquisas expostas, mesmo com recortes espaciais distintos, trazem em si objetivos comuns relacionados à promoção de uma análise geoambiental ou análise integrada da paisagem, tendo como objetivo final verificar as potencialidades e limitações dos sistemas em relação as atividades de uso e ocupação como forma de subsidiar planos de ordenamento territorial e planejamento, zoneamento ambiental. Os métodos de obtenção e tratamento dos dados também não se diferenciam.

Em relação à forma como as unidades de paisagem foram classificadas, percebe-se que as unidades mapeadas em escalas menores tem como elemento condicionante a morfoestrutura, e as demais unidades subsequentes são compartimentadas pelas formas esculturais que se diferenciam em cada morfoestrutura. Na maioria dos casos as maiores unidades são classificadas como ‘geossistema’, o que é considerado um equívoco, pois não é possível identificar uma determinada unidade taxonômica através de termo que designa uma noção genérica, por exemplo, denominar como geossistemas, uma das unidades taxonômicas (RODRIGUEZ, *et al.*, 2002).

Portanto, observa-se dentro dessa breve amostra, a diversidade de sínteses naturalistas existentes na literatura brasileira e a variedade de legendas presentes nos mapas. Percebe-se, também, que essas problemáticas de ordem teórica e metodológica ainda não foram superadas, principalmente em relação a uma padronização dos métodos, taxonomias e critérios de delimitação das unidades de paisagem. Apesar de serem métodos de pesquisa bem difundidos e que obtém resultados satisfatórios quando se propõe a utilizar esses estudos para fins de ordenamento e gestão territorial e ambiental, a necessidade quanto à construção de um sistema de classificação de paisagens aplicável as mais diversas realidades paisagísticas do Brasil, é evidente.

### **2.1.2 Propostas de zoneamento ambiental e sua efetividade**

O zoneamento ambiental é uma ferramenta relevante para o planejamento ambiental e territorial. Tem a interdisciplinaridade como um dos seus princípios para que haja a compreensão total da interação entre os elementos naturais (bióticos e abióticos) e a sociedade, uma vez que esta exerce influência no geossistema alterando sua dinâmica natural, principalmente no que diz respeito ao fluxo de entrada/saída de energia e matéria.

Desse modo Souza *et al.*, (2011, p. 42) definem essa atividade como um “instrumento de planejamento que coleta, organiza dados e informações sobre o território, propondo alternativas de uso para os sistemas ambientais de acordo com a sua capacidade de suporte e

conforme suas tendências vocacionais.” Ainda segundo os autores supracitados, essa ferramenta configura-se como instrumento fundamental para a prática do desenvolvimento sustentável.

Portanto, fazer essa compartimentação da paisagem se torna relevante para que haja um conhecimento apurado da organização do espaço em sua totalidade, em termos quantitativos e qualitativos dentro de enfoques analíticos e sistêmicos (SANTOS, 2004). Para Cavalcanti *et al*, (2013) conhecer a tipologia de unidades ambientais é necessário para melhor compreender as possíveis respostas de tais unidades, seja às pressões antrópicas, às mudanças climáticas globais ou eventos perturbadores de grande magnitude.

Dentro do contexto da ciência geográfica, Ross (2009), salienta que a geografia embarcou fortemente nas pesquisas de cunho ambientalistas a partir das décadas de 1970 e 1980, que coincide também com o surgimento da vertente da geografia socioambiental (MENDONÇA, 2001), com destaque para os estudos de impactos ambientais, diagnósticos ambientais, zoneamento e planejamento ambiental, tendo como resultado bases que subsidiam a gestão territorial com enfoque ambiental e com suporte técnico-científico no Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE).

O ZEE é atualmente o instrumento utilizado para fins de ordenamento territorial da Política Ambiental Brasileira e pode ser definido como um mecanismo de otimização dos espaços e das políticas públicas com base na integração dos sistemas ambientais, econômico, social e cultural, deste modo, fornece subsídios para direcionar as ações governamentais de reorganização das atividades humanas em equilíbrio com a realidade ambiental (LIMA, 2008). Desse modo, pode ser entendido como um instrumento para racionalização dos espaços a serem ocupados e de redirecionamento das atividades, com o objetivo de dotar o poder público de bases técnicas e científicas para a espacialização das políticas públicas de ordenamento territorial (MEIRELLES *et al.*, 1999). Portanto, este plano de manejo não pode estar distante da realidade da vivência das populações residentes na áreas, bem como dos impactos ambientais decorrentes dessa ocupação (ROSS, 1995).

Nota-se que pesquisas voltadas para a identificação e mapeamento de unidades geossistêmicas estão, em sua grande parte, fundamentadas na necessidade de produção de planos de manejo territorial e ambiental. Nos trabalhos de Zoneamento Ambiental (ZA), Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), foi tomado a teoria geossistêmica como principal fundamento teórico e metodológico na abordagem dos diferentes componentes naturais e socioeconômicos, e tratamento dos resultados. A seguir, é feita uma discussão sobre relatórios

importantes sobre os aspectos geoambientais e sua relação com as atividades econômicas, produzidos para o Estado do Ceará e Mesorregião Sul do Cariri.

Em 2006 foi elaborado o ZEE da Zona Costeira do Estado do Ceará com o objetivo de conhecer o estado atual de ocupação e conservação, de forma a apresentar subsídios para estabelecer novas diretrizes e procedimentos para a ocupação ordenada e manejo sustentável da terra e recursos naturais destas áreas, ou seja, elaborar uma primeira avaliação global de impactos existentes e fornecer elementos para o desenvolvimento sustentável. Para tanto, foi produzida a caracterização geoambiental da área, juntamente com o diagnóstico ambiental, contemplando o mapeamento do uso e ocupação das terras dos baixos cursos dos rios do Estado do Ceará (CEARÁ, 2006).

Os mapeamentos foram produzidos na escala de 1:25.000 que se enquadra na classe tático-operacional a nível distrital que possui um nível de detalhamento adequado para o gerenciamento de ações de conservação e preservação dos recursos naturais, auxílio no direcionamento das atividades econômicas evitando perdas de capital natural, e subsídio aos planos diretores, apresentando resultado satisfatório. Para a Zona Costeira do Ceará foram elaborados planos de monitoramento para disciplinar o uso e ocupação das terras com as atividades de carcinicultura, entre outras.

A paisagem da zona costeira foi setorizada de forma hierárquica em unidades denominadas de ‘Ambientes’ e subdivididas e ‘Unidades Geoambientais’. Ao todo foram classificados três ambientes (Frente Marinha, Terras Altas e Corredores Fluviais), dentro desses ambientes foram delimitados cerca de 17 unidades geoambientais, a saber: Recifes, Depósitos Submersos, Beachrocks, Cordão Litorâneo, Faixa de Praia, Planície de deflação, Dunas móveis, Eolianitos, Dunas fixas, Barreira, Planície flúvio-marinha, Planície fluvial, Terraços marinhos, Maciço residual, Depressão sertaneja, Planalto da Ibiapaba e Chapada do Apodi. O nível de classificação e detalhamento é considerado satisfatório, pois considera as particularidades de cada ambiente costeiro.

Em 2015 foram elaborados dois ZEEs para regiões dos Inhamuns e Irauçuba. Ambas têm como característica a suscetibilidade a processos de desertificação. Desse modo, um dos objetivos desse plano de manejo é conhecer o território e planejar o seu uso e ocupação de acordo com o grau de vulnerabilidade e capacidade de suporte do ambiente como forma mais adequada de estancar ou mesmo reverter o processo de degradação das terras no semiárido brasileiro (FUNCEME, 2015a).

Tendo como parâmetro a visão holística sistêmica, que deve levar em consideração todos os elementos que compõem os sistemas ambientais, desde os elementos sociais,

econômicos, culturais aos físicos e naturais, a metodologia de implementação do ZEE se deu com o (1) diagnóstico ecológico-econômico, com base na organização territorial existente, levando-se em conta os aspectos bióticos, abióticos e socioeconômicos, (2) a integração das informações interdisciplinares, e (3) o zoneamento, a partir da divisão da área em zonas dotadas de atributos semelhantes.

Nos relatórios feitos para as duas regiões, os complexos ambientais foram agrupados primeiramente em unidades nomeadas de ‘Domínios’ e depois subagrupados em unidades denominadas de ‘Sistemas Ambientais’ (Ex: Domínio – Sertões / Sistema Ambiental – Sertões de Tauá - Arneiroz). O mapeamento foi produzido em escala de semidetalhe (1:100.000), considerada adequada para trabalhos de zoneamento. Também para as duas áreas foram feitos mapeamentos indicativos de setores Zonas de Preservação Ambiental, Zonas de Uso Sustentável, Zonas de Recuperação Ambiental, Zona Fortemente Degradada e/ou Desertificada (FUNCEME, 2015b).

Para a Mesorregião Sul Cearense, composta por 31 municípios, foi produzido, também pela FUNCEME (2006), o Zoneamento Geoambiental com objetivo de elaborar um diagnóstico ambiental do meio físico-biótico a partir da caracterização das variáveis ambientais (condições geológicas, geomorfológicas, hidrológicas, clima, cobertura vegetal, solos e condições de biodiversidade e estabilidade ambiental), a luz do método geossistêmico. Após o diagnóstico foram delimitados os sistemas e subsistemas ambientais com base na definição teórica de geossistema de Bertrand (1972), e posteriormente feita a compartimentação da paisagem em unidades geoambientais.

Os produtos cartográficos oriundos desse zoneamento foram: Mapa de Sistemas Ambientais, Mapa de Uso e Ocupação, Mapa de Unidades de Intervenção e Ecodinâmica Natural, e Mapa de Zoneamento Ambiental, todos elaborados na escala de 1:250.000. A classificação utilizada para as zonas ambientais teve como níveis hierárquicos os ‘Domínio Naturais’ que correspondem aos geossistemas e os ‘Sistemas Ambientais’ que correspondem às geofácies. A partir da definição das unidades de Sistemas Ambientais, foram feitas a correlação destas com as cartas de uso e ocupação do solo e unidades de intervenção e Ecodinâmica natural. Desse cruzamento foram obtidas informações sobre as potencialidades e limitações ambientais, pontos de vulnerabilidade, impacto e comprometimento ambiental.

O Zoneamento Geoambiental apresenta resultados satisfatórios que contribuem para o conhecimento do contexto natural e socioambiental dos municípios da Mesorregião Sul Cearense, podendo ser tomados como referência para trabalhos acadêmicos, porém, do ponto de vista do ordenamento territorial, quando se parte para a escala municipal, o nível de

generalizações ocasionadas pela escala de abordagem adotada (1:250.000) constitui um fator limitante. No capítulo 4 é feita uma discussão comparativa relacionando o nível de detalhamento do mapa de Sistemas Ambientais (FUNCEME, 2006) e o mapa de Geossistemas produzido neste trabalho, a fim de expor a importância das escalas de semidetalhe em trabalhos voltados ao ordenamento territorial e direcionamento de atividades econômicas, considerando as especificidades dos ambientes naturais.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos empregados aqui, de modo geral, são compostos por quatro etapas principais, a saber: levantamento bibliográfico, essencial para a construção da base teórica da pesquisa, produção cartográfica e construção do banco de dados sobre os aspectos geoambientais, trabalhos de campo e mapeamento de unidades geossistêmicas.

#### 3.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Essa etapa consistiu na busca, leitura e fichamentos de obras como livros, teses, dissertações, artigos, relatórios técnicos e manuais cartográficos, que tratam das diversas temáticas abordadas nesta pesquisa, a fim de fundamentar de forma teórica e metodologicamente todos os conceitos e procedimentos contemplados neste trabalho. Foi também buscado e analisado trabalhos pré-existentes para a área de pesquisa, que tratassem dos aspectos geoambientais gerais e sobre sínteses naturalistas no município e Estado do Ceará.

Sobre Geossistema (teoria e aplicabilidade), mapeamento geossistêmico, análise integrada da paisagem, foram consultadas obras clássicas de autores precursores da teoria geossistêmica como Bertrand (1972); Sochava (1977); Tricart (1977); Isachenko (1999); Monteiro (1996; 2000); Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2005); Ab'Saber (2007). Obras recentes, a saber: Cavalcanti (2010; 2013; 2014; 2016; 2017); Cavalcanti e Corrêa (2013; 2014; 2016), Cavalcanti, Corrêa e Isachenko (2010); Cavalcanti, Santos, Corrêa, e Araújo Filho (2010). E para fundamentar a abordagem geossistêmica no recorte escolhido, tomou-se como referência obras de reconhecimento e zoneamento do quadro natural e socioambiental do Estado do Ceará: Rodriguez e Silva (2002), CEARÁ (2006), FUNCEME (2006; 2012; 2015ab).

#### 3.2 PRODUÇÃO CARTOGRÁFICA E CONSTRUÇÃO DE BANCO DE DADOS SOBRE OS ASPECTOS GEOAMBIENTAIS

Uma das formas mais usuais de se representar espacialmente os elementos terrestres é o mapeamento. Essa ferramenta de cunho geográfico vem se difundindo cada vez mais em diversas ciências, principalmente na atualidade com o apoio das geotecnologias (geoprocessamento, sensoriamento remoto, SIG, etc.). No âmbito da Geografia Física Aplicada o uso das geotecnologias se tornou essencial agregando valor a esse ramo da ciência geográfica. Através desse aparato tornou-se possível o levantamento, monitoramento e espacialização

gráfica dos recursos naturais em países de dimensões continentais como o Brasil (SOUZA *et al*, 2010).

Essa etapa consistiu no levantamento e análise de materiais cartográficos pré-existentes da área de pesquisa, e tomando-os como referência para a construção da análise ambiental e para a produção de novos mapeamentos. Os mapas pré-existentes utilizados são provenientes de órgãos estaduais e federais.

Foram tomados como referência os seguintes mapas: Mapa de Geodiversidade do Estado do Ceará produzido pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) em parceria com o Ministério de Minas e Energia para o estado do Ceará na escala de 1:750.000 (2014); Mapa de classes solos produzido pela Fundação Cearense de meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME (2012) por meio do projeto 'Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos: mesorregião do sul cearense', na escala de 1:200.000; Mapa de uso e ocupação do solo produzido pela FUNCEME (2006) na escala de 1:250.000 como parte do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará – Mesorregião Sul Cearense, e o Mapa de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros e Uso da Terra produzido pelo Ministério do Meio Ambiente, folha Iguatu SB-24-Y-B.

Ao todo foram produzidas nove cartas (geomorfológico, declividade, hipsometria, lineamentos estruturais, anomalias de drenagem, processos erosivos, uso e ocupação, NDVI, unidades geossistêmicas). As bases cartográficas utilizadas foram convertidas a projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas de 2000 (SIRGAS - 2000).

O mapa litológico foi elaborado por meio da extração de informações sobre os litotipos de arquivos no formato shapefile (.shp), folha SB.24-Y Jaguaribe SW, imagens SB.24-Y-B-V Assaré, SB.24-Y-D-II Santana do Cariri, SB.24-Y-B-VI Cedro, SB.24-Y-B-III Crato, adquiridas pelo website: <http://geosgb.cprm.gov.br/>, do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) elaborado na escala de 1:250.000, e representado aqui na escala de 1:100.000.

Os lineamentos estruturais foram extraídos e vetorizados com base nos trechos retilíneos das cristas residuais a partir da análise da imagem raster de relevo sombreado q20\_13\_sbe (resolução de 30 m) do projeto TOPODATA do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, e de imagens de satélite disponíveis no *software* Google Earth Pró, e do Modelo Digital do Terreno (MDT) – imagem Alos Palsar, resolução de 12,5 m, cenas AP\_26168\_FBS\_F7040\_RT1 e AP\_26168\_FBS\_F7050\_RT1.

Para a produção do mapa geomorfológico, os procedimentos técnicos utilizados seguiram os critérios estabelecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE

em seu Manual Técnico de Geomorfologia (2009). A classificação também seguiu a preconizada no referido manual, por ser considerada a que melhor representa o relevo brasileiro, principalmente do semiárido, composto por feições residuais cristalinas, topos côncavos e aguçados em forma de crista, encostas escarpadas com presença de tálus, pedimentos, pediplanos e Inselbergs que por serem particularidades desse ambiente necessitam de uma abordagem específica, já que representam uma realidade climato-geomórfica excepcional dentro do contexto brasileiro, que tem 92% do seu território dominado por climas úmidos (AB’SABER, 2007).

O mapeamento geomorfológico foi produzido na escala de 1:100.000 no *software* ArcGis 10.3, a partir da análise do MDT (Modelo Digital do Terreno) – imagem Alos Palsar, resolução de 12,5 m., cenas AP\_26168\_FBS\_F7040\_RT1 e AP\_26168\_FBS\_F7050\_RT1, disponibilizadas pela National Aeronautics and Space Administration (NASA) na plataforma digital Alaska Satellite Facility (website: <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/>), imagens de satélite disponibilizadas pelo *software* Google Earth Pró, e perfis topográficos traçados por meio das ferramentas “*Interpolate Line*” e “*Profile Graph*” (ArcGis 10.3). A compartimentação e a vetorização das unidades se deram a partir da criação de camadas em polígono no formato *shapefile* (.shp).

Está organizado hierarquicamente em unidades morfoestruturais, e delas subdividiram-se unidades menores que correspondem às feições morfoesculturais. Para Corrêa *et al* (2010), as morfoestruturas representam categorias que respondem pelas formas maiores do relevo, tratadas em escala regional, já as morfoesculturas são consideradas áreas menores que foram esculpidas por processos exógenos, como os elementos climáticos, e a drenagem (OLIVEIRA *et al*, 2007).

Para o mapeamento das classes de solo tomou-se as bases cartográficas disponibilizadas pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME (2012) produzidas na escala de 1:200.000 para a mesorregião sul cearense como referência. Por questões relacionadas a escala, algumas classes de solo que foram levantadas em campo não estavam presentes no mapa base. Portanto, foi necessária a inserção dessas novas classes, atribuindo a esse mapa um nível de detalhamento maior.

A elaboração do mapa de uso e ocupação da terra seguiu a metodologia preconizada por Silva *et al* (2016). Para o referido mapa foi utilizado como base a imagem do satélite LANDSAT-8 capturada pelo sensor OLI em 13 de junho de 2018. Para calcular o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI - *Normalized Difference Vegetation Index*) foram utilizadas duas imagens do mesmo satélite, sendo uma referente ao período úmido capturada

em 13 de junho de 2018, e outra referente ao período seco capturada em 03 de outubro de 2018. Ambas foram adquiridas junto ao *United States Geological Survey* – USGS da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA).

Os dados de precipitação foram obtidos junto a FUNCEME, numa série histórica de 30 anos (1987 a 2017), e posteriormente trabalhados em planilhas no Excel (pacote Office) a partir da geração de gráficos para melhor representação dos dados. Os dados de temperatura foram obtidos junto ao Instituto Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE, e no Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. O mapa termal foi produzido a partir da imagem de satélite LANDSAT-8, banda 10, capturada pelo sensor OLI em 16 de agosto de 2018, adquiridas junto USGS. O processamento da imagem se deu a princípio com a correção atmosférica do tipo DOS na ferramenta *Semi-Automatic Classification Plugin* no software Qgis 3.4, na mesma ferramenta gerou-se o mapa termal a partir da extração de dados de temperatura em graus celsius (°C).

O mapa de detalhe em áreas de voçorocamento foi elaborado a partir do georreferenciamento de imagem de satélite do recorte escolhido obtida no *software* Google Earth Pró. Onde foram inseridas as representações das classes de voçorocas, crostas ferruginosas, solo exposto, pavimento detrítico, tipologia vegetal, ruptura de declividade, direção de fluxo, curvas de nível, ocupação humana e estradas, na escala de 1:5.000. O objetivo desse mapeamento foi demonstrar em nível de detalhamento as fragilidades ambientais deste recorte espacial expressas nos processos erosivos atuantes.

### 3.3 ATIVIDADES DE CAMPO

Foram realizadas em média dez atividades de campos para fins de reconhecimento da área, validação dos mapas. Os campos de reconhecimento ocorreram entre os meses de janeiro a março de 2018. As demais atividades de campo foram realizadas entre os meses de agosto e novembro de 2018, com exceção do mapa de unidades de paisagens que foi validado no início de fevereiro de 2019.

Durante os trabalhos de campo foram utilizados diversos equipamentos fundamentais para a captura das informações. Dentre esses equipamentos destacam-se aparelhos dotados de GPS (*Global Positioning System*), câmera fotográfica, cadernetas de campo, mapas básicos (localização, litoestrutural, pedológico, geomorfológico e drenagem) impressos em tamanho A3, machadinha para limpar os perfis, trena, pranchetas, etc.

As atividades de campo aliadas aos mapeamentos realizados anteriormente foram essenciais para a construção do inventário geoambiental do município, e para o entendimento da estrutura, dinâmica e evolução das paisagens do município.

### 3.4 MAPEAMENTO DE UNIDADES GEOSSISTÊMICAS

Para essa etapa foram utilizadas técnicas de análise paisagística, tidas como um conjunto de métodos e procedimentos que permitem conhecer e explicar a estrutura da paisagem, estudar suas propriedades, índices e parâmetros sobre a dinâmica, a história do desenvolvimento, os processos de formação e transformação da paisagem e a pesquisa das paisagens naturais, como sistemas manejáveis e administráveis (RODRIGUEZ *et al*, 2004).

Tendo conhecimento do contexto físico-natural e de uso e ocupação do recorte espacial pesquisado, o mapeamento de unidades de paisagem foi executado de acordo com a metodologia preconizada por Cavalcanti (2013; 2014) tendo como princípio a diferenciação entre as paisagens, que considera as associações de classes de solo, padrões de drenagem, morfoesculturas, litologia e vegetação (CAVALCANTI, 2010). Desse modo, a paisagem do município foi mapeada hierarquicamente em ‘sítios’ (escala menor - 1:100.000) e ‘estados’ (escala maior – 1:50.000). Através da superposição dessas unidades foi obtido o mapa de geossistemas do município de Farias Brito, representado na escala de 1:100.000.

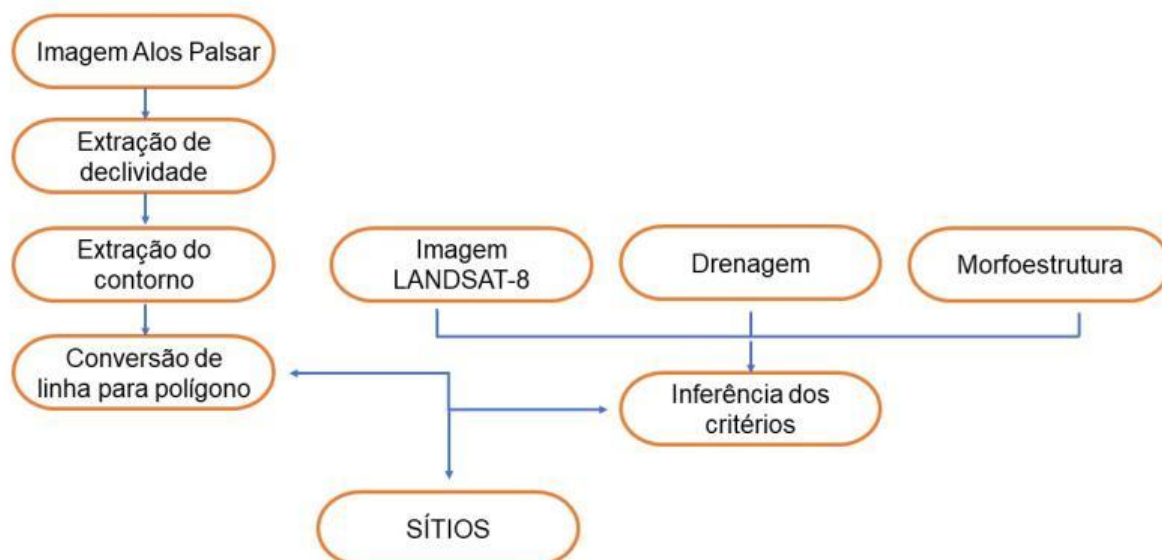
Os sítios representam paisagens mais estáveis com processos de evolução relativamente lentos, se comparada aos estados, cuja a dinâmica dos seus elementos, provocam mudanças mais rápidas, portanto, sua evolução acontece de forma mais acelerada (ISACHENKO, 1999). Cavalcanti (2013, p. 104), então destaca que:

Essa proposta de classificação elaborada por Isachenko & Reznikov (1996) propõem o termo ‘sítio’ como unidade formada pela relação entre um tipo de substrato, sua forma de relevo e seu regime de drenagem. Em complemento, eles propõem que cada etapa de transformação pedológica e sucessão vegetal sobre um mesmo sítio seja denominada de ‘estado’.

A delimitação de sítios se deu com a junção dos planos de informação sobre a morfoestrutura, litologia e os padrões de drenagem (Figura 3), pois “esses três elementos sob um mesmo clima, garantem ambientes distintos para a circulação geoquímica, a formação de solos e a sucessão vegetal” (CAVALCANTI, 2014, p. 72). Para tanto, os produtos utilizados foram dados matriciais, como imagens de radar (Alos Palsar) dotadas de atributos topográficas,

para a extração da declividade, e imagens de satélite (LANDSAT-8), e arquivos vetoriais (curvas de nível, drenagem, mapa de geomorfológico do município).

Figura 3 – Fluxograma para definição de Sítios. Modificado de Cavalcanti (2014).



A legenda para o mapa de sítios foi elaborada de acordo com nomenclatura de sítios paisagísticos proposta de Isachenko (1998) modificada por Cavalcanti (2014) (Quadro 2), aonde foram destacados, principalmente, a relação dos litotipos e o relevo. Os padrões de drenagem e as informações sobre o modo de circulação geoquímica foram expressas no quadro de descrição dos sítios paisagísticos (Quadro 2).

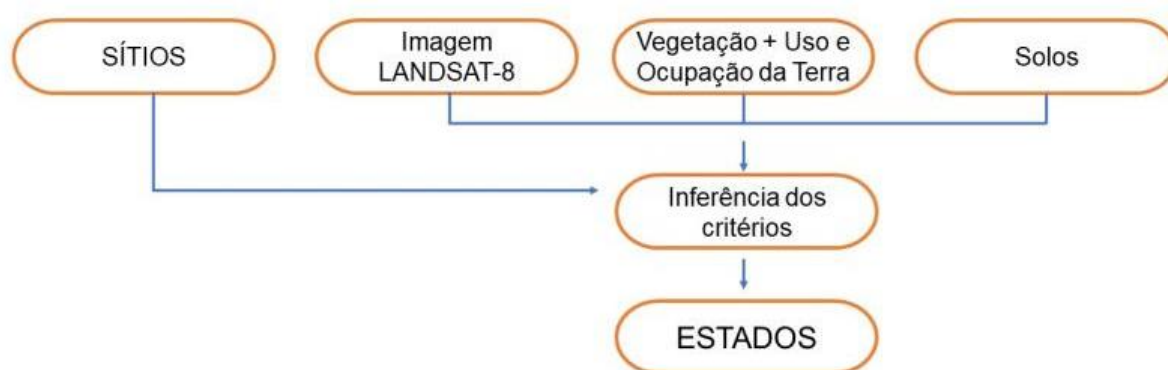
Quadro 2 – Nomenclatura de sítios paisagísticos. Fonte: Isachenko (1998) *apud* Cavalcanti (2014).

| RELEVO                                        | ROCHA      |        |            |         | SEDIMENTO               |         |                  |         |          |
|-----------------------------------------------|------------|--------|------------|---------|-------------------------|---------|------------------|---------|----------|
|                                               | Cristalino |        | Sedimentar |         | Arenoso a Francoarenoso |         | Médio a argiloso |         | Orgânico |
|                                               | Ácid.      | Básic. | Carboná.   | Terríg. | C/casc.                 | S/casc. | C/casc.          | S/casc. |          |
| Formas positivas ( $\Delta h > 5m$ ) drenadas | S          | M      | C          | T       | Kfg                     | Kf      | G                | Kl      | -        |
| Encostas muito íngremes e escarpas drenadas   | Cs         | Cm     | Cc         | Ct      | Cfg                     | Cf      | Cg               | Cl      | -        |
| Cânions e vales íngremes com umedecim         | Vs         | Vm     | Vc         | Vt      | Vfg                     | Vf      | Vg               | Vl      | -        |

|                                                                                              |    |    |    |    |     |    |    |    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|
| ento<br>variável                                                                             |    |    |    |    |     |    |    |    |    |
| Planícies<br>de<br>inundação<br>com<br>umedecim<br>ento<br>variável                          | -  | -  | -  | -  | -   | Af | -  | -  | Ab |
| Relevos<br>planos e<br>suavement<br>e<br>ondulados<br>( $\Delta h > 5m$ )<br>drenados        | Ps | Pm | Pc | Pt | Pfg | Pf | Pg | Pl | -  |
| Relevo<br>plano<br>pantanososo<br>ou com<br>estagnação<br>de água,<br>ainda que<br>periódica | Ls | Lm | Lc | Lt | Lfg | Lf | Lg | Ll | B  |

A delimitação dos estados foi executada tomando como referência os limites já estabelecidos para os sítios, adicionando informações das associações de classes de solo, da tipologia vegetal, e informações de uso e ocupação da terra. Os produtos utilizados foram: mapa de Uso e Ocupação da Terra, imagem de satélite (LANDSAT-8) e dados vetoriais (classes de solo (Figura 4).

Figura 4 – Fluxograma para definição de Estados. Modificado de Cavalcanti (2014).

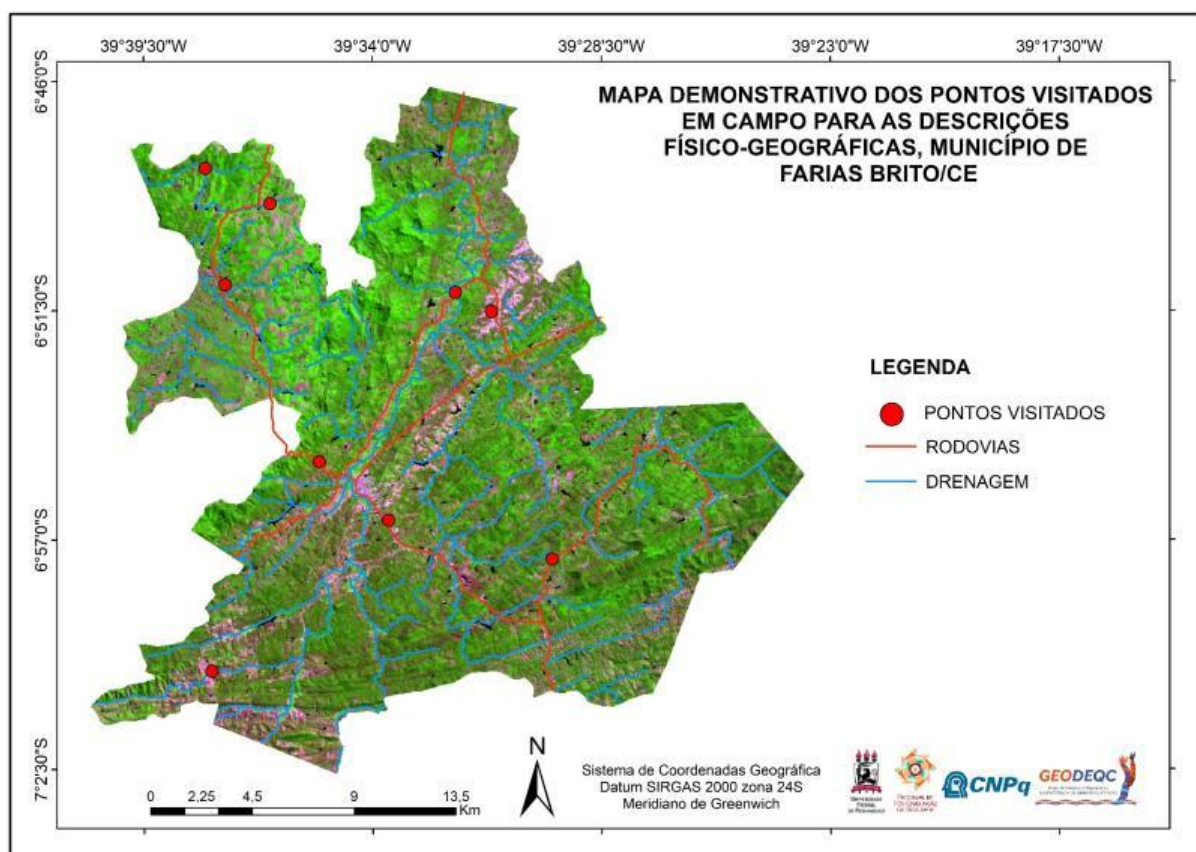


A legenda do mapa de estados paisagísticos foi construída utilizando a nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS, 2013) para as classes de solo. Para as classes de tipologia vegetal e uso e ocupação antrópica, foram criadas nomenclaturas utilizando as letras iniciais das classes de ambos (Quadro 7 – p. 83). Após a junção das cartas de sítios e

estados, obteve-se o mapa de geossistemas do município de Farias Brito, com legenda produzida a partir da junção das legendas dos mapa supracitados (Quadro 8 – p. 86).

As descrições físico-geográficas consistem na observação e no registro dos atributos da paisagem. Nessa etapa foram preenchidas fichas técnicas (ANEXO I) com critérios e atributos (Quadro 3) observáveis em campo, validação do mapa de geossistemas e, posterior, aprimoramento dos mapeamentos realizados em ambiente SIG. Devido à complexidade dos grupos de paisagens do município, foram escolhidos nove pontos, dentro dos sete sítios paisagísticos para a realização as descrições físico-geográficas, a acessibilidade foi uma critérios para a escolha dos pontos (Figura 5; Quadro 3).

Figura 5 – Mapa demonstrativo dos pontos visitados em campo para as descrições físico-geográficas, município de Farias Brito/CE.



Quadro 3 – Pontos visitados em campo para as descrições físico-geográficas.

| PONTOS VISITADOS EM CAMPO | COORDENADA GEOGRÁFICA                     |
|---------------------------|-------------------------------------------|
| <b>Ponto 1</b>            | Lat. 6°48'9.96" S / Long. 39°38'23.75" O  |
| <b>Ponto 2</b>            | Lat. 6°48'53.36" S / Long. 39°36'29.65" O |
| <b>Ponto 3</b>            | Lat. 6°50'54.69" S / Long. 39°37'34.89" O |
| <b>Ponto 4</b>            | Lat. 6°54'53.19" S / Long. 39°35'44.73" O |
| <b>Ponto 5</b>            | Lat. 6°51'8.96" S / Long. 39°32'1.06" O   |
| <b>Ponto 6</b>            | Lat. 6°57'53.38" S / Long. 39°31'53.35" O |

|                |                                           |
|----------------|-------------------------------------------|
| <b>Ponto 7</b> | Lat. 6°57'25.51" S / Long. 39°29'32.06" O |
| <b>Ponto 8</b> | Lat. 7° 0'48.22" S / Long. 39°39'4.65" O  |
| <b>Ponto 9</b> | Lat. 6°51'52.01" S / Long. 39°31'5.09" O  |

Quadro 4 – Parâmetros para a descrição físico-geográfica. Modificado de Cavalcanti (2013).

| <b>CRITÉRIOS</b>          | <b>ATRIBUTOS</b>                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cabeçalho</b>          | Coordenadas geográficas; data; número da descrição.                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Relevo</b>             | Altitude, declividade, orientação do relevo, curvatura e processos superficiais atuais (erosão laminar, erosão linear, etc.) e pretéritos (ex.: queda de blocos).                                                                                        |
| <b>Drenagem</b>           | Condição de drenagem; padrões de drenagem; modo de migração geoquímica.                                                                                                                                                                                  |
| <b>Litotipo</b>           | Características gerais do substrato rochoso, quando aparente na paisagem.                                                                                                                                                                                |
| <b>Solo</b>               | Camadas sedimentares e horizontes pedogenéticos, indicando sua espessura, cor, textura, estrutura e presença de mosqueado, cascalho e raízes.                                                                                                            |
| <b>Cobertura da terra</b> | Cobertura biofísica do terreno, sendo o mais específico quanto possível. No caso de um ambiente florestal, por exemplo, é preciso indicar a quantidade de estratos, sua altura, cobertura e as espécies/gêneros dominantes e suas formas de crescimento. |
| <b>Uso da terra</b>       | Registro das evidências de uso da terra (agricultura, pecuária, etc.)                                                                                                                                                                                    |

Por fim, foi feita a identificação, com base no aporte de dados obtidos sobre o quadro geoambiental do município em nível de detalhe, das potencialidades e limitações das UPs mapeadas. A partir disso, construiu-se um quadro para correlação das informações supracitadas com sugestões de formas de uso adequadas para cada compartimento. Essas informações poderão ser utilizadas por órgãos competentes como um possível plano de ordenamento territorial e manejo ambiental.

## 4 O CONTEXTO FÍSICO-GEOGRÁFICO-AMBIENTAL

As paisagens de grande parte do semiárido nordestino tem sua origem intrinsecamente relacionada às condições climáticas, onde fatores como a umidade, temperatura e precipitação, em combinação com, a origem, tipo e resistência do substrato geológico vão determinar a ocorrência e intensidade do processos intempéricos e erosivos, principais agentes responsáveis pela modelagem do relevo terrestre. Ao tratar de pesquisas que se debruçam sobre o entendimento da paisagem, o fator geológico e o clima são tidos como elementos cruciais na esculturação do relevo, condicionando assim a ocorrência dos processos pedogenéticos, a estrutura e tipologia da vegetação e as atividades de uso e ocupação da terra.

### 4.1 FATORES CLIMÁTICOS E SUA INFLUÊNCIA NO QUADRO AMBIENTAL GERAL

As discussões sobre o quadro climático se fazem necessárias para o entendimento da dinâmica ambiental de uma determinado recorte espacial, já que o clima é um dos fatores formadores da paisagem, exercendo influência nos processos e nas formas geomorfológicas, na disponibilidade dos recursos hídricos, no regime fluvial, na formação dos solos e na distribuição da cobertura vegetal (ZANELLA, 2007).

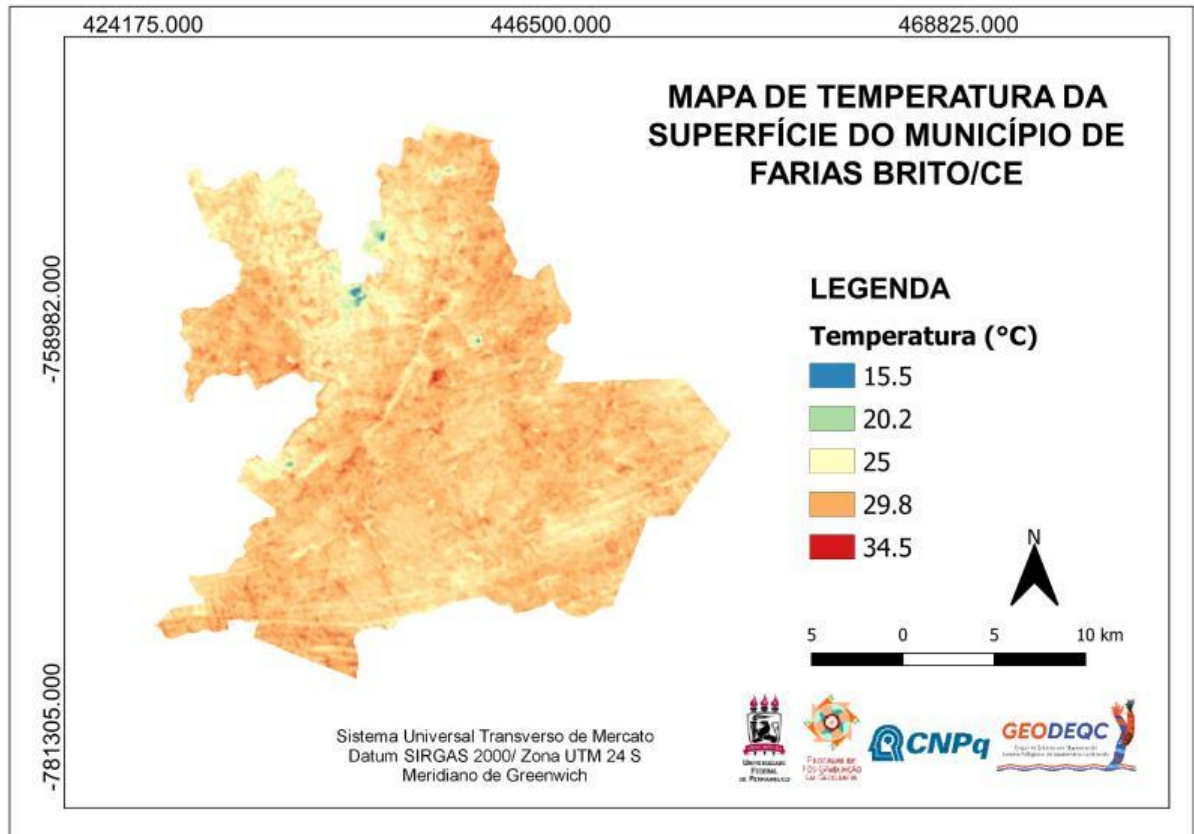
Compreender a dinâmica atmosférica é um dos princípios para entender a disposição espacial, estrutura e funcionamentos dos demais elementos que compõe a paisagem, e os processos que a modelam. Elementos climáticos como a precipitação e temperatura são elementos importantes nesse processo. A precipitação pluviométrica é fundamental para o estudo do clima, pois é considerada um dos elementos de maior importância na definição do quadro climático, sendo a quantidade de chuvas e o seu ritmo sazonal e mensal suas características mais relevantes (ZANELLA, 2011).

Os principais sistemas atmosféricos que garantem a manutenção das chuvas na porção sul do estado do Ceará é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) formada pela confluência dos ventos alísios de NE e SE que atua entre os meses de fevereiro e abril, os Vórtices Ciclônicos de Ar Superiores (VCAS) que se formam no Atlântico entre os meses de novembro e março, e atingem o continente em um movimento de leste para oeste, e os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) (LIMA, 2015).

No município de Farias Brito/CE, as condições climáticas são de elevadas temperaturas, com médias anuais em torno de 22°C a 26°C para todo o território e baixa umidade, principalmente nos períodos de estiagem, entre o meses de agosto e dezembro (IPECE, 2015;

FUNCEME, 2012). No mapa de Temperatura da Superfície (Figura 6), estão espacializadas os diferentes valores termais do município para o mês de agosto (data de captura da imagem de satélite).

Figura 6 – Mapa de Temperatura da Superfície do município de Farias Brito/CE.



É possível observar que as temperaturas mais amenas (tons de azul) foram registradas nos setores N, NW, W e SW do município. Esse fato recebe influência direta do fator altitude, que atinge cotas em torno de 600 m a 690 m. Os setores supracitados correspondem ao topo e as bordas das encostas do maciço residual Serra do Quincuncá, relevo predominantemente embasado em rochas cristalinas. Essa condição de temperaturas relativamente mais baixas prevalece por todo o ano nesse setor, com algumas alterações, e constitui um agente que favorece as atividades agropecuárias, já bem difundidas na área, o porte da vegetação e os processos pedogenéticos (Ver tópico 3.3).

Quanto a precipitação, a média pluviométrica no município é de aproximadamente 896,5 mm anuais (IPECE, 2015). Farias Brito está situado na face a barlavento do maciço residual Serra do Quincuncá, fato que influencia no regime pluviométrico por meio das precipitações orográficas. Dentro da série histórica de 30 anos (Figura 7), os dados

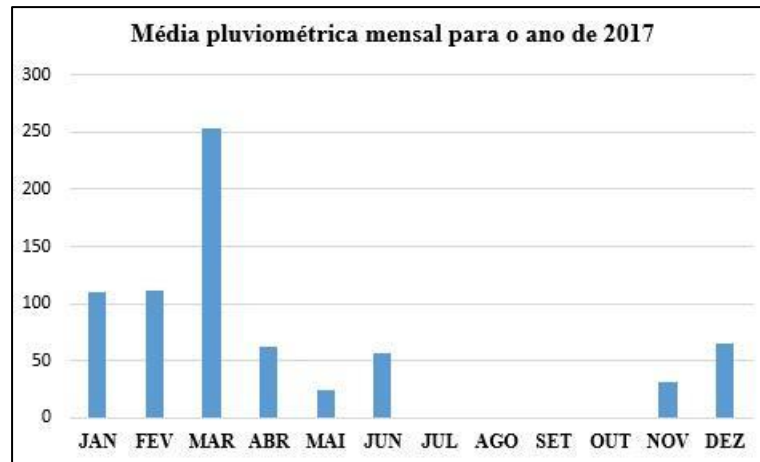
pluviométricos apontam anos em que a precipitação atingiu picos muito acima da média. Os anos em que foram registradas precipitações abaixo da média, correspondem aos anos de ocorrência do fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS). Em alguns anos com precipitações acima da média, como por exemplo os anos de 2008 e 2011 condizem com a ocorrência do fenômeno La Niña (ANDREOLI, *et al*, 2017).

Figura 7 – Precipitação média anual dentro da série histórica de 30 anos do município de Farias Brito/CE. Fonte dos dados: FUNCEME.



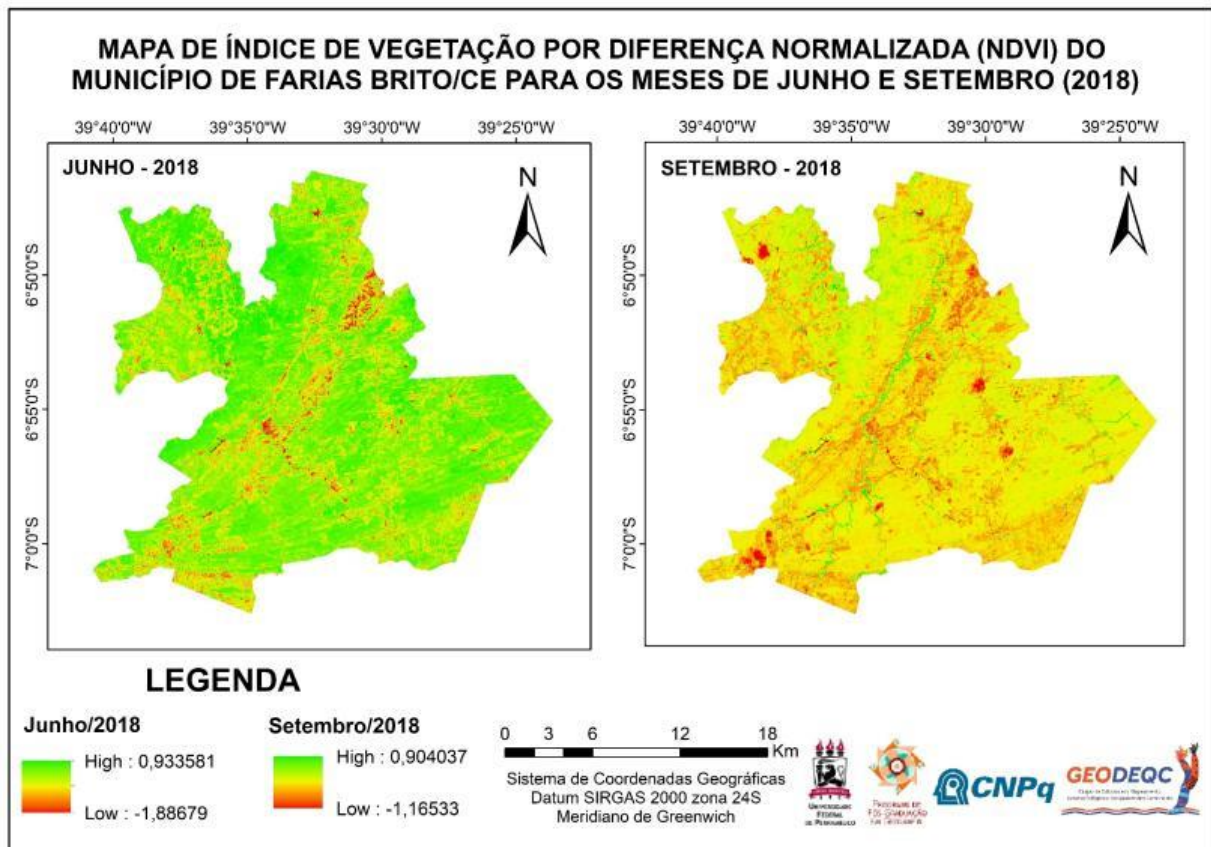
Quanto as totais pluviométricas mensais, a concentração das maiores precipitações estão no primeiro semestre do ano, mais especificamente entre os meses de janeiro a abril, sendo março o mês com registro de maior índice pluviométrico, cerca de 250 mm, como mostra o gráfico abaixo para o ano de 2017 (Figura 8). Nesse período é registrado a atuação mais efetiva da ZCIT na parte setentrional do Nordeste brasileiro. Nos meses de julho a outubro, as chuvas cessam e se inicia o período de estiagem, onde se combinam altas temperaturas com baixos índices de umidade.

Figura 8 – Totais mensais de precipitação do município de Farias Brito/CE para o ano de 2017. Fonte dos dados: FUNCEME.



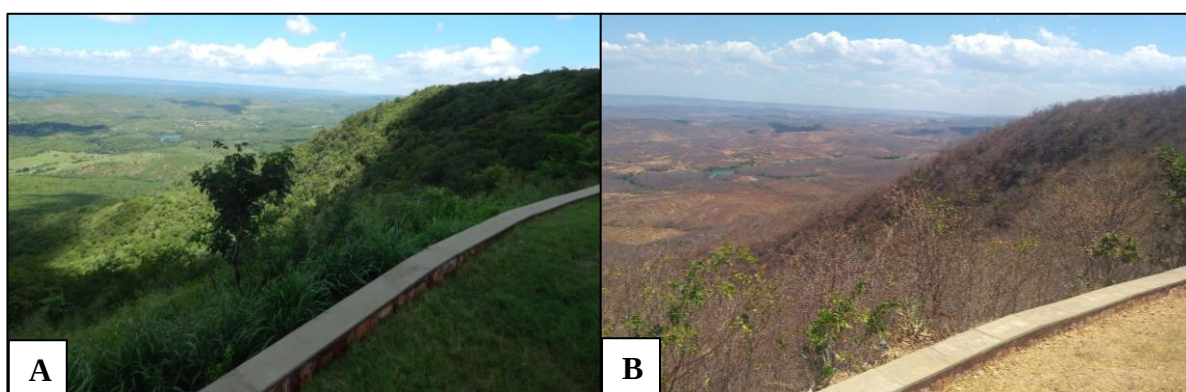
Os efeitos dessa desigualdade espaço-temporal na distribuição das chuvas, podem ser vistos nitidamente na cobertura vegetal, como mostram os mapas de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada - NDVI (Figura 9 e 10), elaborados para diferentes períodos do ano, a fim de demonstrar a influência da precipitação no comportamento da vegetação em decorrência da ocorrência e ausência de chuvas.

Figura 9 – Mapa de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) do município de Farias Brito/CE para os meses de junho e setembro/2018.



Em se tratando da dinâmica geossistêmica, esse fato implica diretamente na formação dos solos, na dissecação do relevo, no regime fluvial, e no porte da vegetação. Com o favorecimento da ação e predominância do intemperismo físico, a desagregação das rochas acontece de maneira lenta, condicionando o desenvolvimento de solo rasos e com presença de materiais primários, como a classes dos Neossolos Litólicos, onde a vegetação se desenvolve, majoritariamente, de maneira esparsa de médio a baixo porte.

Figura 10 – Demonstrativo das mudanças no quadro vegetacional em diferentes períodos do ano: A – março de 2018 (período chuvoso); B – agosto de 2018 (período de estiagem). (Coordenada Geográfica: Lat. 6°55'5.48"S / Long. 39°36'2.94"O).



Desse modo, a vegetação desempenha um papel fundamental na dinâmica superficial da paisagem, atuando nos processos de formação do solo (pedogênese), através intemperismo químico e físico, e na proteção dos solos frente aos processos erosivos, proteção e manutenção dos recursos hídricos por retroalimentação positiva (RIBEIRO, 2012).

#### 4.2 CONDICIONANTES GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICOS

Os arranjos geológico-geomorfológicos do semiárido nordestino tem muito a revelar sobre o contexto histórico de gênese e evolução das formas que contemplamos no presente. A Geomorfologia, especificamente do estado do Ceará é, majoritariamente, marcada por formações dissecadas como os Maciços e Cristas Residuas, Inselbergs e pedimentos, distribuídas pela vasta Depressão Sertaneja. Essas feições tem como arcabouço geológico o embasamento cristalino com rochas datadas do Pré-cambriano, que se classificam como ígneas e metamórficas, e que por serem maciças e apresentarem diferentes graus de resistência, sofreram menos com a ação do intemperismo e da erosão diferencial.

Quanto a origem dessas feições, essa se deu durante ciclos de mudanças climáticas de períodos de maior umidade, onde houve o predomínio da pedogênese, para períodos de aridez, onde a morfogênese atuava na dissecação desse material produzido no período úmido (CORDEIRO, 2017). Durante os ciclos morfogenéticos houve a retração lateral das vertentes culminando no surgimento de formas escalonadas, rampas suaves formadas por acúmulo de material detrítico que se estendem em direção aos fundos de vales, denominadas de pedimentos (MAIA *et al*, 2014).

De acordo com Ribeiro *et al* (2010, p. 130), “o recuo das vertentes é feito por erosão regressiva e é realizado através de processos de intemperismo físico-químico provocando o fraturamento da rocha na face rochosa das escarpas e especialmente na base”, o material proveniente desse processo é transportado por agentes erosivos culminando com o recuo paralelo das vertentes íngremes.

A configuração geomorfológica resultante desse intenso processo de desgaste e recuo de vertentes em escala regional foi a disposição do relevo em um vasto anfiteatro de altas terras cristalinas e sedimentares enquadrando superfícies aplainadas (Depressão Sertaneja) com relevos residuais, suavemente inclinadas ao norte em direção ao Atlântico (CLAUDINO-SALES *et al*, 2007).

Por tratar-se de uma área de embasamento cristalino, cortada por zonas de cisalhamento e lineamentos estruturais, é essencial estabelecer um entendimento sobre os litotipos e fatores estruturais, pois estes são determinantes para a compreensão da disposição e tipologia das formas de relevo que compõem a paisagem geomorfológica da área de estudo.

A Orogênese Brasileira foi um dos eventos tectônicos mais importantes na estruturação geológica do Nordeste Brasileiro (CLAUDINO-SALES, 2016). O maciço residual Serra do Quincuncá está enquadrado no conjunto de relevos graníticos do estado do Ceará e Nordeste brasileiro e sua gênese está intimamente ligada a esse evento, que teve como principal resultado a intrusão de corpos graníticos na crosta em regiões distensionais associadas a zonas de cisalhamento (MAIA *et al*, 2018).

Os lineamentos estruturais são feições retilíneas, ou levemente curvadas, que refletem a arquitetura do embasamento rochoso (CORDEIRO, 2017), e podem se manifestar na paisagem de forma negativa, demonstrando um controle estrutural sobre a drenagem, que em muitos casos apresentam anomalias (Figura 11), e de forma positiva quando revela a direção preferencial do relevo (Figura 12).

Na área de estudo os lineamentos seguem preferencialmente as direções NE-SW e E-W juntamente com a Zona de Cisalhamento Transcorrente Compressional Farias Brito (Figura 12).

A presença desses elementos na paisagem denota os intensos processos tectônicos que deram origem ao modelado da área de estudo e seu entorno. “No Nordeste brasileiro os lineamentos de direção NE-SW e E-W, em muitos casos, representam a expressão em superfície da deformação brasileira de caráter dúctil/rúptil reativadas no Cretáceo e Cenozoico” (CORDEIRO, 2017, p. 45).

Figura 11 – Anomalias na drenagem provocadas por controle estrutural. Nos quadrantes em destaque é possível observar o padrão retangular da drenagem.

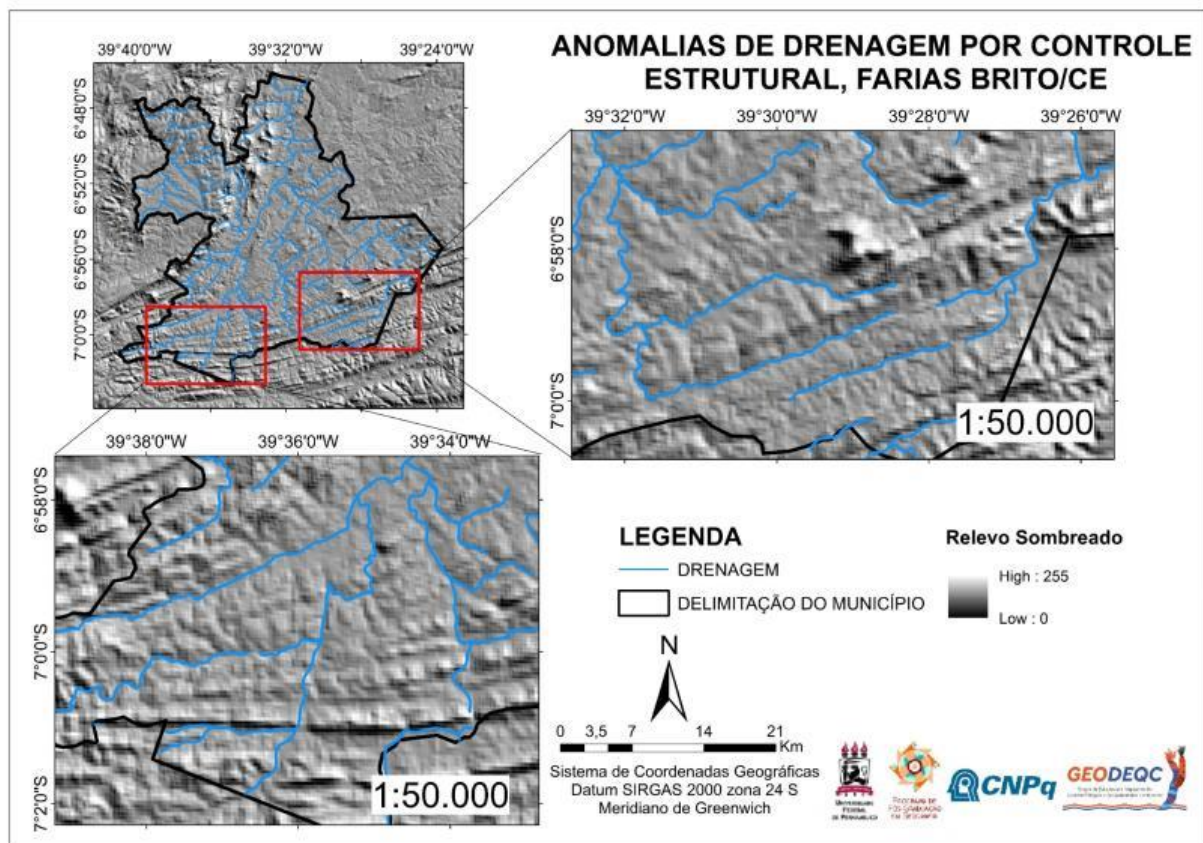
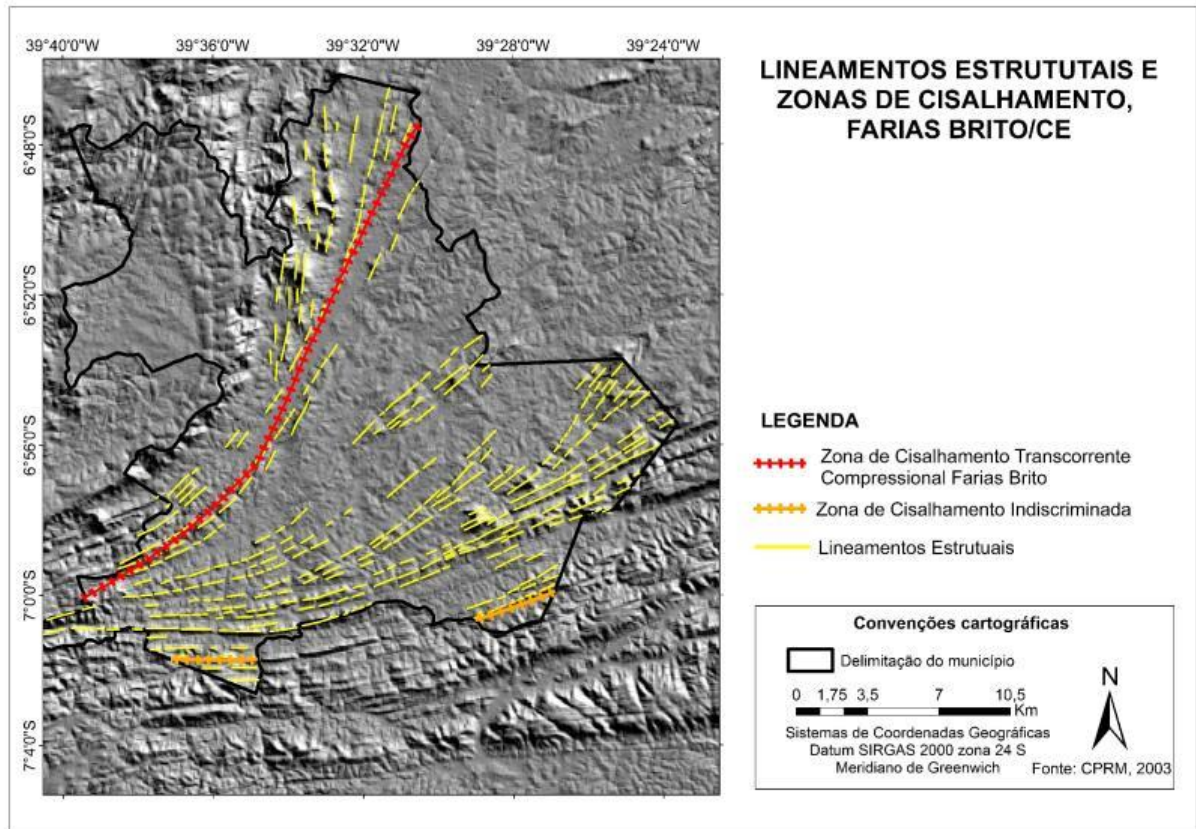


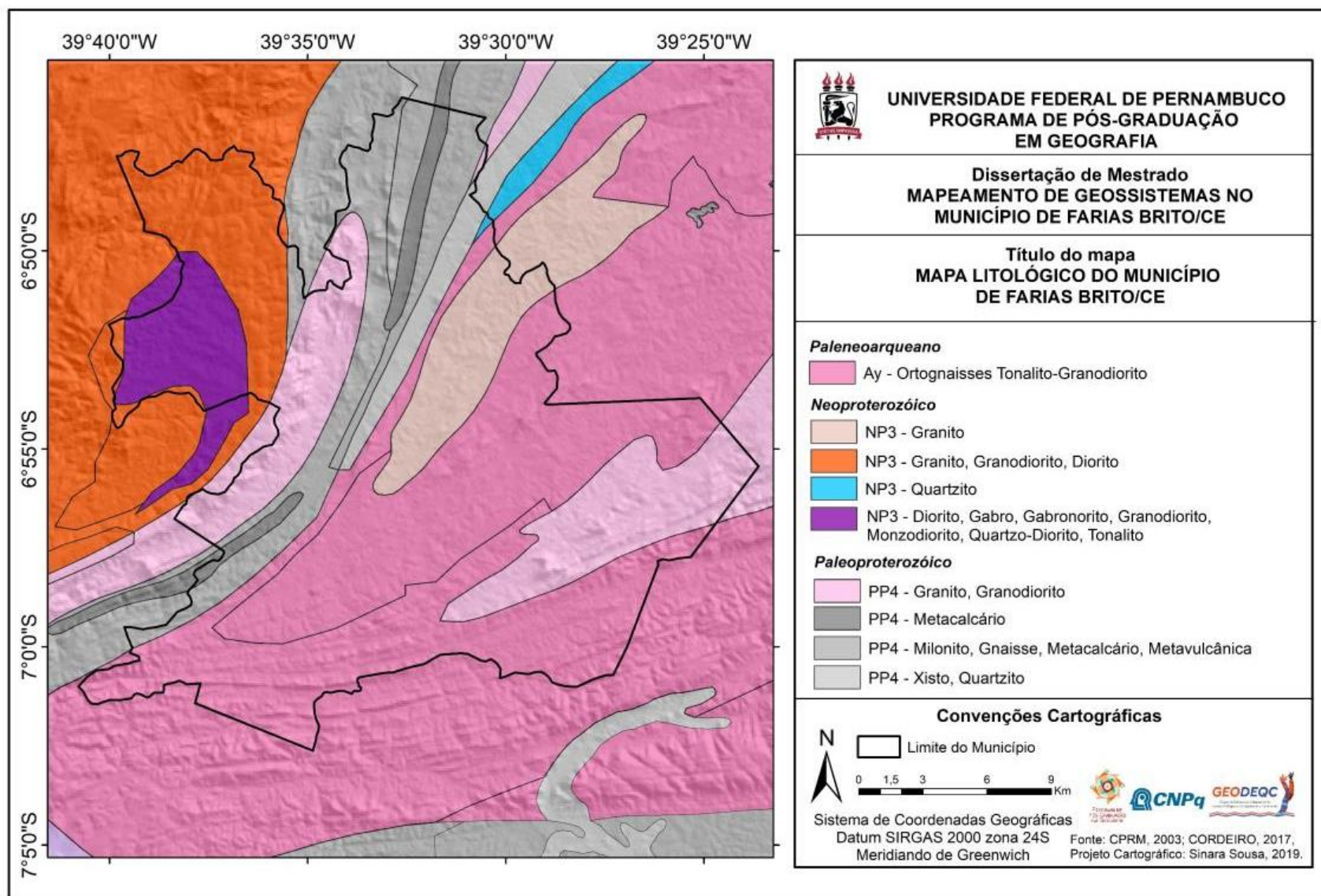
Figura 12 – Lineamentos estruturais e Zona de Cisalhamento Transcorrente Compressional Farias Brito.



Em relação aos aspectos geológicos, há uma vasta diversidade desde o domínio dos granitóides deformados e não deformados, ao domínio dos granitóides intensamente deformados, seguidos do grupo de metassedimentos, e dos grupos de litotipos compostos pelos Ortognaisses, Migmatitos e Granulitos (CPRM, 2014). Desta distribuição dos aspectos litológicos pode-se inferir, de forma geral, a dinâmica da crosta na área pertencente ao município e seus arredores: séries de intrusões graníticas que provocaram metamorfismos e deformações na estrutura pré-existente, tanto cristalina quanto sedimentar.

Os litotipos que constituem o embasamento geológico do município são de origem magmática intrusiva (plutônicas) e metamórficas (Figura 13).

Figura 13 – Mapa litológico do município de Farias Brito/CE. Fonte: CPRM, 2003; Cordeiro, 2017.



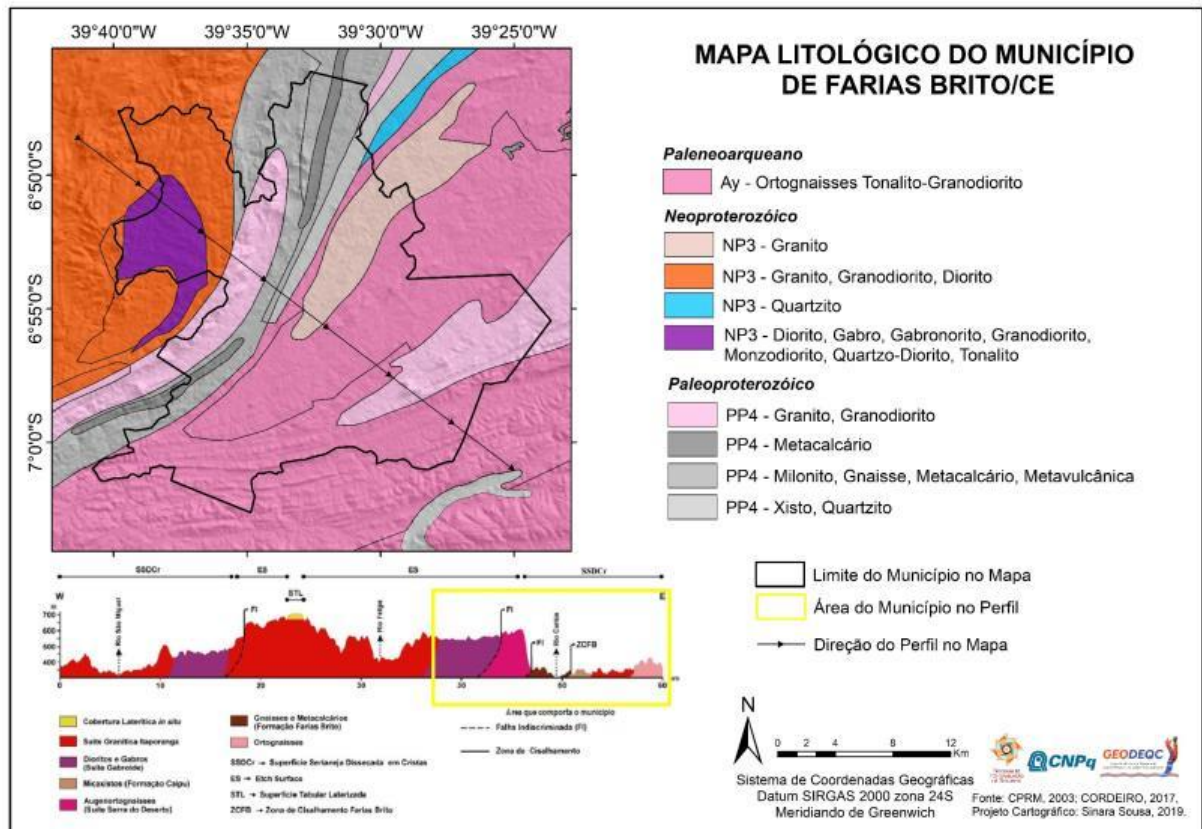
Em todo o corpo granítico do maciço predomina a sequência de Granitóides não deformados, representados pelos litotipos: Granodiorito, Diorito, Gabro, Gabronorito, Granodiorito, Monzodiorito, Quartzo-Diorito e Tonalito; a sequência de Granitóides deformados, composta por: Granito, Granodiorito e Diorito; e a sequência de Granitóides intensamente deformados composta por Granitos e Granodioritos.

Seguindo a direção da Zona de Cisalhamento Transcorrente Compressional Farias Brito, estão os litotipos metamorfizados a partir de rochas magmáticas e sedimentares: Milonito, Gnaiss, Metacalcário, Metavulcânica, Xistos e Quartzitos. Esse conjunto de rochas está associado ao grupo de metassedimentos siltico-argilosos, metarenitos e metaconglomerados, e pertence às sequências Vulcanossedimentares e Sedimentares Proterozóicas

Nas áreas mais rebaixadas, fora dos limites de abrangência do maciço, predominam rochas do tipo ígnea intrusiva representadas pelo Granito (grupo dos Granitóides deformados), e metamórficas derivadas de rochas dessa mesma tipologia, são elas: Metagranodiorito e Metatonalito, que pertencem ao complexo Gnaiss-Migmatíticos Granulitos, a área de ocorrência encontra-se intensamente fraturada e intensamente dobrada e os litotipos Granito e Granodiorito, que pertencem ao complexo de Granitóides intensamente deformados.

A estrutura geológica do município está consolidada na Suíte Granítica Itaporanga, Suíte Gabróide, Formação Caipu, Suíte Serra do Deserto, Formação Farias Brito e Ortognaisses (Figura 14).

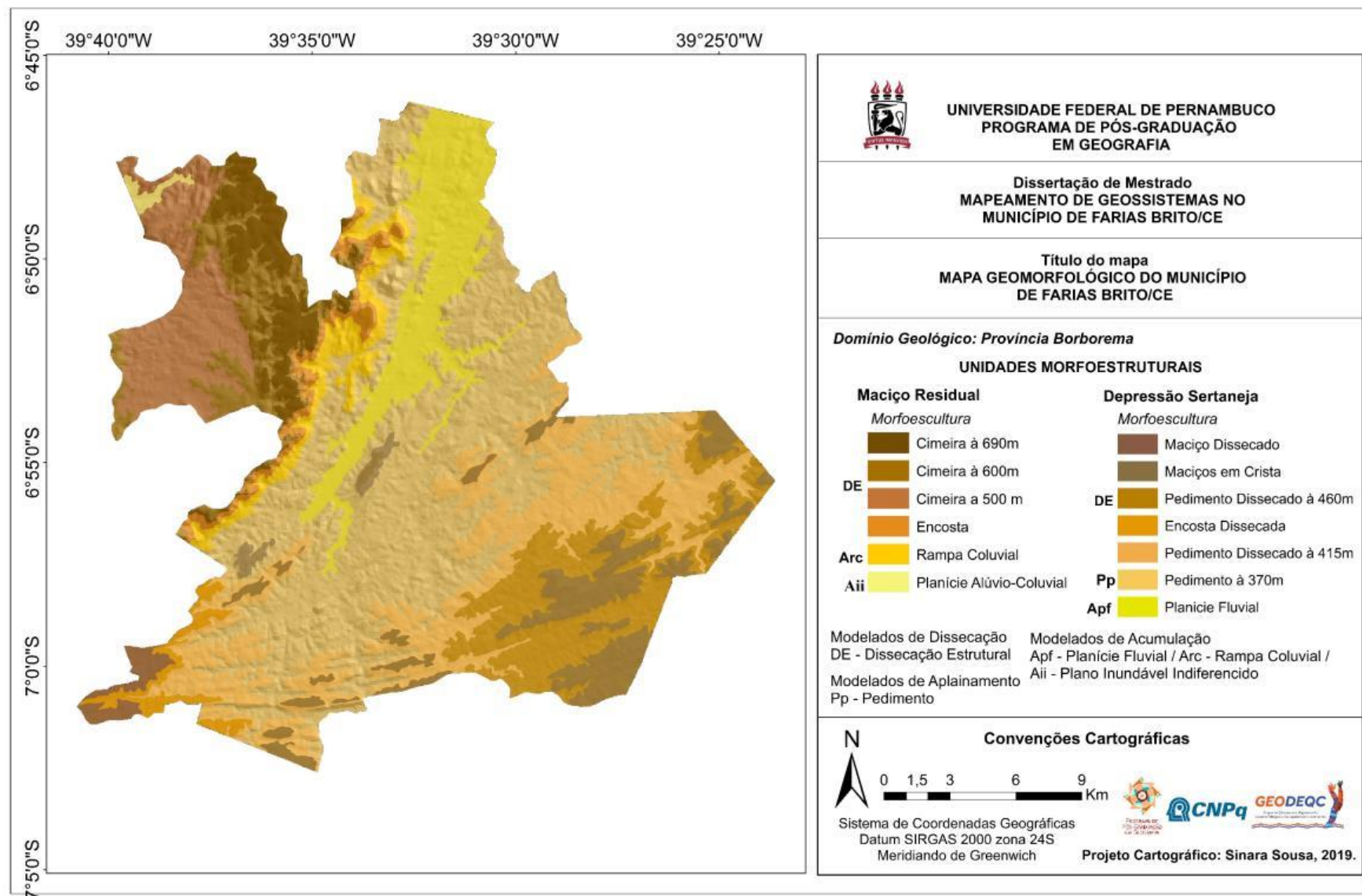
Figura 14 – Perfil geológico-topográfico. Adaptado de Cordeiro, 2017.



A geomorfologia do município é marcada por duas grandes unidades que representam parte da configuração geomórfica do território cearense, e do Nordeste. Trata-se do maciço estrutural Serra do Quincucá, localizado no setor NW do município, e a Depressão Sertaneja, que é o conjunto de terras rebaixadas que apresentam acentuadas mudanças de natureza litológica e pedológica e seu desenvolvimento se deu por intensos processos pediplanação, a partir do recuo paralelo das vertentes, pela ação de processos erosivos intensos durante longos períodos (Figura 15).

Tendo sua forma ligada a estrutura geológica, a unidade ‘Maciço Residual’ (Figura 15) foi classificada como morfoestrutura em razão de sua origem estar diretamente ligada a esse condicionante. Sua estrutura maciça é formada basicamente por rochas graníticas que resistiram aos processos denudacionais intensos e a erosão diferencial. Essa unidade se estende por vários municípios, tendo uma área de aproximadamente 775 km<sup>2</sup>, sendo um dos numerosos maciços graníticos, com dimensões variadas que pontuam o semiárido do Nordeste brasileiro (CORDEIRO, 2017).

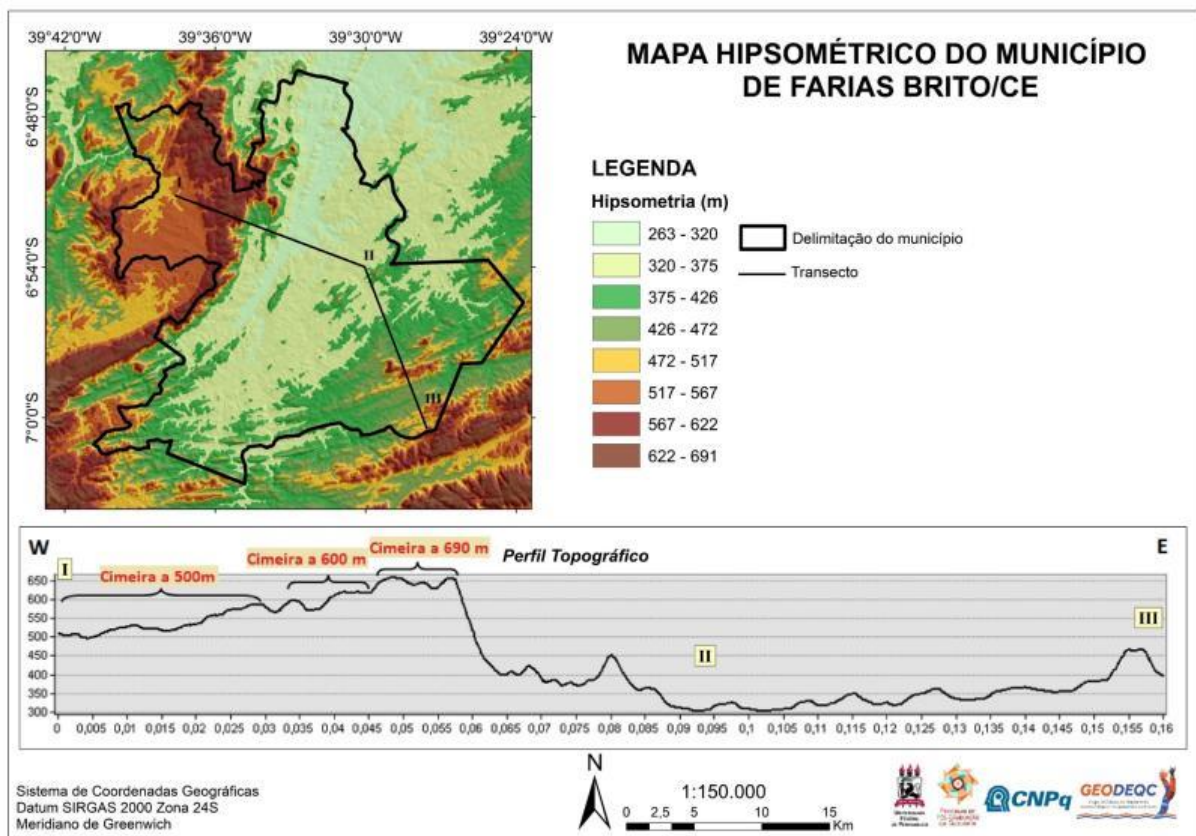
Figura 15 – Mapa geomorfológico do município de Farias Brito/CE.



Na porção que pertence à Farias Brito, as cotas altimétricas atingem aproximadamente 690 metros. Sua superfície foi compartimentada em três níveis de Cimeira (Cimeira à 690 m, Cimeira à 600 m, Cimeira à 500 m), de acordo com as cotas altimétricas (Figura 16). Essas unidades morfoesculturais tem como características morfológicas topos aplainados e suavemente ondulados, e encontram-se sustentadas por litotipos do grupo dos granitos e recobertas por Nitossolo Vermelho e Neossolo Litólico. Nessas áreas o processo de morfogênese se sobrepõe ao de pedogênese a partir da dissecação que ocorre nas áreas de cabeceiras de drenagem. Essas redes de canais, de caráter intermitente e efêmeras, seguem pelos diferentes níveis de Cimeira, onde vai incidindo e esculpindo o relevo.

Em toda a superfície do maciço predominam atividades econômicas ligadas a agricultura e pecuária extensiva. Na unidade de Cimeira à 500 m, a classe de solo presente é a dos Neossolos Litólicos, que em alguns locais estão associados aos Afloramentos Rochosos, cobertos por espécies de Caatinga Arbustiva aberta. Entretanto, pelas limitações do solo para algumas culturas específicas, como o milho e a fava, os produtores rurais reservam essas áreas para a pastagem e cultivos de outros grãos (SOUSA, *et al*, 2016).

Figura 16 – Mapa hipsométrico do município de Farias Brito/CE, com perfil topográfico demonstrativo dos diferentes níveis de Cimeira do Maciço.



Os canais que ressurgem nas cabeceiras de drenagem das Cimeiras tendem a confluir numa mesma direção. Ainda na unidade morfoestrutural do Maciço, encontra-se a Planície Alúvio-Coluvial (Figura 17), para onde alguns desses canais convergem. Trata-se de uma área rebaixada esculpida pela deposição de sedimentos advindos da dissecação das encostas e dos próprios canais fluviais que drenam suas águas para esse local.

Figura 17 – Planície Alúvio-Coluvial (Coordenada Geográfica: Lat. 6°48'27.78"S / Long. 39°38'46.76"O).



As unidades de Encosta com Cobertura e Rampa Coluvial diferenciam-se pela presença de cobertura sedimentar na segunda, e pela declividade, atributo geomorfológico que condiciona a ação dos processos morfogenéticos e pedogenéticos nas áreas (Figura 18). A primeira está situada nas bordas do maciço, onde a declividade aumenta exponencialmente em direção a base, e os processos morfodinâmicos são intensos, a camada de solo é insipiente e a presença de grandes blocos rochosos ressurgem em meio a vegetação (Figura 19). A segunda é esculpida pela ocorrência de depósitos coluviais e consiste em uma faixa de transição entre a elevação do maciço e as áreas mais rebaixadas.

Figura 18 – Mapa demonstrativo da declividade nas unidades de ‘Encosta com Cobertura’ e ‘Rampa Coluvial’ do município de Farias Brito/CE.

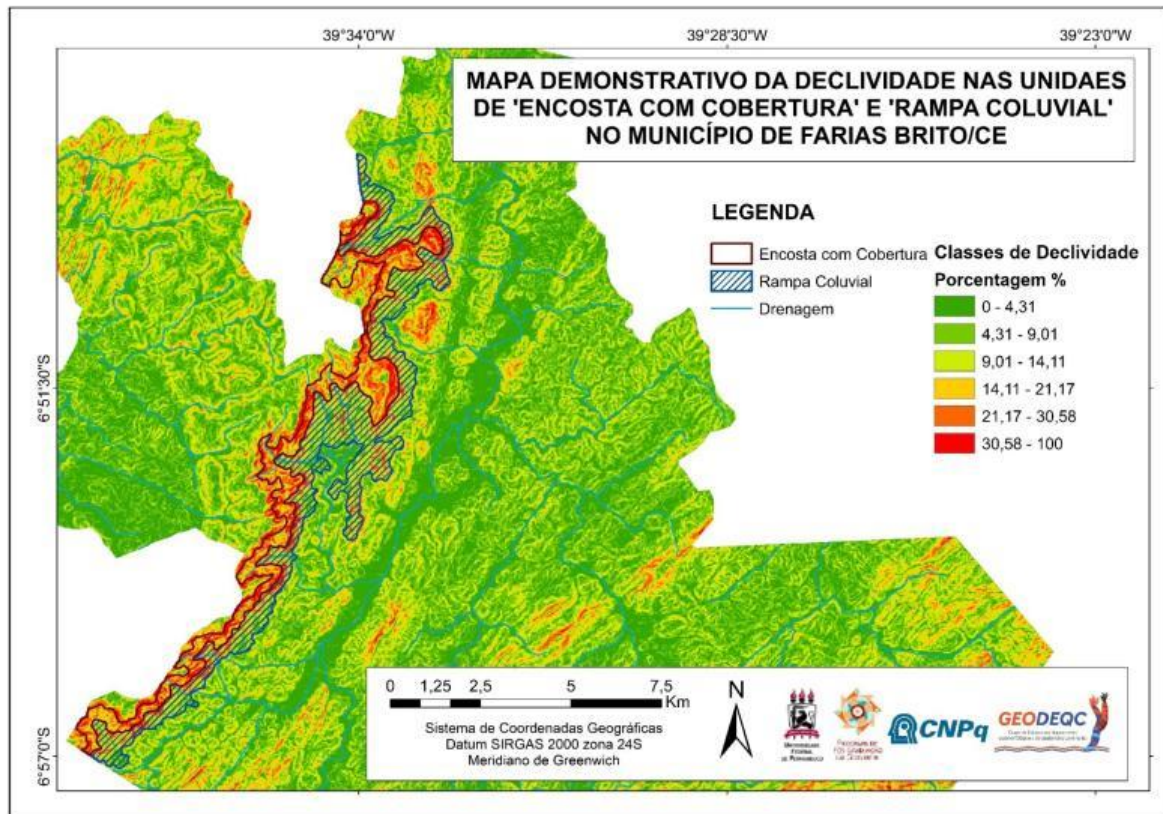


Figura 19 – Encosta com cobertura e rocha exposta (Coordenada Geográfica: Lat. 6°51'17.69"S / Long. 39°32'18.18"O).



A unidade morfoestrutural Depressão Sertaneja, também estruturada em rochas cristalinas, é considerada, em escala regional, o domínio mais extenso do território cearense e consiste em vastas superfícies aplainadas. Trata-se de uma superfície de erosão que truncando os mais diferenciados tipos de rochas, permite a elaboração de um vasto aplainamento desenvolvido por processos de pediplanação produzidos pelas condições de semiaridez mais rigorosas (FUNCEME, 2012). Dentro dessa unidade foram identificados três níveis de pedimento: Pedimento Conservado à 370 m, Pedimento Dissecado a 415 m, e o Pedimento Dissecado a 460 m.

As unidades classificadas como Pedimentos Conservados são compostas por litotipos, em grande parte, de origem metamórfica. Essas feições representam uma área rebaixada, e dentro de uma escala regional, estão localizadas entre duas grandes formações estruturais, o maciço estrutural Serra do Quincuncá e a Serra de São Pedro, no município de Caririaçu. Os pedimentos são definidos como vastos planos suavemente inclinados, cortando rochas de naturezas diferentes ou homogêneas e apresentam-se como uma superfície de transporte, de modo que sobre ela geralmente aparece uma cobertura detrítica colúvio-aluvional de granulometria fina (RIBEIRO *et al*, 2010).

Os Pedimentos Dissecados à 370 m, 415 m e 460 m, são feições que refletem a ação dos processos denudacionais no trabalho de recuo das vertentes das áreas mais elevadas que circundam esses pedimentos. A razão pela qual esses níveis de pedimento se sobressaem na paisagem geomorfológica do município, é a sua natureza litológica, composta por rochas graníticas (Granito, Granodiorito) e metamórficas (Metagranodiorito, Metatonalito).

Na porção inferior do mapa, na direção SW, encontra-se uma área classificada como Maciço Dissecado, que vem sofrendo processos intensos de desgaste das encostas, cujos os sedimentos alimentam os níveis de base, transformando-os em um vale preenchido por sedimentos de origem coluvial e também aluvial. Atrelado a essa unidade tem-se a encosta intensamente dissecada. A esculturação dessas feições é controlada por fatores estruturais, pois nessa área há a ocorrência de lineamentos estruturais, e pela drenagem (Figura 20).

Figura 20 – Vale preenchido por sedimentos colúvio-aluviais e encostas dissecadas (Coordenada Geográfica: Lat. 7° 0'48.22"S / Long. 39°39'4.65"O).



Os maciços em Crista encontram-se dispostos nas direções de SW-NE, E-W (Figuras 21 e 22) e caracterizam-se pelos seus topos aguçados e alongados em forma de crista. Estes são considerados um reflexo da estrutura embasada em rochas graníticas e ortoderivadas e, também das faixas de lineamentos estruturais que controlam a sua direção e o seu modelado. Seguindo também a direção dos lineamentos está a drenagem, que por vezes assume um padrão retangular controlada também pela estrutura. Os espaços entre as cristas residuais se transformam em espaços de acomodação para estocagem de água e sedimentos, criando feições alveolares.

Figura 21 – Maciços em Crista (setor SE) (Coordenada Geográfica: Lat. 6°54'57.91"S / Long. 39°35'53.58"O).



Figura 22 – Maciços em Crista (setor SW) (Coordenada Geográfica: Lat. 6°54'57.05"S / Long. 39°35'55.92"O).



Portanto, nas feições supracitadas a dissecação do relevo acontece de forma controlada pela presença dos lineamentos estruturais que também controlam a direção da drenagem, que por sua vez atua como principal fator exógeno de modelagem da geomorfologia local. Nessas

unidades o fator estrutural é o grande condicionante de toda a esculturação e orientação das feições.

A unidade Planície Fluvial (Figura 23), por sua vez, é modelada por processos de agradiação, e possui faixas de sedimentação de grandes extensões compondo sua planície de inundação. No semiárido nordestino a ocorrência de planícies fluviais é incomum, devido às chuvas esparsas e torrenciais, que em vez de auxiliar no acúmulo de sedimentos nas bacias, lavam suas planícies de inundação, levando grande parte do sedimento. No caso da Planície Fluvial de Farias Brito/CE, acredita-se que essa formação tenha se dado pela presença da Zona de Cisalhamento Transcorrente Farias Brito, que criou um espaço de acomodação para as cargas de sedimento transportadas pela principal drenagem do município, o rio Cariús.

Figura 23 – Planície Fluvial com presença de cultivos (Coordenada Geográfica: Lat. 6°54'5.93"S / Long. 39°33'51.37"O).



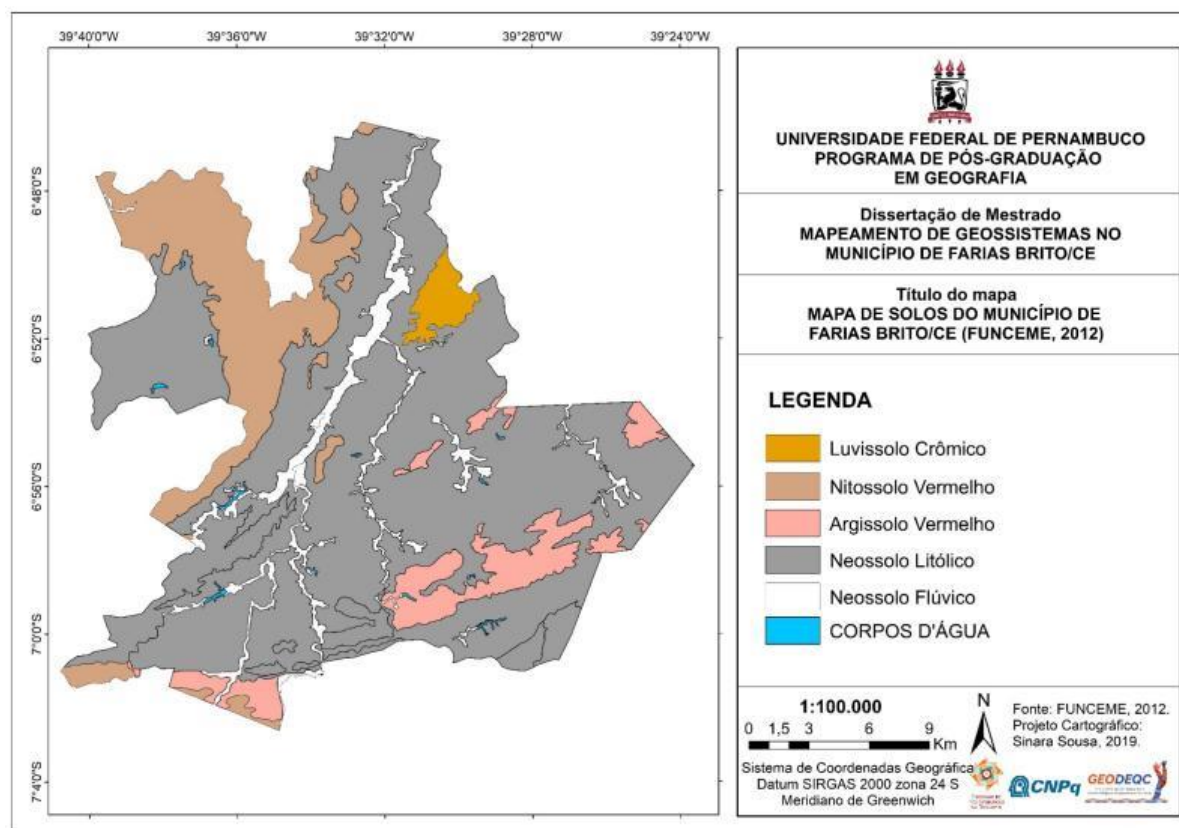
#### 4.3 INTERAÇÕES EDAFO-BOTÂNICAS E USO E OCUPAÇÃO TERRA

Algumas classes de solo presentes na área de estudo revelam uma condição climática mais amena influenciada pelo fator altitude, e pela presença de água no sistema, como é o caso do Nitossolo Vermelho e do Neossolo Flúvico. O primeiro está situado na cimeira do maciço, classificada por Barros *et al.*, (2015) como platô dissecado, em altitudes variando entre 600 m

e 700 m, e tem como características marcantes a sua profundidade, boa fertilidade, estrutura desenvolvida e a cerosidade que lhe confere um revestimento brilhante (VERDUM *et al.*, 2014). É considerado um elemento peculiar na paisagem do município, tendo em vista que esse tipo de solo tem maiores registros de ocorrência nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. O segundo está situado, principalmente, na planície fluvial do rio Cariús, principal rede de drenagem do município.

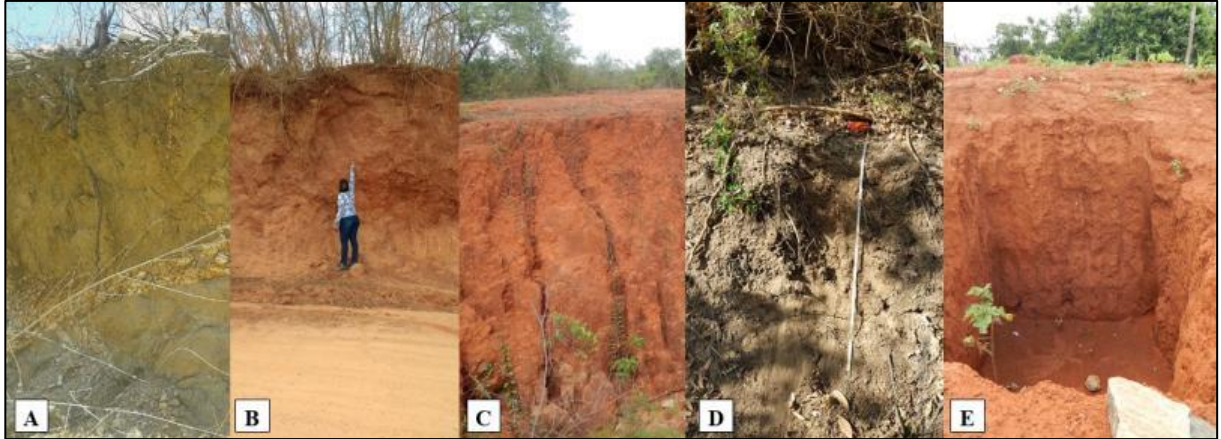
O mapa de Classes de Solo (Figura 24) foi produzido pela FUNCEME (2012) na escala de 1:200.000 como parte do Levantamento de Média Intesidade do Solo para a Mesorregião Sul do Cariri cearense com um nível de detalhamento e acurácia não compatíveis com a proposta deste trabalho. A partir dos trabalhos de campo foi possível fazer a inferência da classe de Luvisolo Crômico e redefinir os limites do Neossolo Flúvico.

Figura 24 – Mapa de classes de solo do município de Farias Brito/CE. Modificado de FUNCEME (2012).



Na figura abaixo (Figura 25) estão expostos os perfis das principais classes de solo que se desenvolvem no município, de acordo com o mapa de classes de solo produzido pela FUNCEME (2012).

Figura 25 – Perfis das principais classes de solos que ocorrem no município. (A) **Neossolo Litólico** (Lat. 6°50'54.92"S / Long. 39°37'34.75"O); (B) **Argissolo Vermelho** (Lat. 6°57'15.80"S / Long. 39°37'8.30"O); (C) **Luvisso Crômico** (Lat. 6°51'55.26"S / Long. 39°30'53.39"O); (D) **Neossolo Flúvico** (Lat. 6°57'57.04"S / Long. 39°34'29.60"O); (E) **Nitossolo Vermelho** (Lat. 6°54'37.36"S / Long. 39°36'7.67"O).



Os Neossolos Litólicos são solos rasos, que apresentam um contato lítico ou lítico fragmentário dentro de 50 cm da superfície do solo. Sua ocorrência está normalmente associada com a pedregosidade e rochiosidade. Apresentam muitas variações de atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos, que se associam principalmente, com a natureza do material de origem (FUNCEME, 2012) (Figura 26).

Figura 26 – Afloramento rochoso associado a classe de Neossolo Litólico (Coordenada Geográfica: Lat. 6°51'9.77"S / Long. 39°37'34.76"O).



De modo geral, apresentam estrutura física limitante a implantação de determinados cultivos, porém é considerado fértil do ponto de vista químico devido a riqueza e variedade mineralógica.

Os Argissolos Vermelhos são solos minerais que tem como característica principal a presença do horizonte B textural, o qual apresenta um significativo aumento de argila em relação aos horizontes suprajacentes, que pode ser A, ou o horizonte eluvial E. Possuem um potencial agrícola elevado, com bons atributos físicos e morfológicos sem impedimentos a mecanização, sendo assim importantes dentro do contexto econômico de muitas famílias do município e, geralmente, são profundos e bem drenados. Quando apresentam caráter eutrófico são considerados de média a alta fertilidade natural (FUNCEME, 2012). Na área de estudo, esses recurso é utilizado como matéria-prima para a indústria de cerâmica (Figura 27).

Figura 27 – Área de extração de Argissolo Vermelho para indústria de cerâmica. (Coordenada Geográfica: Lat. 6°56'57.31"S / Long. 39°33'24.58"O).



A classe dos Luvisolos Crômicos são as mais presentes no semiárido brasileiro, juntamente com os Neossolos Litólicos. São solos minerais eutróficos, normalmente com contato lítico dentro de 100 cm de profundidade, com presença de horizonte B textural (Bt), assim como o Argissolo, e argila de atividade alta. Possuem horizonte A incipiente devido ao baixo teor de matéria orgânica adicionada e apresentam pedregosidade superficial (pavimento dedrítico). A pequena profundidade e o contato lítico, a ocorrência de pedregosidade superficial, a alta erodibilidade, a presença de caráter vértico, a intermediação frequente com

Planossolos e Neossolos Litólicos, entre outros fatores, conferem a essa classe muitas limitações quanto ao uso (FUNCEME, 2012). Na área de ocorrência dessa classe de solo, é comum a presença de processos erosivos em estágios de evolução avançados e superfícies de erosão incrustadas (Figura 28).

Figura 28 – Voçorocamento em área de Luvisolo Crômico (Coordenada Geográfica: Lat. 6°51'56.65"S / Long. 39°30'52.55"O).



Os Neossolos Flúvicos são solos formados por camadas estratificadas, ou seja, são solos que se desenvolvem a partir da deposição de sedimento aluvial, comumente acompanhadas por uma distribuição irregular de carbono em profundidade, tendo um horizonte A em superfície, seguido do horizonte C. Possui perfis com estratigrafia muito distinta em termos de textura, devido à variedade granulométrica do material depositado, cor e estrutura, (FUNCEME, 2012). Onde ocorrem, encontram-se intensamente cultivados, pois fatores como maior teor de matéria orgânica e umidade, são fundamentais para a implementação da agropecuária nessas áreas.

Os Nitossolos Vermelhos apresentam horizonte B nítico, abaixo do horizonte A com argila de atividade baixa ou caráter alítico na maior parte do horizonte B, dentro de 150 cm da superfície do solo. Possuem textura argilosa ou muito argilosa e sua relação textural é igual ou

menor que 1,5, com presença de cerosidade expressiva nas superfícies dos agregados (FUNCEME, 2012). Quanto ao material de origem, este “é proveniente das rochas que compõem as Suítes Granitoides Itaporanga (NP3γ2i) e Serra do Deserto (PP4sd), além dos Ortognaisses tonalito-granodioríticos, relacionados ao Complexo Granjeiro” (CORDEIRO, 2017, p. 115).

Em geral são solos que possuem média a alta fertilidade natural, boas condições físicas e químicas, bem drenados e sem maiores restrições quanto ao uso de máquinas agrícolas nas áreas de relevo menos acidentado, como é o caso da área pesquisada. Onde ocorre, é comum a existência de cicatrizes erosivas decorrentes das formas de uso, relacionadas principalmente a agricultura e pecuária (Figura 29).

Figura 29 – Voçorocamento em área de Nitossolo Vermelho (Cimeira a 690 m) (Coordenada Geográfica: Lat. 6°49'38.90"S / Long. 39°36'30.09"O).

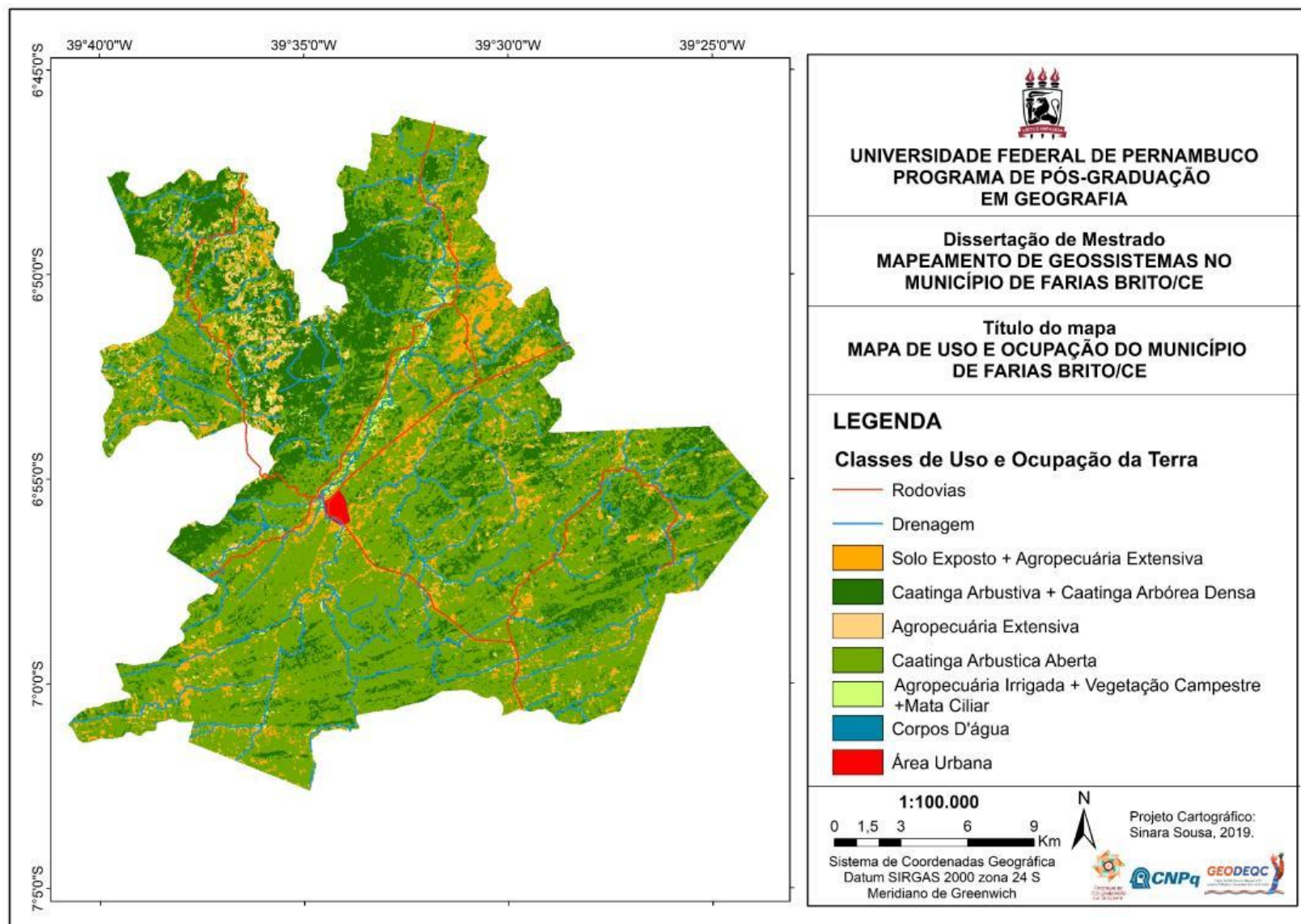


Quanto a cobertura vegetal, no município predominam espécies típicas do domínio fitogeográfico das Caatingas. Conforme Brandão (1998) a caatinga está associada aos terrenos cristalinos da depressão sertaneja e constitui a vegetação típica dos sertões nordestinos, ostentando padrões fisionômicos e florísticos heterogêneos, que acompanham a variação das

condições hídricas, pedológicas, geológicas e geomorfológicas. As Caatingas podem ser caracterizadas como florestas arbóreas ou arbustivas, compreendendo principalmente árvores e arbustos baixos, muitos dos quais apresentam espinhos, microfilia e algumas características xerofíticas (PRADO, 2003).

No município ocorrem classes fitofisionômicas de Caatinga Arbórea e Arbustiva densa, que estão localizadas principalmente nas unidades geomorfológicas de cimeira e encostas, tanto do maciço Serra de Quincuncá, como nos maciços em crista, onde predominam as classes de Nitossolo e Argissolo Vermelho. A Caatinga Arbustiva aberta está presente em todo o território do município, de maneira mais hegemônica sobre as áreas de ocorrência do Neossolo Litólico e Luvisolo Crômico, nas áreas pedimentares (Figura 30). As áreas com predominância das classes de mata ciliar e vegetação campestre, acompanham a Planície Fluvial, e em algumas áreas, encontram-se degradadas pela presença da agropecuária irrigada.

Figura 30 – Mapa de Uso e Ocupação da Terra do município de Farias Brito/CE.



As espécies mais encontradas tanto em áreas de Caatinga Arbórea, como na Caatinga Arbustiva, são: a *Schinus terebinthifolius* (Aroeira), *Cydonia oblonga* (Marmeleiro), *Anadenanthera colubrina* (Angico), *Aspidosperma pyrifolium* (Pereiro), *Commiphora leptophloeos* (Umburana de cheiro), *Mimosa caesalpiniaefolia* (Sabiá), entre outras (SOUSA *et al.*, 2016).

As atividades econômicas de uso e ocupação do território no município estão ligadas as práticas agrícolas e pecuaristas extensivas, que se dão mais expressivamente nos setores de cimeira do maciço de Quincuncá e na área de planície fluvial. Os atributos naturais que constituem essas duas unidades geomorfológicas favorecem a implementação de culturas de ciclo curto como o milho, feijão, pastagem e etc.

No caso das unidades de cimeira, onde predominam as classes de Neossolo Litólico e Nitossolo Vermelho, o cultivo é feito, majoritariamente, nas áreas de ocorrência do segundo (Figura 31). O ciclo produtivo se inicia com a retirada da cobertura vegetal (desmatamento e queimadas), e em seguida é feita a aragem do solo, que consiste no processo de desintegração das partículas através do uso de máquinas agrícolas para facilitar a introdução dos cultivos (RIBEIRO *et al.*, 2017). Após esses procedimentos a camada superficial do solo torna-se friável e permanece exposta às ações erosivas das chuvas que remobilizam essas partículas para os níveis de base, alimentando os alvéolos.

Figura 31 – Agricultura extensiva nas unidades de cimeira do Maciço de Quincuncá (plantação de milho) (Coordenada Geográfica: Lat. 6°48'38.79"S / Long. 39°35'59.16"O).



Associada a classe dos Neossolos Flúvicos, presentes na planície fluvial do Rio Cariús, desenvolvem-se uma cobertura vegetal típica de ambientes fluviais, que são as Matas Ciliares. A vegetação Campestre, também presente nesse sistema, são caracterizadas pela predominância da vegetação herbácea, principalmente gramíneas, e pela inexpressiva presença de elementos lenhosos, quando muito restrito a poucas espécies de hábito arbustivo ou subarbustivo (KUPLICH *et al.*, 2009).

Os fatores condicionantes para a implementação das atividades agropecuárias nessas áreas são a fertilidade do solo, rico em sedimentos aluviais, matéria orgânica, e disponibilidade de água para a produção irrigada dos mais diversos tipos de cultura (Figura 32). Essa unidade também se configura como um espaço adequado para a criação de animais de grande porte pela facilidade de produção de pastos e captação de água (Figura 33).

Figura 32 – Agricultura com irrigação na planície fluvial do Rio Cariús (plantação de goiabeiras)  
(Coordenada Geográfica: Lat. 6°52'16.54"S / Long. 39°32'29.42"O).



Figura 33 – Pecuária extensiva nas dependências da planície fluvial do Rio Cariús (Coordenada Geográfica: Lat. 6°54'9.50"S / Long. 39°33'53.23"O)



As áreas com solo exposto, geralmente estão associadas aos vazios da Caatinga Arbustiva Aberta, às atividades agropecuárias, ou mesmo às áreas de extração de material para construção civil, matéria-prima para indústria de cerâmica e terrenos em processo de preparação para a construções (Figura 34).

Figura 34 – Terreno passando por processos de terraplanagem (Coordenada Geográfica: Lat. 6°56'34.37"S / Long. 39°33'35.62"O).



## 5 GEOSSISTEMAS COMO UNIDADE PLANEJAMENTO E GESTÃO TERRITORIAL/AMBIENTAL

O município de Farias Brito/CE tem em seu quadro geoambiental uma diversidade considerável de elementos naturais e antrópicos que em interação produzem distintos grupos de paisagens com dinâmica e funcionalidades diferentes. O estudo detalhado desse quadro permite a tomada de decisões no intuito de direcionar o uso da terra em ambientes que possuem fragilidades naturais.

### 5.1 GEOSSISTEMAS DO MUNICÍPIO DE FARIAS BRITO/CE

Como já mencionado anteriormente, em 2006 a FUNCEME produziu um mapa de sistemas ambientais como resultado na integralização de dados sobre o relevo, condições hidroclimáticas, geológico-geomorfológico, pedologia, uso e ocupação. Outros produtos também foram gerados resultantes dessa junção, incluindo informações sobre potencialidades, limitações, mapas sobre unidades de intervenção e classes ecodinâmicas naturais, condições de uso e ocupação do solo incluindo unidades fitoecológicas e um esboço do zoneamento geoambiental com base nos principais ativos geoecológicos, a fim de obter um panorama completo do quadro geoambiental dos municípios que compõe a Mesorregião Sul Cearense.

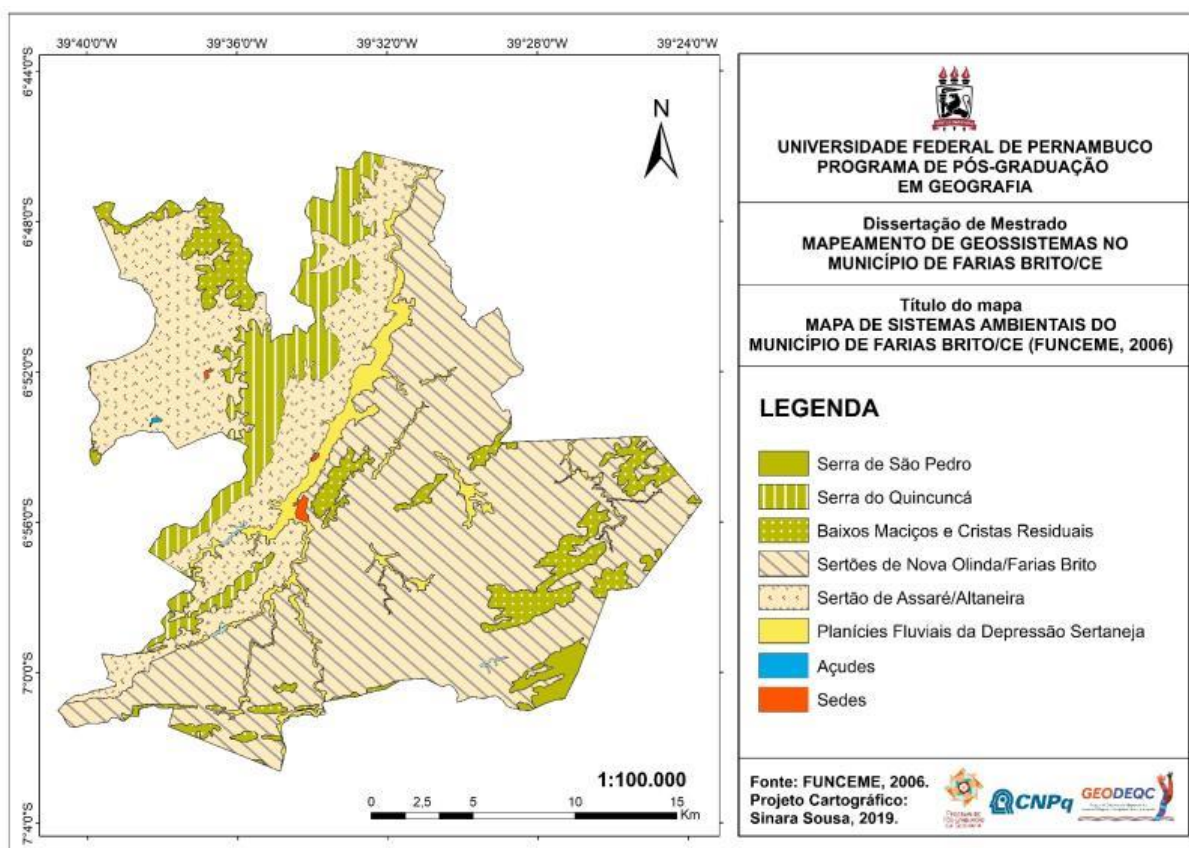
O objetivo do mapa ecodinâmico foi verificar a capacidade de suporte dos ambientes classificando-os de acordo com seu nível de estabilidade, seguindo a proposta de Tricart (1977), tendo como base um balanço da atuação predominante dos processos pedogenéticos (produção do solo) ou morfogenéticos (produção do relevo), além dos ambientes fitoestáveis considerados no limiar transicional entre a instabilidade e a recuperação (FONSÊCA *et al.*, 2017). A partir desses dados é possível mensurar o nível de estabilidade de cada ambiente, seu potencial ecológico e condições limitativas para a exploração biológica e a ação antrópica.

As unidades de paisagem mapeadas foram agrupadas seguindo a classificação temporo-espacial e hierárquica forjada por Bertrand (1972) em: unidades maiores chamadas de ‘Domínios Naturais’, que se assemelham a ‘Região Natural’ (terminologia utilizada pelo referido autor) como resultado da compartimentação de feições geomorfológicas relacionadas a processos tectônicos e climáticos (DINIZ; OLIVEIRA, 2015), situada entre a 3ª e 4ª grandeza; unidades intermediárias denominadas de ‘Geossistema’ que carregam toda a complexidade da interação dialética entre o suporte físico, a comunidade biológica e sociedade humana, podendo apresentar-se como uma categoria de fisionomia heterogênea e esta corresponde a 4ª e 5ª ordem

de grandeza; e unidades menores ‘Geofácies’, que foram mapeadas a partir da identificação e “exposição de padrões uniformes ou relativamente homogêneos, perceptíveis nas imagens orbitais” (FUNCEME, 2006), essa categoria corresponde a 6ª grandeza e é definida como um setor fisionomicamente homogêneo onde ocorre a mesma fase evolutiva geral do geossistema.

Abaixo (Figura 35) encontra-se o mapa de Sistemas Ambientais com foco para o município abordado e sintetizado de modo a mostrar somente as unidades menores – Geofácies, tendo em vista que este é o nível de maior detalhamento apresentado neste trabalho cartográfico. A legenda contendo as compartimentações em escalas menores e maiores das unidades de paisagem espacializadas no mapa, está exposta no quadro seguinte (Quadro 5).

Figura 35 – Mapa de Sistemas Ambientais para o município de Farias Brito/CE. Fonte: FUNCEME, 2006.



Quadro 5 – Legenda completa do mapa de Sistemas Ambientais para o município de Farias Brito/CE. Fonte: FUNCEME, 2006.

| DOMÍNIOS NATURAIS | SISTEMAS                    | SUBSISTEMAS                               |
|-------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|
| Vales             | Vales secos e Alvéolos      | Planícies Fluviais da Depressão Sertaneja |
| Serras            | Maciços Residuais e Cristas | Serra de São Pedro                        |
|                   |                             | Serra do Quincuncá                        |

|                |                                                  |                                     |
|----------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|
|                |                                                  | Baixos Maciços e Cristas Residuais  |
| <b>Sertões</b> | Sertões da<br>Depressão Periférica<br>Meridional | Sertões de Nova Olinda/Farias Brito |
|                |                                                  | Sertões de Assaré/Altaneira         |

Ao todo foram delimitadas seis geofácies que, no trabalho analisado, contém o maior nível de aproximação com os ambientes e suas interações naturais e os processos de uso e ocupação do meio correlatos, bem como, informações sobre as vulnerabilidades ambientais, potencialidades e limitações paisagísticas, dados estes presentes na publicação original. Para fins de fomentar a discussão e comparabilidade entre as propostas de compartimentação geoambiental, a seguir, são explicitadas as definições atribuídas pela FUNCEME aos subsistemas com algumas adaptações.

Nas áreas denominadas de ‘Planícies Fluviais da Depressão Sertaneja’ há a predominância de formas planas acrescidas pela acumulação fluvial e de depósitos aluviais que chegam pelo transporte de cargas de sedimentos feito pelas drenagens, com clima semiárido, onde se desenvolvem as classes Neossolos Flúvicos e Vertissolos revestidos por vegetação de campos de várzea e matas ciliares degradadas.

No domínio da Serra de São Pedro, percebe-se a intensa dissecação das suas vertentes sustentadas em litotipos do complexo cristalino, com microclima úmido, drenagem dendrítica e escoamento sazonal, favorecendo o desenvolvimento de classes como os Argissolos e Neossolos Litólicos revestidos por mata seca e caatinga, que também encontra nos processos erosivos que dissecam o relevo, um fator limitante para sua evolução.

O maciço residual ‘Serra do Quincuncá’ é definido como uma superfície serrana truncada por superfície de erosão, sendo parcialmente dissecada pelos processos de erosão diferencial e intemperismos físico em litotipos do embasamento cristalino, apresentando um clima subúmido relacionado ao fator altitude, o que favorece o desenvolvimento de Argissolos, Nitossolos e Neossolos Litólicos revestidos por mata seca e caatinga, que anualmente sofrem com a degradação ocasionada pelas formas de uso e ocupação da terra na área.

Os denominados ‘Baixos Maciços e Cristas Residuais’ são definidos como superfícies de serras de altimetrias rebaixadas com vertentes rochosas onde afloram litotipos do embasamento cristalino, fortemente dissecados por processos de erosão diferencial e intemperismo físico, com clima semiárido, drenagem dendrítica e escoamento sazonal, apresenta o desenvolvimento de Neossolos Litólicos associados a Afloramentos Rochosos, revestidos por caatinga arbustiva rupestre.

Os denominados ‘Sertões de Nova Olinda/Farias Brito’ e ‘Sertões de Assaré/Altaneira’ são superfícies aplainadas e, no caso do segundo, dissecadas em colinas e lombas alongadas (lineamentos estruturais) sustentadas em litotipos variados do complexo cristalino e em rochas metavulcânicas, com as dinâmicas ambientais desenvolvendo-se sob clima semiárido e drenagem dendrítica sazonal, as classes de solo que se desenvolvem são Argissolos Vermelho Amarelos, Nitossolos e Neossolos Litólicos revestidos por Caatinga Arbóreo-Arbustiva degradada, Caatinga arbórea e mata seca parcialmente degradadas.

Diferentemente da produção cartográfica abordada, o mapa de geossistemas produzido neste trabalho, teve como base o arcabouço teórico-metodológico desenvolvido pela escola russa, com adequações dos trabalhos de pesquisadores brasileiros como Cavalcanti (2010; 2013; 2017). Para que se chegasse ao nível de detalhamento satisfatório apresentado neste trabalho, foi preciso considerar, não só a homogeneidade das unidades, mas também a diferenciação de paisagens causada pela variação de um ou mais elemento da paisagem.

Desse modo, como já descrito no item que trata dos procedimentos metodológicos do mapa de geossistemas, a identificação e delimitação dos sítios e estados paisagísticos foram etapas cruciais para a obtenção do maior número de unidades ambientais, além da elucidação e inserção do modo de migração geoquímica, responsável pela ligação e interrelação entre os sistemas a partir da troca de matéria e energia.

Os sítios paisagísticos foram definidos tomando como referência a união de dois elementos, à saber, os litotipos e as classes declividade, que se sobressaem na paisagem quando observadas em uma escala menor, constituindo assim padrões diferenciados (Figura 35). Ao todo foram mapeadas sete unidades (Figura 36), com legenda e demais informações no quadro seguinte (Quadro 6).

Figura 36 – Carta de declividade (esquerda); carta de litotipos (direita).

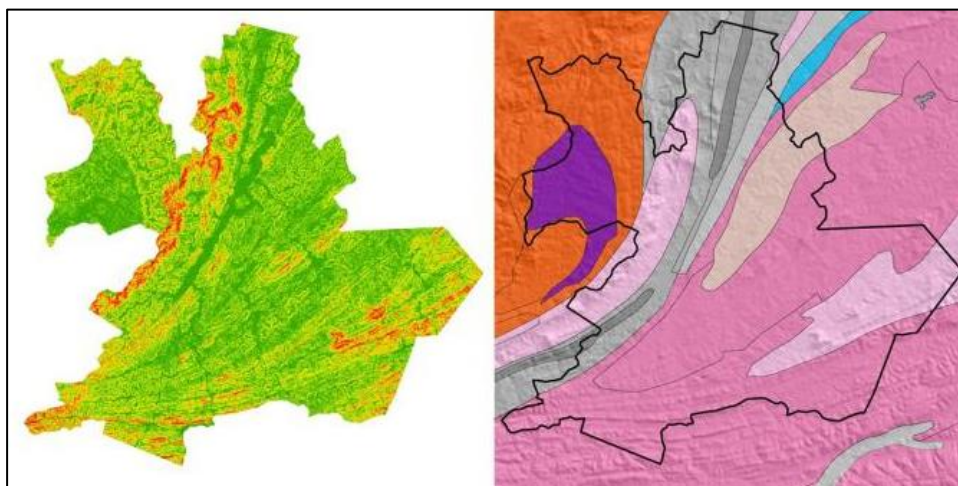
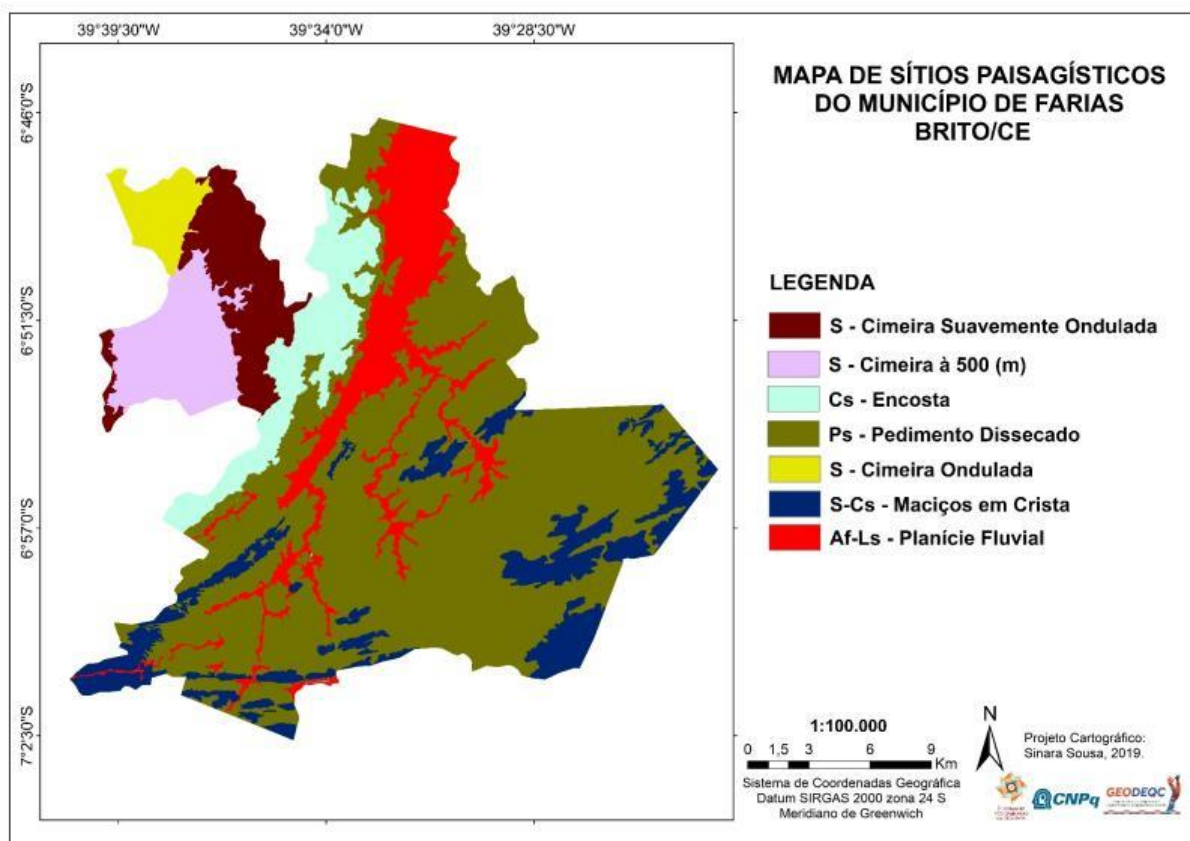


Figura 37 – Mapa de Sítios Paisagísticos do município de Farias Brito/CE.



Quadro 6 – Legenda do mapa de sítios paisagísticos.

| Sítios                             | Declividade                      | Litotipos                                                                                                        | Padrão da drenagem | Modo de migração geoquímica     |
|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------|
| S<br>(Cimeira Suavemente ondulada) | Relevo ondulado                  | Granito, Granodiorito, Diorito                                                                                   | Subparalelo        | Predominantemente Eluvial       |
| S<br>(Cimeira a 500 m)             | Relevo suave ondulado à ondulado | Granito, Granodiorito, Diorito                                                                                   | Subparalelo        | Transeluvial                    |
| Cs<br>(Encosta)                    | Relevo montanhoso à escarpado    | Gabronorito, Monzodiorito, Quartzito-Diorito, Tonalito                                                           | Dendrítico         | Transeluvial e Transacumulativa |
| Ps<br>(Pedimento Dissecado)        | Relevo suave ondulado            | Granito, Granodiorito, Rochas Metassedimentares, Metacalcário, Metavulcânica, Gnaiss, Gnaiss Aluminoso, Milonito | Subparalelo        | Transacumulativa                |
| S<br>(Cimeira Ondulada)            | Relevo suave ondulado à ondulado | Granito, Granodiorito, Metagranodiorito, Metatonalito                                                            | Retangular         | Predominantemente Eluvial       |

|                                |                                          |                                                                                                                                     |                             |             |
|--------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------|
| Ps<br>(Maciços<br>em Crista)   | Relevo forte<br>ondulado à<br>montanhoso | Xisto, Quartzito,<br>Milonito, Gnaiss,<br>Gnaiss Aluminoso,<br>Metacalcário,<br>Metavulcânica,<br>Metagranodiorito,<br>Metatonalito | Retangular /<br>Subparalelo | Eluvial     |
| Af-Ls<br>(Planície<br>Fluvial) | Relevo plano à<br>suave ondulado         | Xisto, Gnaiss,<br>Quartzito, Metacalcário,<br>Granito,<br>Metagranodiorito,<br>Metatonalito,<br>Metavulcânica, Gnaiss<br>Aluminoso  | Retangular /<br>Subparalelo | Acumulativa |

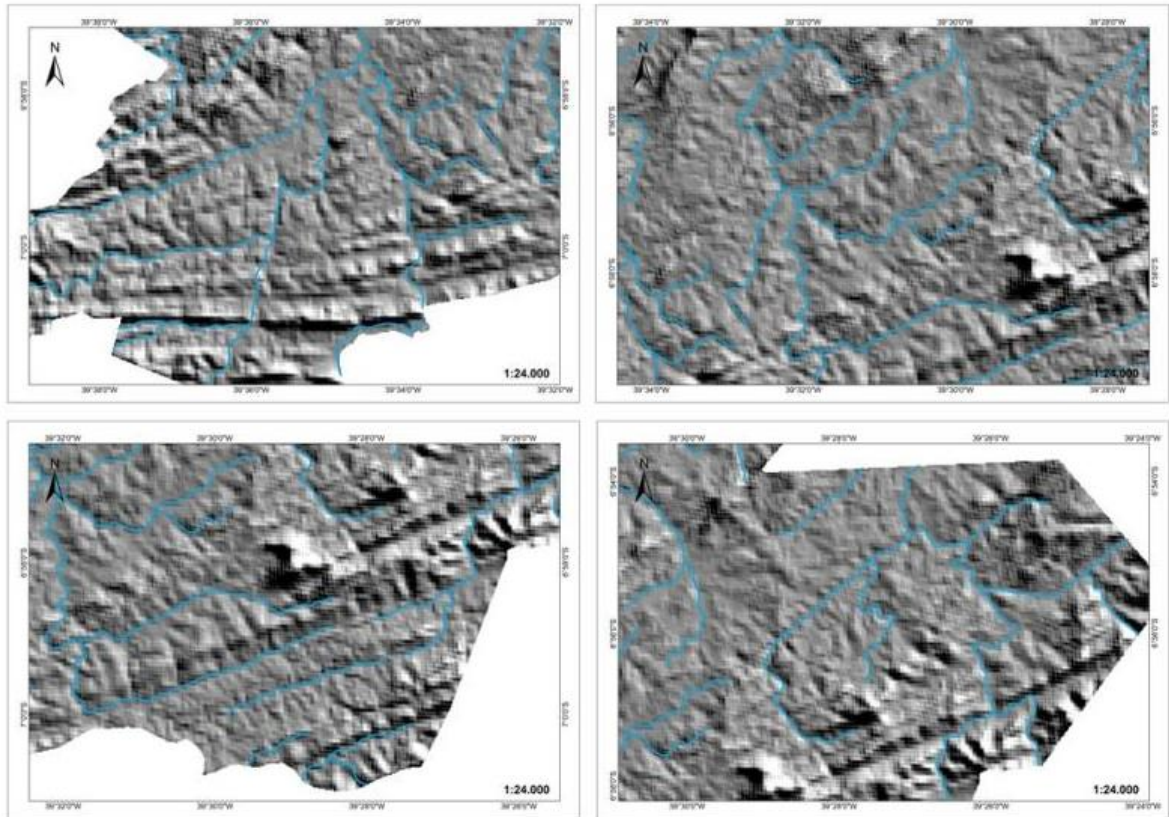
A relação entre as classes de declividade e os grupos de litotipos influenciam todo o contexto fisiográfico das paisagens, sobretudo o modo de circulação geoquímica, que diz respeito as trocas de matéria entre os sistemas, permitindo a migração de elementos químicos (MIRLEAN, *et al*, 2006), e que tem nos padrões de drenagem um dos seus principais agentes de transporte e, portanto, controlador desse fluxo. É essa troca um dos fatores que mantém os geossistemas em conexão.

Do ponto de vista da geoquímica de paisagens, estas podem ser divididas em dois grupos principais: as paisagens eluviais, consideradas autônomas, pois recebe matéria, principalmente das precipitações atmosféricas, podendo também receber contribuições, ainda que mínimas, da atividade biológica; e, as paisagens acumulativas, consideradas subordinadas às paisagens autônomas, pois recebem matéria oriunda delas. As paisagens eluviais podem ser topos e superfícies de cimeira, enquanto as paisagens acumulativas, são as partes mais baixas do relevo

As encostas são, então, definidas como paisagens transeluviais, na sua parte mais alta, e transeluviais-acumulativas, na sua parte mais baixa. As paisagens acumulativas dos vales e planícies fluviais dividem-se em ambientes sobreaquáticas (quando a fronteira superior do lençol freático chega ao horizonte húmico do solo) e subaquáticas (lagos, rios, banhados) (MIRLEAN, *et al*, 2006).

Os padrões de drenagem no município são, majoritariamente, controlados pela morfoestrutura, apresentando em alguns setores das unidades pedimentares padrão retangular (Figura 38), contornando e modelando as cristas residuais. Outro padrões também são encontrados, como o subparalelo nas unidade de cimeira de maciço de Quincuncá, e o padrão dendrítico na planície fluvial.

Figura 38 – Recortes do município em áreas com padrão de drenagem retangular nas unidades pedimentares e cristas residuais do município de Farias Brito/CE.



A partir do cruzamento das informações referentes as classes de solo, a fitofisionomia da vegetação, e as formas de uso e ocupação da terra (Figura 39), obteve-se o mapa de estados paisagísticos sendo identificadas e delimitadas 17 unidades (Figura 40). A legenda do respectivo mapa encontra-se no quadro seguinte (Quadro 7).

Figura 39 – Carta de uso e ocupação da Terra (esquerda); Carta de classes de solo (direita).

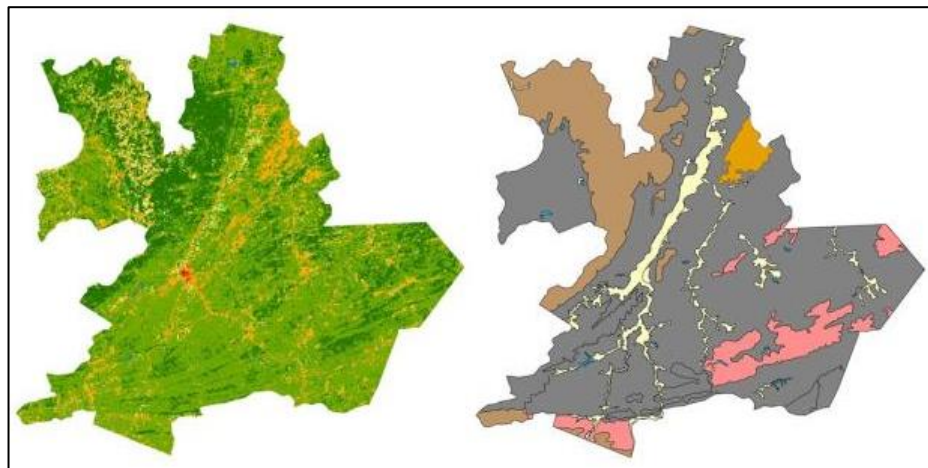
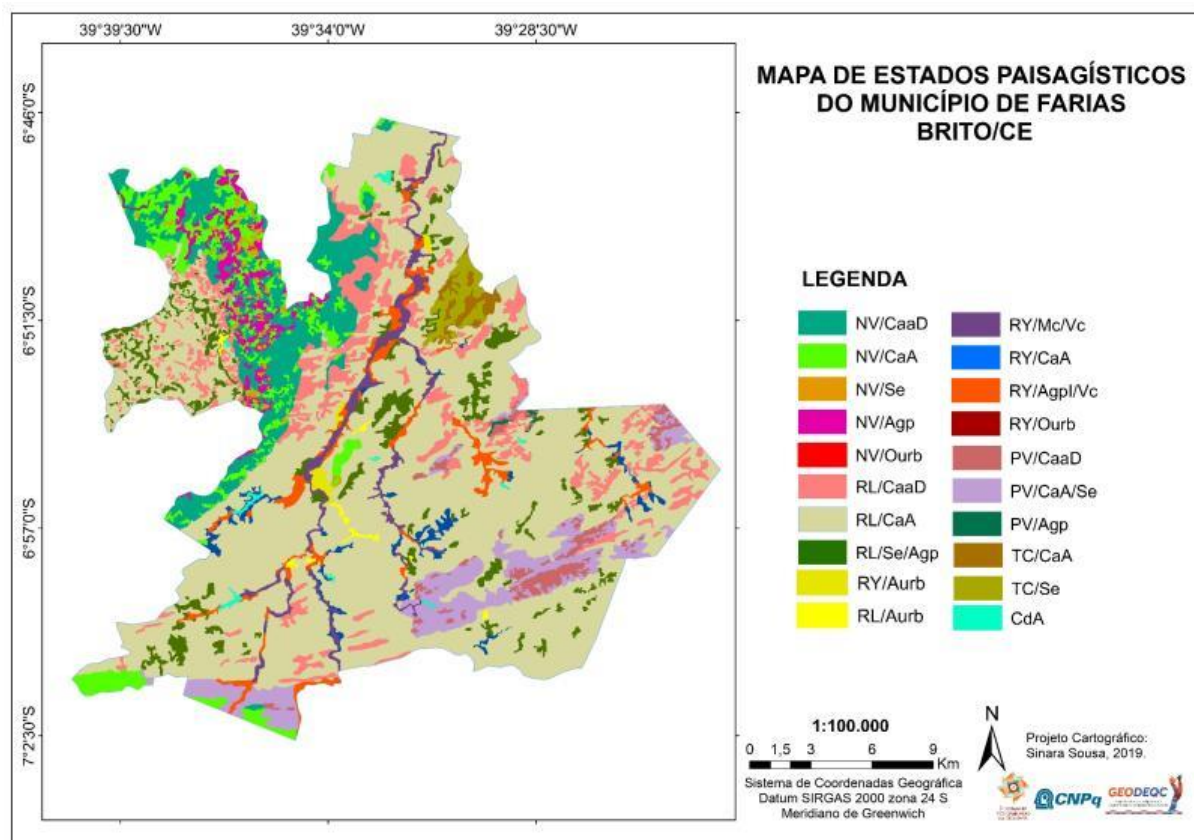


Figura 40 – Mapa de Estados Paisagísticos do município de Farias Brito/CE.



Quadro 7 – Legenda do mapa de estados paisagísticos.

| <i>Estados (sigla)</i> | <i>Classes de Solo</i> | <i>Vegetação</i>                   | <i>Uso e ocupação antrópica</i> |
|------------------------|------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| NV/CaaD                | Nitossolo Vermelho     | Caatinga Arbustiva e Arbórea Densa | -                               |
| NV/CaA                 | Nitossolo Vermelho     | Caatinga Arbustiva Aberta          | -                               |
| NV/Se                  | Nitossolo Vermelho     | -                                  | Solo exposto                    |
| NV/Agp                 | Nitossolo Vermelho     | -                                  | Agropecuária                    |
| NV/Ourb                | Nitossolo Vermelho     | -                                  | Ocupação urbana                 |
| RL/CaaD                | Neossolo Litólico      | Caatinga Arbustiva e Arbórea Densa | -                               |
| RL/CaA                 | Neossolo Litólico      | Caatinga Arbustiva Aberta          | -                               |
| RL/Se/Agp              | Neossolo Litólico      | -                                  | Solo exposto, agropecuária      |
| RY/Mc/Vc               | Neossolo Flúvico       | Mata Ciliar, Vegetação Campestre   | -                               |
| RY/CaA                 | Neossolo Flúvico       | Caatinga Arbustiva Aberta          | -                               |
| RY/Agpl/Vc             | Neossolo Flúvico       | Vegetação Campestre                | Agropecuária Irrigada           |
| RY/Ourb                | Neossolo Flúvico       | -                                  | Ocupação urbana                 |
| PV/CaaD                | Argissolo Vermelho     | Caatinga Arbustiva e Arbórea Densa | -                               |

|           |                    |                           |                                      |
|-----------|--------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| PV/CaA/Se | Argissolo Vermelho | Caatinga Arbustiva Aberta |                                      |
| PV/Agp    | Argissolo Vermelho |                           | Agropecuária                         |
| TC/CaA    | Luvissolo Crômico  | Caatinga Arbustiva Aberta |                                      |
| TC/Se     | Luvissolo Crômico  |                           | Solo exposto (sem resquícios de uso) |

De um modo geral, os estados paisagísticos do município revelam a dinâmica estabelecida entre as classes de solo, a cobertura vegetal, e as atividades de uso e ocupação da terra, influenciadas pelas morfoestruturas, pelos litotipos e condições climáticas vigentes, que por sua vez, regulam o regime da drenagem.

A variedade de grupos paisagísticos mapeados no município de Farias Brito/CE, demonstram a complexidade das relações estabelecidas entre seus elementos e os diferentes resultados desses agrupamentos expressos na paisagem do município. O mapa de geossistemas está dividido em sete grupos, tomando por base os sítios paisagísticos, onde foi sobreposta a carta de estados (Figura 41). Desse modo, o resultado são 64 unidades de geossistemas que comportam em si funcionalidades e dinâmicas específicas. A esses 7 grupos mapeados em escala menor, atribuiu-se uma terminologia associada a feição geomorfológica predominante, para fins de melhor identificação e reconhecimento (Quadro 8).



Quadro 8 – Legenda do mapa de geossistemas do município de Farias Brito/CE.

| GEOSSISTEMAS                      |                  | DESCRIÇÃO                                                                                                                                        |
|-----------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CIMEIRA<br>SUAVEMENTE<br>ONDULADA | S/NV/CaaD        | Relevo suave ondulado embasado em rochas graníticas, Nitossolo Vermelho, Caatinga Arbustiva e Arbórea Densa                                      |
|                                   | S/NV/CaA         | Relevo suave ondulado embasado em rochas graníticas, Nitossolo Vermelho, Caatinga Arbustiva Aberta                                               |
|                                   | S/RL/Agp         | Relevo suave ondulado embasado em rochas graníticas, Neossolo Litólico, Agropecuária                                                             |
|                                   | S/NV/Ourb        | Relevo suave ondulado embasado em rochas graníticas, Nitossolo Vermelho, Ocupação Urbana                                                         |
|                                   | S/NV/Se          | Relevo suave ondulado embasado em rochas graníticas, Nitossolo Vermelho, Solo Exposto                                                            |
|                                   | S/NV/Agp-Se      | Relevo suave ondulado embasado em rochas graníticas, Nitossolo Vermelho, Agropecuária e Solo Exposto                                             |
|                                   | S/NV/CaA-Se      | Relevo suave ondulado embasado em rochas graníticas, Nitossolo Vermelho, Caatinga Arbustiva Aberta e Solo Exposto                                |
|                                   | S/NV/Agp         | Relevo suave ondulado embasado em rochas graníticas, Nitossolo Vermelho, Agropecuária                                                            |
|                                   | S/RL/CaA         | Relevo suave ondulado embasado em rochas graníticas, Neossolo Litólico, Caatinga Arbustiva Aberta                                                |
|                                   | S/RL/CaaD        | Relevo suave ondulado embasado em rochas graníticas, Neossolo Litólico, Caatinga Arbustiva e Arbórea Densa                                       |
| CIMEIRA<br>ONDULADA               | S/NV/CaA-Se      | Relevo ondulado a forte ondulado embasado em rochas graníticas, Nitossolo Vermelho, Caatinga Arbustiva Aberta e Solo Exposto                     |
|                                   | S/RL/Agp         | Relevo ondulado a forte ondulado embasado em rochas graníticas, Neossolo Litólico, Agropecuária                                                  |
|                                   | S/NV/CaaD        | Relevo ondulado a forte ondulado embasado em rochas graníticas, Nitossolo Vermelho, Caatinga Arbustiva e Arbórea Densa                           |
|                                   | S/NV/CaA         | Relevo ondulado a forte ondulado embasado em rochas graníticas, Nitossolo Vermelho, Caatinga Arbustiva Aberta                                    |
|                                   | S/Ry/Mc-Vc       | Relevo ondulado a forte ondulado embasado em rochas graníticas, Neossolo Flúvico, Mata Ciliar e Vegetação Campestre                              |
|                                   | S/NV/Agp         | Relevo ondulado a forte ondulado embasado em rochas graníticas, Nitossolo Vermelho, Agropecuária                                                 |
|                                   | S/RL/CaaD        | Relevo ondulado a forte ondulado embasado em rochas graníticas, Neossolo Litólico, Caatinga Arbustiva e Arbórea Densa                            |
|                                   | S/RL/CaA         | Relevo ondulado a forte ondulado embasado em rochas graníticas, Neossolo Litólico, Caatinga Arbustiva Aberta                                     |
| CIMEIRA À 500<br>(m)              | S/RL/Agp-Se      | Relevo suave ondulado embasado em rochas plutônicas e metamórficas, Neossolo Litólico, Agropecuária e Solo Exposto                               |
|                                   | S/NV/CaaD        | Relevo suave ondulado embasado em rochas plutônicas e metamórficas, Nitossolo Vermelho, Caatinga Arbustiva e Arbórea Densa                       |
|                                   | S/NV/CaA         | Relevo suave ondulado embasado em rochas plutônicas e metamórficas, Nitossolo Vermelho, Caatinga Arbustiva Aberta                                |
|                                   | S/RL/Ourb        | Relevo suave ondulado embasado em rochas plutônicas e metamórficas, Neossolo Litólico, Ocupação Urbana                                           |
|                                   | S/NV/Agp         | Relevo suave ondulado embasado em rochas plutônicas e metamórficas, Neossolo Litólico, Agropecuária                                              |
|                                   | S/RL/CaaD        | Relevo suave ondulado embasado em rochas plutônicas e metamórficas, Neossolo Litólico, Caatinga Arbustiva e Arbórea Densa                        |
|                                   | S/RL/CaA         | Relevo suave ondulado embasado em rochas plutônicas e metamórficas, Neossolo Litólico, Caatinga Arbustiva Aberta                                 |
| ENCOSTA                           | Cs/NV/CaaD       | Relevo Montanhoso à Escarpado embasado em rochas graníticas e metassedimentares, Nitossolo Vermelho, Caatinga Arbustiva e Arbórea Densa          |
|                                   | Cs/NV/CaA        | Relevo Montanhoso à Escarpado embasado em rochas graníticas e metassedimentares, Nitossolo Vermelho, Caatinga Arbustiva Aberta                   |
|                                   | Cs/NV/CaA-Se     | Relevo Montanhoso à Escarpado embasado em rochas graníticas e metassedimentares, Nitossolo Vermelho, Caatinga Arbustiva Aberta e Solo Exposto    |
|                                   | Cs/NV/Ourb       | Relevo Montanhoso à Escarpado embasado em rochas graníticas e metassedimentares, Nitossolo Vermelho, Ocupação Urbana                             |
|                                   | Cs/NV/Agp        | Relevo Montanhoso à Escarpado embasado em rochas graníticas e metassedimentares, Nitossolo Vermelho, Agropecuária                                |
|                                   | Cs/RL/CaaD       | Relevo Montanhoso à Escarpado embasado em rochas graníticas e metassedimentares, Neossolo Litólico, Caatinga Arbustiva e Arbórea Densa           |
|                                   | Cs/RL/CaA        | Relevo Montanhoso à Escarpado embasado em rochas graníticas e metassedimentares, Neossolo Litólico, Caatinga Arbustiva Aberta                    |
| MACIÇOS EM<br>CRISTA              | S-Cs/PV/Agp      | Relevo forte ondulado à montanhoso embasado em rochas graníticas e metamórficas, Argissolo Vermelho, Agropecuária                                |
|                                   | S-Cs/RL/Se-Agp   | Relevo forte ondulado à montanhoso embasado em rochas graníticas e metamórficas, Neossolo Litólico, Solo Exposto e Agropecuária                  |
|                                   | S-Cs/NV/CaaD     | Relevo forte ondulado à montanhoso embasado em rochas graníticas e metamórficas, Nitossolo Vermelho, Caatinga Arbustiva e Arbórea Densa          |
|                                   | S-Cs/NV/CaA      | Relevo forte ondulado à montanhoso embasado em rochas graníticas e metamórficas, Nitossolo Vermelho, Caatinga Arbustiva Aberta                   |
|                                   | S-Cs/NV/Se       | Relevo forte ondulado à montanhoso embasado em rochas graníticas e metamórficas, Nitossolo Vermelho, Solo Exposto                                |
|                                   | S-Cs/RL/CaA      | Relevo forte ondulado à montanhoso embasado em rochas graníticas e metamórficas, Neossolo Litólico, Caatinga Arbustiva Aberta                    |
|                                   | S-Cs/PV/CaA-Se   | Relevo forte ondulado à montanhoso embasado em rochas graníticas e metamórficas, Argissolo Vermelho, Caatinga Arbustiva Aberta e Solo Exposto    |
|                                   | S-Cs/PV/CaaD     | Relevo forte ondulado à montanhoso embasado em rochas graníticas e metamórficas, Argissolo Vermelho, Caatinga Arbustiva e Arbórea Densa          |
|                                   | S-Cs/RL/CaaD     | Relevo forte ondulado à montanhoso embasado em rochas graníticas e metamórficas, Neossolo Litólico, Caatinga Arbustiva e Arbórea Densa           |
| PLANÍCIE<br>FLUVIAL               | Af-Ls/RL/Se-Agp  | Relevo plano à suave ondulado embasado em rochas metamórficas e metassedimentares, Neossolo Litólico, Solo Exposto e Agropecuária                |
|                                   | Af-Ls/NV/CaA     | Relevo plano à suave ondulado embasado em rochas metamórficas e metassedimentares, Nitossolo Vermelho, Caatinga Arbustiva Aberta                 |
|                                   | Af-Ls/Ry/AgpI-Vc | Relevo plano à suave ondulado embasado em rochas metamórficas e metassedimentares, Neossolo Flúvico, Agropecuária Irrigada e Vegetação Campestre |
|                                   | Af-Ls/Ry/Ourb    | Relevo plano à suave ondulado embasado em rochas metamórficas e metassedimentares, Neossolo Flúvico, Ocupação Urbana                             |
|                                   | Af-Ls/Ry/CaA     | Relevo plano à suave ondulado embasado em rochas metamórficas e metassedimentares, Neossolo Flúvico, Caatinga Arbustiva Aberta                   |
|                                   | Af-Ls/Ry/Mc-Vc   | Relevo plano à suave ondulado embasado em rochas metamórficas e metassedimentares, Neossolo Flúvico, Mata Ciliar e Vegetação Campestre           |

|                        |                 |                                                                                                                                                 |
|------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        | Af-Ls/PV/CaA-Se | Relevo plano à suave ondulado embasado em rochas metamórficas e metassedimentares, Argissolo Vermelho, Caatinga Arbustiva Aberta e Solo Exposto |
|                        | Af-Ls/RL/CaA    | Relevo plano à suave ondulado embasado em rochas metamórficas e metassedimentares, Neossolo Litólico, Caatinga Arbustiva Aberta                 |
|                        | Af-Ls/RL/CaaD   | Relevo plano à suave ondulado embasado em rochas metamórficas e metassedimentares, Neossolo Litólico, Caatinga Arbustiva e Arbórea Densa        |
| PEDIMENTO<br>DISSECADO | Ps/RL/Agp       | Relevo suave ondulado embasado em rochas metamórficas e metassedimentares, Neossolo Litólico, Agropecuária                                      |
|                        | Ps/NV/CaaD      | Relevo suave ondulado embasado em rochas metamórficas e metassedimentares, Nitossolo Vermelho, Caatinga Arbustiva e Arbórea Densa               |
|                        | Ps/PV/Agp       | Relevo suave ondulado embasado em rochas metamórficas e metassedimentares, Argissolo Vermelho, Agropecuária                                     |
|                        | Ps/NV/CaA       | Relevo suave ondulado embasado em rochas metamórficas e metassedimentares, Nitossolo Vermelho, Caatinga Arbustiva Aberta                        |
|                        | Ps/TC/Se        | Relevo suave ondulado embasado em rochas metamórficas e metassedimentares, Luvisolo Crômico, Solo Exposto                                       |
|                        | Ps/TC/CaA       | Relevo suave ondulado embasado em rochas metamórficas e metassedimentares, Luvisolo Crômico, Caatinga Arbustiva Aberta                          |
|                        | Ps/NV/Se        | Relevo suave ondulado embasado em rochas metamórficas e metassedimentares, Nitossolo Vermelho, Solo Exposto                                     |
|                        | Ps/RY/AgpI-Vc   | Relevo suave ondulado embasado em rochas metamórficas e metassedimentares, Neossolo Flúvico, Agropecuária Irrigada e Vegetação Campestre        |
|                        | Ps/RL/Ourb      | Relevo suave ondulado embasado em rochas metamórficas e metassedimentares, Neossolo Litólico, Ocupação Urbana                                   |
|                        | Ps/RY/CaA       | Relevo suave ondulado embasado em rochas metamórficas e metassedimentares, Neossolo Flúvico, Caatinga Arbustiva Aberta                          |
|                        | Ps/RY/Mc-Vc     | Relevo suave ondulado embasado em rochas metamórficas e metassedimentares, Neossolo Flúvico, Mata Ciliar e Vegetação Campestre                  |
|                        | Ps/PV/CaA-Se    | Relevo suave ondulado embasado em rochas metamórficas e metassedimentares, Argissolo Vermelho, Caatinga Arbustiva Aberta e Solo Exposto         |
|                        | Ps/PV/CaaD      | Relevo suave ondulado embasado em rochas metamórficas e metassedimentares, Argissolo Vermelho, Caatinga Arbustiva e Arbórea Densa               |
|                        | Ps/RL/CaaD      | Relevo suave ondulado embasado em rochas metamórficas e metassedimentares, Neossolo Litólico, Caatinga Arbustiva e Arbórea Densa                |
|                        | Ps/RL/CaA       | Relevo suave ondulado embasado em rochas metamórficas e metassedimentares, Neossolo Litólico, Caatinga Arbustiva Aberta                         |

As atividades em campo de observação, análises pormenorizadas e validação de mapas, foram essenciais para auxiliar na interpretação e descrição dos geossistemas e, com isso, inserir informações que não puderam ser identificadas nas imagens de satélite e radar utilizadas nos mapeamentos. A partir das observações em campo, foram inferidas, principalmente, informações sobre os depósitos sedimentares aluviais e coluviais, bem como a ocorrência de processos erosivos em alguns setores.

Na superfície do maciço de Quincuncá, as redes de drenagem são de caráter efêmeras, e ressurgem nas cabeceiras de drenagem da unidade geomórfica de Cimeira à 690 m. Esses canais dão origem aos Plainos Fluviais (Figura 42), que se caracterizam pelo fundo achatado, preenchido por sedimentos aluviais, mas que também são alimentados por sedimentos das encostas transportados pela ação pluvial. Essas pequenas redes de drenagem, denominadas de riachos, desempenham papel importante na modelagem e manutenção das paisagens, na medida em que proporcionam a circulação geoquímica entre as unidades geossistêmicas. Além de contribuir para interação e interdependência dos sistemas a partir das trocas de matéria e energia.

Figura 42 – Plaino fluvial com regime de drenagem efêmera, cujas as margens são compostas por sucessões de camadas sedimentares aluviais e coluviais (Coordenada Geográfica: Lat. 6°48'32.64"S / Long. 39°38'54.65"O).



As planícies alveolares presentes na unidade geomórfica de Cimeira a 690 (Figura 43), são ambientes que apresentam uma complexidade produzida pelas interações do elementos

naturais e pelas atividades de uso da terra. Na imagem a seguir é possível observar uma encosta convexa com plantios de milho em Nitossolo Vermelho e em seu topo espécies de Caatinga Arbórea, enquanto na base tem-se uma vegetação de gramíneas intercaladas por algumas espécies frutíferas, e ao fundo plantações de bananeiras, à beira de uma estrada visceral que liga duas comunidades.

Figura 43 – Alvéolo com presença de cultivos e gramíneas na superfície de Cimeira à 690 m do maciço (Coordenada Geográfica: Lat. 6°48'53.36"S / Long. 39°36'29.65"O).



Ainda na superfície do maciço, as áreas onde predominam os Neossolos Litólicos, embasadas principalmente em Diorito, Gabro e rochas associadas, apresentam um contexto fisiográfico bem diferente do exposto anteriormente. Nessas áreas de Caatinga Arbustiva aberta e solo exposto, e solos rasos, pedregosos e afloramentos rochosos, os pontos de acúmulo de umidade se restringem a pequenas concavidades (níveis de base) criadas no pouco espaço entre as encostas. Devido as condições bioclimáticas e hídricas, as taxas de produção de solo e sedimentos são relativamente reduzidas nesses ambientes (Figura 44).

Figura 44 – Área de Neossolo Litólico, embasada principalmente em Diorito, Gabro e rochas associadas, com presença de Caatinga Arbustiva aberta e solo exposto (Coordenada Geográfica: Lat. 6°50'54.69"S / Long. 39°37'34.89"O).



Percebe-se a formação de pequenos alvéolos como resultado do processo de sedimentação dos materiais carreados das encostas pela ação pluvial. Nessas áreas de acumulação a umidade encontra-se conservada tanto pelas condições topográficas (forma abaciada) como pelas condições do material sedimentado (estrutura porosa), que permite que a vegetação presente se mantenha em condições conservadas durante grande parte do ano, em detrimento da vegetação presente nas encostas.

A encosta do maciço de Quincuncá é esculturada em facetas triangulares convexas, e entre essas facetas estão as cabeceiras de drenagem, de formato côncavo, que pela presença maior de umidade propiciada pela convergência de drenagens e pela baixa exposição ao sol, devido ao seu posicionamento, apresentam um conjunto de espécies vegetais de grande porte, apresentando um padrão de circulação geoquímica Transacumulativa. A base dessa unidade é preenchida por material sedimentar coluvial de granulometria variada (Figura 45).

Figura 45 – Cabeceira de drenagem em setor de Rampa Coluvial do maciço de Quincuncá (Coordenada Geográfica: Lat. 6°54'53.19"S / Long. 39°35'44.73"O).



Os ambientes fluviais já são, em sim, ambientes dotados de complexidades devido a dinâmica intensa e instabilidade das drenagens que acompanham as variações hidroclimáticas, que por sua vez, controlam o regime da drenagem e o volume de entrada e saída de sedimentos.

Em ambientes semiáridos, o regime fluvial dos canais estão intimamente ligados a ocorrência das precipitações, sendo classificadas com intermitentes ou efêmeras. Grande parte das drenagens do município apresentam características efêmeras, e quando localizadas nas unidades pedimentares, drenam suas águas para o canal principal do Rio Cariús (Figura 46), este de caráter intermitente, tem suas nascentes no Vale do Buriti, encosta do Planalto Sedimentar do Araripe, município de Santana do Cariri. Os geossistemas fluviais são repletos de particularidades que se manifestam nos seus atributos geomorfológicos, pedológicos e fitofisionômicos. Estes, juntamente com a disponibilidade hídrica, tornam esse ambiente ideal para a ocupação humana.

Figura 46 – Drenagem principal do Rio Cariús (Coordenada Geográfica: Lat. 6°55'29.10"S / 39°34'33.44"O).



De modo geral, as paisagens do município são marcadas por formações geomórficas dissecadas pelos processos intempéricos, predominantemente mecânicos, e erosão diferencial. Esses agentes atuam na modelagem do relevo, ao mesmo em que, atrelados às condições climáticas, propiciam o desenvolvimento dos solos e da vegetação subjacente. A maioria dos geossistemas identificados apresentam um conjunto de características ligadas aos Neossolos Litólicos, com pedregosidade superficial, afloramentos rochosos, Caatinga Arbustiva esparsa, e de porte baixo (Figura 47).

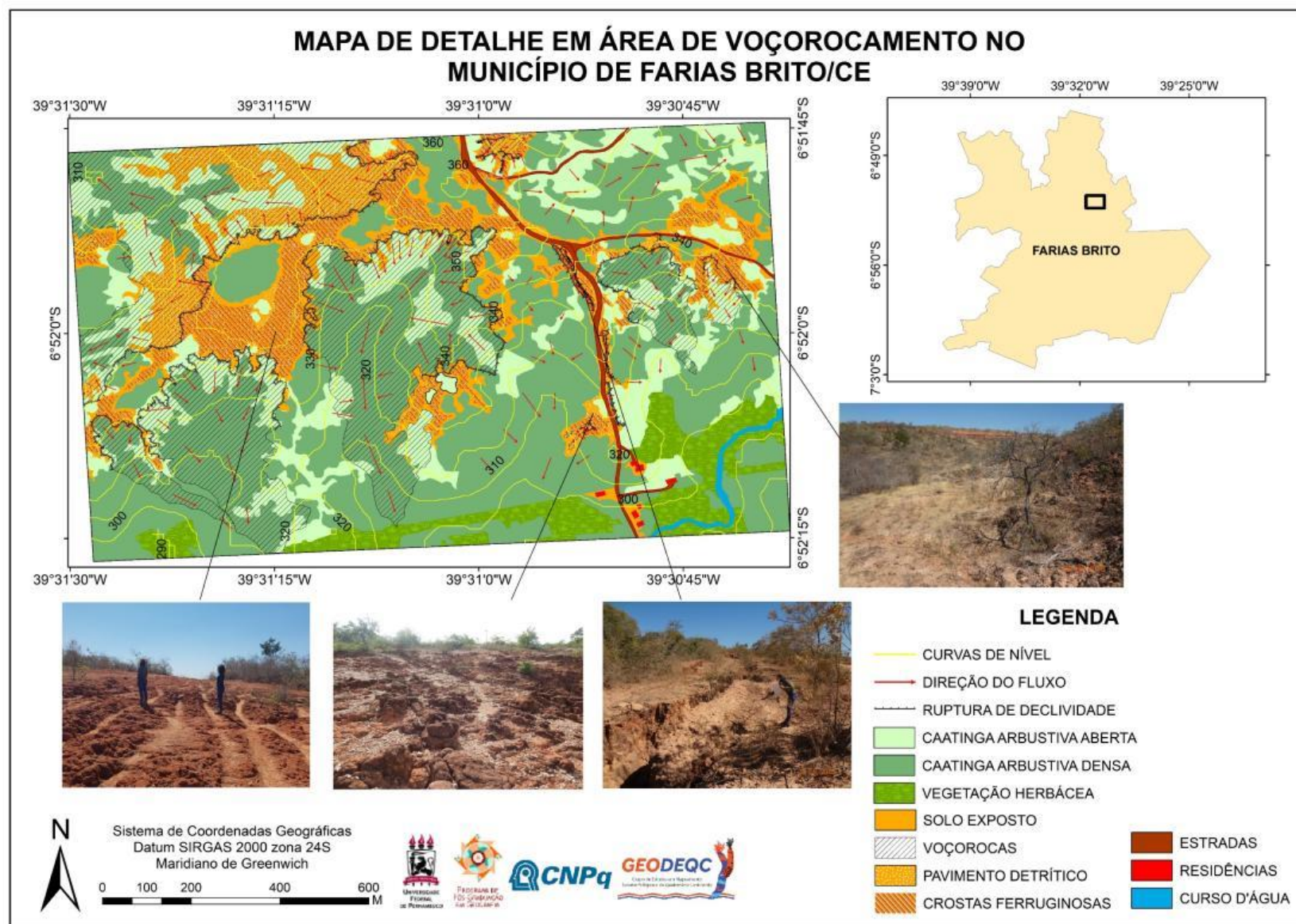
Nesses ambientes é comum a prática de construções de barramentos para contenção e armazenamento de água para subsidiar as atividades agropecuárias, que em grande parte, utilizam a irrigação.

Figura 47 – Ambiente pedimentar com solo exposto, pavimento detrítico em superfície e resquícios de espécies de Caatinga Arbustiva na encosta, e algumas espécies arbóreas no topo (Coordenada Geográfica: Lat. 6°57'53.66"S / Long. 39°31'53.35"O).



A erosão é um dos principais processos responsáveis pela esculturação do relevo terrestre, podendo ser percebida de forma direta em áreas urbanas e rurais (BEZERRA, 2013). A ocorrência dos processos erosivos está relacionada a dois principais fatores: a erosividade da chuva e a erodibilidade do solo. Ambos estão associados as propriedades físicas e naturais desses elementos, porém, outros fatores, como as atividades de uso e ocupação antrópicas, podem acarretar mudanças significativas quanto ao desencadeamento e aceleração desses processos. No município de Farias Brito, uma extensa área pedimentar estruturada em Granito, envolto por Luvissole Crômico e depósitos sedimentares coluviais, apresenta um série de voçorocamentos de dimensões e profundidade variadas com crostas ferruginosas ocorrendo em alguns setores (Figura 48).

Figura 48 – Mapa de detalhe em área de processos erosivos no município de Farias Brito/CE.



Outros fatores controladores dos processos erosivos são a cobertura vegetal e as características da encosta (GUERRA, 1998). Quando o solo se encontra desprovido de vegetação, o efeito *splash* batendo na superfície do solo, faz com que as partículas do solo sejam destacadas, estas podem ser lançadas pelo ar em distâncias de vários centímetros. Desse modo, o efeito *splash* é o agente mais importante de destacamento (MORGAN, 2005). Quanto às encostas, fatores como a declividade e sua forma (retilínea, côncava ou convexa) vão determinar a ocorrência e intensidade das erosões.

Por serem processos naturais que fazem parte da dinâmica de qualquer ambiente, a sua ocorrência é bastante comum. O problema da erosão do solo em regiões tropicais e semiáridas está relacionada, em grande parte, com a agricultura, atividade essa que está sem atrelada às práticas de desmatamento. Em um município, como o aqui abordado, onde as atividades econômicas de maior representatividade estão ligadas a agricultura e pecuária extensiva, processos erosivos, nos seus diferentes estágios de evolução, são corriqueiros.

Os processos erosivos provocam impactos negativos no geossistema, alterando as taxas de saída de matéria a partir da perda de solo *in situ* (ALVES, 2007). A presença desses processos associados a solos expostos, desmatadas, áreas em processo de urbanização e cultivos, podem ser indícios de desequilíbrio ambiental entre a capacidade de suporte do ambiente as atividades antrópicas realizadas.

As voçorocas nesse ambiente possuem dimensões variadas (Figuras 49 e 50). Algumas se tornaram cabeceiras de drenagem com vários canais ramificados, que mais parecem redes de ravinamentos, que convergem em direção as áreas mais profundas e rebaixadas. As cabeceiras de drenagem se originam pela ação concentrada do fluxo superficial sobre concavidades do relevo (CORRÊA *et al.*, 2014).



Figura 49 – Voçoroca apresentando cobertura superficial de pavimento detrítico em abundância (Coordenada Geográfica: Lat. 6°51'52.01"S / Long. 39°31'5.09"O).



Figura 50 –Voçoroca em área de crostas ferruginosas e pavimento detrítico em abundância (Coordenada Geográfica: Lat. 6°52'6.52" S / Long. 39°30'51.51" O).

As crostas são definidas como como uma camada de espessura variável, densa e dura que ocorre na superfície do solo, é caracterizada por apresentar maior densidade e resistência à

penetração, além de poros menores e baixa condutividade hidráulica (ROSA, *et al*, 2013). A sua formação é decorrente da ação direta da chuva na sua superfície, através da deposição de partículas, decorrentes da quebra dos agregados, provocando modificações na estrutura superficial do solo, levando ao desenvolvimento de crostas. Conforme explicam os autores supracitados, quando os agregados são dispersos pelo efeito das gotas da chuva. Posteriormente, o material desagregado e disperso é reorganizado e orientado superficialmente (Figura 51).



Figura 51 – Crostas ferruginosas e pavimento detrítico (Coordenada Geográfica: Lat. 6°52'6.52" S / Long. 39°30'51.51" O).

## 5.2 POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES DAS UNIDADES MAPEADAS

Potencialidades e limitações de um determinado recorte espacial, relacionadas ao quadro geoambiental, diz respeito à aptidão ou não dessas áreas diante de atividades de uso e ocupação da terra. Diante disso, faz-se necessário refletir sobre as formas de uso da terra atuais para o município de Farias Brito/CE e os problemas ambientais relacionados e pensar algumas alternativas de atividades, ou estratégias que viabilizem formas de uso adequadas para cada tipo de geossistema (Quadro 9). Tendo em vistas que as atividades econômicas do município se sustentam nas atividades de agricultura e pecuária extensivas, a avaliação das potencialidades, limitações, problemas e sugestões de uso, estão direcionadas a essa vertente.

Quadro 9 – Quadro de correlação de dados sobre as unidades geossistêmicas.

| <b>GEOSSISTEMAS (descritas por unidades - sítios)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>POTENCIALIDADES</b>                                                                                                                                                                       | <b>LIMITAÇÕES</b>                                                                                                                             | <b>USO ATUAL</b>                                                                                                                                                                                      | <b>PROBLEMAS</b>                                                                                                                                                                                              | <b>SUGESTÕES DE USO</b>                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Cimeira entre as cotas de 600 m e 690 m, recoberta por Nitossolo Vermelho com Caatinga Arbustiva e Arbórea (densa e aberta) subjacentes, áreas com solo exposto e ocupações urbanas. Predominância das atividades antrópicas ligas a agropecuária extensiva.</li> </ul>                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Solos com boas características físicas (profundidade, bem drenados) para o desenvolvimento das atividades de uso atuais.</li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Quando sem cobertura vegetal, são altamente vulneráveis a ocorrência de processos erosivos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Agricultura extensiva (cultivos de milho, feijão, fava, amendoim, etc.).</li> <li>pecuária extensiva (criação de gado).</li> </ul>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Voçorocamentos.</li> <li>Perda de solo por erosão laminar e linear no período que antecede a implementação das culturas.</li> <li>Desmatamento e queimadas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Plantações em curvas de nível nas áreas de encosta.</li> </ul>                                                                                                                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Cimeira na cota de 500 m, recoberta por Nitossolo Vermelho, Neossolo Litólico. Apresenta cobertura de Caatinga Arbustiva e Arbórea densa, Caatinga Arbustiva aberta associada a solos expostos. O uso se dá por agropecuária. Planície alúvio-coluvial com Neossolo Flúvico e cobertura superficial de Mata Ciliar e Vegetação Campestre.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>As áreas de acomodação de sedimentos alúvio-coluviais, constituem espaços cultiváveis maior disponibilidade de recursos hídricos.</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Encostas com declividade mais acentuada que na unidade anterior.</li> </ul>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Agricultura extensiva (cultivos de milho, feijão, fava, amendoim, etc.).</li> <li>pecuária extensiva (criação de gado).</li> </ul>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Voçorocamentos.</li> <li>Perda de solo por erosão laminar e linear no período que antecede a implementação das culturas.</li> <li>Desmatamento e queimadas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Plantações em curvas de nível nas áreas de encosta.</li> </ul>                                                                                                                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Cimeira na cota de 500 m, recoberta predominantemente por Neossolo Litólico, e algumas áreas de Nitossolo Vermelho. Apresenta cobertura de Caatinga Arbustiva e Arbórea densa, Caatinga Arbustiva aberta. O uso se dá por agropecuária e está associada a solos expostos.</li> </ul>                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Solos adequados para cultivos de feijão e pastagem.</li> </ul>                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Solos rasos, com pouca matéria orgânica, pouca disponibilidades hídrica.</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Agricultura extensiva (feijão e pastagem)</li> <li>pecuária extensiva (criação de gado).</li> </ul>                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Após o fim de cada ciclo produtivo, o gado é introduzido no local para que consuma o que restou, deixando o solo exposto.</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ao fim do ciclo produtivo, deixar as sobras do plantio para que sirva de adubo para o solo, juntamente com a vegetação que se reestabelece naturalmente, garantindo a manutenção da fertilidade do solo.</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Encosta e rampa coluvial. Ocorrência de Nitossolo Vermelho e Neossolo Litólico, com cobertura vegetal de Caatinga Arbustiva e Arbórea densa, Caatinga Arbustiva aberta. Em poucos setores há ocupação urbana e agropecuária.</li> </ul>                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Áreas de rampa coluvial podem ser favoráveis a implementação de cultivos, pela retenção de umidade por períodos mais longos durante o ano.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Declividade acentuada.</li> <li>Solo incipiente nas áreas de maior declividade.</li> </ul>             | Não foram constatados                                                                                                                                                                                 | Área de conservação ambiental                                                                                                                                                                                 | Área de conservação ambiental                                                                                                                                                                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Cristas residuais com ocorrência de Argissolo Vermelho, Neossolo Litólico e Nitossolo Vermelho, com predominância do primeiro. Apresenta cobertura de Caatinga Arbustiva e Arbórea densa, Caatinga Arbustiva aberta associada a solos expostos. A agropecuária ocorre de forma inexpressiva.</li> </ul>                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ocorrência de solos adequados para as culturas básicas já mencionadas (milho, feijão, fava, pastagem, etc).</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Declividade acentuada.</li> <li>Pouca disponibilidade de recursos hídricos.</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Agricultura extensiva (milho, feijão, fava), em alguns setores isolados.</li> <li>pecuária extensiva (criação de gado), em alguns setores isolados.</li> </ul> | Área de conservação ambiental                                                                                                                                                                                 | Área de conservação ambiental                                                                                                                                                                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Planície fluvial com predominância de Neossolos Flúvicos, e algumas ocorrências de Neossolo Litólico, Argissolo Vermelho e Nitossolo Vermelho. A cobertura vegetal é de Mata Ciliar e Vegetação Campestre, Caatinga Arbustiva e Arbórea densa, Caatinga Arbustiva aberta</li> </ul>                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Disponibilidade hídrica</li> <li>Declividade inexpressiva</li> <li>Solos ricos em matéria orgânica e material sedimentar.</li> </ul>                  | Não foram constatados                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Agropecuária irrigada</li> <li>Plantios de goiabeiras, tomate, arroz, milho, feijão, pastagem, etc.</li> </ul>                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Retirada da Mata Ciliar</li> <li>Assoreamento.</li> <li>Uso de agrotóxicos nas margens do canal.</li> <li>Lançamento de águas servidas no canal.</li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Restringir o uso e ocupação das terras nas margens do canal.</li> <li>Proibir o desmatamento nas margens do canal.</li> </ul>                                                                                       |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                            |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| associada a solos expostos. A atividade de uso é, majoritariamente, agropecuária irrigada. Alguns setores possuem ocupação urbana.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                            |                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Pedimento conservado e pedimentos dissecados com ocorrência Argissolo Vermelho, Nitossolo Vermelho, Luvisolo Crômico, Neossolo Flúvico, e predominância de Neossolo Litólico. A cobertura vegetal Caatinga Arbustiva e Arbórea densa, Caatinga Arbustiva aberta. A Mata Ciliar e Vegetação Campestre associadas ao Neossolo Flúvico, onde ocorre também as atividades de agropecuária irrigada. Manchas de solo exposto são corriqueiras e podem ocorrer juntamente com áreas de agropecuária e de ocupação urbana.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Solos adequados para cultivos de feijão e pastagem (Neossolo Litólico).</li><li>▪ Solos adequados para outros tipos de culturas (Argissolo Vermelho, Nitossolo Vermelho, Neossolo Flúvico).</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Solos rasos, com pouca matéria orgânica, pouca disponibilidades hídrica.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Agricultura extensiva (milho, feijão, pastagem, e etc.)</li><li>▪ Pecuária extensiva (criação de gado).</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Solos expostos</li><li>▪ Voçorocamentos</li><li>▪ Desmatamentos</li><li>▪ Queimadas</li><li>▪ Assoreamento de canais</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ao fim do ciclo produtivo, deixar as sobras do plantio para que sirva de adubo para o solo, juntamente com a vegetação que se reestabelece naturalmente, garantindo a manutenção da fertilidade do solo.</li></ul> |

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho abordou a importância do estudo dos geossistemas para a fins de ordenamento e gestão territorial, pois essa atividade exige um conhecimento integrado dos recursos naturais, atendendo potencialidades e limitações de cada ambiente. Deste modo, a análise integrada da paisagem, a partir do modelo geossistêmico, dá suporte necessário para compreensão da complexidade do meio físico em todas as suas esferas, viabilizando a implementação de estratégias para o uso de cada ambiente, de acordo com a sua capacidade de suporte.

Os mapas unidades de paisagem são excelentes ferramentas na compreensão da estrutura das paisagens, principalmente das formas assumidas pelos seus elementos em função da evolução da paisagem. Com base na compartimentação geossistêmica feita, da correlação com os aspectos geoambientais, foi constatado que mapeamentos dessa natureza possuem eficácia e que podem ser tomados como um instrumento de análise da paisagem e também como ferramenta de auxílio para o planejamento ambiental e ordenamento territorial.

A metodologia empregada neste trabalho conseguiu atingir um nível detalhamento consideravelmente maior no mapeamento de unidades geossistêmicas, representado na escala de 1:100.000, que o mapeamento de unidades geoambientais produzido pela FUNCEME (2006) para o município (escala de 1:250.000), sendo um ponto positivo e um componente facilitador para atividades de gestão do território.

Por fim, espera-se que a presente pesquisa traga contribuições à Ciência Geográfica, sobretudo à Geografia Física, e também para as demais pesquisas que tratem da teoria geossistêmica e sua aplicabilidade nos estudos da relação sociedade e natureza e de análise integrada da paisagem.

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 4. ed, São Paulo: Ateliê Editorial, 2007.
- ALVES, Ricardo Reis. **Monitoramento do processos erosivos e da dinâmica hidrológica e de sedimento de uma voçoroca: estudo de caso na fazenda do Glória, na zona rural de Uberlândia-MG**. 2007. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.
- ANA. **Reservatórios do Semiárido Brasileiro: Hidrologia, Balanço Hídrico e Operação: Anexo C / Agência Nacional de Águas**. Brasília: ANA, 2017.
- ANDREOLI, Rita Valéria; OLIVEIRA, Suzana Soares de; KAYANO, Mary Toshie; VIEGAS, Juarez; SOUZA Rodrigo Augusto Ferreira de; CANDIDO, Luiz Antônio. The influence of different El Niño types on the South American rainfall. **International Journal of Climatology**. v. 37, n. 3, p. 1374-1390, 2017.
- ARAÚJO, Patrícia Andrade. **Contextualização geoambiental de Guaíuba-CE: subsídios para o ordenamento territorial**. 2016. Dissertação (mestrado em Geografia). Universidade Estadual do Ceará - UECE, Fortaleza, 2016.
- BARROS, Nayara Santos; BASTOS, Frederico de Holanda; CORDEIRO, Abner Monteiro Nunes; SANTOS, Maria Angel Costa dos. Caracterização geoambiental da Serra de Quincuncá CE, 2015, Teresina. **Anais [...]**. Teresina: Geografia da UFPI e UESPI, 2015.
- BERTRAND, Claude; BERTRAND, Georges. **Uma geografia transversal e das travessias: o meio ambiente através do território e das temporalidades**. Maringá,PR: Ed. Massoni, 2009.
- BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico *In: Caderno de Ciências da Terra*. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, n. 13. São Paulo, 1972.
- BEZERRA, José Fernando Rodrigues. Reabilitação de áreas degradadas por erosão em São Luís – Maranhão. *In: GUERRA, Antônio José Teixeira e JORGE, Maria do Carmo Oliveira (org). Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas*. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.
- BRANDÃO, Ricardo de Lima. **Sistema de informações para gestão e administração territorial da Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: CPRM, 1998. Projeto SINFOR: Diagnóstico Geoambiental e os Principais Problemas de Ocupação do Meio Físico da Região Metropolitana de Fortaleza.
- BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: EMBRAPA, 2013. 353p.
- CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza; CORRÊA, Antônio Carlos de Barros. Geossistemas e Geografia Física no Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 61, n. 2, p. 3-33, 2016.

\_\_\_\_\_. Problemas de hierarquização espacial e funcional na ecologia da paisagem: uma avaliação a partir da abordagem geossistêmica. **Revista Geosul**, Florianópolis, v. 28, n. 55, p. 143-162, jan./jun. 2013.

CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza; CORRÊA, Antônio Carlos de Barros; ISACHENKO, Gregory Anatolievich. Contribuição ao estudo de geossistemas no Brasil: estrutura temporal e experiência em trabalho de campo. **Anais do I Congresso Brasileiro de Organização do Espaço e X Seminário de Pós-Graduação em Geografia da UNESP Rio Claro**, 2010.

CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza; CORRÊA, Antônio Carlos de Barros; ARAÚJO FILHO, José Coelho de. Fundamentos para o mapeamento de geossistemas: uma atualização conceitual. **Revista Geografia**, Rio Claro, v. 35, n. 3, p. 539-551, set./dez. 2010.

CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza. SANTOS, Linaldo Severiano dos; CORRÊA, Antônio Carlos de Barros; ARAÚJO FILHO, José Coelho de. Técnicas de campo para descrição de geossistemas: reconhecimento expedito na borda oeste do maciço residual de Poço das Trincheiras, Alagoas. **Revista Geoambiente Online**, Jataí-Go, número 15, jul-dez, 2010.

CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza. **Cartografia de paisagens: fundamentos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

\_\_\_\_\_. **Da descrição de áreas à teoria dos geossistemas: uma abordagem epistemológica sobre sínteses naturalistas**. 2013. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

\_\_\_\_\_. **Geossistemas no estado de Alagoas: uma contribuição aos estudos da natureza em Geografia**. 2010. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

\_\_\_\_\_. Geossistemas do Semiárido Brasileiro: Considerações Iniciais. **Cadernos de Geografia**, v. 26, número especial 2, 2016.

\_\_\_\_\_. Geossistemas de Curaçá, Bahia. **Revista Clio Arqueológica**, v. 32, n. 3, p. 61-87, 2017.

CEARÁ. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Ceará – Zona Costeira**. Superintendência Estadual do Meio Ambiente; Instituto de Ciências do Mar *et al.* Fortaleza: SEMACE, 2006.

CLAUDINO-SALES, Vanda. **Megageomorfologia do Estado do Ceará: história da paisagem geomorfológica**. Novas Edições Geográficas, 2016.

CLAUDINO-SALES, Vanda.; PEULVAST, Jean Pierre. Evolução morfoestrutural do relevo da margem continental do estado do Ceará, Nordeste do Brasil. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 7, n. 2, p. 7 – 21, 2007.

CORDEIRO, Abner Monteiro Nunes. **Morfoestrutura e morfopedologia da Serra do Quincuncá e entorno, Ceará, Brasil**. 2017. Tese (Doutorado em Geografia). Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará - UECE, 2017.

CORRÊA, Antônio Carlos de Barros; TAVARES, Bruno de Azevedo Cavalcanti; MONTEIRO, Kleython de Araújo; CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza; LIRA, Daniel Rodrigues de. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, 31 (1/2), 35-52, 2010.

CORRÊA, Antônio Carlos de Barros; SOUZA, Jonas Otaviano Praça de; CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza. Solos do ambiente semiárido brasileiro: erosão e degradação a partir de uma perspectiva geomorfológica. In: **Degradação dos solos no Brasil**. GUERRA, Antônio José Teixeira e JORGE, Maria do Carmo Oliveira (Org). 1ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. O desenvolvimento teórico-analítico em Geomorfologia: do ciclo de erosão aos sistemas dissipativos. **Geografia** 14 (28): 15-30, 1989.

\_\_\_\_\_. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

CHRISTOPHERSON, Robert W. **Geosystems**: an introduction to physical geography. New York: MacMillan College Publishing Company, 1994.

DINIZ, Marco Túlio Mendonça; OLIVEIRA, George Pereira de. Compartimentação e caracterização das unidades de paisagem do Seridó Potiguar. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, Ituiutaba, v. 6, n. 1, p. 291-318, jan./jun. 2015.

FARIAS, Juliana Felipe. **Aplicabilidade da geoecologia das paisagens no planejamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Palmeira-Ceará/Brasil**. 2015. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual do Ceará – UECE, Fortaleza, 2015.

FONSÊCA, Drielly Naamma; SILVA, Adriana Cassiano da; BARROS, Ana Clara Magalhães de; SILVA, Jeissy Conceição Bezerra da; SILVA, Osvaldo Girão da. Mapeamento morfodinâmico como suporte à análise de processos de degradação em áreas do município de Cabrobó – Pernambuco. **Revista Casa da Geografia de Sobral**. v. 19, n. 2, p. 92-107, 2017.

FUNCEME. **Zoneamento Ecológico-Econômico das Áreas Susceptíveis à Desertificação do Núcleo I Irauçuba/Centro-Norte**. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos / Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2015a. 310 p.

\_\_\_\_\_. **Zoneamento Ecológico-Econômico das Áreas Susceptíveis à Desertificação do Núcleo II Inhamuns**. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos / Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2015b. 290 pag.

\_\_\_\_\_. **Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade de Solos – Mesorregião do Sul Cearense**. Fundação Cearense de meteorologia e Recursos Hídricos. Fortaleza: FUNCEME, 2012.

\_\_\_\_\_. **Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará: parte II – Mesorregião Sul Cearense**. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos: Fortaleza, 2006.

GUERRA, Antônio José Teixeira; MARÇAL, Mônica dos Santos. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Brasil-Ceará-Farias Brito-população**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/farias-brito/panorama>. Acesso em: 15/01/2018.

\_\_\_\_\_. **Manual técnico de geomorfologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico ambiental da bacia do Rio Jaguaribe**: diretrizes gerais para a ordenação territorial. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatístico. 1ª Divisão De Geociências do Nordeste - DIGEO 1/NE.1: Salvador, 1999.

IPECE. **Perfil básico municipal 2015 Farias Brito**. Fortaleza: Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), 2015.

HARARI, Yuval Noah. **Sapiens**: uma breve história da humanidade. 11. ed. Porto Alegre, RS: L&PM, 2016.

ISACHENKO, Gregory Anatolievich. **Landscape mapping: new possibilities for environmental monitoring**. São Petersburgo: Universidade de São Petersburgo, Instituto de Geografia, 1999.

KUPLICH, Tatiana Mora; MARTIN, Eduardo Vélez. Identificação de tipologias da vegetação campestre e o uso de imagem Thematic Mapper (Landsat 5) na região dos Campos de Cima da Serra, Bioma Mata Atlântica. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 2769-2775

LIMA, Flávia Jorge de. **Evolução geomorfológica e reconstrução paleoambiental do setor subúmido do Planalto Sedimentar do Araripe: um estudo a partir dos depósitos colúviais localizados nos municípios de Crato e Barbalha – Ceará**. 2015. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, 2015.

\_\_\_\_\_. **Proposta de zoneamento geoambiental do município de Crato/CE**. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN/PPGPG, Natal, 2008.

LIMA, Kleber Carvalho; CUNHA, Cenira Maria Lupinacci; PEREZ FILHO, Archimedes. Dificuldades e possibilidades da cartografia geomorfológica no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Cartografia**, N. 65/6: 1063-1073, 2013.

LIMA, Antonia Adnna Guedes de. **Análise geoambiental e de uso e ocupação do solo da sub-bacia hidrográfica do riacho Jubaia – Maranguape Ceará e águas superficiais disponíveis para o abastecimento público**. 2015. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual do Ceará – UECE, Fortaleza, 2015.

MAIA, Rubson Pinheiro; BEZERRA, Francisco Hilário Rêgo. **Tópicos de Geomorfologia Estrutural**: Nordeste brasileiro. Fortaleza: Edições UFC, 2014.

MAIA, Rubson Pinheiro; NASCIMENTO, Marcos Antônio Leite do. Relevos graníticos do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia** (online), São Paulo, v.19, n.2, (abr-jun) p.373-389, 2018.

MENDONÇA, Francisco. **Geografia Física: Ciência Humana?** 8ª Ed. São Paulo: Contexto, 2013.

MIRLEAN, Nicolai; TELLES, Rossana Madruga; DUARTE, Gersa Maria. O que é geoquímica de paisagem? **Revista Geosul**, Florianópolis, v. 21, n 41, p 107-126, 2006.

MOCHIUTTI, Nair Fernanda. GUIMARÃES, Gilson Burigo. MOREIRA, Jasmine Cardozo. LIMA Flavia Fernanda. FREITAS, Francisco Idalécio. Os Valores da Geodiversidade: Geossítios do Geopark Araripe/CE. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**. Rio de Janeiro, 2012.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Os Geossistemas como elemento de integração na síntese geográfica e fator de promoção interdisciplinar na compreensão do ambiente. **Revista de Ciências Humanas**, v. 04, n. 09. Florianópolis, 1996.

\_\_\_\_\_. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo, Contexto. 127 p., 2000.

MORGAN, Royston Philip Charles. **Soil erosion and conservation**. 3ª ed. Blackwell Publishing Ltd. 2005. 316p.

OLIVEIRA, Paula Cristina Almeida de; RODRIGUES, Silvio Carlos; Cartografia do relevo: um estudo aplicado na região oeste de minas gerais. **Revista Brasileira de Geomorfologia** - Ano 8, nº 2, 2007.

PRADO, Darien Eros. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, Inara; TABARELLI, Marcelo; SILVA, José Maria Cardoso da; (Ed.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003, 822 p.

RIBEIRO, Simone Cardoso. **Etnogeomorfologia Sertaneja**: proposta metodológica para a classificação das paisagens da sub-bacia do rio Salgado/CE. (Tese de Doutorado). Rio de Janeiro: UFRJ/PPGG, 2012. 278 p.

RIBEIRO, Simone Cardoso; MARÇAL, Mônica dos Santos; CORRÊA, Antônio Carlos de Barros. Geomorfologia de áreas semi-áridas: uma contribuição ao estudo dos sertões nordestinos. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 27, n. 1, 2010.

RIBEIRO, Simone Cardoso; SOUSA, Sinara Gomes. O etnoconhecimento geomorfológico aplicado ao ordenamento territorial nas pequenas comunidades tradicionais. **Clio Arqueológica**, 2017, v. 32, n. 3, p.158-179.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. **Mercator** - Revista de Geografia da UFC, ano 01, número 01, 2002.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente; CAVALCANTI, Agostinho Paula Brito. **Geoeecologia das paisagens – uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 1ª Ed. Fortaleza: Edições UFC, 2005.

ROSA, Jaqueline Dalla; COOPER, Miguel; DARBOUX, Frédéric; MEDEIROS, João Carlos. Processo de formação de crostas superficiais em razão de sistemas de preparo do solo e chuva simulada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, n. 2, pp. 400-410, 2013.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análises e sínteses na abordagem geográfica do planejamento ambiental. **Revista do Departamento de Geografia – FFLCH-USP**, São Paulo, n. 9, 1995.

\_\_\_\_\_. **Ecogeografia do Brasil**: subsídios para o planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Texto, 2009.

SANTOS, Rozely Ferreira. **Planejamento ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

SILVA, Danielle Gomes. **Evolução Paleoambiental dos Depósitos de Tanques em Fazenda, Município de Brejo da Madre de Deus, Pernambuco**. 2007. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, 2007.

SILVA, Danielle Gomes da; ARRUDA, Ítalo Rodrigo Paulino de; SILVA, Maria Luísa Gomes; FERREIRA, Pedro dos Santos; GOMES, Viviane Pedroso. Análise espaço-temporal do uso e cobertura da terra no município de exu, PE. **Clio Arqueológica**, 2016.3, V31N3 p. 193-210.

SOCHAVA, Viktor Borisovich. Por uma teoria de classificação dos geossistemas de vida terrestre. São Paulo, Instituto de Geografia USP. 23 p. (Biogeografia, 14).

\_\_\_\_\_. O estudo de geossistemas. In: **Métodos em questão**. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1977.

SOUSA, Sinara Gomes de; MACÊDO, Francisca Ranielly de Brito; RIBEIRO, Simone Cardoso. **Etnogeomorfologia Sertaneja**: os saberes tradicionais dos produtores rurais familiares dos municípios de Farias Brito/CE e Granjeiro/CE. (Relatório PIBIC). Crato: PRPGP/URCA, 2016.

SOUZA, Marcos José Nogueira de; OLIVEIRA, Vlândia Pinto Vidal de. Análise Ambiental – uma prática da interdisciplinaridade no ensino e na pesquisa. **Revista Eletrônica do Prodema**, v. 7, n. 2. Fortaleza, 2011.

SOUZA, Sara Fernandes de; PARAHYBA, Roberto da Boa Viagem. CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza. LIRA, Daniel Rodrigues de. ARAÚJO, Maria do Socorro Bezerra de. Mapeamento geomorfológico da bacia do Brígida no sertão Pernambucano, através de aplicações geotecnológicas. Recife: **Anais do VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia, III Encontro Latino Americano de Geomorfologia, I Encontro Ibero Americano de Geomorfologia, I Encontro Ibero Americano do Quaternário**, 2010.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. **Geografia Física e Geomorfologia: um a releitura**. Porto Alegre: Compasso Lugar Cultura, 2018.

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

VERDUM, Roberto; STRECK, Edemar Valdir; VIEIRA, Lucimar de Fátima dos Santos. Degradação dos solos no Rio Grande do Sul. *In: Degradação dos solos no Brasil*. GUERRA, Antônio José Teixeira; JORGE, Maria do Carmo Oliveira (Org). 1ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

VITTE, Antônio Carlos. O desenvolvimento do conceito de paisagem e a sua inserção na geografia física. **Mercator – Revista de Geografia da UFC**, ano 06, n. 11. Fortaleza, 2011.

ZANELLA, Maria Eliza. Caracterização Climática e os recursos hídricos do Estado do Ceará. p. 169-188. *In: SILVA, José Borzacchiello da; CALVACANTE, Tércia; DANTAS, Eustógio Wanderley Correia; (Org.). Ceará: Um Novo Olhar Geográfico*. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. 480p.

ZANELLA, Maria Eliza. *et al.* Considerações sobre o Clima e a Hidrografia do Maciço de Baturité *In: Serra de Baturité uma visão integrada das questões ambientais*. BASTOS, Frederico de Holanda. (Org.). Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2011.

# ANEXO A -TABELA DE DESCRIÇÕES FÍSICO-GEOGRÁFICAS UTILIZADA EM CAMPO

Nº \_\_\_\_\_ Lat: \_\_\_\_\_ Long: \_\_\_\_\_ Alt: \_\_\_\_\_

| Morfofodinâmica | Posição     | Declive (graus)      | Pedreg. (%)     | Rochosid. (%) | Uso |
|-----------------|-------------|----------------------|-----------------|---------------|-----|
| ( ) Encosta     | ( ) Topo    | ( ) 0 a 5 Plano      | ( ) <5          | ( ) <5        |     |
| ( ) Fluvial     | ( ) Encosta | ( ) 5 a 10 Suave     | ( ) 5a 25       | ( ) 5a 25     |     |
| ( ) Costeira    | ( ) Patamar | ( ) 10 a 20 Moderado | ( ) 20 a 45     | ( ) 20 a 45   |     |
| ( ) Eólica      | ( ) Base    | ( ) 20 a 45 Forte    | ( ) 50 a 75     | ( ) 50 a 75   |     |
| ( ) Cársica     | ( ) Canal   | ( ) >45 Escarpado    | ( ) >75         | ( ) >75       |     |
| ( ) Pedimentar  |             | ( ) Alcova           | <b>Litotipo</b> |               |     |

## VEGETAÇÃO

| Formas de crescimento |                       |                                                   | Hmáx (m) | Cobertura (%) |          |           |              |         |           | Observações |   |             |
|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------------------|----------|---------------|----------|-----------|--------------|---------|-----------|-------------|---|-------------|
|                       |                       |                                                   |          | <5            | 5 a 12,5 | 12,5 a 25 | 25 a 50      | 50 a 75 | >75       |             |   |             |
| Lenhosas              | Árvores               | Caule >1m                                         |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
|                       |                       | Caule <1m                                         |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
|                       | Arbustos              |                                                   |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
|                       | Palmeiras             |                                                   |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
|                       | Lianas/Cipós          |                                                   |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
| Herbáceas             | Graminoides           |                                                   |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
|                       | Não Graminoides       | Eretas                                            |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
|                       |                       | Trepadeiras                                       |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
|                       |                       | Reptantes                                         |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
|                       |                       | Parasitas                                         |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
|                       |                       | Epífitas                                          |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
|                       |                       | Aquáticas                                         |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
| Cactiforme            | Colunares             |                                                   |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
|                       | Achatados             |                                                   |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
|                       | Globulares/Discoideis |                                                   |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
|                       | Arbórea (Pereskia)    |                                                   |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
|                       | Espífiticos           |                                                   |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
| Bromélias             |                       |                                                   |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
| Bromélias epífitas    |                       |                                                   |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
| Pteridófitas          |                       |                                                   |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
| Briófitas             |                       |                                                   |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
| Fungos                |                       |                                                   |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
| Líquens               |                       |                                                   |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
| ESPÉCIES PRINCIPAIS   |                       |                                                   |          | Hmáx          | Forma    |           | Pertubações  |         | Magnitude |             |   |             |
|                       |                       |                                                   |          |               |          |           |              |         | 1         | 2           | 3 | Observações |
| 1.                    |                       |                                                   |          |               |          |           | Erosão       |         |           |             |   |             |
| 2.                    |                       |                                                   |          |               |          |           | Desmatamento |         |           |             |   |             |
| 3.                    |                       |                                                   |          |               |          |           | Fogo         |         |           |             |   |             |
| 4.                    |                       |                                                   |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
| 5.                    |                       |                                                   |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
| Serrapilheira (%)     |                       | ( ) Ausente ( ) Incipiente ( ) Moderado ( ) Denso |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |
| Sombreamento          |                       |                                                   |          |               |          |           |              |         |           |             |   |             |

## SOLO

| Hz. | Prof. | Cor | Mosqueado | Texturas | Estrutura | Outros |
|-----|-------|-----|-----------|----------|-----------|--------|
|     |       |     |           |          |           |        |
|     |       |     |           |          |           |        |
|     |       |     |           |          |           |        |
|     |       |     |           |          |           |        |

FONTE: Cavalcanti (2018).