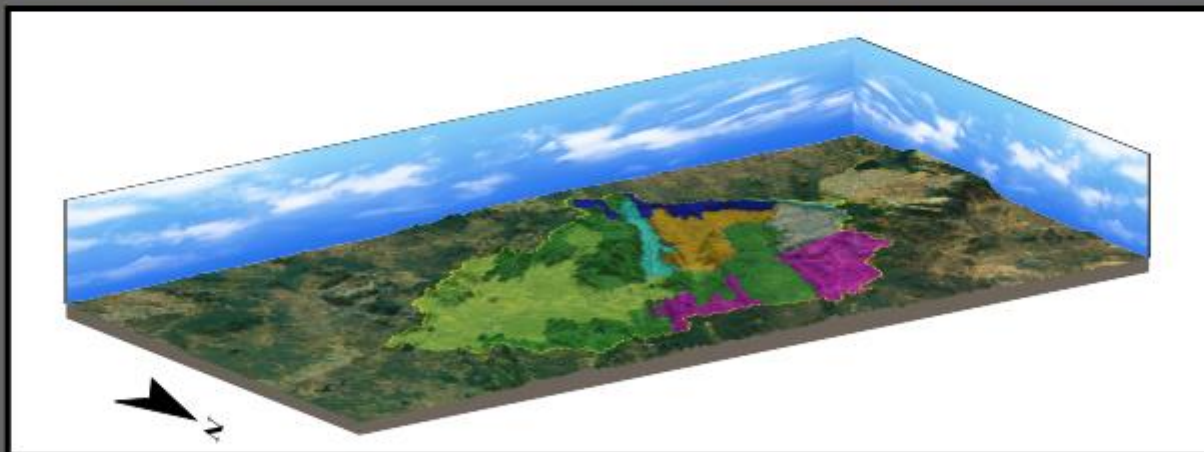




***DELIMITAÇÃO DE UNIDADES GEOECOLÓGICAS COMO SUBSÍDIO
PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL NO ALTO CURSO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO POTENGI-RN (ACBHRP-RN)***

Miquéias Rildo de Souza Silva

Prof.^a Dra. Juliana Felipe Farias



MIQUÉIAS RILDO DE SOUZA SILVA

**DELIMITAÇÃO DE UNIDADES GEOECOLÓGICAS COMO SUBSÍDIO
PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL NO ALTO CURSO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO POTENGI-RN (ACBHRP-RN)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia – PPGe, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Linha de Pesquisa: Dinâmica Geoambiental, Riscos e Ordenamento do Território

Orientador: Prof^a. Dra. Juliana Felipe Farias

Natal – RN
2020

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes -
CCHLA

Silva, Miquéias Rildo de Souza.

Delimitação de unidades geocológicas como subsídio para o planejamento ambiental no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi-RN (ACBHRP-RN) / Miquéias Rildo de Souza Silva. - Natal, 2020.

122f.: il. color.

Dissertação (mestrado) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2020.

Orientadora: Prof. Dra. Juliana Felipe Farias.

1. Geocologia das Paisagens - Dissertação. 2. Bacia Hidrográfica - Dissertação. 3. Uso do solo - Dissertação. I. Farias, Juliana Felipe. II. Título.

RN/UF/BS-CCHLA

CDU 556.51 (813.2)

MIQUÉIAS RILDO DE SOUZA SILVA

**DELIMITAÇÃO DE UNIDADES GEOECOLÓGICAS COMO SUBSÍDIO
PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL NO ALTO CURSO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO POTENGI-RN (ACBHRP-RN)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Defendida em: 03/11/2020
Conceito: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Juliana Felipe Farias
Orientadora – UFRN/DGE

Prof. Dr. Adriano Lima Troleis
Examinador – UFRN/DGE

Prof. Dr. Edson Vicente da Silva
Examinador – UFC/DGE

NATAL-RN,
2020

*A Deus, pelo amor e oportunidade
de poder contemplar a beleza de Sua criação.
Aos meus pais, Raimundo e Maria da Conceição,
e à minha esposa, Élide Thalita, por serem fontes de
inspiração, além de exemplos de dedicação e amor.
A eles, todo meu amor e gratidão!*

AGRADECIMENTOS

Iniciar essa jornada foi algo inacreditável, um caminho que, por muito tempo, acreditei não ser capaz de seguir. No entanto, a vida sempre nos mostra que tudo pode acontecer se fizermos o que gostamos, acreditando e se dedicando ao seu objetivo. Durante essa caminhada, cheia de desafios, eu tive a graça de contar com o apoio de amigos que, em vários momentos, agiram tanto como “combustível”, me motivando a continuar, quanto como alicerce, me ajudando a permanecer firme, esses compartilharam comigo as dores e as alegrias próprias desta fase da minha vida.

Inicialmente, agradeço a Deus por estar sempre caminhando ao meu lado e por me presentear com muito mais do que mereço. A Ele, sou grato pelas graças alcançadas nesses últimos dois anos, bem como pelas pessoas que pôs em meu caminho e me ajudaram neste trabalho. Sem Ele, eu não sou nada.

Agradeço à minha família, minha base, minha maior riqueza, por ter ajudado na minha formação e feito a pessoa que sou hoje. Aos meus pais, Raimundo Ferreira da Silva e Maria da Conceição de Souza Silva, pelas lições de humildade, coletividade, respeito, obediência e amor. Ao meu irmão Raimundo, por todo cuidado para com os meus pais quando precisei me ausentar, ficando distante deles por alguns momentos. À minha esposa, Élide Thalita Silva de Carvalho, principal responsável por eu iniciar e prosseguir nesta trajetória, sempre me inspirando, incentivando e apoiando, além de me acompanhar nos trabalhos de campo e enfrentar junto comigo todos os perigos e incertezas desta tarefa

A todos da família, que direta ou indiretamente me ajudaram durante a pesquisa, me ouvindo, aconselhando e compreendendo nos momentos em que me ausentei. Alguns deles acompanharam de perto toda minha caminhada: a minha tia e madrinha, Maria Angelina, e os meus primos – Sanderes, Sandyson, Simara, Samara, Samira, Sanderson e Francisco.

À minha orientadora, a Prof^{ra}. Dra. Juliana Felipe Farias, por acreditar na minha proposta de pesquisa e por me apresentar novas perspectivas de abordagens na geografia, que coincidiram com minha compreensão geográfica. Obrigado pela paciência e compreensão quando tive problemas e não pude cumprir prazos.

Aos meus amigos do Departamento de Geografia da UFRN, que dividiram muitos momentos na sala de aula, nos trabalhos de campo, na sala 514, no Laboratório de Geografia Física, nos corredores, até mesmo na lanchonete ou ainda no açaí. Foram muitos momentos bons e alguns ruins, mas, de forma geral, marcados por muita troca de conhecimentos e

experiências. Dentre os muitos amigos da graduação e da pós-graduação, agradeço a Carol Barros, Débora Leyze, Denise Saldanha, Diogo Felipe, Wanderson Benigno, Vitória Silva, Naiara Reis, Bruna Saldanha, Erick Jordan, Anderson Moura, Cleanto Carlos, Maria Jaqueline, Dyego Rocha, Marcos Antonio, Aracildo Moura, Joyce Clara, Moacir, Nayara Marques, Vinnícius Dionízio, Andreza Louzeiro, Thiara Oliveira, Ivaniza Sales, Thales Xavier, Gabriella Lima e Marcos Vinicius.

Ao meu amigo Genilson Carvalho, que me acompanhou nos trabalhos de campo e me auxiliou no reconhecimento da área de estudo. Seu conhecimento sobre a região foi essencial. A Aguitonio Martins, pela parceria formada nos últimos anos, estando sempre próximo quando surgiam períodos difíceis.

Ao professor Sebastião Milton, a quem agradeço, de modo especial, pelo enorme empenho e ajuda ao se dispor a me acompanhar na realização dos trabalhos de campo. Seus ensinamentos durante as atividades, como também os ensinamentos que tive durante toda a minha caminhada na geografia, foram de grande valia para que eu chegasse até aqui. Ao senhor, meus sinceros agradecimentos.

Aos professores que contribuíram, intensamente, nesta etapa da minha formação, dos quais alguns acompanham meu trabalho desde a graduação. Entre esses, destaco os seguintes professores: Adriano Lima Troleis, Venerando Eustáquio Amaro, Luiz Antonio, Cestaro, Zuleide Maria Carvalho Lima, Paulo Cesar Araújo, Lutiane Almeida, Sílvio Braz e Diógenes Felix da Silva Costa.

A todos, meu muito obrigado!

*“...Quando amanhã por acaso faltar
Uma alegria no seu coração
Lembra do som dessas águas de lá*

*Faz desse rio a sua oração
Lembra, meu filho, passou, passará
Essa certeza, a ciência nos dá
Que vai chover quando o sol se cansar
Para que flores não falem jamais”*

(O Rio – Marisa Monte)

RESUMO

Os problemas ambientais causados pelo uso indiscriminado dos recursos naturais são cada vez mais evidentes e resultam em prejuízos tanto de ordem natural como social. Dessa forma, surge a necessidade de se criarem mecanismos que minimizem e/ou solucionem os problemas oriundos da má utilização de tais recursos, dentre os quais podemos elencar os estudos de planejamento ambiental como um instrumento a ser utilizado nesse processo. A bacia hidrográfica, por sua vez, tem sido adotada como unidade básica de planejamento, devido ao seu caráter sistêmico que permite realizar uma análise integrada dos elementos que a compõe. A fim de fornecer bases teórico-metodológicas para o planejamento ambiental em bacias hidrográficas, os estudos realizados à luz da abordagem da Geoeecologia das Paisagens têm mostrado bastante eficiência, através da análise integrada da relação sociedade e natureza. Neste contexto, a presente pesquisa teve como objetivo delimitar as unidades geoeecológicas do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi-RN (ACBHRP-RN), que está inserida majoritariamente nos limites administrativos dos municípios de Cerro Corá/RN, São Tomé/RN e Barcelona/RN. Nos últimos anos, novas atividades econômicas vêm se estabelecendo nesta parcela da bacia, fator que ressalta a necessidade de estudos que analisem as condições ambientais locais e que indiquem formas eficientes de uso dos recursos naturais disponíveis. A metodologia foi dividida em quatro fases, baseadas nos fundamentos geoeecológicos, quais sejam: organização e inventário, análises e associação dos dados, diagnóstico e proposições. Para tanto, os dados sobre os aspectos físico-ambientais e socioeconômicos da área de estudo foram reunidos e analisados a partir da elaboração de quadros, tabelas, gráficos e produtos cartográficos em escala de 1:250.000. O resultado das análises permitiu a delimitação das unidades geoeecológicas do ACBHRP-RN: Depressão com Uso Agropecuário, Encostas Ocidentais da Borborema com Nascentes, Encostas Orientais da Borborema com Relevo Fortemente Ondulado, Encostas Orientais da Borborema/Cidade de Pedras, Planalto do Ventos, Planaltos de Uso Agropecuário e Mineração, Planície Fluvial/APP; Serra de Santana/Área de Nascentes e Vale do Rio Polênga. Posteriormente, foram apresentadas as potencialidades e limitações referentes ao uso do solo em cada unidade geoeecológica, além da proposição de ações integradas para a utilização em projetos de planejamento ambiental por parte dos grupos sociais que atuam na área de estudo. Almeja-se que as técnicas utilizadas, os materiais produzidos e as propostas feitas durante a pesquisa possam contribuir para um melhor aproveitamento no uso dos recursos naturais disponíveis, de modo a assegurar o equilíbrio entre qualidade ambiental e o desenvolvimento social, além de servir de referência para auxiliar trabalhos futuros que envolvam o planejamento ambiental em bacias hidrográficas sob a luz da Geoeecologia das Paisagens.

Palavras-chave: Geoeecologia das Paisagens. Bacia hidrográfica. Uso do solo.

ABSTRACT

The environmental problems caused by the indiscriminate use of natural resources are increasingly evident and result in losses of both natural and social nature. Therefore, It's needed to create mechanisms that minimize and / or solve the problems caused by the use of those resources, in which environmental planning studies are an instrument to be used in this process. The watershed, in turn, has been adopted as a basic planning unit, due to its systemic character that allows an integrated analysis of the elements it composes. In order to provide theoretical and methodological bases for environmental planning in watershed, the studies accomplished in the light of the Geocology of Landscape are quite efficient, through the integrated analysis of the relationship between society and nature. In this context, the present research aimed to delimit the geocological units of the Upper Course of the Potengi-RN watershed (ACBHRP-RN), which is mainly inserted in the administrative limits of the cities: Cerro Corá/RN, São Tomé/RN and Barcelona/RN. In recent years, new economic activities have been established in this part of the basin, a factor that highlights the need for studies that analyze local environmental conditions and indicate efficient ways of using available natural resources. The methodology was divided into four steps, based on the geocological foundations, which are: organization and event, analysis and association of data, diagnosis and propositions. To this end, the data about the physical, environmental and socioeconomic aspects of the study area were gathered and guided from the elaboration of charts, tables, graphs and cartographic products on a scale of 1:250,000. The results of the analyzes evaluated the delimitation of the geocological units of the ACBHRP-RN: Depression with Agricultural Use, Western Slopes of Borborema with Sources, Eastern Slopes of Borborema with Strongly Wavy Relief, Eastern Slopes of Borborema / Cidade de Pedras, Wind Plateaus, Plateaus for Agricultural and Mining Use, Fluvial Plain / APP; Serra de Santana / Source Areas and Polênga River Valley. Subsequently, they were affected as potentialities and limitations related to use of the soil in each geocological unit, in addition to the proposition of integrated actions for use in environmental planning projects by the social groups which work in the study area. It is hoped that the techniques used, the materials obtained and the proposals made during the dissipated research can contribute to a better use of the available natural resources, in order to guarantee the balance between environmental quality and social development, besides serving as a reference for future auxiliary works involving environmental planning in watersheds according to the Geocology of Landscape.

Keywords: Geocology of Landscape. Watershed. Soil use.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | | |
|------------|--|-----|
| Figura 1- | Mapa de localização do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi – RN. | 19 |
| Figura 2 | (a) Ilustração de bacia hidrográfica em perspectiva. | 28 |
| (b)- | b) Relevo em curvas de nível e seção transversal, representando elementos da bacia hidrográfica. | |
| Figura 3- | Estrutura organizacional do SINGREH. | 30 |
| Figura 4- | Fluxograma dos procedimentos metodológicos da pesquisa. | 41 |
| Figura 5- | Visita ao Geossítio Serra Verde – Cerro Corá/RN. | 43 |
| Figura 6- | Delimitação analógica das unidades geomorfológicas. | 47 |
| Figura 7- | Mapa das unidades geológicas do ACBHRP-RN. | 54 |
| Figura 8- | Mapa altimétrico do ACBHRP-RN. | 57 |
| Figura 9- | Mapa de declividade do ACBHRP-RN. | 58 |
| Figura 10- | Mapa de unidades geomorfológicas do ACBHRP-RN. | 59 |
| Figura 11- | Mapa de distribuição pluviométrica do ACBHRP-RN. | 64 |
| Figura 12- | Mapa de condições dos ventos do ACBHRP-RN. | 65 |
| Figura 13- | Mapa de rede de drenagem do ACBHRP-RN. | 68 |
| Figura 14- | Mapa dos equipamentos hídricos do ACBHRP-RN. | 69 |
| Figura 15- | Mapa das classes de solo do ACBHRP-RN. | 71 |
| Figura 16- | Mapa de cobertura do solo do ACBHRP-RN. | 74 |
| Figura 17- | a) Rocha polida para indicar a presença de água. b) Pinturas rupestres localizadas no Geossítio Serra Verde. | 75 |
| Figura 18- | Aerogeradores do Parque Eólico Pedra Rajada II – Cerro Corá/RN. | 85 |
| Figura 19- | a) Nascente do Rio Potengi; b) Serra Verde; c) Cruzeiro – Cerro Corá/RN. | 86 |
| Figura 20- | Mapa das unidades geoecológicas do ACBHRP-RN. | 103 |
| Figura 21- | Bloco diagrama do ACBHRP-RN. | 104 |
| Figura 22- | Perfis topográficos associados ao uso do solo nas unidades geoecológicas do ACBHRP-RN. | 107 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | | |
|------------|--|----|
| Gráfico 1- | Acumulados de chuva anuais no período entre 1992 e 2018 nos municípios de Cerro Corá/RN, São Tomé/RN e Barcelona/RN. | 61 |
| Gráfico 2- | Acumulados de chuva mensais no ano de 2019 nos municípios de Cerro Corá/RN, São Tomé/RN e Barcelona/RN. | 62 |
| Gráfico 3- | População Urbana x Rural nos municípios de Cerro Corá/RN, São Tomé/RN e Barcelona/RN a em 2010. | 78 |
| Gráfico 4- | Produção das lavouras temporárias em Cerro Corá/RN, São Tomé/RN e Barcelona/RN em 2017. | 81 |
| Gráfico 5- | Pecuária nos municípios que compõem o ACBHRP-RN. | 82 |
| Gráfico 6- | Abastecimento de água nos municípios que compõem o ACBHRP-RN. | 87 |
| Gráfico 7- | Instalações sanitárias nos municípios que compõem o ACBHRP-RN. | 89 |
| Gráfico 8- | Destinação dos resíduos sólidos nos municípios que compõem o ACBHRP-RN. | 90 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|------------|---|----|
| Tabela 1- | Quantidade de rios por ordem de drenagem do ACBHRP-RN. | 66 |
| Tabela 2- | Equipamentos hídricos por municípios do ACBHRP-RN. | 66 |
| Tabela 3- | Associação classes aos tipos de uso e ocupação do solo. | 72 |
| Tabela 4- | População residente nos municípios que compõem o ACBHRP-RN. | 78 |
| Tabela 5- | Situação dos domicílios nos municípios que compõem o ACBHRP-RN. | 79 |
| Tabela 6- | Pecuária nos municípios que compõem o ACBHRP-RN. | 82 |
| Tabela 7- | Extração vegetal municípios que compõem o ACBHRP-RN. | 83 |
| Tabela 8- | Condição dos produtores rurais nos municípios que compõem o ACBHRP-RN. | 84 |
| Tabela 9- | Abastecimento de água nos municípios que compõem o ACBHRP-RN. | 87 |
| Tabela 10- | Instalações sanitárias nos municípios que compõem o ACBHRP-RN. | 88 |
| Tabela 11- | Destinação dos resíduos sólidos nos municípios que compõem o ACBHRP-RN. | 89 |

LISTA DE QUADROS

| | | |
|-----------|--|-----|
| Quadro 1- | Função das entidades do SINGREH. | 30 |
| Quadro 2- | Fontes e tipos de dados usados na pesquisa. | 43 |
| Quadro 3- | Unidades litoestratigráficas do ACBHRP-RN. | 51 |
| Quadro 4- | Potencialidades de uso nas unidades geológicas do ACBHRP-RN. | 112 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-----------|--|
| ANA | Agência Nacional de Águas |
| ANEEL | Agência Nacional de Energia Elétrica |
| APP | Área de Proteção Permanente |
| ACBHRP-RN | Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi-RN |
| BHRP | Bacia Hidrográfica do Rio Potengi |
| CAERN | Companhia de Água e Esgotos do Rio Grande do Norte |
| CBH | Comitê de Bacia Hidrográfica |
| CEEIBH | Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas |
| CERH | Conselho Estadual de Recursos Hídricos |
| CRESESB | Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito |
| CNRH | Conselho Nacional de Recursos Hídricos |
| CPRM | Serviço Geológico do Brasil |
| DNAEE | Departamento Nacional de Águas e Energia |
| DNOCS | Departamento Nacional de Obras Contra as Secas |
| EMBRAPA | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária |
| EMPARN | Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte |
| ESA | European Space Agency |
| ENOS | El Niño-Oscilação Sul |
| GPS | Global Positioning System |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| IDHM | Índice de Desenvolvimento Humano Municipal |
| IDW | Inverse Distance Weighting |
| IGARN | Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte |
| INPE | Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais |
| MMA | Ministério do Meio Ambiente |
| ONG's | Organizações Não-Governamentais |
| PIB | Produto Interno Bruto |
| PDI | Processamento Digital de Imagens |
| PERH | Política Estadual de Recursos Hídricos |

| | |
|---------|--|
| PEVS | Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura |
| PNM | Pressão ao Nível do Mar |
| PNRH | Política Nacional de Recursos Hídricos |
| RMN | Região Metropolitana de Natal |
| SAAE | Serviços Autônomos de Água e Esgoto |
| SIG | Sistema de Informação Geográfica |
| SRH | Secretaria de Recursos Hídricos |
| SEMARH | Secretaria de Estado Meio Ambiente e Recursos Hídricos |
| SIDRA | Sistema IBGE de Recuperação Automática |
| SINGREH | Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos |
| SIGERH | Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos |
| SRTM | Shuttle Radar Topography Mission |
| TGS | Teoria Geral dos Sistemas |
| TSM | Temperatura da Superfície do Mar |
| USGS | United States Geological Survey |
| UTM | Universal Transversa de Mercator |
| VCAN | Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis |
| ZCIT | Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 19 |
| 2. BASES TEÓRICAS..... | 23 |
| 2.1. A ABORDAGEM SISTÊMICA NOS ESTUDOS AMBIENTAIS | 23 |
| 2.1.1. Os estudos da paisagem e a influência da Geoecologia..... | 24 |
| 2.2. A BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO..... | 27 |
| 2.2.1. Aporte teórico sobre bacias hidrográficas | 28 |
| 2.2.2. Aspectos legais sobre recursos hídricos | 29 |
| 2.2.3. O planejamento ambiental em bacias hidrográficas | 34 |
| 2.3. A GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS COMO SUBSÍDIO PARA O ESTUDO INTEGRADO DA BACIA HIDROGRÁFICA | 36 |
| 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS..... | 40 |
| 3.1. FASE DE ORGANIZAÇÃO E INVENTÁRIO..... | 40 |
| 3.2. FASE DE ANÁLISES E ASSOCIAÇÃO DOS DADOS | 45 |
| 3.3. FASE DE DIAGNÓSTICO | 48 |
| 3.4. FASE DE PROPOSIÇÕES..... | 49 |
| 4. ASPECTOS AMBIENTAIS DO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POTENGI – RN (ACBHRP-RN)..... | 50 |
| 4.1. ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS..... | 50 |
| 4.2. ASPECTOS CLIMÁTICOS E HIDROLÓGICOS | 61 |
| 4.3. ASPECTOS PEDOLÓGICOS E COBERTURA DA TERRA | 71 |
| 4.5. ASPECTOS ECONÔMICOS E POPULACIONAIS..... | 78 |
| 4.6. CONDIÇÕES SANITÁRIAS..... | 88 |
| 5. UNIDADES GEOECOLÓGICAS NO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POTENGI – RN (ACBHRP-RN): COMPARTIMENTAÇÃO E DIAGNÓSTICO DE SUAS POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES | 93 |

| | |
|--|------------|
| 5.1. UNIDADES GEOECOLÓGICAS DO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POTENGI-RN (ACBHRP-RN) | 93 |
| 5.1.1. Encostas da Borborema com Nascentes | 95 |
| 5.1.2. Serra de Santana/Área de Nascentes..... | 96 |
| 5.1.3. Planície Fluvial/APP..... | 96 |
| 5.1.4. Encostas da Borborema/Cidade de Pedras | 97 |
| 5.1.5. Planalto dos Ventos | 98 |
| 5.1.6. Encostas com Relevo Fortemente Ondulado..... | 100 |
| 5.1.7. Vale do Rio Polênga..... | 100 |
| 5.1.8. Planaltos de Uso Agropecuário e Mineração | 101 |
| 5.1.9. Depressão com Uso Agropecuário | 102 |
| 5.2. DIAGNÓSTICO DAS POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES DAS UNIDADES GEOECOLÓGICAS DO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POTENGI-RN (ACBHRP-RN) | 106 |
| 5.3. PROPOSTAS DE AÇÕES INTEGRADAS PARA UTILIZAÇÃO NO PLANEJAMENTO AMBIENTAL | 113 |
| 6. CONCLUSÃO..... | 117 |
| REFERÊNCIAS..... | 121 |

1. INTRODUÇÃO

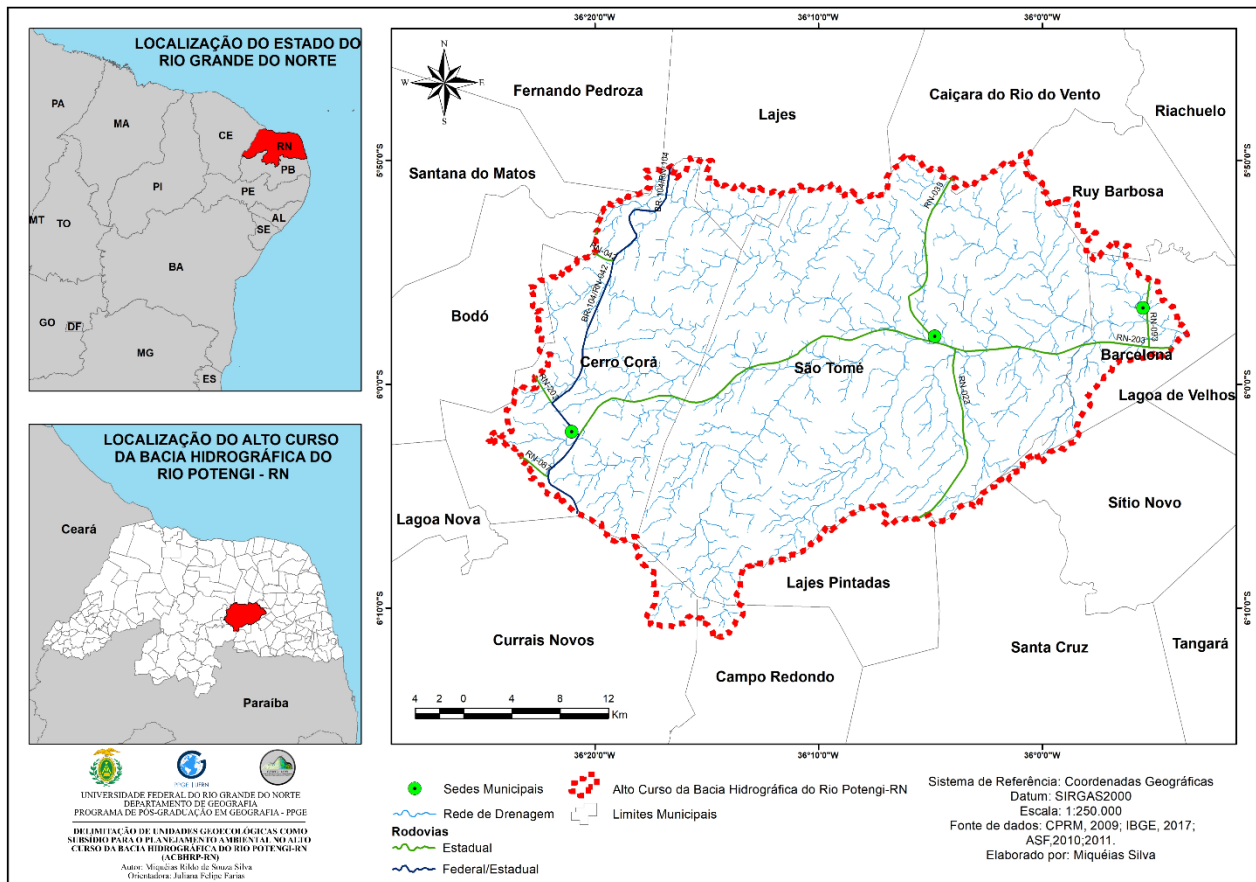
Os problemas ambientais causados por atividades antrópicas estão cada vez mais evidentes. O uso indiscriminado dos recursos naturais tem provocado sérios danos à sociedade, como a poluição das águas, o desmatamento, o uso intensivo do solo, dentre outros prejuízos causados pelo mau uso do meio ambiente.

Isso tem ocasionado não somente problemas ambientais, mas também sociais, pois o resultado do processo de degradação do meio ambiente atinge diretamente a população, como, por exemplo, as doenças relacionadas à água contaminada, a falta de água potável, a ocupação em áreas irregulares, o desmatamento de encostas e das matas ribeirinhas, além da degradação do solo por atividades que comprometem a sua qualidade. É possível observar que a maioria dos casos de degradação do meio ambiente é resultado da falta de planejamento que busque um modo de adequar o uso às limitações dos recursos naturais, garantindo também a qualidade de vida da população.

Nesse sentido, os estudos sobre planejamento ambiental servem como instrumento no processo de conscientização do uso adequado do solo, auxiliando na solução e mitigação dos problemas provocados pelo descaso para com as questões ambientais, através de métodos que envolvam uma série de procedimentos de coleta e análises de informações que contribuam para a formulação de alternativas, visando o melhor uso dos recursos naturais.

Nesta perspectiva, a pesquisa realizada consiste na delimitação de unidades geoecológicas como subsídio para o planejamento ambiental no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi-RN (ACBHRP-RN) (Figura 1). Esta parcela da bacia hidrográfica está inserida nas mesorregiões Central e Agreste Potiguar, nas microrregiões de Angicos, Agreste Potiguar, Borborema Potiguar, Serra de Santana e Seridó Oriental no estado do Rio Grande do Norte, abrangendo fragmentos da área de vários municípios, mas ocupando grande parte do território de Cerro Corá, São Tomé e Barcelona.

Figura 1 - Mapa de localização do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi – RN.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Bacia Hidrográfica do Rio Potengi (BHRP) é considerada uma das principais bacias hidrográficas do Rio Grande do Norte (RN), ocupando uma área de 4.093 km², correspondente a cerca de 7,7 % do território estadual (SEMARH, 1998). A relevância desta bacia, especialmente do rio que a nomeia, para Natal e sua região metropolitana se dá pelo fato de que o Potengi é considerado como elemento fundamental para a população da capital do estado, uma vez que diversos setores da economia utilizam-se dele para desenvolvimento de suas atividades, a exemplo do principal porto do RN, a produção de camarão e demais usos, como as instalações da Marinha do Brasil. Além disso, há de se considerar as belezas naturais do estuário, como os mangues, por exemplo, e a população ribeirinha, que se vale do rio para garantir seu sustento através da pesca.

O ACBHRP-RN se caracteriza como uma área de recarga hídrica, fazendo deste um espaço de grande significância. Esta parcela da bacia possui uma área de 1.333,82 km², correspondendo a 32,59% de sua área total, e está inserida em uma região que sofre com intensos períodos de estiagem, de forma que o mau uso dos recursos, principalmente dos mananciais, pode acarretar problemas ambientais irreversíveis. É possível perceber que, do ponto de vista da

urbanização, o alto curso se encontra menos degradado em relação ao médio e baixo curso da BHRP, pois estes últimos se encontram em forte processo de degradação ambiental, ocasionado principalmente pelo crescimento da Região Metropolitana de Natal (RMN).

Atualmente, o alto curso tem sido alvo de interesse de outras atividades econômicas, como a atividade eólica, incorporada no litoral setentrional do RN em meados de 2004, mas que já passa a se instalar no interior do estado, onde destaca-se a região serrana na qual a área de estudo está inserida, localizada próximo à Serra de Santana-RN. Estas práticas podem comprometer as condições ambientais das nascentes da bacia, tendo em vista que os equipamentos são instalados em áreas de relevo mais acentuado, à montante dos canais fluviais, e, caso haja algum impacto negativo, motivado pela alteração das condições naturais do ambiente, pode haver comprometimento de todo o sistema que está à jusante, afetando a disponibilidade dos recursos naturais para a população local, principalmente, no que se refere aos recursos hídricos.

Desta forma, esta pesquisa busca contribuir na construção de um planejamento ambiental no intuito de diminuir a degradação dos recursos naturais pelas atividades antrópicas desenvolvidas na área de estudo, além de identificar a necessidade de conservação de áreas essenciais para qualidade dos mananciais e nascentes do ACBHRP-RN. A utilização dos recursos naturais assim como sua conservação deve acontecer de forma planejada, a fim de evitar impactos negativos que interfiram de modo significativo no bem-estar da população e na qualidade dos recursos naturais.

Neste contexto, a pesquisa será norteadada pelos seguintes questionamentos: Como a delimitação de unidades geológicas pode contribuir para a gestão ambiental e desenvolvimento do uso consciente dos recursos naturais do ACBHRP-RN? Quais são as atividades desenvolvidas na área de estudo? Em que medidas tais atividades provocam impactos ambientais? Que tipo de ação pode auxiliar o desenvolvimento de uma gestão ambiental integrada no ACBHRP-RN?

Diante dos questionamentos pontuados e da problemática apresentada, este trabalho tem como objetivo geral a delimitação das unidades geológicas do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi-RN (ACBHRP-RN). Para isso, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Analisar a organização espacial dos aspectos físicos e socioeconômicos da área de estudo;
- Identificar os impactos causados pelas atividades presentes no ACBHRP-RN;
- Apresentar as potencialidades e as limitações das unidades geológicas do ACBHRP-RN em relação aos tipos de uso e ocupação do solo.

- Definir estratégias que auxiliem na criação de um planejamento ambiental com ações integradas no ACBHRP-RN.

Para responder os questionamentos da pesquisa proposta e, conseqüentemente, atingir os objetivos definidos, o trabalho foi dividido em 5 (cinco) capítulos, além da conclusão, buscando apresentar de forma fluida e sistematizada os resultados alcançados durante a execução do projeto.

No capítulo 1, é feita uma introdução ao trabalho, apresentando os aspectos gerais da pesquisa, como a problemática, os questionamentos e os objetivos, de modo a situar o leitor em relação à localização da área de estudo.

Em seguida, no capítulo 2, são registradas as bases teóricas que fundamentaram a pesquisa, atentando para a aplicabilidade da abordagem sistêmica nos estudos ambientais e dando destaque para a influência da Geoecologia no estudo da paisagem, além de discutir a importância da utilização da bacia hidrográfica em iniciativas de planejamento ambiental e como a Geoecologia das Paisagens e as geotecnologias podem ajudar nesse processo.

Depois, no capítulo 3, são apresentados os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa, os quais foram subdivididos em 3 fases, sendo elas: organização e inventário, análises e associação dos dados, diagnóstico e, por fim, as proposições.

Posteriormente, no capítulo 4, é realizada uma caracterização dos aspectos naturais e socioeconômicos, respectivamente, da área de estudo.

Finalmente, após a apresentação dos aspectos naturais e sociais que compõem os tópicos anteriores, no capítulo 5, trata-se da compartimentação das unidades geológicas do ACBHRP-RN, definidas a partir da análise dos dados obtidos durante a pesquisa, buscando expor estratégias que auxiliem no processo de gestão e/ou planejamento ambiental da área de estudo, tendo como instrumento as unidades geológicas definidas anteriormente.

2. BASES TEÓRICAS

Com o intuito de fundamentar a pesquisa quanto aos aspectos teóricos utilizados, neste capítulo, buscamos expor os conceitos e as abordagens que ajudam a explicar o contexto na qual a problemática desta pesquisa está inserida. Para tanto, discutimos vários temas relacionados à delimitação das unidades geoecológicas no ACBHRP-RN, como: a importância da abordagem sistêmica nos estudos ambientais, demonstrando a aplicabilidade dos estudos da paisagem e geoeecologia; a utilização da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, expondo como este recorte espacial pode ser trabalhado no planejamento ambiental e como os recursos hídricos são vistos do ponto de vista legislativo; como a Geoeecologia das Paisagens pode auxiliar na integração dos estudos de bacia hidrográfica e, por fim, o apoio das Geotecnologias neste processo.

2.1. A ABORDAGEM SISTÊMICA NOS ESTUDOS AMBIENTAIS

Para a elaboração de estudos ambientais são utilizados diversos dados, constituídos de diferentes naturezas. Este caráter específico motiva a necessidade de uma integração entre os dados, que busque criar uma organização dos diversos aspectos trabalhados. É nesse contexto que a abordagem sistêmica assume um papel importante no processo, uma vez que busca fornecer subsídios para as análises ambientais.

A Teoria Geral dos Sistemas (TGS) – idealizada pelo biólogo Ludwig von Bertalanffy nos anos 1930 – foi bastante difundida e influenciou diversos ramos da ciência, dentre elas a Geografia. De acordo com Gregory (1992), a perspectiva sistêmica na Geografia, principalmente em relação ao ramo físico, foi aceita devido ao seu caráter unificador e que, de certa forma, retardou ou reverteu a tendência de individualizar os ramos da Geografia Física. O autor, porém, chama a atenção para o perigo de utilizar esta abordagem apenas de forma superficial e estática, ignorando a dinamicidade, característica de um sistema.

Assim, faz-se necessário compreendermos a noção de sistema e como este pode ser concebido nos sistemas ambientais. Para Christofolletti (1980, p. 1) um sistema pode ser definido como “um conjunto de elementos e das relações entre si e os seus atributos”. Alguns aspectos devem ser considerados para entendermos um objeto do ponto de vista sistêmico, como a matéria, referente ao material transportado; a energia, responsável por impulsionar os processos; e a estrutura, que corresponde à organização dos elementos que compõem o sistema (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A análise destes pontos é importante, pois permite entender a dinâmica dos sistemas e, conseqüentemente, o seu funcionamento. Além disso, devemos considerar a noção de escala, principalmente na análise ambiental, uma vez que um sistema menor pode estar inserido em um maior, como, por exemplo, uma vertente dentro de uma bacia de drenagem (CHRISTOFOLETTI, 1980;1999).

Essa forma de enxergar o mundo como sendo um todo integrado vem ganhando destaque nos últimos quatro decênios. Isto se dá devido à necessidade de haver uma interação entre os sistemas ambientais e os sistemas econômicos que possibilite a manutenção de condições adequadas à sociedade (CHRISTOFOLETTI, 1999; ZACHARIAS, 2010). É a partir desse momento que o homem é inserido nas discussões ambientais, que, anteriormente, possuíam apenas um caráter ecológico, marcado por um posicionamento bastante preservacionista. Nesse contexto, surge o conceito de desenvolvimento sustentável, em que a utilização racional dos recursos naturais pelas atividades humanas e o entendimento da relação sociedade/natureza ganham relevância (ROSS, 2006).

Segundo Veiga (2010), a vinculação entre a temática econômica e a ambiental, inerente à noção de desenvolvimento sustentável, deve relacionar pelo menos três campos, a saber: o dos comportamentos humanos, econômicos e sociais; o da evolução da natureza e o da configuração social do território. Em cada uma dessas esferas atuam disciplinas específicas. Ainda de acordo com Veiga (2010, p. 188), “é evidente que esses três âmbitos se relacionam, interagem e se sobrepõem, afetando-se e condicionando-se mutuamente”. Esta afirmação exprime, claramente, a propriedade sistêmica presente na relação entre sociedade e natureza.

A aplicabilidade da utilização dos sistemas nas análises geográficas se mostra viável, uma vez que este tipo de abordagem permite compreender a interação entre os componentes do espaço geográfico, que, segundo Santos (2006, p. 39), pode ser definido como “um conjunto indissociável, solidário e também contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como o quadro único no qual a história se dá”. A ideia de integração deste autor expressa que, para compreender os elementos que compõem o espaço geográfico, é preciso também analisarmos as suas relações de forma sistêmica.

2.1.1. Os estudos da paisagem e a influência da Geoecologia

A paisagem é um termo utilizado por diversas ciências, no entanto, com diferentes significados, sendo relacionado, na maioria das vezes, com o aspecto visual e estético de algum

ambiente. Na Geografia, o seu conceito passou a ser trabalhado não somente por seu caráter cênico, mas por uma estrutura complexa desde o século XVIII, a partir dos escritos do geógrafo alemão Alexander von Humboldt (1769-1859), e, anos mais tarde, pelo francês Paul Vidal De La Blache (1845-1918) e pelo americano Carl O. Sauer (1889-1975) (CAVALCANTI, 2018).

Porém, a partir dos anos 60, com as contribuições da escola russo-soviética, os estudos da paisagem ganharam ainda mais abrangência, destacando-se a proposta de Sotchava (1977) sobre os geossistemas, na qual se buscou aplicar a TGS nas pesquisas geográficas, entendendo a superfície terrestre a partir de uma visão sistêmica. Nesta abordagem, o conceito de paisagem é utilizado para classificar e hierarquizar áreas homogêneas que, ao considerá-las como sistemas, deve ser analisada sua estrutura e dinâmica, entendendo as atividades humanas como agentes atuantes nos processos existentes na relação sociedade/natureza (ZACHARIAS, 2010).

Para Sotchava, o geossistema corresponde a uma área da superfície terrestre, independente da sua dimensão, na qual seja possível diferenciar um tipo de relações entre os elementos da natureza e, desse modo, observar a integridade deste espaço em relação às áreas que o circundam, levando em consideração também a influência socioeconômica nas estruturas e características espaciais (CHRISTOFOLETTI, 1999; CAVALCANTI, 2013). Sendo assim, o geossistema pode ser entendido como um espaço composto por elementos que estão interligados entre si e organizados de forma estruturada, no qual os processos e as ações são responsáveis por manter as relações entre estes elementos e o funcionamento desse sistema.

É válido mencionar que as pesquisas sobre a paisagem não ficaram restritas à escola soviética, uma vez que a escola francesa também ofereceu grande contribuição, influenciando fortemente os estudos referentes à geografia brasileira. Destacam-se as obras de Bertrand (1968), o qual elaborou uma proposta metodológica de classificação taxonômica para representar a paisagem em níveis temporo-espaciais, e de Tricart (1977), que estruturou a classificação ecodinâmica.

Diante das inúmeras definições sobre a paisagem na geografia, podemos identificar uma característica comum a este conceito, isto é, a ideia de que é, na paisagem, que estão expressas as interações entre os aspectos naturais e as atividades humanas (MAXIMIANO, 2004). Segundo a definição elaborada por Bertrand (1971), a paisagem é

Uma determinada porção do espaço, o 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. [...] É preciso frisar bem que não se trata somente da paisagem 'natural', mas da paisagem total integrando todas as implicações da paisagem antrópica. (BERTRAND, 1971, p.141)

Para Sauer (1925 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 39), a paisagem é formada pela “combinação de elementos materiais e de recursos naturais, disponíveis em um lugar, como as obras humanas correspondendo ao uso que deles fizeram os grupos culturais que viveram neste lugar”. Neste sentido, a relação sociedade/natureza é revelada na paisagem onde a interação entre o meio físico e as ações do homem moldam-na.

As mudanças promovidas pelos processos naturais e antrópicos, somadas à interdependência dos componentes da paisagem, fazem com que esta possua um caráter estrutural, além de apresentar um aspecto dinâmico e evolutivo. Partindo dessa perspectiva, Rodriguez, Silva e Cavalcante (2007, p.18) entendem a paisagem como “um conjunto inter-relacionado de formações naturais e antroponaturais”.

Assim, na busca pela compreensão do funcionamento e da estrutura dos elementos que formam a paisagem, surge a necessidade de se utilizar uma abordagem que contemple o caráter sistêmico e integrado de análise da relação entre os aspectos da natureza e da sociedade (FARIAS, 2015). Dentre as inúmeras linhas de pensamento que empregam a abordagem sistêmica na geografia, optamos por seguir o enfoque geocológico, já que entendemos que sua aplicabilidade permite o alcance de uma visão holística do ambiente.

Segundo Rodriguez e Silva (2013), o cientista russo Dokuchev foi responsável por fundamentar a Geoecologia no final do século XIX, utilizando-se da ecologia da paisagem, e, inserindo a análise sobre uso da natureza, o homem e a sociedade. Outro cientista que influenciou esta abordagem foi o alemão Karl Troll, com a proposição de complexos naturais, entendendo a paisagem natural como resultado da inter-relação entre os seres vivos e o ambiente que habitam. Inicialmente, esta abordagem foi nomeada por Troll como Ecologia da Paisagem, contudo, anos depois, foi renomeada para Geoecologia (CHRISTOFOLETTI, 1999; RODRIGUEZ; SILVA, 2013).

De acordo com Cavalcanti (2014, p. 22), a Geoecologia “busca a compreensão não apenas da organização espacial (estrutura), mas também do funcionamento, evolução e planejamento das paisagens”. Logo, esta abordagem se mostra relevante no que se refere à busca de uma forma de utilização consciente dos recursos naturais à medida que considera não apenas o aspecto físico da paisagem, mas também sua dinâmica.

Em suma, a Geoecologia das Paisagens, como é denominada atualmente, procura analisar como estão organizados os sistemas naturais, formados por unidades espaciais que se relacionam de forma complexa, e compreendendo que os sistemas humanos têm a capacidade de

modificá-los, segundo os aspectos políticos, sociais, econômicos e culturais, podendo variar de acordo com as escalas espaciais e temporais (RODRIGUEZ; SILVA; 2013).

Atualmente, a Geoecologia das Paisagens tem sido disseminada, sobretudo, pelas obras de Rodriguez; Silva; Cavalcanti (2007) e Rodriguez; Silva (2013), que expõem os aspectos teórico-metodológicos desta abordagem e demonstram como ela pode ser utilizada, principalmente, no processo de gestão e planejamento ambiental. Assim sendo, compreendemos que a aplicação desta abordagem na análise do ACBHRP-RN permitirá o alcance dos objetivos pretendidos, auxiliando na compreensão da estrutura e dinâmica das unidades geoecológicas da área de estudo.

2.2. A BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO

A bacia hidrográfica tem sido constantemente utilizada como unidade espacial de análise ambiental, principalmente, por possuir uma característica sistêmica que permite realizar a interação entre os aspectos físicos e sociais. De acordo com Botelho & Silva (2011), foi a partir da década de 60 que a Geografia Física passou a reconhecer a bacia hidrográfica como unidade espacial, sendo, nos últimos anos, reconhecida pelos demais ramos das Ciências Ambientais como célula básica de análise, dada a possibilidade de conhecer e avaliar os processos que ocorrem nesse sistema.

A fim de minimizar os impactos causados pelo uso indiscriminado dos recursos naturais pelas atividades humanas, sobretudo, no que se refere aos recursos hídricos, e visando promover uma gestão adequada quanto ao uso e ocupação do solo, a bacia hidrográfica passou a ser adotada a nível global como unidade de planejamento (COSTA; MOSCHINI; LORANDI, 2016). Isso se dá pelo fato de que qualquer tipo de uso e ocupação do solo obrigatoriamente está inserido no interior de alguma bacia hidrográfica e de que as interações decorrentes desta relação entre os elementos físicos e as ações antrópicas podem ser observadas no exutório da bacia, uma vez que todos os fluxos são transportados para o rio principal (TUCCI; MENDES, 2006). Em razão disso, todos os eventos que ocorrem em uma bacia hidrográfica, sejam eles de origem natural ou antrópica, acabam por interferir de modo significativo na dinâmica deste sistema e na quantidade e qualidade de suas águas.

Nos próximos subtópicos, serão expostas questões sobre definições e o funcionamento das bacias hidrográficas, além de discussões a luz da legislação sobre os recursos hídricos e como

esta unidade espacial é utilizada nos estudos de planejamento ambiental, inserindo o ACBHRP-RN-RN neste contexto.

2.2.1. Aporte teórico sobre bacias hidrográficas

Assim como o conceito de paisagem, a bacia hidrográfica também possui diversas definições, uma vez que esta também é utilizada como unidade espacial de análise por diversos ramos da Ciência Ambiental. Segundo Farias (2015) as definições seguem geralmente duas linhas de pensamento, a saber: as de natureza mais técnica e física, levando em consideração questões sobre as formas e o funcionamento da bacia e; as que possuem caráter mais integrado, que expressam a inter-relação entre os diversos elementos e variáveis que constituem a bacia, aliando os aspectos físico-ambientais e socioeconômicos.

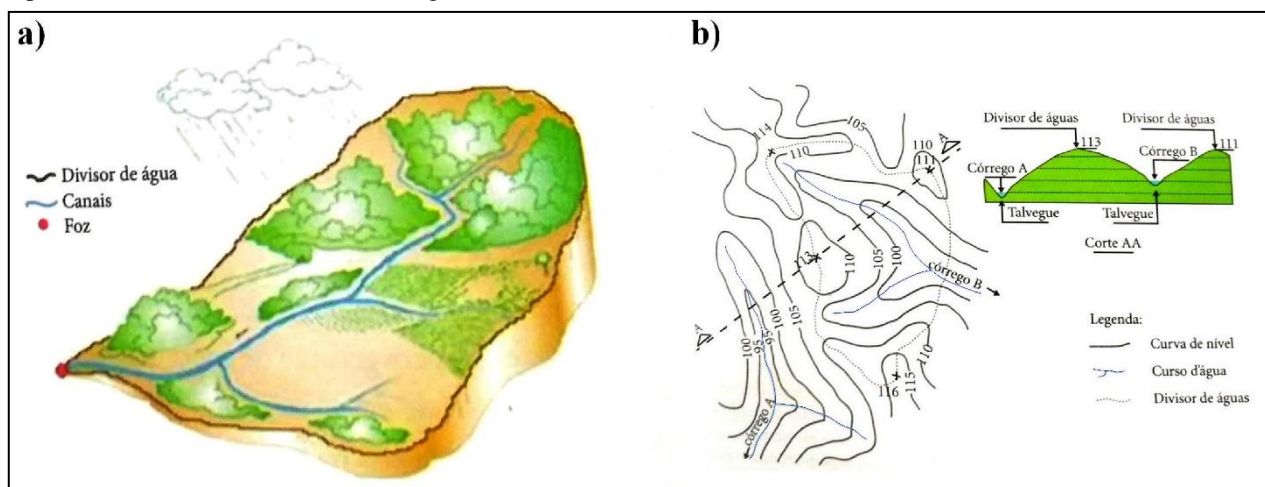
Conforme a definição de Tucci (1997, p. 40)

A bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. A bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório.

Em sua definição de bacia hidrográfica, percebe-se que o autor, ao representar o caminho que a água percorre na superfície dessa unidade espacial, demonstra como ocorre o *input* e o *output* do fluxo nesse sistema. Outro aspecto relevante na definição de bacia hidrográfica é a geomorfologia, que também é contemplada na definição anterior e que fica evidente nos conceitos expostos por Garcez & Alvarez (1988), quando os autores consideram a bacia hidrográfica como uma estrutura com áreas que possuem uma declividade no sentido de alguma seção transversal e que seja delimitada e fechada pela topografia em um ponto do curso d'água, onde toda a vazão afluente é descarregada nesse mesmo ponto.

O escoamento dos fluxos na superfície acontece por meio da gravidade, até chegar a alguma drenagem, seja ela natural ou artificial, indo em direção a foz (Figura 2a) (BIELENKI JUNIOR; BARBASSA, 2012). Na Figura 2b, pode-se observar a área de contribuição de uma bacia hidrográfica, com a representação do relevo usando curvas de nível e da criação de uma seção transversal, que possibilita identificar, através desse perfil topográfico, elementos relevantes como os divisores de água e os talvegues.

Figura 2 - a) Ilustração de bacia hidrográfica em perspectiva. b) Relevo em curvas de nível e seção transversal, representando elementos da bacia hidrográfica.



Fonte: Adaptado de Bielenki Junior & Barbassa (2012).

No entanto, entende-se que a bacia hidrográfica deve ser pensada não apenas sobre o viés físico, mas também considerando as ações humanas nesta parcela do espaço, tendo em vista que as alterações dos elementos naturais promovidas pelo homem têm sido cada vez mais evidentes. Partindo dessa perspectiva, Rodriguez; Silva; Leal (2011), sob a égide da Geoecologia das Paisagens, defendem que a bacia hidrográfica deve ser considerada como um sistema ambiental, por entender que nesta unidade espacial há uma interação complexa entre os componentes naturais e socioeconômicos.

Nesse sentido, a partir de uma visão sistêmica de bacia hidrográfica é possível pensá-la como uma unidade territorial, onde identifica-se diversas feições ambientais homogêneas, como a paisagem, por exemplo, auxiliando na análise dos recursos hídricos, seja de ordem quantitativa ou qualitativa, o que a torna uma unidade espacial básica utilizada no processo de planejamento e gestão ambiental (RODRIGUEZ; SILVA; LEAL, 2011).

Para que os recursos hídricos sejam utilizados de uma forma eficiente, é necessário que haja uma regulamentação que ampare e garanta a qualidade e disponibilidade deste bem. Assim, foram criadas um conjunto de leis federais, estaduais e municipais para que se fizessem cumprir estas metas.

2.2.2. Aspectos legais sobre recursos hídricos

O interesse na criação de estratégias para regulamentar e gerir os recursos hídricos no Brasil é relativamente recente, iniciado na primeira metade do século XX. Durante o período

colonial, não havia instrumentos de controle de uso dos recursos naturais, devido a disponibilidade abundante destes bens no vasto território brasileiro. Porém, com o crescimento populacional em alguns centros urbanos e o início da industrialização, houve também um aumento na demanda de água que impôs a necessidade de garantir o fornecimento regular desse recurso, além da criação de instrumentos legais que auxiliassem o gerenciamento (MMA, 2006).

Nesse contexto, surgem alguns instrumentos que deram início ao processo de gerenciamento dos recursos hídricos a nível nacional, dentre os quais destaca-se o Decreto Federal no 24.643, de 10 de julho de 1934, conhecido como Código de Águas. Durante a vigência dessa lei, o gerenciamento se restringia apenas a sede do Poder Público, atuando apenas na autorização de uso, fiscalização, interdição de obras, multas, dentre outras ações, nas quais as questões sobre os recursos hídricos eram tratadas apenas em relação aos setores que demandavam a utilização da água em seu processo produtivo, tais como agricultura, hidrelétrico e/ou em estratégias de combate à seca ou inundações (TUCCI; HESPANHOL; NETTO, 2003; MMA, 2006). Outros marcos deste período que merecem destaque foram a criação da Diretoria de Águas do Ministério da Agricultura (1933), do Departamento Nacional de Águas e Energia – DNAEE (1965) e a instauração do Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas - CEEIBH (1978).

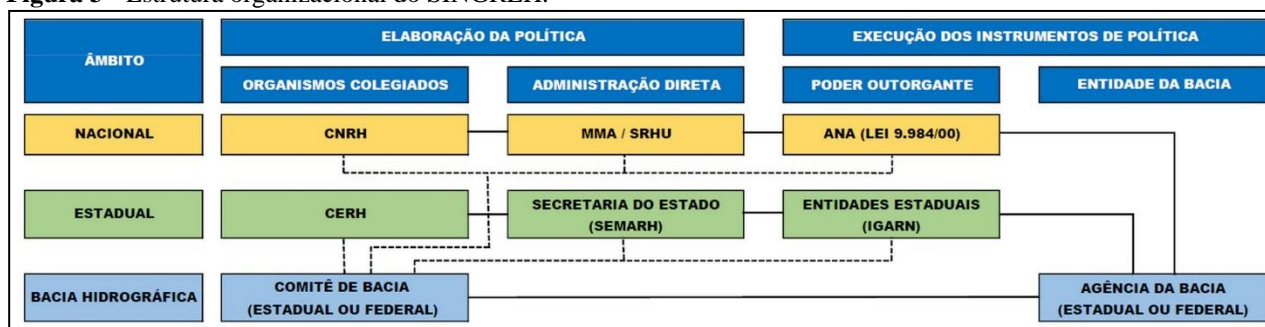
Apenas a partir dos anos 70, impulsionadas pelo crescimento de conflitos sobre o uso da água, é que se iniciaram as discussões acerca da utilização da bacia hidrográfica como unidade básica de gerenciamento dos recursos hídricos (TUCCI; HESPANHOL; NETTO, 2003). Dessa forma, buscou-se criar uma estratégia para suprir as necessidades do cenário em questão, promovendo debates com o objetivo de elaborar uma Política Nacional de Recursos Hídricos, dentre os quais podemos destacar o Seminário Internacional de Recursos Hídricos, realizado em Brasília no ano de 1983, que influenciou a criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), incluso na Constituição Federal de 1988.

Com a inserção desse tema na CF de 1988, os recursos hídricos passaram a ser considerados de uma forma mais integrada, descentralizada, uma vez que neste documento se instituiu o SINGREH, conforme mencionado acima, originando, anos depois, a Lei Nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997, que estabeleceu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Além disso, a partir da Constituição, são definidos os critérios de outorga sobre o uso da água e o fim do formato de propriedade privada dos recursos hídricos, ficando responsável por seu domínio: a União, quando uma bacia hidrográfica está localizada entre mais de uma Unidade da Federação ou em fronteira com outro país; e os Estados, quando a bacia está completamente inserida em seu território.

A PNRH traz em seu escopo instrumentos que buscam promover uma gestão integrada dos recursos hídricos, dentre os quais destacam-se o enquadramento dos corpos de água em relação aos principais usos, a outorga de direito e a cobrança pela utilização da água, a elaboração de planos de recursos hídricos e a criação de sistemas de informação.

Esta integração se dá pelo SINGREH através da articulação de diversas entidades nas esferas nacional, estadual, além da bacia hidrográfica, que compõem a estrutura organizacional desse sistema de gerenciamento (Figura 3). O sistema é formado pelos Conselhos Nacional e Estadual de Recursos Hídricos (CNRH; CERH), as Secretarias em âmbito nacional e estadual, a Agência Nacional de Águas (ANA), as entidades estaduais, os comitês e as agências da bacia, podendo estes dois últimos serem de domínio federal ou estadual.

Figura 3 - Estrutura organizacional do SINGREH.



Fonte: Organizado pelo autor.

A cada componente do sistema compete a realização de determinada atividade, que juntos formam o gerenciamento de forma integrada e descentralizada dos recursos hídricos. No quadro 1, podemos observar a função de cada entidade do SINGREH.

Quadro 1 - Função das entidades do SINGREH.

| ENTIDADE | FUNÇÃO |
|--|---|
| Conselhos Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) | É o órgão superior do sistema, sendo responsável por coordenar os planejamentos nacional, estaduais e dos setores usuários, formados pelas entidades que compõem o SINGREH, além de formular a PNRH, conforme a Lei no 9.433/1997. |
| Conselhos Estadual de Recursos Hídricos (CERH) | Tem a obrigação de decidir sobre os critérios e as normas relativos às indicações da Política Estadual de Recursos Hídricos presentes nos Planos Estaduais, além das regras sobre a outorga e a cobrança pelo uso dos recursos hídricos e dos outros. Também fica a cargo dos conselhos estaduais a aprovação dos comitês de bacia dos rios de domínio da Unidade da Federação. |

| | |
|---------------------------------------|---|
| Secretaria de Recursos Hídricos (SRH) | De acordo com o Decreto nº 5.776, de 12/05/2006, compete-lhe monitorar o funcionamento do SINGREH; promover a integração da gestão de corpos de água com a gestão ambiental; coordenar a elaboração e auxiliar no acompanhamento da implementação do Plano Nacional; promover o auxílio técnico-científico no tocante à PNRH; possibilitar a elaboração de estudos técnicos e a solução de problemas relacionados a recursos hídricos em cooperação com entidades em diferentes âmbitos; estruturar a criação de planos, programas e projetos a nível nacional sobre águas subterrâneas e monitorar o implementação de suas ações integradas sobre recursos hídricos. |
| Agência Nacional de Águas (ANA) | Criada pela Lei nº 9.984, de 17/07/2000, está encarregada de executar a PNRH através da integração com outras entidades, públicas ou privadas que compõem o SINGREH. Dentre suas atribuições, destacam-se: a supervisão, o controle e a avaliação das ações das atividades resultantes do cumprimento da lei federal sobre as águas, além da outorga e da fiscalização da utilização dos recursos hídricos de domínio da União, gerando a cobrança pelo uso da água com auxílio dos Comitês de Bacia Hidrográfica. Além disso, a agência atua em ações de auxílio em casos de inundação e seca. |
| Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) | São órgãos compostos por diversas representações, que estão inseridas na bacia hidrográfica, tais como: organizações civis, usuários e membros do poder público. Cabe aos comitês viabilizar discussões sobre questões referentes aos recursos hídricos e coordenar a atuação dos membros que o compõe, gerenciando a administração com intuito de minimizar e solucionar os conflitos relacionados ao uso da água. Também é de sua responsabilidade aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia e conduzir sua execução, indicando medidas que possibilitem a execução de seus objetivos. |
| Agência da Bacia | Estas entidades são responsáveis por dar suporte administrativo, técnico e financeiro aos Comitês de Bacia, ficando a seu cargo a execução das ações, planos e projetos aprovados pelos comitês. |

Fonte: Organizado pelo autor com base no Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH).

O funcionamento correto destes órgãos tem o intuito de garantir os objetivos do SINGREH, que são: coordenar o gerenciamento integrado; resolver de forma administrativa os conflitos referentes aos recursos hídricos; executar a PNRH; planejar, regulamentar e monitorar a utilização, preservação e a recuperação das águas, além de proporcionar a cobrança pelo uso desse bem. Vale salientar que tais ações devem estar associadas a outras políticas de preservação e conservação ambiental.

No contexto do Rio Grande do Norte, a Lei Estadual nº. 6.908/1996, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos

Hídricos (SIGERH), é o marco regulatório do gerenciamento dos recursos hídricos do Estado. Essa lei surgiu antes mesmo da legislação nacional (Lei 9.433/1997).

A aplicação da PERH foi regulamentada pelo Decreto do Estado de nº 13.283/1997, no qual são determinadas as normas para concessão da outorga para o uso das águas de domínio do Estado e o licenciamento para as obras de distribuição de recursos hídricos. Outro Decreto que merece destaque é o de nº 13.284/1997, que institui o SIGERH, composto pelo Conselho Estadual; a Secretaria de Estado Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH), os Comitês de Bacia e o Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN).

A SEMARH e o IGARN assumem um importante papel na gerência dos recursos hídricos do estado, sendo o primeiro responsável pela atualização do PERH e do sistema de informações, além de coordenar as ações de planejamento, execuções de projetos de infraestrutura do sistema hídrico, licenciamento de obras em mananciais subterrâneos ou superficiais e fornecer a outorga de direito de utilização dos recursos hídricos. Já o IGARN, criado pela Lei nº 8.086/2002, é responsável por monitorar e fiscalizar os recursos hídricos, fornecendo ao sistema gestor aporte técnico e operacional. Juntos, esses órgãos fornecem informações que irão auxiliar os comitês de bacias existentes no estado.

Atualmente, o Rio Grande do Norte possui quatro comitês de bacia hidrográfica dos seguintes rios: o Apodi-Mossoró, o Ceará-Mirim, o Pitimbu e o Piancó-Piranhas-Açu. Desses, apenas o comitê de bacia do Piancó-Piranhas-Açu é de domínio federal, pois ocupa uma área que abrange tanto o território potiguar como também o paraibano.

A BHRP ainda não possui um comitê, previsto no planejamento da SEMARH desde o ano de 2014. Segundo uma reportagem do *GIRN* de 14 fevereiro de 2019, expõe uma ação do Ministério Público Federal (MPF) para a criação do comitê de bacia do Potengi, com o intuito de garantir a integração dos municípios que compõem a bacia hidrográfica e possibilitar a eficiência no processo de proteção e uso consciente dos recursos hídricos.

Além dos órgãos que compõem o SINGREH existem outras entidades que dão suporte a ações relacionadas com os recursos hídricos, tais como: o Exército e o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) em nível nacional; a Defesa Civil e as concessionárias como a Companhia de Água e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN) e os Serviços Autônomos de Água e Esgoto (SAAE) no âmbito estadual e no cenário local as prefeituras, autoridades políticas e religiosas.

Todos esses instrumentos têm como objetivo fundamental proporcionar uma gestão adequada dos recursos hídricos, principalmente no que se refere a segurança hídrica, uma vez que

grande parte do Rio Grande do Norte sofre com constantes períodos de escassez, ao mesmo tempo que existe uma alta demanda de água (FARIAS; AMORIM; SARAIVA JUNIOR, 2018).

2.2.3. O planejamento ambiental em bacias hidrográficas

O crescimento de problemas ambientais tem ocasionado prejuízo não só aos recursos naturais, mas também do ponto de vista econômico e social. A poluição de corpos d'água, ocupação em áreas irregulares, desmatamento, solos degradados, são alguns exemplos do resultado da ausência de uma organização em relação ao uso dos recursos disponíveis.

Dessa forma, fica evidente a necessidade de que haja ações que busquem solucionar este tipo de problema utilizando como instrumento estudos de planejamento ambiental, visando criar alternativas a partir da análise de dados de natureza variada, gerando informações que permitam a utilização adequada dos recursos naturais.

De acordo com Santos (2004, p.28),

O planejamento ambiental consiste na adequação de ações à potencialidade, vocação local e à sua capacidade de suporte, buscando o desenvolvimento harmônico da região e a manutenção da qualidade do ambiente físico, biológico e social [...] Trabalha, enfaticamente, sob a lógica da potencialidade e fragilidade do meio, definindo e espacializando ocupações, ações e atividades, de acordo com essas características.

Segundo Silva; Rodríguez e Leal (2011), o planejamento ambiental visa constituir uma organização funcional e espacial de uma área específica em relação às características dos sistemas naturais, principalmente, no que se refere aos ecos e aos geossistemas (SILVA; RODRIGUEZ; LEAL, 2011). Para estes autores, o planejamento ambiental é visto como:

- Instrumento da política ambiental em conformidade com o padrão de desenvolvimento pretendido;
- Auxílio vinculado ao processo de tomada de decisão;
- Exercício técnico-intelectual, utilizado para delinear as diretrizes e planejar a utilização do território, espaços, paisagens e características da gestão ambiental;
- Caminhamento para integrar as ações dos agentes econômicos e os sistemas naturais.

Ross (2006), por sua vez, ressalta a importância de analisar de forma integrada as potencialidades e as fragilidades ambientais presentes na relação sociedade/natureza. O planejamento ambiental deve, portanto, contemplar um conteúdo que viabilize tanto a conservação,

a preservação e a recuperação de elementos naturais, como também a promoção do desenvolvimento socioeconômico de uma forma sustentável.

Assim, o planejamento ambiental consiste em um processo de coleta e organização de informações, analisadas sob uma ótica sistêmica, que possibilita determinar o estado da realidade de um local e, ao mesmo tempo, indicar o caminho a ser seguido em relação ao uso adequado dos recursos.

A partir do ponto de vista de que a construção de um planejamento ambiental deve ser feita sob uma perspectiva sistêmica, tendo em vista que é necessária a integração de uma gama de dados de natureza distinta, a bacia hidrográfica é considerada nos dias atuais como unidade básica de planejamento, conforme já mencionamos anteriormente.

A particularidade sistêmica da bacia hidrográfica permite que se identifique mais facilmente as relações entre os aspectos físico-ambientais e socioeconômicos, onde as interações e os fenômenos ocorridos no seu interior podem ser analisados pelo *input* e *output* desse sistema (SANTOS, 2004).

Uma das etapas do planejamento ambiental consiste na delimitação de unidades espaciais, identificadas a partir da correlação das informações de forma integrada. Estas parcelas denominadas unidades de paisagem apresentam uma certa homogeneidade fisionômica e fornece subsídios para entender o desenvolvimento de suas fragilidades e potencialidades, tanto do ponto de vista dos recursos naturais, como das atividades humanas inseridas nestes espaços (ROSS, 2006). As unidades de paisagem, por sua vez, são reconhecidas no cenário internacional como a base para a elaboração de métodos e alternativas do planejamento ambiental e territorial (RODRIGUEZ; SILVA E LEAL, 2012).

Para Dibieso (2013, p.223), com o intuito de auxiliar no processo de planejamento e gestão ambiental da bacia hidrográfica é realizada a

Compartimentação da paisagem em segmentos denominados unidades de paisagem ou ambientais. Para estas unidades devem ser estabelecidas diretrizes, metas e normas específicas para as diferentes porções do território, buscando garantir maior eficácia na recuperação, conservação e proteção dos recursos hídricos.

Dos variados aportes teórico-metodológicos empregados no planejamento ambiental, o que utiliza a paisagem é capaz de integrar e sintetizar a análise, ao considerar a unidade formada pela relação dialética entre os componentes dos sistemas naturais e antropológicos naturais (RODRIGUEZ; SILVA, 2013).

Para Nascimento (2011), as bacias hidrográficas como configurações funcionais para o planejamento envolvem as paisagens, onde acontecem as interações entre os componentes ambientais, demonstrando a eficiência dessa unidade espacial no processo de aproveitamento da capacidade de suporte dos elementos naturais, destacando os recursos hídricos como componente imprescindível à manutenção da vida e como matéria-prima essencial para as atividades produtivas.

Atualmente, uma abordagem que tem mostrado eficiência nestes estudos de planejamento ambiental é a Geoecologia das Paisagens, sendo bastante utilizada, inclusive, em estudos de bacias hidrográficas, devido ao caráter integrador de suas análises. Dentre esses trabalhos, podemos destacar Rodríguez; Silva e Leal (2011), Silva e Rodríguez (2014), Farias (2015), Trombeta e Leal (2016) e Teixeira; Silva e Farias (2017).

2.3. A GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS COMO SUBSÍDIO PARA O ESTUDO INTEGRADO DA BACIA HIDROGRÁFICA

Diante do exposto, vimos que a principal preocupação no processo de gestão e planejamento ambiental é garantir a integração dos componentes desse sistema ambiental. Dessa forma, a Geoecologia das Paisagens surge como uma abordagem teórico-metodológica que oferece um enfoque sistêmico e interdisciplinar adequado, auxiliando as bases essenciais para o planejamento ambiental (SILVA *et al*, 2010).

De acordo com Rodriguez e Silva (2013), essa abordagem fornece as bases teóricas e metodológicas para a análise ambiental, através de criação de conceitos e procedimentos utilizados no planejamento e na gestão ambiental.

A Geoecologia das Paisagens é uma ciência ambiental, que oferece uma contribuição essencial no conhecimento da base natural do meio ambiente. Propicia, ainda, fundamentos sólidos na elaboração das bases teóricas e metodológicas do planejamento e gestão ambiental e na construção de modelos teóricos para incorporar a sustentabilidade ao processo de desenvolvimento (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2007, p. 07).

Para Silva e Rodríguez (2014, p. 11), “a Geoecologia das Paisagens, por seu caráter sistêmico, que engloba a complexidade das interações Sociedade e natureza, têm contribuído, nesse sentido, ou seja, na construção de modelos de planejamento e gestão ambiental de bacias hidrográficas”.

A utilização dessa abordagem nos estudos integrados, mais especificamente no planejamento ambiental de bacias hidrográficas, tem como principal finalidade estruturar uma organização dos aspectos sociais e ambientais, visando a promover o equilíbrio de determinada área, buscando a racionalidade e a estabilidade dos elementos do espaço natural e das paisagens de diversos espaços (TROMBETA; LEAL, 2016).

Assim, a Geoecologia das Paisagens apresenta um grande potencial no que se refere a organização de um planejamento ambiental adequado, por fornecer um aporte teórico e metodológico que leva em consideração o caráter interdisciplinar e multiescalar, característico deste processo (AUGUSTO, 2016).

Dessa forma, a compartimentação e classificação das unidades de paisagem sob o viés da Geoecologia das Paisagens, servirão como subunidades de planejamento e gestão, para subsidiar as ações de planejamento ambiental, principalmente em relação às bacias hidrográficas (RIBEIRO, 2012).

As denominadas unidades geoecológicas são propostas por Rodriguez; Silva e Cavalcanti (2007) em duas etapas: a regionalização da paisagem e as unidades locais da paisagem. A compartimentação destas unidades leva em consideração os aspectos geomorfológicos da paisagem, tendo em vista que, no relevo, fica mais expressa a homogeneidade fisionômica, além de ser mais fácil de perceber pela visão humana (ROSS, 1997).

Após delimitação das unidades geoecológicas é realizada a análise das condições ambientais, geomorfológicas, geológicas, pedológicas, climáticas, hidrológicas e fitogeográficas, além dos aspectos socioeconômicos, através de dados econômicos, educacionais, saneamento, culturais, etc. Todos estes dados devem ser relacionados a partir de uma análise integrada, buscando identificar as formas de uso e ocupação e suas potencialidades e limitações, para promover o conhecimento minucioso da área de estudo em questão, resultando na elaboração de propostas de ações e diretrizes para o planejamento ambiental (TEIXEIRA; SILVA; FARIAS, 2017).

Silva e Rodríguez (2014) destacam que a escala de análise estabelecida em relação a bacia hidrográfica se dá devido a sua dimensão territorial e, através enfoque geoecológico da paisagem, é possível realizar uma compartimentação quanto as suas variadas feições paisagísticas naturais e culturais.

Portanto, a Geoecologia das Paisagens se mostra bastante eficiente no processo de construção de modelos de planejamento e gestão de bacias hidrográficas, uma vez que seu aporte metodológico permite a associação de conhecimentos técnicos, potencial administrativo e a possibilidade de envolvimento comunitário nas análises (SILVA; RODRIGUEZ, 2014).

Dentre as técnicas que auxiliam no processo de desenvolvimento dos planos para a gestão de bacias hidrográficas, com base na Geoecologia das Paisagens, está a cartografia de paisagens, que fornece uma visão integrada dos elementos e processos do ambiente, através da geração de mapas construídos sob uma perspectiva geossistêmica da paisagem e que são utilizados como base no planejamento ambiental (AUGUSTO, 2016).

A cartografia das paisagens consiste na última etapa da diferenciação e classificação das unidades de paisagem, a qual é materializada através de mapas temáticos a aplicação dos métodos de distinção das paisagens. Estes produtos cartográficos são elaborados desde a fase de trabalho de campo até o produto final, referente ao mapa síntese (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2007).

Com o avanço tecnológico dos dias atuais, surgiram várias possibilidades no processo de análises espaciais, contribuindo inclusive para o desenvolvimento de técnicas que envolvem a cartografia de paisagens. Augusto (2016, p.146) cita o exemplo da utilização de uma das técnicas das chamadas geotecnologias, o geoprocessamento, que, “aproveitando as possibilidades de aplicação do aparato teórico-metodológico da Geoecologia das Paisagens, possui grande potencial de contribuição à temática ambiental”.

Segundo Rosa (2005, p. 81), “as geotecnologias são o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica”. No interior desta temática, existem outros elementos que compõe as geotecnologias, como as técnicas de sensoriamento remoto, o uso dos SIGs (Sistema de Informações Geográficas) e o uso do GPS (*Global Positioning System*).

De acordo com Mendonça (2011, p. 4), estas ferramentas “auxiliam no planejamento de atividades de campo, no desenvolvimento de sistemas de monitoramento da paisagem e no planejamento de estratégias de conservação e preservação dos recursos naturais”.

O uso do Sensoriamento Remoto, por exemplo, no processo de obtenção dos dados da superfície terrestre, tem bastante relevância, pois permite uma melhor visualização da paisagem, tanto no ponto de vista espacial, como no temporal, permitindo analisar a dinâmica de diversos fenômenos, em abordagens que vão da escala global para a escala local. Por isso, este tipo de ferramenta possibilita monitorar grandes mudanças na paisagem, além de prever a evolução no padrão da mesma (SOARES FILHO, 1998).

Além disso, a utilização das geotecnologias, sobretudo nos estudos sobre recursos hídricos, tem bastante relevância e aplicabilidade, já que o processo de gestão de recursos hídricos

requer a combinação de uma série de dados, tanto de aspectos físicos, como também de aspectos sociais, econômicos e políticos.

E, finalmente, o uso de SIGs permite não só a reunião destes dados e o processamento dos mesmos, através das técnicas de geoprocessamento, como também facilitam as análises relevantes no gerenciamento dos recursos dentro de unidade de planejamento como a bacia hidrográfica (BIELENKI JÚNIOR, 2012).

Concluimos, assim, que a utilização destas ferramentas tem contribuído bastante com os estudos ambientais, principalmente pela possibilidade de reunir e relacionar uma diversidade de dados necessários para o desenvolvimento das pesquisas. Além disso, a disponibilização de dados, de equipamentos e de SIGs são cada vez maiores, o que aumenta a viabilidade da utilização destes instrumentos.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

No processo de planejamento ambiental, baseado nos fundamentos da Geoecologia das Paisagens, deve-se buscar compreender a organização e a relação entre os elementos que compõem o sistema, com o objetivo de contribuir com a construção um de quadro estável e racional tanto do ponto de vista territorial, como ambiental. Dessa forma, os procedimentos metodológicos têm de seguir os passos que possibilitem colocar em prática uma série de operações incluídas nas etapas de investigação (RODRIGUEZ; SILVA, 2013).

Partindo dessa perspectiva, os procedimentos técnicos-operacionais na pesquisa estão dispostos em fases, adaptados da proposta de Farias (2015) para o processo de investigação em planejamento ambiental. O trabalho foi dividido em 4 (quatro) fases, a saber: a) fase de organização e inventário, em que foram reunidos todos os dados e informações utilizados no trabalho; b) fase de análises e validação dos dados, na qual todo o material obtido na etapa anterior foi analisado de forma integrada; c) a fase de diagnóstico, em que foram estabelecidos os resultados das análises realizadas; e, d) a fase de proposições, na qual foram elencadas sugestões de ações que auxiliem o processo de planejamento ambiental. É válido mencionar que a figura 4 expõe o fluxo de procedimentos que foram realizados durante as fases metodológicas da pesquisa.

Para tanto, foram levantados dados de diversas naturezas a fim de realizar uma verificação inicial do ACBHRP-RN, pois, de acordo com Klink (1981), reunir informações, conhecer previamente a área e analisar produtos cartográficos é o primeiro passo da abordagem geoecológica.

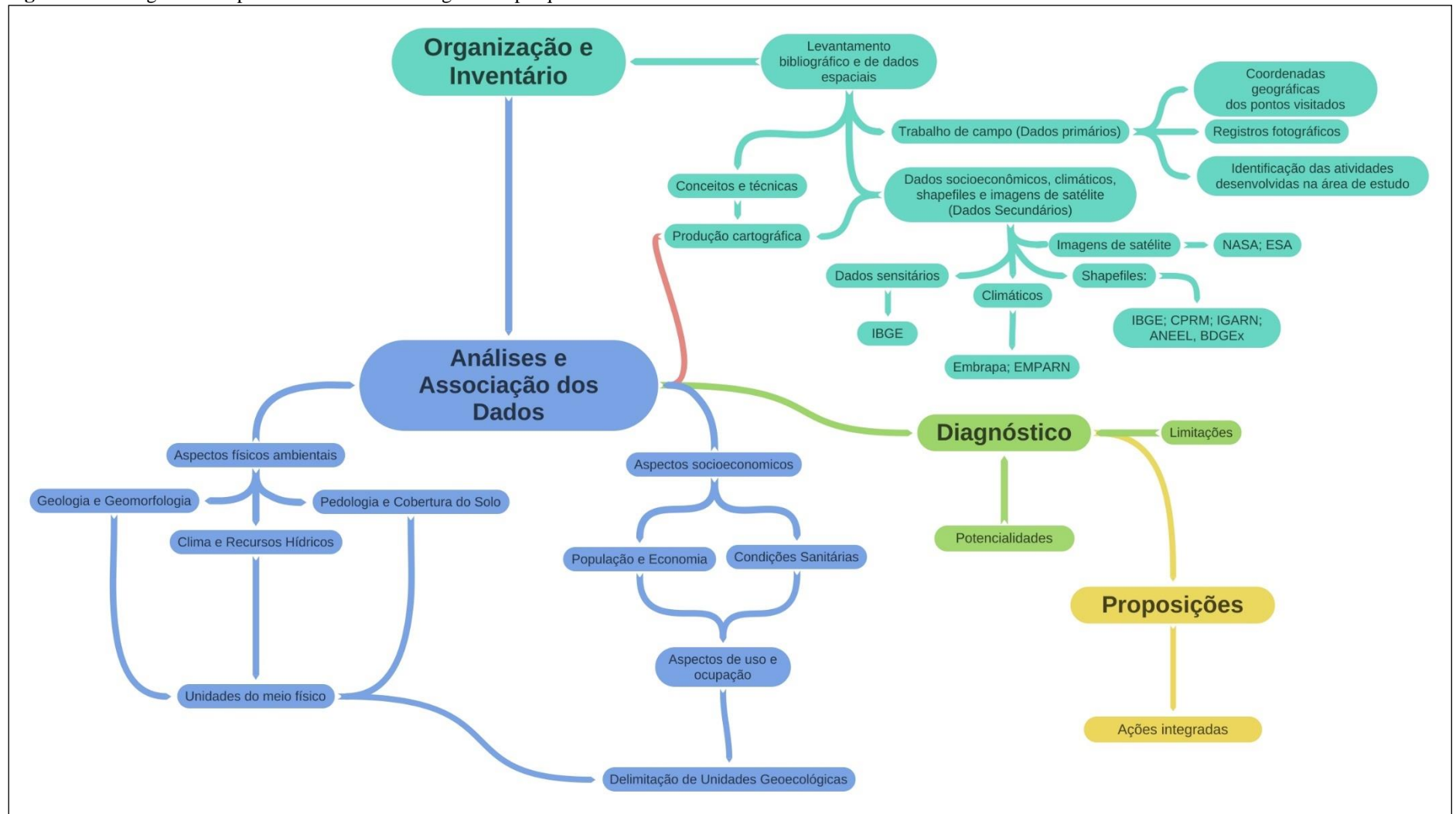
3.1. FASE DE ORGANIZAÇÃO E INVENTÁRIO

Nesta etapa, foram reunidos dados e informações que subsidiaram a realização da pesquisa, através de levantamentos bibliográficos sobre os temas trabalhados, e foi realizada a busca de dados secundários sobre aspectos socioeconômicos e físico-ambientais nas esferas nacional, estadual e municipal, possibilitando uma visão mais detalhada da área de estudo.

Dentre a bibliografia consultada, destacam-se as obras de Rodriguez; Silva; Cavalcanti (2007) e Rodriguez; Silva (2013), que fornecem informações não somente do ponto de vista teórico, mas também metodológico sobre a Geoecologia das Paisagens. Além disso, foram analisados conceitos que são essenciais para o embasamento teórico da pesquisa, tais como paisagem,

geossistema, planejamento ambiental, bacia hidrográfica e geotecnologias; seguida de uma revisão sobre as técnicas e os métodos que auxiliaram todo o processo de análise da área de estudo.

Figura 4 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos da pesquisa.



Fonte: Adaptado de Farias (2015).

Outros trabalhos importantes consultados nessa fase foram os de Cavalcanti (2013; 2014), Sochava (1977), Santos (2004), Ross (2009), Tucci (1997; 2001), Mendonça (2011), Moreira (2012), Gregory (1985).

A pesquisa documental sobre as características físicas e os aspectos socioeconômicos dos municípios que compõem o ACBHRP-RN foi realizada em órgãos como o Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte (IGARN), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito (CRESESB), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte S/A (EMPARN), Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Exército Brasileiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os dados espaciais utilizados nesta pesquisa também foram disponibilizados por esses mesmos órgãos.

Os produtos de sensoriamento remoto, por sua vez, foram obtidos a partir de instituições como o Serviço Geológico dos Estados Unidos (*United States Geological Survey - USGS*), no *Vertex (Alaska Satellite Facility – NASA)*, e a Agência Espacial Européia (*European Space Agency - ESA*). O quadro 2 reúne as informações acerca do tipo e fonte dos dados, além do modo como foram utilizados na pesquisa.

Quanto aos trabalhos de campo, eles foram divididos em dois momentos. O primeiro serviu para o reconhecimento inicial e o registro dos elementos físicos e antrópicos da área de estudo, sendo realizado nos dias 6 e 7 de julho de 2019. O segundo teve o intuito de verificar a precisão dos dados obtidos anteriormente, dando-se entre os dias 30 de outubro e 01 de novembro de 2019.

Durante as atividades, foram feitas anotações, registros fotográficos e coleta das coordenadas geográficas dos pontos visitados (Figura 5), que possibilitaram identificar os tipos de uso do solo e as condições ambientais da área de estudo. Para os registros fotográficos, foi utilizada uma câmera fotográfica *Canon SX530 HS* e um drone *DJI Phantom 4 Pro*, enquanto, para a coleta das coordenadas geográficas, foi utilizado o aplicativo *Mobile Topographer*, instalado em *smartphone*.

Figura 5 - Visita ao Geossítio Serra Verde – Cerro Corá/RN.



Fonte: Acervo do autor.

Quadro 2 - Fontes e tipos de dados usados na pesquisa.

| FONTE | DADO | TIPO DO DADO | APLICAÇÃO |
|---------------------|---|-----------------------------|--|
| IBGE | Limites municipais | Shapefile | Base dos mapas |
| | Unidades geomorfológicas | | Mapa de unidades geomorfológicas |
| | Associação de solos | | Mapa de associação de solos |
| | Dados censitários | Tabelas | Gráficos e tabelas sobre aspectos populacionais, econômicos e condições sanitárias |
| IGARN | Equipamentos hídricos | Shapefile | Mapa de equipamentos hídricos |
| ANEEL | Projetos de parques eólicos | Shapefile | Identificação das áreas de interesse da atividade eólica |
| Embrapa | Dados de precipitação | Tabelas | Mapa de distribuição pluviométrica |
| EMPARN | | | Gráfico de acumulados de chuva |
| CRESESB | Velocidade do vento a 50 metros de altura | KML | Mapa de condições de ventos |
| | Direção do vento | | |
| CPRM | Unidades geológicas | Shapefile | Mapa de unidades geológicas |
| Exército Brasileiro | Rede de drenagem | | Base dos mapas |
| USGS | Imagens SRTM | Imagens de Satélite (Radar) | Perfis topográficos |

| | | | |
|------|--|--|------------------------------|
| | Cenas: S06_W036; S06_W037; S07_w036; S07_W037 | | |
| NASA | Imagens ALOS PALSAR Cenas: 26445; 26693 | | Extração da rede de drenagem |
| | | | Mapa altimétrico |
| | | | Mapa de declividade |
| ESA | Imagens Sentinel 2 (MSI) Órbitas-Pontos: 24MYU/24MZU Data: 22/11/2019 | Imagens de satélite (sensor óptico) | Mapa de cobertura do solo |

Fonte: Organizado pelo autor.

3.2. FASE DE ANÁLISES E ASSOCIAÇÃO DOS DADOS

Nesta fase, os dados foram sistematizados de duas formas, sendo: na primeira, o material relacionado aos aspectos populacionais, socioeconômicos e de condições sanitárias foram organizados em tabelas e, posteriormente, transformados em gráficos; na segunda, os dados espaciais, referentes aos *shapefiles*, e as imagens de satélite foram importados para ambientes de Sistema de Informações Geográficas (SIG), ferramenta utilizada para a construção de um banco de dados geográficos, seu processamento e elaboração de produtos cartográficos. Vale salientar que, na fase de organização e inventário, foi elaborada uma produção cartográfica inicial, que serviu de auxílio no reconhecimento da área *in loco*.

Os dados referentes aos aspectos sociais, como população, atividades econômicas e condições sanitárias, foram coletados no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) e, em seguida, organizados em relação aos municípios de Barcelona/RN, Cerro Corá/RN e São Tomé/RN, que ocupam a maior parte do ACBHRP-RN.

O período de coleta dos dados socioeconômicos foi variado, de maneira que se deu conforme a disponibilidade de dados mais recentes possíveis. Os dados demográficos são referentes ao último censo, realizado pelo IBGE em 2010, enquanto os dados do Censo Agropecuário, realizado pela mesma instituição, correspondem ao ano de 2017. Já as informações sobre o Cadastro Nacional de Empresas e a Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS) são de 2017 e 2018, respectivamente.

Para a manipulação dos dados espaciais, optamos pela utilização de mais de um *software*, tendo em vista que cada um apresenta melhores resultados em determinados procedimentos. Assim, utilizamos três *software* do tipo SIG em suas respectivas versões, o QGIS

3.4, o SPRING 5.3 e o *Global Mapper* 10.02. O processamento se deu através da utilização de técnicas de geoprocessamento, além do Processamento Digital de Imagens (PDI), para a correção de erros e melhoria das imagens de satélite selecionadas no que tange à visualização. Além dos programas citados anteriormente, utilizamos o *Google Earth Pro*, para auxiliar na visualização de elementos da paisagem em locais de difícil acesso e apoiar o planejamento e a execução dos trabalhos de campo.

Todos os dados manipulados foram transformados para o sistema de referência geográfica do tipo plano, o Universal Transversa de Mercator (UTM), e Datum de referência SIRGAS 2000. Apesar da área de estudo estar localizada entre duas zonas UTM, a 24S e 25S, a primeira zona foi escolhida pelo fato de que a maior parte do ACBHRP-RN se encontrar dentro dela. A escolha por esse tipo de sistema de referência se deu principalmente por proporcionar o cálculo de áreas no SIG.

No QGIS foram manipulados todos os dados espaciais, realizando procedimentos de edição de arquivos vetoriais e *rasters*, além da elaboração dos *layouts* dos mapas produzidos. Outro produto gerado neste software foi o mapa de distribuição espacial da pluviosidade em 2019, por meio da interpolação dos dados pluviométricos das estações meteorológicas monitoradas pelo Sistema de Monitoramento Agrometeorológico – Agritempo/Embrapa nos municípios vizinhos e dos que compõem o ACBHRP-RN, utilizando como método interpolador a Ponderação do Inverso das Distâncias, ou IDW (*Inverse Distance Weighting*).

Na etapa de classificação de imagem de satélite, fez-se uma classificação não supervisionada. A escolha desse método se deu pelo fato de que algumas áreas do ACBHRP-RN apresentaram heterogeneidade em relação as respostas espectrais dos alvos, e a resolução das imagens obtidas impossibilitou a classificação supervisionada com precisão. Desta forma, optou-se pelo uso do classificador Isoseg, com limiar de aceitação de 99% e 9 interações, que permitiu a o agrupamento das informações espectrais dos alvos em áreas homogêneas, corrigindo as disparidades após a comprovação das informações em campo.

Este procedimento foi realizado no SPRING 5.3 e as imagens utilizadas foram obtidas pelo sensor MSI instalado no satélite Sentinel 2, com resolução espacial de 12 metros, referentes as órbitas/pontos 24MYU e 24MZU, datadas de 22 de novembro de 2019, para o mapeamento da cobertura do solo. Foi necessário a realização de um mosaico destas imagens para contemplar toda área de estudo. Para a identificação dos alvos e interpretação da imagem, optou-se em utilizar uma composição colorida nas cores verdadeiras, onde as bandas espectrais da imagem foram dispostas

nos canais RGB da seguinte forma: banda 4 no canal vermelho (Red), banda 3 no canal verde (Green) e banda 2 no canal azul (*Blue*).

O relevo da área de estudo foi um elemento importante analisado na pesquisa, uma vez que ele foi utilizado como critério de delimitação e mapeamento das unidades geológicas. Dessa forma, os procedimentos de delimitação da área da parcela da bacia, análise das altitudes, obtenção de declividades, extração da rede de drenagem e construção de um bloco diagrama, foram executados utilizando como produto base o Modelo Digital de Elevação (MDE) gerado no QGIS 3.4, através do uso das imagens de radar do satélite ALOS PALSAR.

Segundo Monteiro (2000), existem várias formas de representar a paisagem e uma delas, são os chamados perfis de paisagem, em que podemos analisar o comportamento do relevo em toda área de estudo, associando esta informação aos tipos de uso e cobertura do solo encontrados no caminho traçado. Este produto foi gerado através de dados altimétricos, onde inicialmente foram traçados o caminhamento dos perfis através da vetorização e a partir das imagens de radar do SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) e do processamento no *software Global Mapper 10.02*, sendo assim, foram confeccionados 7 perfis topográficos. Por fim, para construção do mapa de associação dos perfis topográficos com os tipos de uso e da representação do bloco diagrama, utilizou-se o *software* de edição de imagens *InkScape*.

A delimitação das unidades geomorfológicas seguiu a metodologia utilizada por Farias (2015), o qual obedeceu a critérios geomorfológicos e a junção de atributos similares da dinâmica e funcionamento da paisagem, relacionando aos principais aspectos naturais e tipos de uso e ocupação do solo.

Dessa forma, usamos como base para a delimitação unidades geológicas os dados das unidades geomorfológicas disponibilizadas pelo IBGE, na escala de 1:250.000 e, somado às informações obtidas em campo a respeito dos dados de uso e ocupação do solo no ACBHRP-RN, foi realizado previamente um esboço do mapa síntese, de forma analógica, utilizando a técnica de sobreposição de uma folha de papel vegetal aos mapas de unidades geomorfológicas, hipsometria e da imagem de satélite da área de estudo impressa (Figura 6). Em seguida, este esboço foi vetorizado em ambiente de SIG utilizando os mesmos dados citados anteriormente como guia para elaboração da delimitação das unidades.

Assim, chegamos ao número de nove unidades geológicas, a saber: Depressão com Uso Agropecuário; Encostas Ocidentais da Borborema com Nascentes; Encostas Orientais da Borborema com Relevo Fortemente Ondulado; Encostas Orientais da Borborema/Cidade de Pedras;

Planalto do Ventos, Planaltos de Uso Agropecuário e Mineração, Planície Fluvial/APP; Serra de Santana/Área de Nascentes e Vale do Rio Polênga.

Para uma melhor visualização os produtos cartográficos foram plotados em página do tipo A3 (29,7 cm x 42,0 cm), em uma escala de 1:250.000, como exceção do mapa com os perfis topográficos, que foi plotado em folha A2 (42,0 cm x 59,4 cm).

Figura 6 - Delimitação analógicas das unidades geomorfológicas.



Fonte: Acervo do autor.

3.3. FASE DE DIAGNÓSTICO

Após estes procedimentos, chegamos a fase de diagnósticos, na qual os dados, tanto de ordem física quanto social, foram interpretados de forma integrada a fim de compreender a dinâmica e o funcionamento das unidades geológicas encontradas na área de estudo. Através da interação entre os aspectos físicos e o uso e ocupação da área foram identificados os problemas ambientais causados pela utilização indevida do solo, além da seleção de elementos passíveis de conservação, com intuito de indicar as potencialidades e limitações de cada unidade geológica.

A alteração nos elementos do meio físico em determinado local pode acarretar impactos ao longo de toda a bacia e a realização de um diagnóstico sobre estes componentes aliado ao uso e

ocupação do solo se mostra essencial no processo de elaboração de ações de planejamento, visando a manutenção da disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos (NASCIMENTO, 2011).

A partir da identificação das limitações e potencialidades das unidades geológicas, foram realizadas análises sobre a viabilidade de ações que contribuam na construção de um planejamento ambiental de forma integrada no ACBHRP-RN, e possibilitem a criação de planos, programas ou mecanismos de regulação ambiental, garantindo assim o uso sustentável dos recursos naturais disponíveis na área de estudo, como também incentivar a manutenção e conservação dos mesmos, além de estimular ações de ordem social que beneficiem a população local.

3.4. FASE DE PROPOSIÇÕES

A fase de proposições corresponde a última etapa dos procedimentos metodológicos realizados na pesquisa e está relacionada com a elaboração de ações que auxiliem no processo de planejamento ambiental no ACBHRP-RN, a partir da Geoecologia das Paisagens.

Após a reunião, integração, análises e diagnóstico dos dados e informações obtidos nas fases anteriores, foi possível indicar práticas que visam o desenvolvimento sustentável da área de estudo, garantindo a disponibilidade de recursos naturais para o uso nas atividades exercidas pela população local.

Essas propostas foram desenvolvidas com a base nas potencialidades e limitações de cada unidade geológica, relacionadas aos tipos de uso do solo desenvolvidos nesta parcela da bacia, além de suas condições ambientais e socioeconômicas. Tais ações, por sua vez, têm como finalidade contribuir para a manutenção da qualidade ambiental e social do alto curso, buscando indicar as áreas que necessitam ser recuperadas, conservadas ou preservadas, além de orientar como e quais atividades devem ser desenvolvidas em determinado local, de modo que seja aproveitado seu potencial e respeitado suas limitações de uso.

Dessa forma, a expectativa é que estas informações sejam utilizadas por agentes que atuam na área de estudo, tais como os gestores dos municípios, empresas, líderes comunitários, professores e os próprios moradores, subsidiando ações de planejamento ambiental e no processo de tomada de decisões no que diz respeito ao uso destes espaços.

4. ASPECTOS AMBIENTAIS DO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POTENGI – RN (ACBHRP-RN)

Neste capítulo, apresentamos uma caracterização dos aspectos físico-ambientais do ACBHRP-RN, expondo como os elementos que compõem esta parcela da bacia hidrográfica estão dispostos espacialmente e relacionando-os com o intuito de compreender o funcionamento dos processos que atuam na formação das suas unidades geológicas. Além disso, serão apontados dados e informações referentes ao histórico de ocupação, aspectos econômicos, populacionais e das condições sanitárias dos municípios que compõem a área de estudo, a fim de investigar como estas características se comportam e influenciam as condições ambientais do ACBHRP-RN.

Para isso, foi realizado um levantamento sobre os elementos físicos tais como: as características geológicas, geomorfológicas, climáticas, hidrológicas, pedológicas e vegetacionais da região, além das informações quanto ao uso e cobertura do solo. A análise dessas características associadas à análise dos aspectos econômicos, populacionais e sanitários servirá para identificar as unidades geológicas da área de estudo.

4.1. ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS

O ACBHRP-RN está localizado quase que completamente no embasamento cristalino, abrangendo apenas uma pequena parcela da geologia de origem sedimentar da borda da Serra de Santana. A área de estudo está inserida entre o Domínio Rio Piranhas-Seridó (DPS) e o Domínio São José do Campestre (DJC), e é composta por 14 unidades litoestratigráficas, das quais serão descritas a seguir a partir das informações do Banco de Dados de Informações Ambientais (BDIA) do IBGE.

A unidade mais antiga corresponde ao Complexo Presidente Juscelino (A2j), datada da era Meso/Paleoarqueano, e apresenta uma coloração cinza e esbranquiçada, granulação de média a grossa, bandamento milimétrico bem desenvolvido, alterando petrograficamente desde biotita ortognaisses granodioríticos a biotita ortognaisses graníticos, com possibilidade de possuir hornblenda. Essa unidade ocorre em uma área de 15,22 km² a leste da área estudo, quase que inteiramente no território de Barcelona/RN.

O Complexo Serra Caiada (A34sc) também está localizado a leste do ACBHRP-RN, abarcando uma área de 32,88 km² entre os municípios de São Tomé e Barcelona. Essa unidade está

associada a período Neoarqueano e é constituída de migmatitos com paleossomas de hornblenda-ortognaisses tonalíticos e neossomas de composição quartzo feldspática.

Existem duas unidades datadas da era Paleoproterozoico do período Riaciono, o Complexo Caicó (PP2cai), distribuídas em parcelas que totalizam uma área de 242,27 km² e são compostas por biotita augen gnaisses e ortognaisses grossos de composição predominantemente granítica a granodiorítica, leucocráticos, com textura porfirogranoblástica a granonematoblástica, de coloração cinza clara ou rosada, ocasionalmente trazendo cristais de anfibólio, além do Complexo Santa Cruz (PP2sc) que é formado por um conjunto de ortognaisses, com variações desde tipos básicos até félsicos, desenvolvendo uma suíte calcialcalina de arcos magmáticos maduros, ocorrendo em uma área de 142,35 km². Essas unidades estão presentes principalmente em São Tomé/RN e ocorrem em grandes faixas alongadas com sentido sudoeste-nordeste.

A maioria das unidades litoestratigráficas presentes no ACBHRP-RN são datadas do período Ediacarano, da era Neoproterozoico. A Formação Seridó (NP3ss) se destaca, pois, possui uma área total de ocorrência de 680,31 km² e é formada por depósitos turbidíticos flyschóides dominados por micaxistos aluminosos e feldspáticos, localmente migmatizados e com pequenas intercalações de mármore, rochas calciossilicáticas, metaconglomerados polimíticos e ortoanfíbolitos. A Formação Sérido é considerada a unidade dominante do Grupo Seridó (NP3s), unidade superior que ocorre em pequenas parcelas ao sul de São Tomé/RN, totalizando uma área de 2,52 km². As formações Jucurutu (NP3sju), caracterizada por domínio de paragnaisses e com área de ocorrência de 71,84 km² e Equador (NP3sec), presente em 19,64 km² e com quartzitos variados, com intercalações de metaconglomerados mono e polimíticos, micaxistos e rochas calciossilicáticas na sua composição, também fazem parte do Grupo Seridó.

Ainda da mesma era e período das unidades anteriores estão presentes a Intrusiva Itaporanga (NP32(G)it), que se apresenta a leste do alto curso em uma área total de 41,67 km² e composta de granito e granodiorito, grossos a porfiríticos, com presença ou não de epídoto magmático, associados a diorito e fases intermediárias de mistura, calcialcalinos de alto K, metaluminosos, além de uma pequena parcela de 0,81 km² localizada ao norte de São Tomé/RN, referente a unidade de Granitóides Indiscriminados (Mp(G)i), formada por ortognaisses diversos e a Suíte Intrusiva Dona Inês (NP(G)2di), com ocorrências em Cerro Corá/RN e São Tomé/RN, das quais suas áreas somadas resultam num total de 74,54 km² e são formadas por biotita monzogranitos finos a médios, leucocráticos cinza claro, com algumas fácies apresentando granada e/ou muscovita.

A unidade com menor área de ocorrência é o Magmatismo Rio Ceará-Mirim (JK(B)c), com apenas 0,38 km² ao sul de São Tomé. Esta unidade está associada a era Mesozóica e o período

Cretáceo, tendo em sua composição basaltos, gabros, microgabros e diabásios, de coloração cinza-escura, granulação fina a média, homogêneos, faneríticos, com uma constituição mineralógica à base de anfibólio, piroxênio e plagioclásio, com cristais de sulfetos metálicos.

O Magmatismo Macau (E3(B)m) é datada da era Cenozóica e do período Paleógeno, ocorrendo em pequenas parcelas, duas delas localizadas na parte central de São Tomé/RN e um a oeste de Cerro Corá/RN. Possui uma área total de 0,99 km², sendo constituída principalmente por basaltos.

A unidade mais recente é a única de natureza sedimentar, que corresponde a Formação Serra dos Martins (ENsm), também da era Cenozóica, mas período Neógeno, localizada a oeste do alto curso em uma área de 4,89 km². Sua composição varia de acordo com as camadas de deposição. A base é composta por arenitos esbranquiçados, mal selecionados, localmente conglomeráticos, caulínicos, homogêneos, friáveis com camadas silicificadas, enquanto na porção intermediária estão presentes bancos de arenitos argilosos, homogêneos, de coloração amarela a vermelha, com grãos de quartzo subangulosos a arredondado e o topo é constituído por uma crosta laterítica de cor vermelha a roxa, seixos de quartzo angulosos, mal selecionados e cimento ferruginoso. No quadro 3 expõe-se a Era, Período, Idade e a Litologia que compõe cada unidade.

Na figura 7, correspondente ao mapa da geologia do ACBHRP-RN, vemos a distribuição das unidades litoestratigráficas na área de estudo, além das falhas geológicas existentes, que cruzam todo o alto curso no sentido sudoeste-nordeste, onde percebemos que a maior parte das unidades litoestratigráficas seguem esta mesma direção.

Quadro 3 - Unidades litoestratigráficas do ACBHRP-RN.

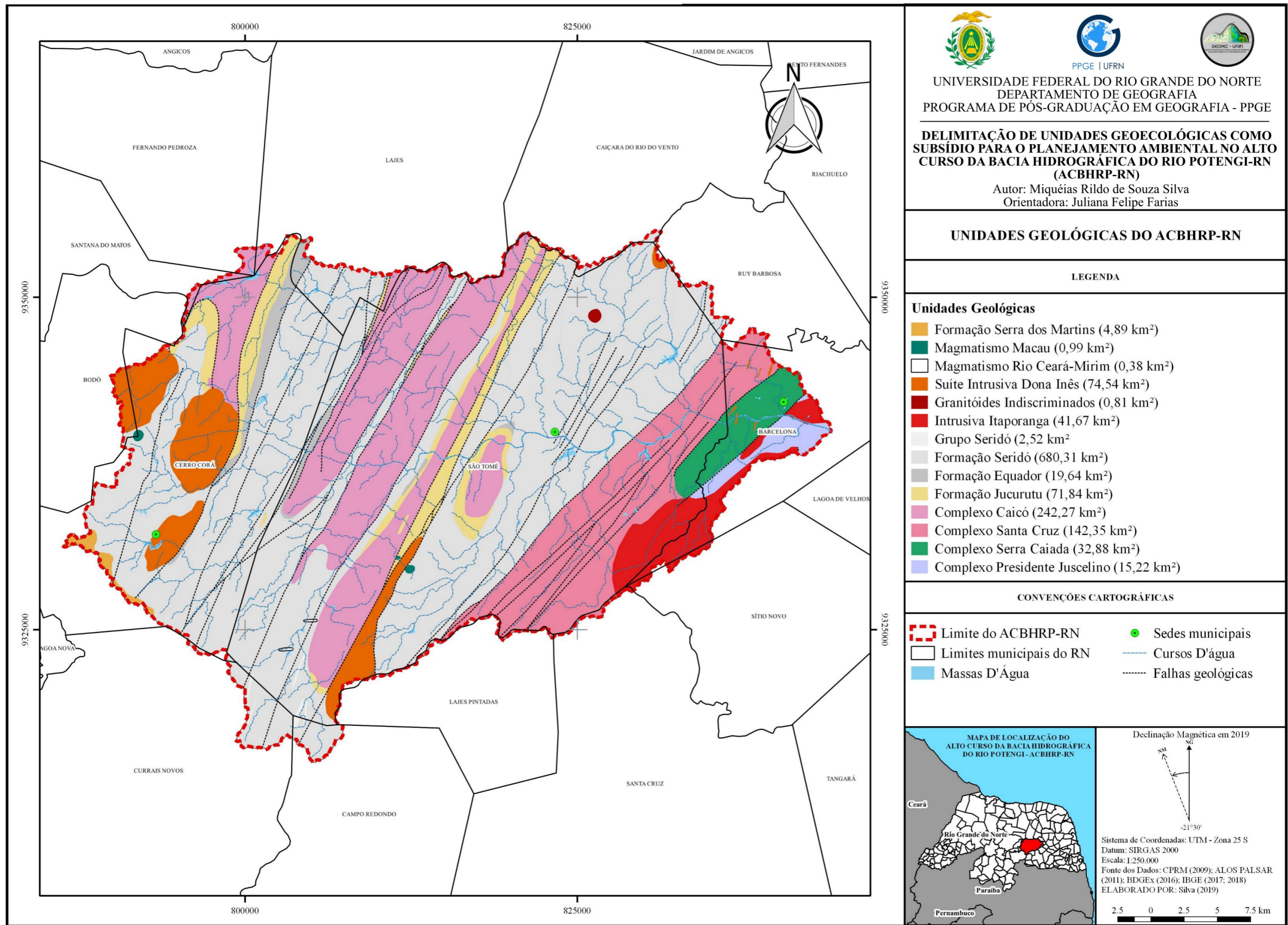
| ERA | PERÍODO | IDADE (Ma) | UNIDADE | LITOLOGIA |
|-----------|---------|----------------|--------------------------------------|--|
| CENOZÓICO | Neógeno | 2,59- 23,03 | Formação Serra dos Martins (ENsm) | Arenitos médios a conglomeráticos, quartzarenitos, arenitos argilosos, crosta laterítica com seixos de quartzo e caulim. |

| | | | | |
|----------------------------|---|----------|--------------------------------------|--|
| | Paleógeno | 23,03-66 | Magmatismo Macau (E3(B)m) | Basaltos, basanitos; olivina basaltos em forma de derrames amebóides, localmente com estruturas de lavas almofadadas, granulação fina a afanítica, coloração verde escura a cinza escura, presença de fenocristais de olivina e xenólitos de peridotito. |
| MESOZÓICO | Cretáceo | 66-145 | Magmatismo Rio Ceará-Mirim (JK(B)c) | Diques de basaltos, diabásios e microgabros de granulação fina a média e coloração cinza escura a preta. |
| NEOPROTEROZÓICO | Ediacarano | 541-635 | Suíte Intrusiva Dona Inês (NP(G)2di) | Hornblenda e/ou biotita granitos, leucogranitos, quartzo sienitos, granulação fina a média, com fácies de monzogranitos a sienogranitos com titanita e epidoto, de afinidade calcialcalina de alto K. |
| | | | Granitóides Indiscriminados (Mp(G)i) | Alcali-feldspato granito, granito e biotita granodiorito de granulação fina-média, coloração cinza e quimismo não determinado. |
| | | | Intrusiva Itaporanga (NP32(G)it) | Hornblenda e/ou biotita sienogranitos a monzogranitos, granulação grossa a porfírica, de afinidade calcialcalina de alto K. |
| | | | Grupo Seridó (NP3s) | Formação Seridó (NP3ss) |
| Formação Jucurutu (NP3sju) | Biotita-anfibólio gnaisses granoblásticos predominantes, gnaisses | | | |

| | | | | |
|--------------------|----------|-------------|--------------------------------|--|
| | | | | feldspáticos, formações ferríferas, metaultramáficas. |
| | | | Formação Equador (NP3sec) | Quartzitos e muscovita quartzitos lepidogranoblásticos finos a médios de coloração cinza claro a creme com intercalações de muscovita-metaconglomerado. |
| PALEOPROTEROZOICO | Riaciano | 2.050-2.300 | Complexo Caicó (PP2cai) | Gnaisses e migmatitos. |
| | | | Complexo Santa Cruz (PP2sc) | Ortognaisses de composição tonalítica, com hornblenda + biotita + epidoto + diopsídio/hedenbergita, granulação média a grossa e enclaves de rochas máficas. |
| NEOARQUEANO | | 2.500-2.800 | Complexo Serra Caiada (A34sc) | Migmatitos com paleossomas de hornblenda-ortognaisses tonalíticos a granodioríticos e neossoma de composição quartzo feldspática. |
| MESO/PALEOARQUEANO | | 2.800-3.255 | Complexo Pres. Juscelino (A2j) | Migmatitos estromáticos, bandados a nebulíticos, com mesossoma tonalíticos a granodiorítico e biotita ortogneisse de composição TTG e leucossomas granodioríticos, contendo granada. |

Fonte: Organizado pelo autor.

Figura 7 - Mapa das unidades geológicas do ACBHRP-RN.



Fonte: Elaborado pelo autor.

As bases geológicas irão influenciar diretamente nas formas de relevo, uma vez que cada tipo de rocha resiste de forma distinta às ações do intemperismo. Dessa forma, a geomorfologia do ACBHRP-RN está vinculada ao embasamento cristalino presente na maior parte da área, apresentando um relevo bastante acidentado e com declividades acentuadas em locais próximos as regiões serranas. As altitudes variam entre 94 e 718 metros, de acordo com os dados obtidos nas imagens de radar do satélite ALOS PALSAR (Figura 8).

Os locais menos elevados estão próximos as planícies situadas no entorno do rio Potengi e os mais elevados estão a oeste, próximos a Serra de Santana. As declividades também estão associadas a altimetria, onde os pontos que apresentam declives mais acentuados, estão nas áreas mais altas, presentes com mais frequência no município de Cerro Corá/RN e na parte oeste do município de São Tomé/RN e nas mais baixas as superfícies são mais planas, localizadas a leste, do mesmo município e no território de Barcelona/RN, conforme pode ser observada no mapa de declividade da figura 9. O ACBHRP-RN possui 5 classes de declividade, a saber: Plano (0-3%), Suave Ondulado (3-8%), Ondulado (8-20%), Forte Ondulado (20-45%) e Montanhoso (45-75%).

De acordo com a classificação realizada pelo IBGE (2018), a área de estudo está inserida no Domínio Morfoestrutural dos Cinturões Móveis Neoproterozóicos, representados por áreas extensas com a existência de planaltos, alinhamentos serranos e depressões interplanálticas formados por terrenos dobrados e falhados, incluindo sobretudo metamorfitos e granitóides associados. No segundo nível hierárquico de classificação, o ACBHRP-RN faz parte de duas Regiões Geomorfológicas, sendo elas o Planalto da Borborema e a Depressão Sertaneja.

Em um terceiro nível de classificação, relativo as Unidades Geomorfológicas, a área de estudo possui 4 feições distintas, a saber: Serras de Santana e Cuité (6,96 km²), formadas por diferentes aplanamentos sedimentares organizados sobre o Planalto da Borborema e que se destacam litologicamente por serem capeadas por rochas sedimentares dentro do conjunto cristalino, dispondo de um topo plano arrodado por escarpas abruptas dissecadas; as Serras Ocidentais do Planalto da Borborema (32,23 km²), constituídas por uma vertente escarpada a oeste do Planalto da Borborema de forma semicircular côncavo-convexa, marcadas por contornos talhados em rochas graníticas e cristas esculpidas em filitos, biotita-xisto e quartzitos; as Encostas Orientais do Planalto da Borborema (815,66 km²), que apresentam áreas intensamente dissecadas com topos diminuindo de altimetria em direção ao leste e que se caracterizam morfologicamente pela predominância de formas convexas e aguçadas de dissecção estrutural, constatadas pela orientação à aprofundamento dos vales, geralmente em formato de "V" e; o Piemonte Oriental do Planalto da Borborema (475,64 km²) caracterizado por intensa dissecção marcada por feições de topos convexos, com declividades

entre 5° e 15°, a raras feições de topos aguçados, com vertentes de declives com intervalos entre de 15° a 25°. A organização das unidades geomorfológicas do ACBHRP-RN pode ser observada na figura 10.

Destas, apenas a Piemonte Oriental do Planalto da Borborema está situada na Depressão Sertaneja, sendo representada por superfícies mais rebaixadas entre os planaltos, referentes as planícies do rio Potengi e presentes principalmente na parte leste do ACBHRP-RN. As demais classes fazem parte do Planalto da Borborema e estão situadas nas áreas com maior altitude próximas, principalmente, da borda da Serra de Santana, onde a classe das Encostas Orientais do Planalto da Borborema apresenta maior abrangência espacial.

Figura 8 - Mapa altimétrico do ACBHRP-RN.

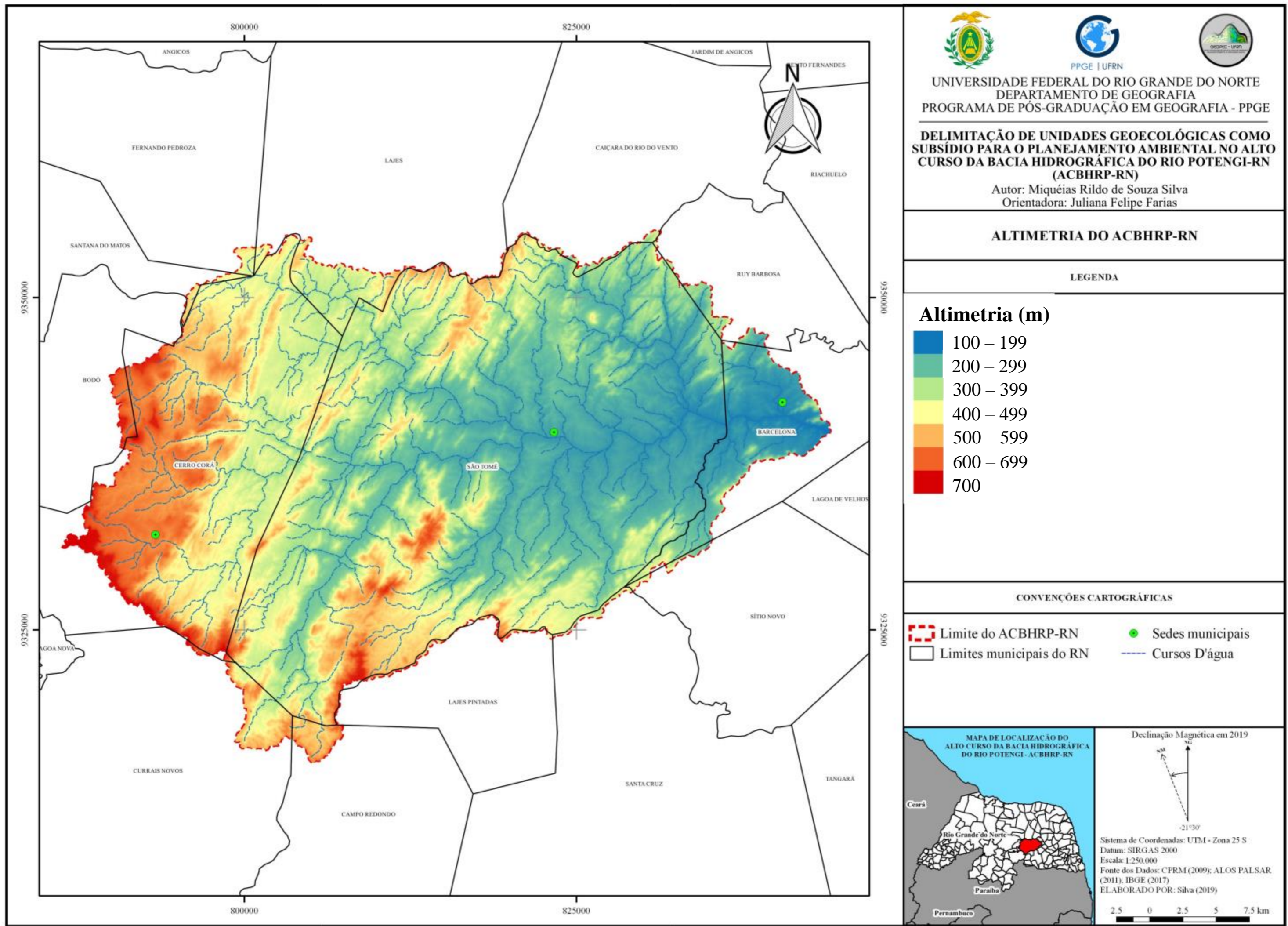
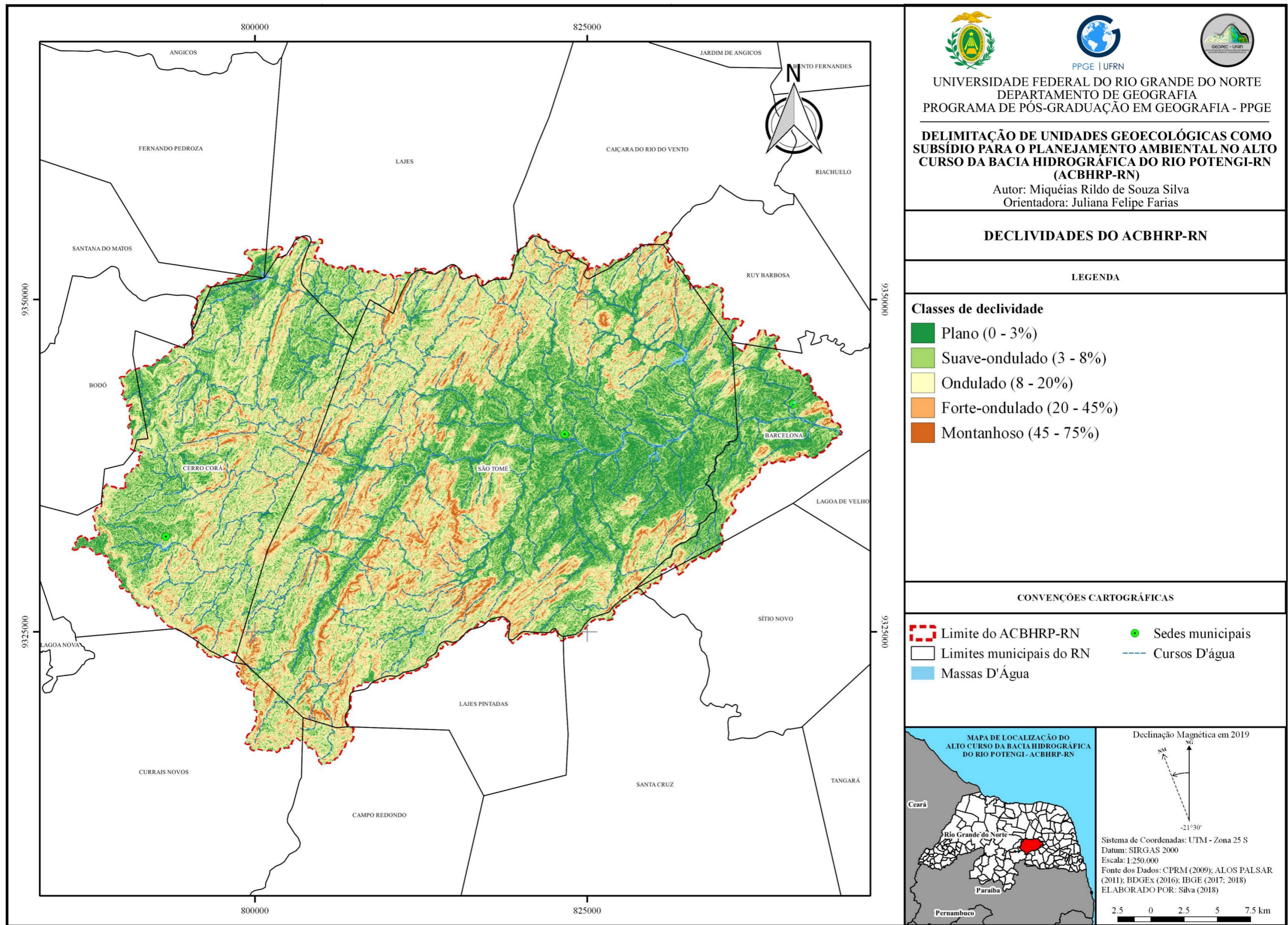
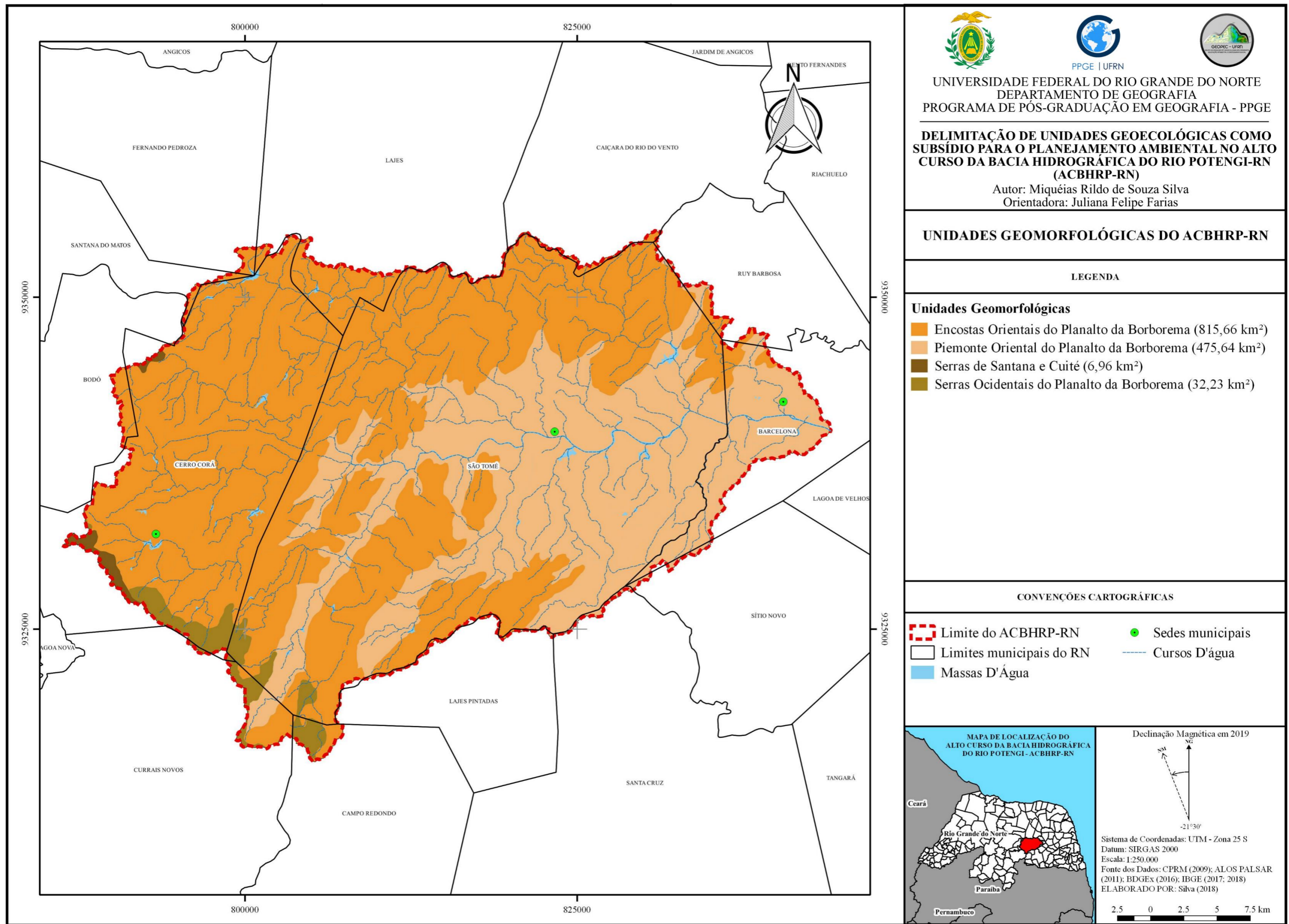


Figura 9 - Mapa de declividade do ACBHRP-RN.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 10 - Mapa de unidades geomorfológicas do ACBHRP-RN.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2. ASPECTOS CLIMÁTICOS E HIDROLÓGICOS

Os fatores climáticos possuem um papel importante nos estudos de bacias hidrográficas, tendo em vista que esse sistema tem como principal *input* a precipitação pluviométrica e a radiação solar. A quantidade de chuvas ocorridas em determinado local irá influenciar diretamente nas condições hidrológicas, possibilitando a manutenção dos mananciais, sejam eles superficiais ou subterrâneos e garantindo a troca de matéria através dos fluxos impulsionados pela energia advinda da precipitação.

Segundo Ferreira e Mello (2005), o comportamento climático de qualquer região é ditado principalmente pela circulação geral da atmosfera, cujo comportamento é efeito do aquecimento diferencial do globo terrestre pela radiação solar, da disposição irregular dos oceanos e continentes, além das características topográficas dos continentes. Dentre os diversos fenômenos existentes na atmosfera terrestre, podemos destacar quatro que influenciam diretamente no regime de chuva da Nordeste do Brasil (NEB), região onde está inserida a área de estudo, a saber: *El Niño*-Oscilação Sul (ENOS); a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na bacia do Oceano Atlântico, Ventos Alísios, Pressão ao Nível do Mar (PNM); Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o Oceano Atlântico; Frentes Frias e os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) (UVO; BERNDTSSON, 1996)

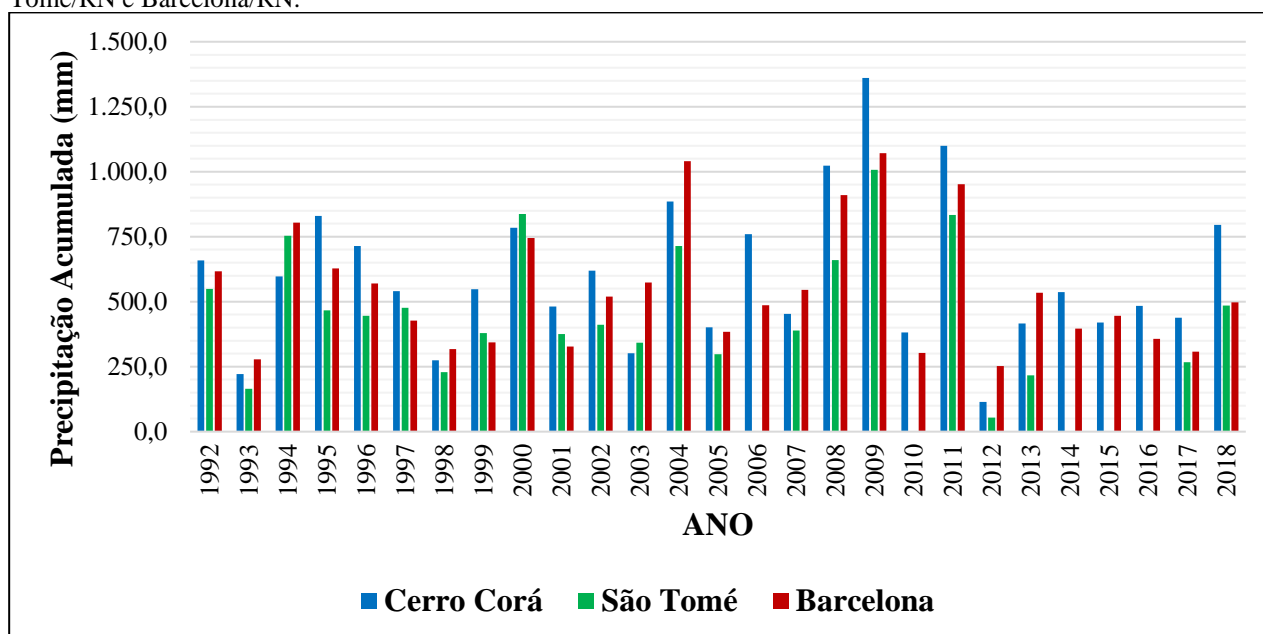
Destes sistemas atmosféricos citados anteriormente, apenas a ZCIT atua diretamente no comportamento das precipitações pluviométricas no Rio Grande do Norte (DINIZ; PEREIRA, 2015). A ZCIT é formada por uma banda de nuvens que se encontram normalmente na faixa equatorial do globo, resultado da junção dos ventos alísios de sudeste (hemisfério sul) e ventos alísios de nordeste (hemisfério norte). A posição da ZCIT irá determinar a ausência ou ocorrência de chuva no estado. De acordo com Ferreira e Mello (2005), ela varia sazonalmente sua posição, estando mais ao norte, cerca de 14°N entre agosto e outubro e mais ao sul e, aproximadamente, 4°S entre fevereiro e abril, sendo este último o período de mais chuvas na área de estudo. Essa variação é influenciada pela Temperatura da Superfície do Mar (TSM) sobre a bacia do Oceano Atlântico Tropical.

Dessa forma, faz-se necessário caracterizar as condições climáticas dos municípios que compõem o ACBHRP-RN, além de identificar como estes fatores influenciam nos aspectos hidrológicos da área de estudo. O clima predominante na região de acordo com a classificação

Köppen-Geiger é o de estepe, marcado por períodos secos, onde a evapotranspiração média anual é superior a precipitação por ano e a temperatura média anual é maior que 18°C.

Apesar da área de estudo estar situada no semiárido nordestino, os municípios apresentam uma temperatura média mais amena, devido as altitudes mais elevadas do Planalto da Borborema. A temperatura média em Cerro Corá/RN é de 23,1°C, em São Tomé/RN de 25,3°C e em Barcelona/RN, 25,4 °C. Em relação a precipitação, vemos no gráfico 1 os acumulados de chuva anuais para os três municípios, no período entre 1992 e 2018. Vale salientar que nos anos de 2006, 2010 e entre 2014 e 2016, não foi encontrado registro no banco de dados da EMPARN para o município de São Tomé/RN.

Gráfico 1 - Acumulados de chuva anuais no período entre 1992 e 2018 nos municípios de Cerro Corá/RN, São Tomé/RN e Barcelona/RN.



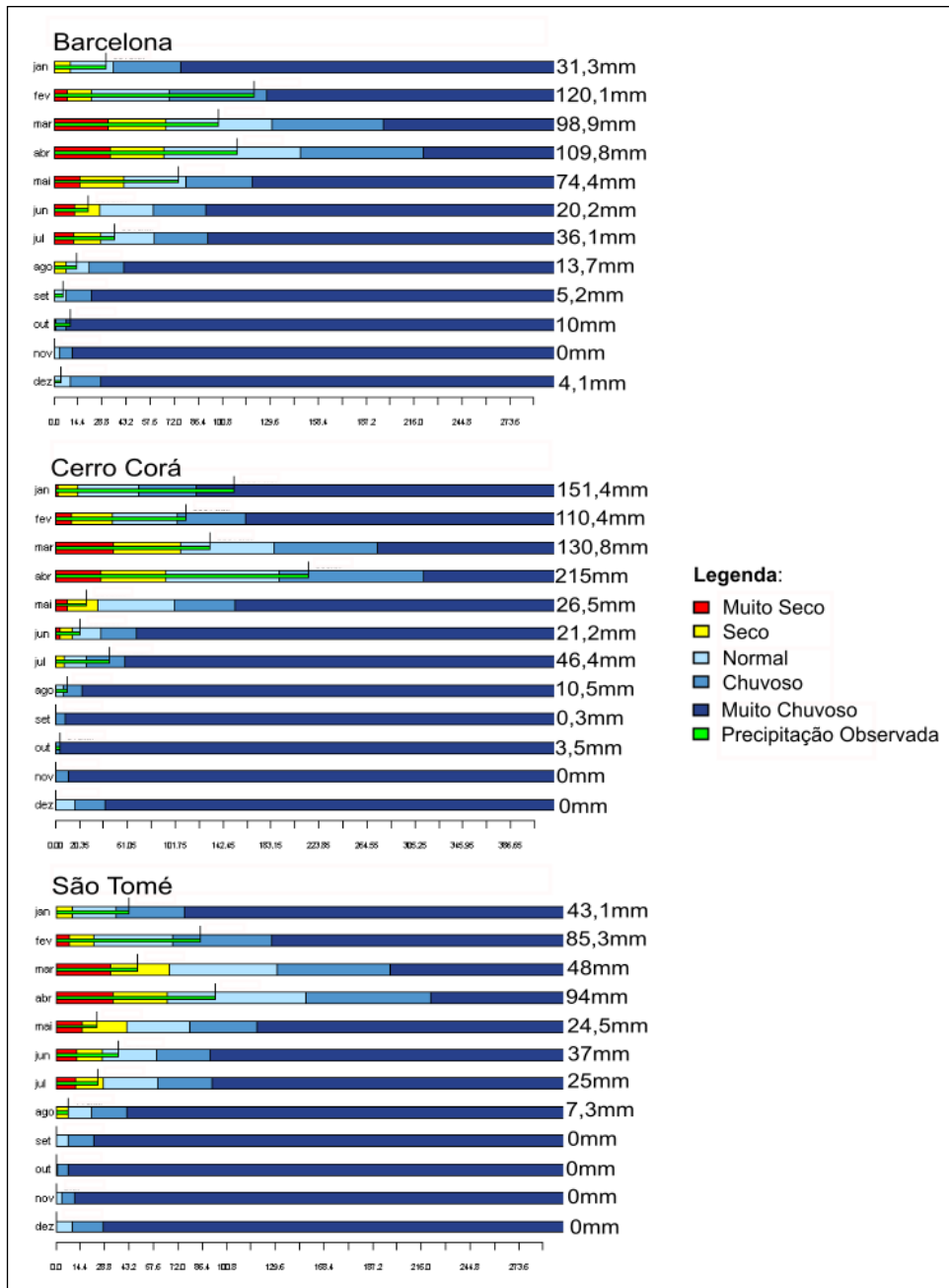
Fonte: EMPARN, 2018. Organizado pelo autor.

É possível perceber que o ano de 2009 apresentou um grande volume pluviométrico, tendo uma queda brusca no ano seguinte e voltando a receber expressiva quantidade de chuva no ano de 2011. Os menores níveis de chuva deste período foram registrados nos anos de 1993 e 2012, quando os municípios receberam menos que 300 mm de pluviosidade no ano. Na maior parte dos dados anuais, o município de Cerro Corá é o que apresenta valores pluviométricos superiores aos demais municípios do ACBHRP-RN, seguido por Barcelona/RN e São Tomé/RN.

Segundo os dados da EMPARN referentes aos acumulados de chuva para o ano de 2019, os municípios de Cerro Corá/RN, São Tomé/RN e Barcelona/RN registraram os seguintes valores pluviométricos: 715 mm, 364,2 mm e 523,8 mm, respectivamente. O gráfico 2 expõe a ocorrência

de chuva mensal em 2018, onde podemos identificar que o período entre os meses de fevereiro e abril apresentam os maiores volumes de precipitação, tendo como ápice o mês de abril. Entre os meses de agosto e novembro, os níveis pluviométricos são praticamente nulos, havendo pequenos registros apenas em Cerro Corá/RN.

Gráfico 2 - Acumulados de chuva mensais no ano de 2019 nos municípios de Cerro Corá/RN, São Tomé/RN e Barcelona/RN.



Fonte: EMPARN, 2019. Organizado pelo autor.

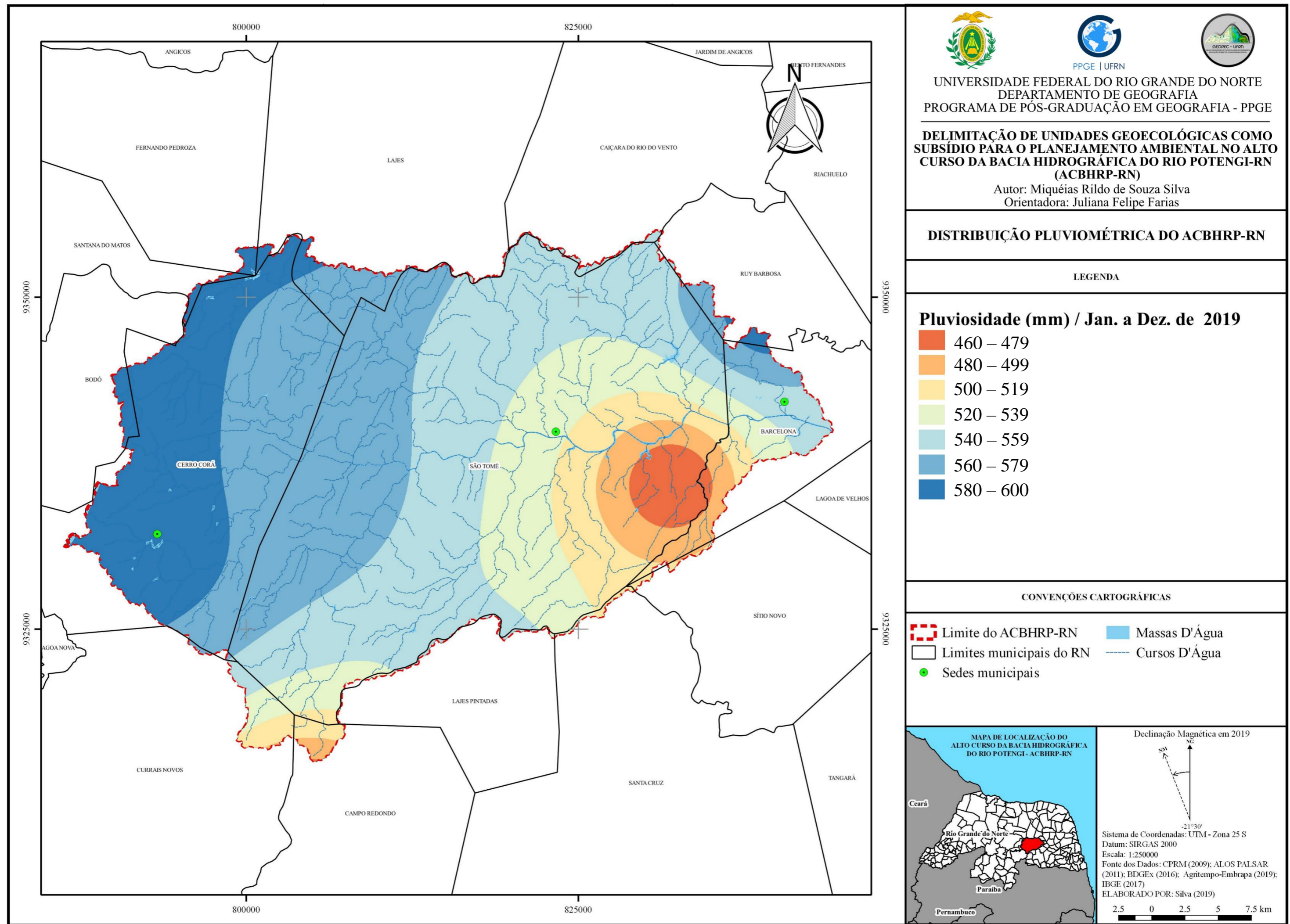
Na figura 11, observa-se a distribuição espacial do acumulado de chuva no ACBHRP-RN no ano de 2019, segundo dados obtidos pelo Sistema de Monitoramento Agrometeorológico – Agritempo/Embrapa no interior e no entorno da área de estudo. Optou-se por esses dados na construção do mapa pelo fato da instituição fornecer a coordenada geográfica da estação meteorológica, o que os tornou mais precisos.

Os dados analisados mostram que o grande volume de precipitação pluviométrica ocorre no município de Cerro Corá/RN, próximo as áreas mais elevadas do ACBHRP-RN. Dessa forma, esse trecho se mostra bastante relevante, uma vez que no local se encontram as principais nascentes da bacia hidrográfica do rio Potengi, inclusive a do rio principal que dá nome a mesma, caracterizando-a como uma importante área de recarga.

A distribuição pluviométrica apresenta valores decrescentes em direção ao leste, conforme as cotas altimétricas vão diminuindo, demonstrando a influência do relevo na distribuição de chuvas. O mapa apresenta um núcleo entre os municípios de São Tomé/RN e Barcelona/RN, demonstrando os menores valores de precipitação pluviométrica neste local.

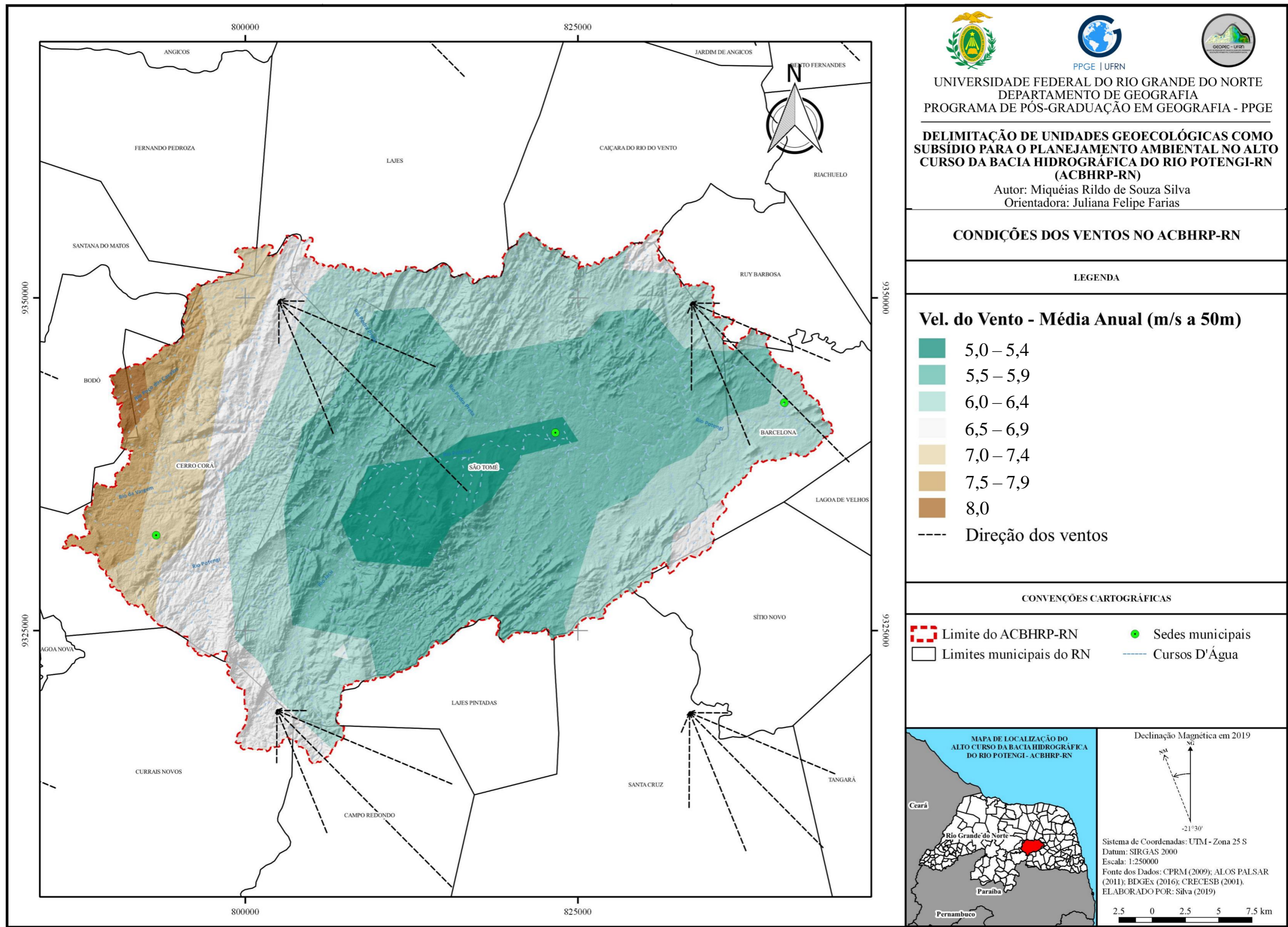
Outro elemento analisado referente as condições climáticas, foi o comportamento dos ventos na área de estudo. Segundo o Atlas de Potencial Eólico Brasileiro de 2001, elaborado pelo Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito (CRESESB), a velocidade do vento na região do ACBHRP-RN varia entre 5 a 8 m/s a 50 metros de altura, e com direção predominantemente de sudeste. Como podemos observar na figura 12, ventos mais fortes são registrados mais a oeste, nas áreas com relevo mais elevado, enquanto os ventos mais fracos são notados na parte central.

Figura 11 - Mapa de distribuição pluviométrica do ACBHRP-RN.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 12 - Mapa de condições dos ventos do ACBHRP-RN.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 13 apresenta o mapa da rede de drenagem do ACBHRP-RN-RN, extraída da imagem de radar do satélite ALOS PALSAR (2011). Os rios deste compartimento da bacia são de caráter intermitentes, cujas águas escoam apenas no período chuvoso. O padrão da rede de drenagem é do tipo dendrítico, tipicamente desenvolvido sobre rochas do embasamento cristalino, predominante na área de estudo.

Em relação a hierarquia dos canais fluviais, foram identificadas drenagens de 1ª a 6ª ordem, cuja classe inferior possui um número bastante expressivo, devido a abundância de nascentes neste setor da bacia. A tabela 1 expõe quantidade rios para cada ordem de drenagem e porcentagem de ocorrência.

Tabela 1- Quantidade de rios por ordem de drenagem do ACBHRP-RN-RN.

| HIERARQUIA | QUANTIDADE | % |
|------------|------------|-----|
| 1ª Ordem | 694 | 50% |
| 2ª Ordem | 307 | 22% |
| 3ª Ordem | 204 | 15% |
| 4ª Ordem | 109 | 8% |
| 5ª Ordem | 24 | 2% |
| 6ª Ordem | 47 | 3% |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Devido às constantes estiagens ocorridas na região, existe a necessidade de se criar mecanismos para minimizar os efeitos da pouca oferta de água. Dentre as alternativas utilizadas para solucionar este problema, estão a construção de barramentos para reter a água durante períodos chuvosos e a construção de poços para a captação em aquíferos subterrâneos. A tabela 2 traz o panorama dos equipamentos hídricos referentes aos poços cadastrados pelo CPRM e pela SEMARH, além das barragens localizadas no ACBHRP-RN-RN.

Tabela 2 - Equipamentos hídricos por municípios do ACBHRP-RN-RN.

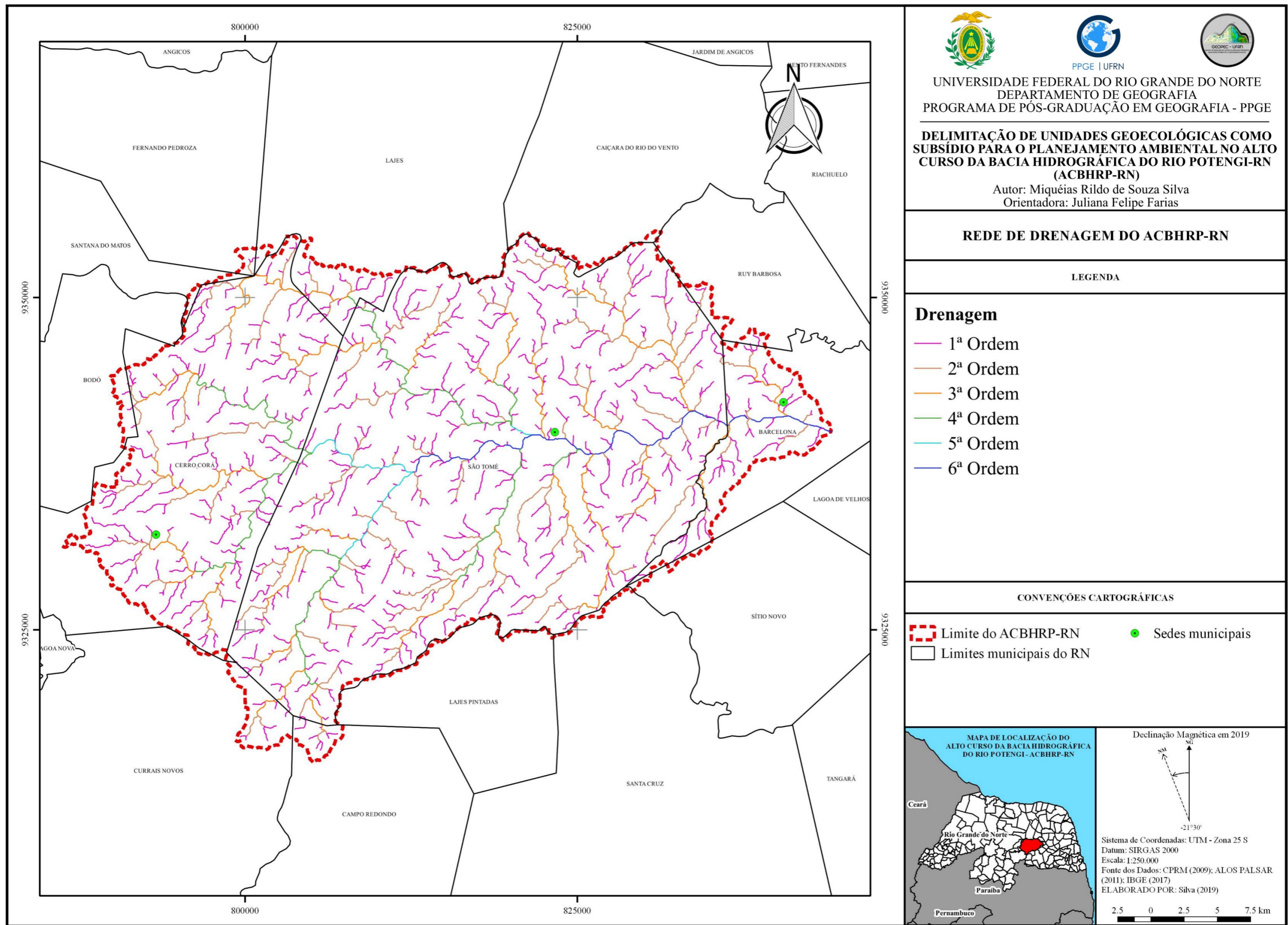
| MUNICÍPIO | BARRAGENS | POÇOS | | DESSALINIZADORES |
|-------------------|-----------|-------|--------|------------------|
| | | CPRM | SEMARH | |
| Cerro Corá | 14 | 15 | 3 | 0 |
| São Tomé | 13 | 19 | 3 | 0 |
| Barcelona | 0 | 2 | 0 | 0 |
| Fernando Pedrosa* | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ruy Barbosa* | 0 | 1 | 0 | 1 |

Fonte: IGARN, 2017.

NOTA: *Municípios que apresentaram equipamentos hídricos no interior do ACBHRP-RN-RN.

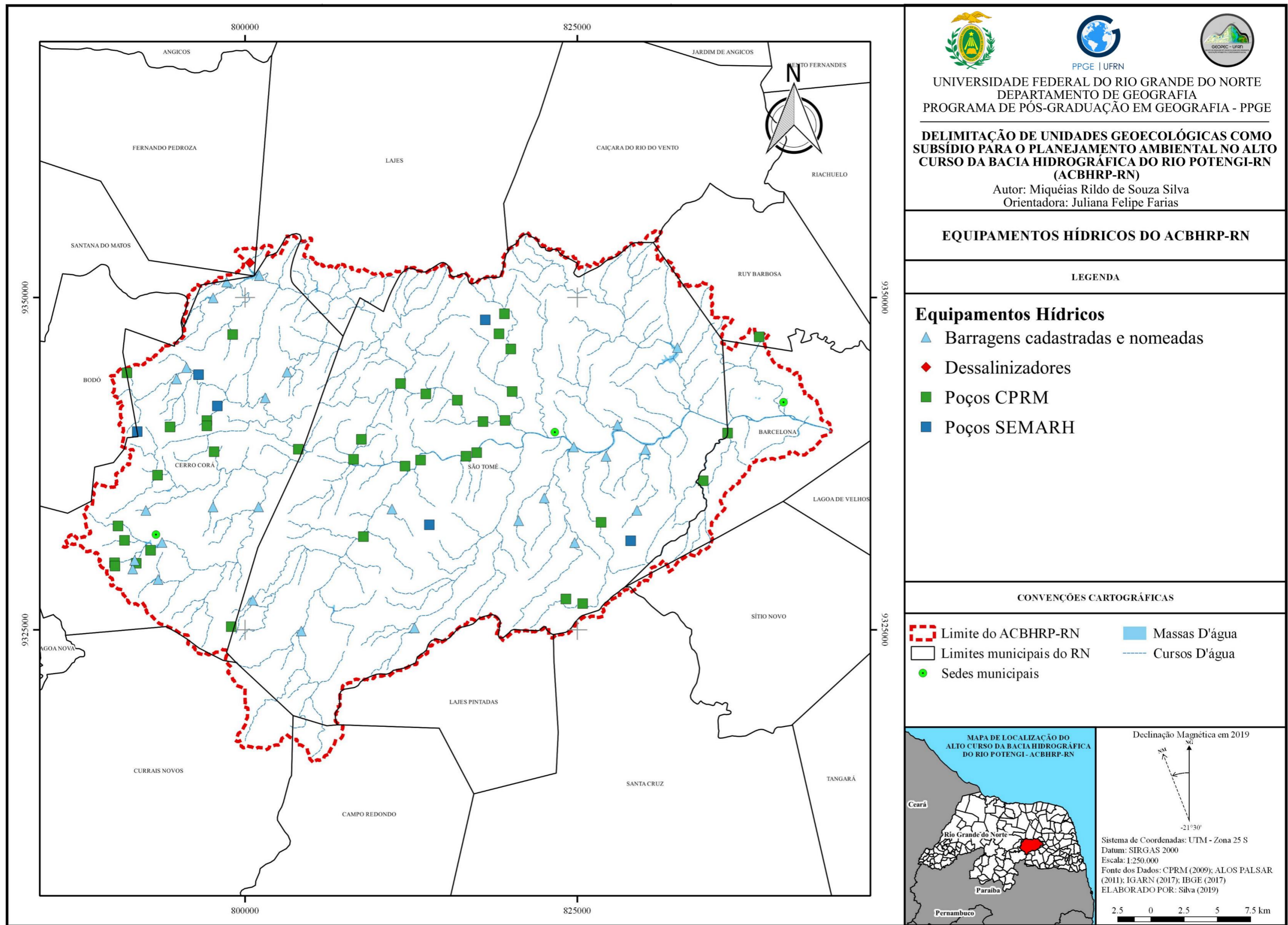
Vale ressaltar que foram identificados um dessalinizador no município de Fernando Pedroza/RN, próximo ao limite de Cerro Corá/RN, e um poço em Ruy Barbosa/RN, perto da divisa com Barcelona/RN, como pode-se observar na figura 14, que apresenta o mapa da distribuição espacial dos equipamentos hídricos em toda área de estudo.

Figura 13 - Mapa de rede de drenagem do ACBHRP-RN.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 14 - Mapa dos equipamentos hídricos do ACBHRP-RN.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGE

DELIMITAÇÃO DE UNIDADES GEOECOLÓGICAS COMO SUBSÍDIO PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL NO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POTENGI-RN (ACBHRP-RN)

Autor: Miquéias Rildo de Souza Silva
Orientadora: Juliana Felipe Farias

EQUIPAMENTOS HÍDRICOS DO ACBHRP-RN

LEGENDA

- Equipamentos Hídricos**
- ▲ Barragens cadastradas e nomeadas
 - ◆ Dessalinizadores
 - Poços CPRM
 - Poços SEMARH

- CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**
- ▬ Limite do ACBHRP-RN
 - ▭ Limites municipais do RN
 - Sedes municipais
 - Massas D'água
 - Cursos D'água



Declinação Magnética em 2019
-21°30'

Sistema de Coordenadas: UTM - Zona 25 S
Datum: SIRGAS 2000
Escala: 1:250.000
Fonte dos Dados: CPRM (2009); ALOS PALSAR (2011); IGARN (2017); IBGE (2017)
ELABORADO POR: Silva (2019)

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3. ASPECTOS PEDOLÓGICOS E COBERTURA DA TERRA

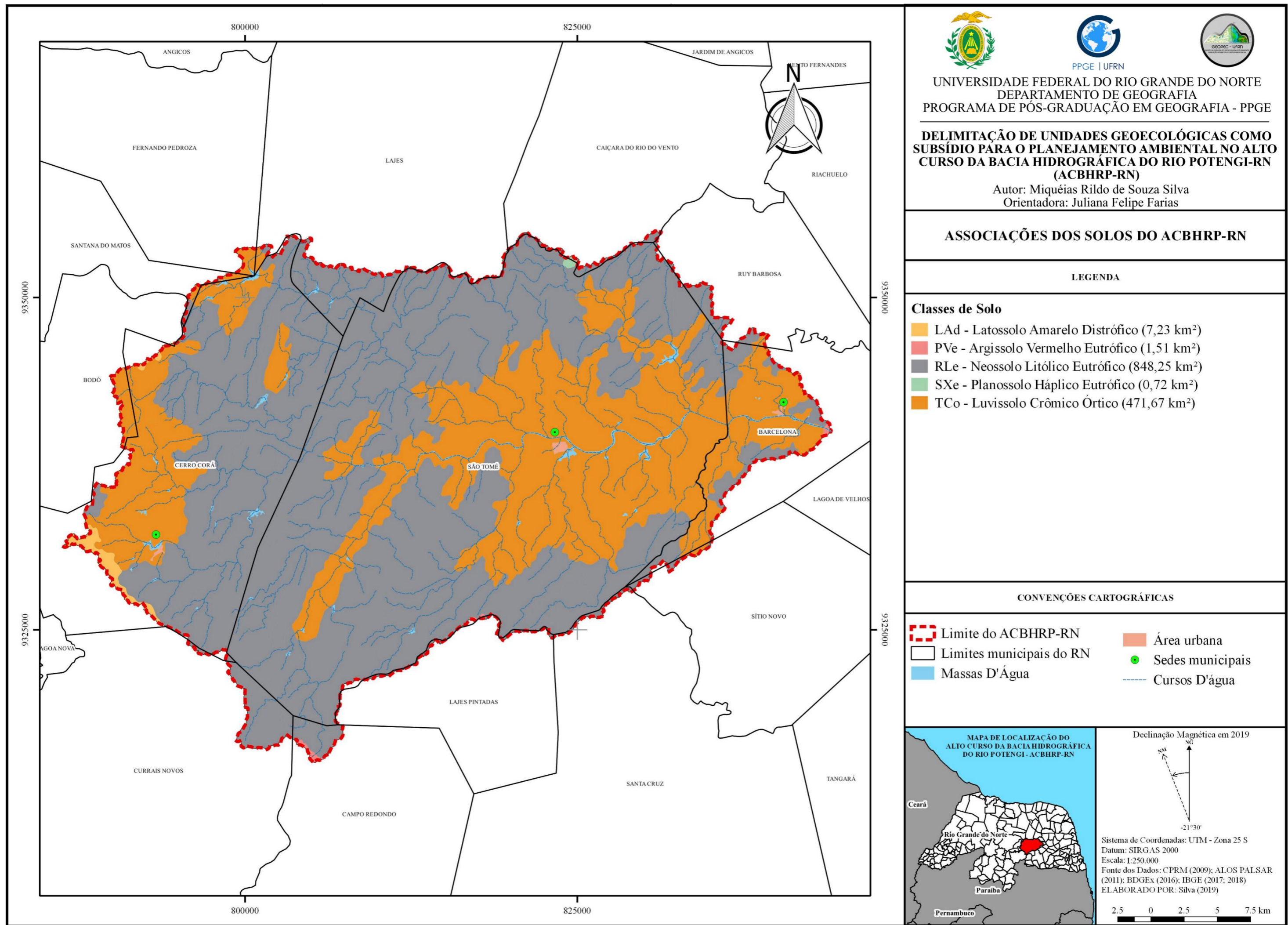
Os solos encontrados na região do ACBHRP-RN apresentam pouca variação, segundo o mapeamento realizado pelo IBGE (2018) para o estado do Rio Grande do Norte na escala de 1:250.000. Foram identificadas 5 classes de solo na área de estudo, a saber: Latossolo Amarelo Distrófico (LAd), Argissolo Vermelho Eutrófico (PVe), Neossolo Litólico Eutrófico (RLe), Planossolo Háptico Eutrófico (SXe) e o Luvisolo Crômico Órtico (TCo) (Figura 15).

Nota-se a predominância do Neossolo Litólico Eutrófico (848,25 km²), presente em quase toda extensão do alto curso, principalmente em áreas com altitudes mais elevadas e relevo acidentado. São solos rasos, pouco desenvolvidos, formados por material mineral ou orgânico com menos de 20 cm de espessura.

Outro tipo de solo, que apresenta grande extensão, é o Luvisolo Crômico Órtico (471,67 km²), localizado em áreas mais planas, próximas as planícies do rio Potengi, entre os municípios de São Tomé/RN e Barcelona/RN e na parte oeste de Cerro Corá/RN. Este solo possui cores fortes, avermelhadas ou amareladas, ocorrendo em regiões que sofrem restrição hídrica, principalmente no semiárido e dificilmente excedem 1 m de profundidade.

O Latossolo Amarelo Distrófico está presente em uma faixa de aproximadamente 7,23 km² a oeste de Cerro Corá/RN, mais especificamente na borda da Serra de Santana. Ocorre em superfícies planas de origem sedimentar. Os tipos de solo Argissolo Vermelho Eutrófico (1,51 km²) e Planossolo Háptico Eutrófico (0,72 km²) ocorrem em pontos pouco expressivos, o primeiro, localizado ao sul de São Tomé/RN, na divisa com Lajes Pintadas/RN e o segundo ao norte, próximo ao limite de Caiçara do Rio do Vento/RN.

Figura 15 - Mapa das classes de solo do ACBHRP-RN.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A cobertura do solo no ACBHRP-RN é predominantemente composta pela vegetação nativa, do bioma de caatinga, classificada nessa região como Savana-Estéptica Arborizada. Segundo o IBGE (2012), este tipo de formação de vegetação possui três estratos, a saber: arbustivo-arbóreo superior, esparso, e inferior gramíneo-lenhoso.

Dentre as espécies da vegetação nativa da área de estudo, destacam-se, entre as plantas lenhosas, a Jurema Preta (*mimosa tenuiflora*); a Jurema Branca (*parapiptadenia zehntneri*), a Algaroba (*prosopis juliflora*) e a Unha de Gato (*senegalia bahiensis*), enquanto entre as cactáceas observou-se a presença de Mandacarú (*cereus jamacaru*), Coroa de Frade (*melocactus zehntneri*), Xique-xique (*pilosocereus gounellei*) e Facheiro (*pilosocereus pachycladus pernambucensis*) e entre as bromeliáceas a Macambira (*bromelia laciniosa*).

Por meio da classificação da imagem obtida pelo sensor MSI do satélite Sentinel 2, do dia 22 de novembro de 2019, foram definidas 6 classes temáticas sobre a cobertura do solo do ACBHRP-RN, conforme pode ser observado na figura 16.

As classes geradas foram associadas a tipos de cobertura do solo identificados a partir das características dos alvos observados na imagem (Tabela 3). Alguns elementos possuem um comportamento espectral semelhante, como no caso da área descoberta, onde o classificador englobou as áreas urbanas, o solo exposto e as áreas de cultivo em uma mesma classe.

Tabela 3 - Associação classes aos tipos de uso e ocupação do solo.

| CLASSES DE COBERTURA DO SOLO | OCORRÊNCIA | ÁREA (KM ²) | % |
|------------------------------|--|-------------------------|-------|
| Área Descoberta | Área urbana; Solo Exposto; Cultivo; Leito dos Rios | 108,47 | 8,11 |
| Corpos D'Água | Reservatórios | 1,29 | 0,10 |
| Vegetação Ribeirinha | Margens de rios e reservatórios | 15,45 | 1,15 |
| Vegetação de Altitude | Topo de morros | 1,21 | 0,09 |
| Vegetação Florestal | Áreas elevadas com relevo fortemente ondulado | 1.075,64 | 80,42 |
| Vegetação Campestre | Áreas planas e com relevo suavemente ondulado | 135,42 | 10,13 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

A vegetação de características florestais apresenta padrão denso do bioma de caatinga, sendo a classe mais predominante no ACBHRP-RN, contabilizando 80,42% da cobertura total, estando localizada em áreas mais elevadas, de relevo fortemente ondulado. As

classes de vegetação de altitude e ribeirinha também possuem um padrão de vegetação densa, e ocupam 0,09% e 1,15 %, respectivamente. Estas classes têm um comportamento espectral de plantas fotossinteticamente ativas, devido à disponibilidade hídrica nos locais onde são encontradas, em áreas de topo de morro e próximas a corpos d'água como reservatórios e leito de rios. Ambas podem apresentar uma maior exuberância pela quantidade de água em sua estrutura.

As áreas onde o relevo apresenta uma superfície mais plana ou suave ondulada, localizadas na parte central e a leste do ACBHRP-RN, possuem uma vegetação do tipo campestre (10,13%), com padrão mais esparsa, mas que também são características do bioma da caatinga. Nestes locais, podem ser identificadas a maior ocorrência de atividades antrópicas, proporcionando também a existência de áreas com solo exposto.

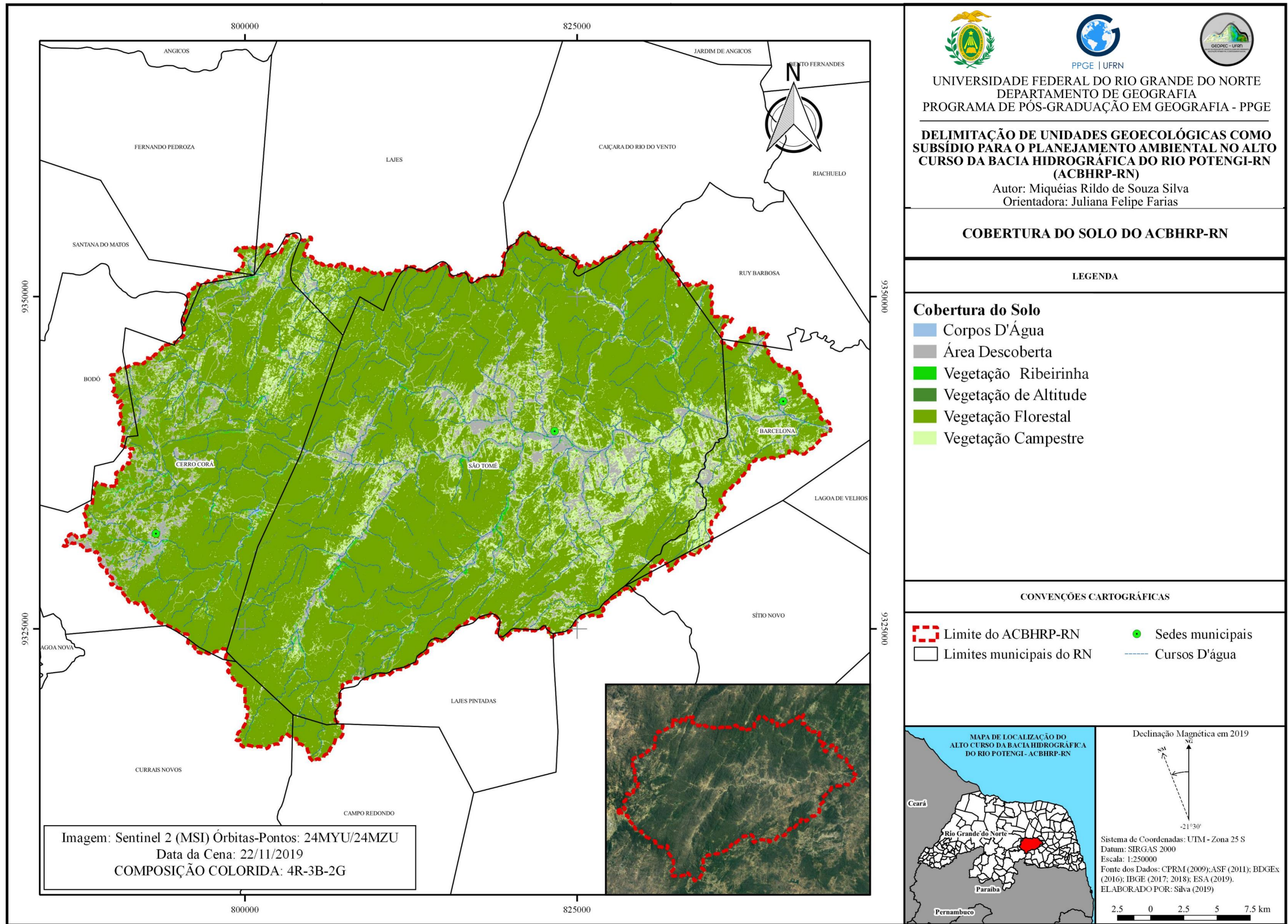
As classes temáticas referentes aos corpos d'água possuem pouca incidência no período analisado (0,10%), uma vez que a imagem de satélite foi registrada no período seco. Os locais representados nesta classe se referem aos reservatórios que ainda possuem água armazenada.

A classe de área descoberta é, predominantemente, de relevo plano e fica próxima a áreas urbanas e leito de rios, estando presente em 8,11% do ACBHRP-RN. Esta classe é composta por espaços utilizados para atividade antrópica, tais como as estradas, ocupação urbana e atividade agropecuária, que promovem a ocorrência de solo exposto, além dos leitos dos rios intermitentes que não possuem cobertura vegetal.

Segundo Cavalcanti (2014), a utilização de imagens de satélite permite um melhor reconhecimento sobre as informações de cobertura do solo, que representam a atividade biológica e a apropriação cultural. O uso da classificação de imagens nesse processo se mostra satisfatório, pelo fato de que a área de estudo possui uma área extensa, e esta ferramenta permite obter uma visão geral das características de cobertura do solo, dando um direcionamento no processo de delimitação das unidades de paisagem.

Outra vantagem destacada por Moreira (2012, p. 218) é que o “uso do computador no reconhecimento de padrões, em relação à interpretação visual, é que eles são capazes de processar um grande volume de informações de imagem, tarefa limitada ao ser humano.”

Figura 16 - Mapa de cobertura do solo do ACBHRP-RN.



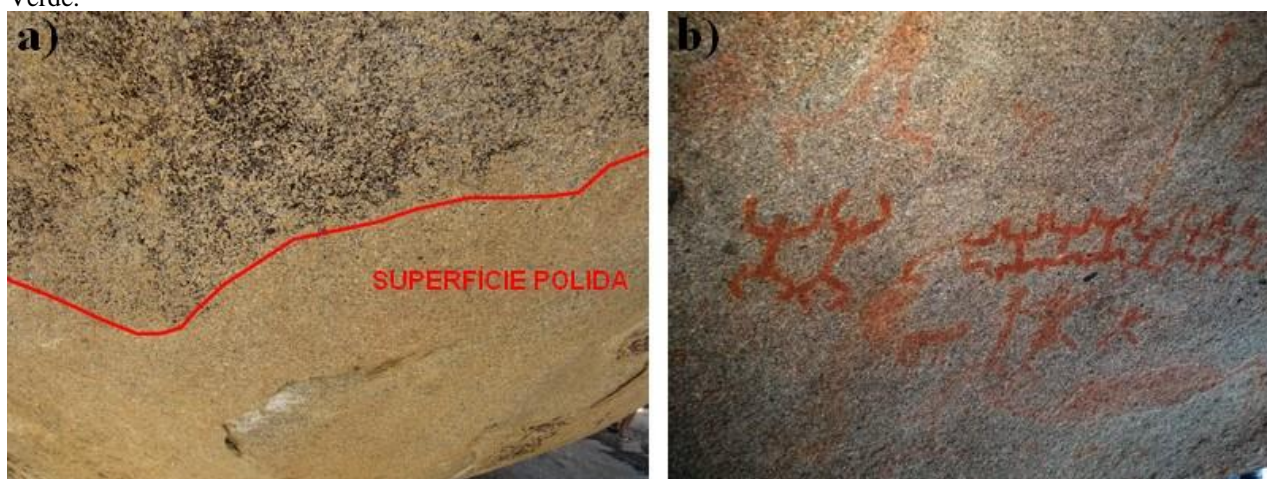
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4. CONTEXTO HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO NO ACBHRP-RN

A ocupação da região de forma efetiva se deu através do interesse da instalação de setores econômicos, como a pecuária e a agricultura, principalmente, em áreas que apresentavam potencialidade para esse tipo de serviço. Apesar do ACBHRP-RN possuir áreas com terrenos marcados por declives acentuados, há também espaços com vastas extensões que apresentam um relevo relativamente plano, além de rios expressivos, como é o caso do rio Potengi, constituindo fatores favoráveis para a prática da pecuária e da agricultura. As atuais sedes dos municípios de Cerro Corá/RN, São Tomé/RN e Barcelona/RN se encontram em locais que apresentam tais características favoráveis e onde se iniciou o processo de ocupação.

A localidade que, hoje, compreende o município de Cerro Corá/RN teve os índios Canindés e Janduís como primeiros habitantes, que passaram a ocupar a região após uma revolta no final do século XVII. Há ainda sinais da presença destes povos em alguns locais do município, como, por exemplo, a prática de polir a rocha granítica (Figura 17-a) como forma de indicar a presença de água nas proximidades. Nesta mesma localidade, além de registros destes ocupantes mais recentes, há pinturas rupestres (Figura 17-b), que indicam passagem de grupos pré-históricos nesta área onde hoje está localizado o Geossítio Serra Verde, inserido no Geoparque Seridó.

Figura 17 - a) Rocha polida para indicar a presença de água. b) Pinturas rupestres localizadas no Geossítio Serra Verde.



Fonte: Acervo do autor

Para impedir o avanço dos povos indígenas, foram enviadas expedições com o intuito de reprimi-los, resultando, posteriormente, no início do povoamento por colonizadores que se estabeleceram na região e passaram a desenvolver as atividades de agricultura e pecuária.

Após receber a doação de duas sesmarias, de três léguas por uma, da coroa portuguesa, Adriana Holanda de Vasconcellos se tornou a primeira proprietária da localidade. Mais tarde, parte desta área foi doada à Nossa Senhora de Santana, reconhecida, atualmente, como Serra de Santana. Na atual sede municipal, existia o sítio Barro Vermelho, que pertencia ao Major Lula Gomes, responsável por fundar o povoado denominado de Caraúbas, em referência à presença de carnaúbas no local. A partir dos esforços de Lula Gomes e, posteriormente, com ações de Manuel Osório de Barros, o lugar passou a se desenvolver por meio da organização do comércio e a melhoria na infraestrutura com abertura de estradas e construção de casas em alvenaria, incentivando a fixação de moradores.

No ano de 1922, o povoado passou a ser denominado Cerro Corá, em homenagem ao último momento histórico da guerra do Paraguai, sendo elevado à categoria de distrito do município de Currais Novos/RN em 1938. Cerro Corá/RN se tornou município após ser desmembrado de Currais Novos/RN no dia 11 de dezembro de 1953, a partir da Lei número 1.031 do ano citado.

O município de São Tomé/RN, por sua vez, passou por um processo de ocupação semelhante, pois, assim como Cerro Corá/RN, era habitada por povos indígenas, os Tapuias, e, posteriormente, seus primeiros proprietários de terras também receberam a posse através de sesmarias. O primeiro deles foi Francisco Diniz da Penha, que solicitou e recebeu, em 10 de janeiro de 1736, a Carta de Data e sesmarias do Pica-Pau. Sobre estas terras, o mesmo construiu as primeiras casas, uma fazenda para a criação de gado e outras culturas.

A ocupação desta parcela do território se deu de forma dispersa, apresentando várias vilas e/ou povoados no interior do município, algo que ainda pode ser observado nos dias de hoje. Um marco importante do povoamento de São Tomé/RN foi a Fazenda Barra, primeiramente, pertencente ao Coronel Francisco de Araújo Correia, que foi dividida entre diversos proprietários em 1870 e deu origem ao povoado. A partir das movimentações em torno da casa comercial do proprietário Tomás de Moura Barbosa, denominada Bodega, várias famílias foram se estabelecendo no local, construindo casas nas imediações e promovendo o crescimento do povoado. O entusiasmo em ocupar este local se dava pelo fato de existir oportunidades de trabalho na atividade agrícola, voltadas principalmente para a cultura do algodão e para a criação de gado, promovida pelas boas condições oferecidas pela região.

A construção da capela de Nossa Senhora da Conceição pelos irmãos Inácio Bezerra de Melo e Francisco Antônio de Melo, entre os anos de 1894 e 1896, foi outro importante símbolo do crescimento do povoado, nos anos seguintes, outras benfeitorias foram sendo realizadas, de forma que, em 1922, o centro de São Tomé/RN já possuía escola, serviços públicos, ruas e casas perfiladas. O povoado foi elevado à categoria de município em 29 de outubro de 1928, a partir da Lei número 698 do mesmo ano, sendo desmembrado dos municípios de Santa Cruz/RN, Currais Novos/RN, Lajes/RN e Macaíba/RN.

Dentre os três municípios que compõem o ACBHRP-RN, Barcelona/RN foi elevado a essa categoria mais recentemente. Isso se deu em 17 de dezembro de 1958, pela lei de número 2.331, sendo desmembrado do município de São Tomé/RN. Barcelona/RN também teve o início do seu povoamento com o início de um estabelecimento voltado para a atividade agrícola, a Fazenda Salgado, propriedade estabelecida na ribeira do rio Potengi e datada de 1864.

Alguns dos antigos proprietários desta área foram responsáveis pelo início de seu povoamento, com destaque para os irmãos José Maria e Antônio Felipe, que foram responsáveis por construir a primeira casa, bem como um de seus filhos, João Maria, por ter construído a Capela que, nos anos seguintes, se tornaria a Igreja de Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, padroeira do município.

Inicialmente, o povoado foi denominado Salgado devido ao alto grau de salinidade no solo do local. Apenas em 1929, quando o povoado ainda fazia parte deste município, o prefeito de São Tomé/RN, Félix Gomes de Melo, mudou o nome da localidade para Barcelona, em referência a um seringal homônimo, localizado no Amazonas e pertencente ao seu irmão, Felipe Gomes de Melo, no qual Félix trabalhou por um período.

Assim sendo, percebe-se que o início da ocupação na região do ACBHRP-RN se deu, sobretudo, em áreas com oferta de água e que possibilitassem o desenvolvimento da agricultura e da pecuária, cujo principal fator condicionante foi o relevo.

4.5. ASPECTOS ECONÔMICOS E POPULACIONAIS

Para compreender a dinâmica socioeconômica dos municípios que compõem a área de estudo, foi necessário realizar um levantamento sobre os dados referentes aos fatores

econômicos e populacionais, a fim de identificar como estes influenciam no uso e ocupação do solo do ACBHRP-RN.

Em relação aos dados populacionais, segundo o último Censo Demográfico, realizado pelo IBGE, contabiliza-se uma população total de 25.693 habitantes para a soma dos 3 municípios analisados. De acordo com a estimativa feita também pelo IBGE para o ano de 2019, Barcelona/RN, Cerro Corá/RN e São Tomé/RN possuem, respectivamente, uma população de 3.998, 11.179 e 11.055 pessoas.

Na tabela 4, observam-se os dados sobre a população residente no ano de 2010, destacando a quantidade e a porcentagem em relação à situação de residência (Urbana x Rural) e ao gênero. Além disso, o gráfico 3 expõe a porcentagem da população urbana e rural para os municípios analisados.

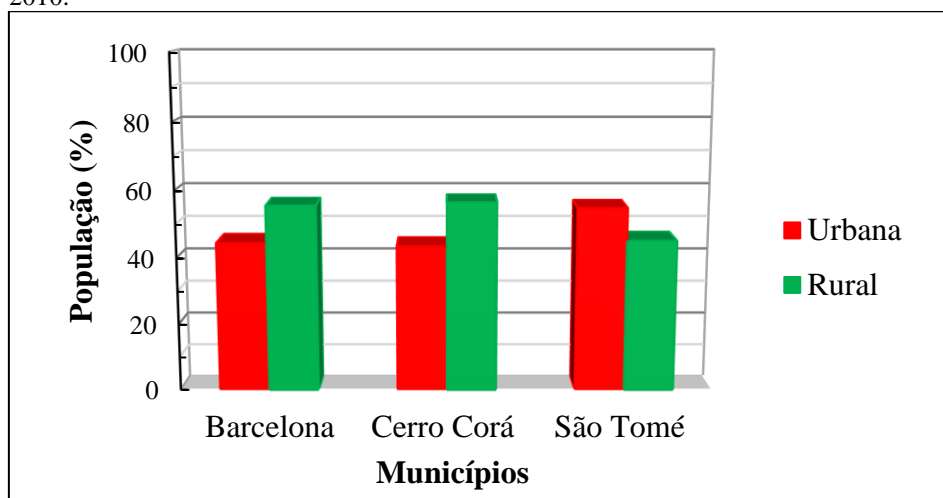
Em relação aos dados apresentados anteriormente, vimos que o município de Cerro Corá/RN apresenta o maior número de habitantes, tanto no ano de 2010 como na estimativa para o ano de 2019. Já Barcelona/RN apresenta o menor número populacional, com, aproximadamente, um terço da população em relação aos valores referentes a Cerro Corá/RN e São Tomé/RN.

Tabela 4 – População residente nos municípios que compõem o ACBHRP-RN.

| Municípios | População | | | | |
|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|
| | Urbana | Rural | Homens | Mulheres | Total |
| Barcelona | 1.756 (44,86%) | 2.194 (55,54%) | 2.020 (51,14%) | 1.930 (48,86%) | 3.950 |
| Cerro Corá | 4.742 (43,44%) | 6.174 (56,56%) | 5.459 (50,01%) | 5.457 (49,99%) | 10.916 |
| São Tomé | 5.941 (54,87%) | 4.886 (45,13%) | 5.436 (50,21%) | 5.391 (49,79%) | 10.827 |
| Total | | | | | 25.693 |

Fonte: SIDRA/IBGE, Censo Demográfico 2010. Organizado pelo autor.

Gráfico 3 - População Urbana x Rural nos municípios de Cerro Corá/RN, São Tomé/RN e Barcelona/RN em 2010.



Fonte: SIDRA/IBGE, Censo Demográfico 2010. Organizado pelo autor.

Sobre a situação dos residentes, apenas São Tomé/RN possui o maior percentual da população vivendo na área urbana, enquanto os municípios de Barcelona/RN e Cerro Corá/RN apresentam mais da metade de seus habitantes em zona rural, com valores percentuais praticamente idênticos.

Apesar dessas informações expressarem características semelhantes, destoando apenas quanto ao número inferior de habitantes de Barcelona/RN em relação aos demais municípios do ACBHRP-RN, e o maior percentual da população urbana em São Tomé/RN, ao relacionar os dados populacionais com a área territorial, através da densidade demográfica no ano de 2019, vimos que apenas Cerro Corá/RN apresenta um comportamento esperado com a maior densidade demográfica (27,74 hab./km²) devido ao maior número de habitantes, enquanto Barcelona/RN e São Tomé/RN possuem 25,88 hab./km² e 12,55 hab./km², respectivamente. Percebe-se que, em São Tomé/RN e Barcelona/RN, ocorre o inverso em relação à situação de Cerro Corá/RN, uma vez que Barcelona/RN possui a segunda maior densidade demográfica dos municípios analisados, mesmo tendo o menor número de habitantes, enquanto São Tomé/RN possui a menor quantidade em relação aos demais, mesmo possuindo o número de habitantes semelhante ao de Cerro Corá/RN.

A situação dos domicílios se comporta de forma similar à população residente. Os dados expostos na tabela 5 demonstram que, assim como o número de habitantes, Barcelona/RN apresenta a menor quantidade de domicílios, que totalizam 1.137. Esse valor é muito inferior aos demais, sendo São Tomé/RN o que conta mais domicílios ao totalizar 3.120, seguido por Cerro Corá/RN com 3.055. Apenas São Tomé/RN possui mais da metade dos domicílios na

área urbana, enquanto em Barcelona/RN e Cerro Corá/RN são praticamente equivalentes, cujos domicílios rurais são predominantes.

Tabela 5 – Situação dos domicílios nos municípios que compõem o ACBHRP-RN.

| Municípios | Situação dos domicílios | | |
|------------|-------------------------|----------------|-------|
| | Urbanos | Rurais | Total |
| Barcelona | 538 (47,32%) | 599 (52,68%) | 1.137 |
| Cerro Corá | 1.407 (46,06%) | 1.648 (53,94%) | 3.055 |
| São Tomé | 1.801 (57,72%) | 1.319 (42,28%) | 3.120 |

Fonte: SIDRA/IBGE, Censo Demográfico 2010. Organizado pelo autor.

Apesar de números superiores relativos à concentração da população e de domicílios em áreas urbanas serem muitas vezes relacionados com melhores condições de vida e de oportunidades, dados como os do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) apresentam uma visão distinta em relação a isso.

No caso de São Tomé/RN, município mais urbanizado do ACBHRP-RN, o IDHM é 0,585, considerado baixo; em Cerro Corá/RN é 0,607, valor médio; e, em Barcelona, é 0,566, o mais baixo entre os três municípios, contudo, bem próximo do número apresentado em São Tomé/RN. Outro dado no qual Cerro Corá/RN se destaca é tangente à relação Produto Interno Bruto (PIB) per capita, no ano de 2017, com o valor de R\$ 12.731,58, seguido por Barcelona/RN com R\$ 8.680,27 e São Tomé com R\$ 8.058,92.

Diante do exposto, vimos que, apesar de Cerro Corá/RN apresentar números inferiores em relação a São Tomé/RN quanto aos aspectos urbanos da população, o primeiro município citado assume o papel de polo no ACBHRP-RN por apresentar um melhor índice de desenvolvimento e um rendimento superior em comparação às outras localidades. Barcelona/RN apresentou os números menos expressivos entre os municípios do alto curso da bacia. A seguir, serão apresentadas as características das principais atividades econômicas desenvolvidas na área de estudo.

A análise dos aspectos econômicos nos permite identificar como atividades antrópicas estão sendo exercidas na área de estudo e que fatores influenciam seu desenvolvimento. De acordo com Farias (2015), o reconhecimento das atividades se faz necessário para compreender como o homem tem se apropriado dos recursos naturais, tendo em vista que, na maioria das vezes, a atividade está ligada à disponibilidade do bem natural

encontrado na bacia hidrográfica, seja pela oferta de água ou pela fertilidade dos solos próximos aos leitos fluviais.

Ainda que o recurso hídrico seja o fator predominante para o desenvolvimento de atividades ao longo da bacia hidrográfica, vimos que existem outros condicionantes naturais que podem influenciar na promoção de outros setores econômicos, como o setor energético e o de turismo. Destacamos o setor agropecuário e de extração vegetal, fazemos um apanhado sobre as empresas presentes nos municípios do ACBHRP-RN de acordo com seu ramo de atuação e apontamos a potencialidade de atividades que estão ganhando força na área de estudo nos últimos anos.

No setor agropecuário, foram analisados os aspectos das lavouras permanentes e temporárias (toneladas), extração vegetal (toneladas e metro cúbico) e pecuária (número de cabeças). Estes dados foram extraídos do Censo Agropecuário de 2017 assim como da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura de 2018, ambos realizados pelo IBGE.

Vale salientar, que apenas o município de Cerro Corá/RN possui lavouras permanentes, onde se desenvolve, especialmente, a cultura de maracujá, com produção de 765 toneladas em 2017, e da castanha e fruto do caju, onde foram produzidas, no mesmo ano, 199 e 358 toneladas, respectivamente. Foram registradas a produção de 4 toneladas de fruta-do-conde (pinha). Em São Tomé/RN o resultado foi de apenas 1 tonelada de coco-da-baía e em Barcelona/RN não foram identificados registros de lavouras permanentes.

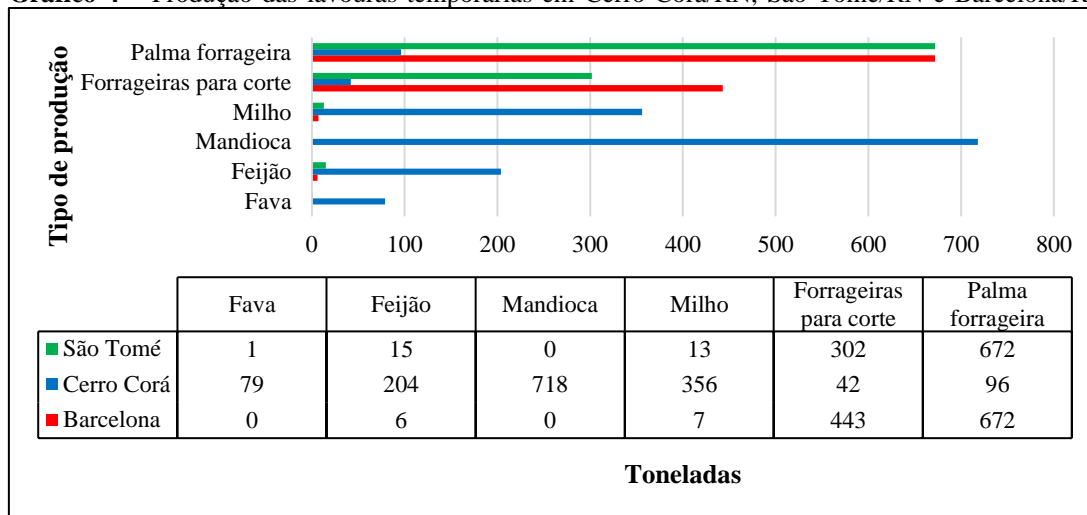
O destaque de Cerro Corá/RN se dá pelas condições de solo e clima encontrados na Serra de Santana, onde se encontram a maior parte das plantas de maracujá e caju. Solos mais profundos e arenosos, aliado a temperaturas mais amenas, favorecem esse tipo de cultivo, fato que não ocorre em São Tomé e Barcelona, que por se encontrarem, na maior parte, sobre embasamento cristalino, possuem solos mais rasos impossibilitando estas culturas.

Dentre a produção das lavouras temporárias, Cerro Corá/RN se destaca no cultivo de produtos alimentícios, como a fava, feijão, mandioca e milho, principalmente pelos fatores citados anteriormente e por apresentar áreas com relevo plano. No entanto, São Tomé/RN e Barcelona/RN, se destacam na produção da forrageira para corte e da palma forrageira, utilizadas para alimentação animal. Estes cultivos acontecem principalmente em áreas próximas aos leitos fluviais, e estes municípios possuem cursos d'água com leitos mais expressivos que Cerro Corá/RN.

No gráfico 4, podemos observar que o cultivo de mandioca é realizado apenas em Cerro Corá/RN, com uma produção maior que o tipo lavoura mais desenvolvida em

Barcelona/RN e São Tomé/RN, que é palma forrageira. O município de Barcelona/RN se destaca apenas no cultivo da forrageira para corte.

Gráfico 4 – Produção das lavouras temporárias em Cerro Corá/RN, São Tomé/RN e Barcelona/RN em 2017.



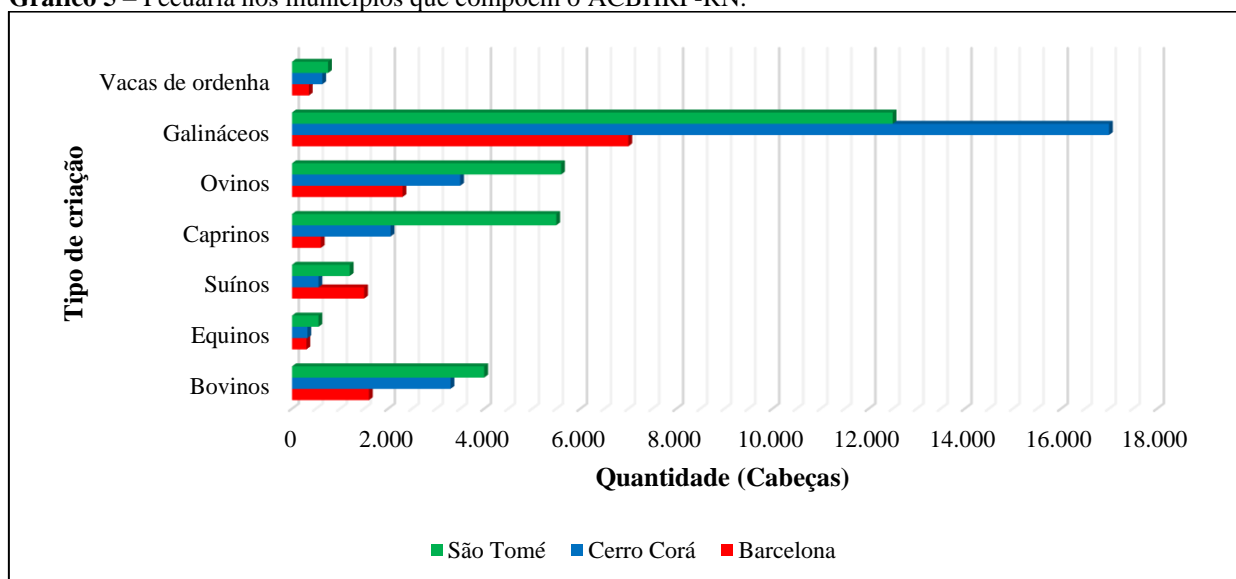
Fonte: SIDRA/IBGE, Censo Agropecuário 2017. Organizado pelo autor.

Na pecuária, foram registrados nos municípios, a criação de bovinos, caprinos, equinos, galináceos, ovinos, suínos e vacas de ordenha. Os dados expostos na tabela 6 e no gráfico 5, demonstram que Cerro Corá/RN se destaca apenas na quantidade galináceos, Barcelona/RN no número de suínos e São Tomé/RN apresenta os valores mais elevados para os demais tipos de criação.

Tabela 6 – Pecuária nos municípios que compõem o ACBHRP-RN.

| Tipo de Criação | Quantidade por município (Cabeças) | | |
|------------------|------------------------------------|------------|----------|
| | Barcelona | Cerro Corá | São Tomé |
| Bovinos | 1.600 | 3.300 | 4.000 |
| Caprinos | 600 | 2.050 | 5.600 |
| Equinos | 300 | 320 | 550 |
| Galináceos | 7.000 | 17.000 | 12.500 |
| Ovinos | 2.300 | 3.500 | 5.600 |
| Suínos | 1.500 | 550 | 1.200 |
| Vacas de ordenha | 350 | 630 | 750 |

Fonte: SIDRA/IBGE, Censo Agropecuário 2017. Organizado pelo autor.

Gráfico 5 – Pecuária nos municípios que compõem o ACBHRP-RN.

Fonte: SIDRA/IBGE, Censo Agropecuário 2017. Organizado pelo autor.

Estas atividades se desenvolvem, sobretudo, nas áreas rurais dos referidos municípios e, como vimos nos dados apresentados anteriormente, São Tomé/RN apresenta um número maior de população e domicílios na área urbana, no entanto é o município que mais se destaca no setor da pecuária. Apesar do município dispor de um sítio urbano consolidado, São Tomé/RN também conta com vastas áreas na situação rural, uma vez que dispõe da maior área territorial do ACBHRP-RN, possibilitando a utilização destes espaços pela atividade pecuária.

A extração vegetal em Barcelona/RN, Cerro Corá/RN e São Tomé/RN se resume apenas a três produtos, de acordo com os dados da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura em 2018, registrado pelo IBGE, a saber: umbu (fruto), o carvão vegetal e a lenha. Ao observar a tabela 7, percebe-se que o umbu é produzido apenas em Barcelona/RN e São Tomé/RN, enquanto Cerro Corá/RN é o que mais extrai o carvão vegetal e a lenha, seguido por São Tomé/RN e Barcelona/RN.

Tabela 7 – Extração vegetal municípios que compõem o ACBHRP-RN.

| Municípios | Extração Vegetal | | |
|------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------|
| | Umbu (Fruto) ^t | Carvão Vegetal ^t | Lenha ¹ |
| Barcelona | 1 | 3 | 800 |
| Cerro Corá | 0 | 30 | 11.000 |
| São Tomé | 2 | 12 | 6.500 |

Fonte: SIDRA/IBGE, Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura-PEVS 2018. Organizado pelo autor.

(^t) – Toneladas

(¹) – Medida em metro cúbico

A matéria prima para a produção da lenha e do carvão vegetal é retirada principalmente da vegetação de caatinga ainda encontrada em abundância na região, e é comercializada nas proximidades, com destaque para utilização da lenha por padarias da região. Cabe ressaltar que produção desenfreada destes materiais pode acarretar sérios problemas ambientais em toda a bacia hidrográfica, pois a retirada da vegetação pode provocar problemas como perdas na biodiversidade, erosão do solo, deslizamentos de terra em áreas íngremes e o assoreamento de corpos hídricos.

Com relação a condição dos produtores rurais, verifica-se na tabela 8 que, nos três municípios, a maioria são proprietários dos estabelecimentos onde essas áreas ocupam as maiores dimensões. São Tomé/RN possui mais áreas ocupadas por produtores na condição de proprietário, com 24.200 ha, seguido por Cerro Corá/RN (7.825 ha) e Barcelona/RN (7.711 ha). No entanto, nota-se que Barcelona/RN apresenta um número reduzido de unidades em relação a Cerro Corá/RN, contudo, possuem áreas equivalentes, enquanto São Tomé/RN, com maior área ocupada por proprietário, é o segundo na quantidade de unidades.

Tabela 8 – Condição dos produtores rurais nos municípios que compõem o ACBHRP-RN.

| Condição | Barcelona | | Cerro Corá | | São Tomé | |
|---|-----------|------------------|------------|------------------|-----------|------------------|
| | Área (ha) | Número (Unidade) | Área (ha) | Número (Unidade) | Área (ha) | Número (Unidade) |
| Proprietário(a) | 7.711 | 158 | 7.825 | 782 | 24.200 | 400 |
| Concessionário(a) ou assentado(a) aguardando titulação definitiva | 176 | 8 | X | 138 | X | 11 |
| Arrendatário(a) | X | 1 | X | 1 | X | 10 |
| Parceiro(a) | X | 2 | 412 | 22 | X | 15 |
| Comodatário(a) | 1.789 | 31 | X | 18 | 4.352 | 98 |
| Ocupante | 0 | 0 | X | 1 | X | 2 |
| Produtor sem área | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Fonte: SIDRA/IBGE, Censo Agropecuário 2017. Organizado pelo autor.

NOTA: X = Valor inibido para não identificar o informante.

A segunda categoria que apresenta o maior número de unidades e de área ocupada é de comodatário, na qual o estabelecimento se encontra em regime de comodato, onde a terra é cedida pelo proprietário ao produtor, que assume todas as obrigações da propriedade. São Tomé/RN expressa valores mais expressivos nesta categoria, com uma área ocupada de 4.352 ha e 98 unidades, seguido por Barcelona/RN com 1.789 ha e 31 unidades e Cerro Corá/RN com apenas 18 unidades.

Cerro Corá/RN apresenta valores superiores para produtores parceiros, com área de 412 ha e 22 unidades, enquanto São Tomé/RN e Barcelona/RN possuem 15 e 2 unidades,

respectivamente, como também na categoria de concessionários ou assentado que aguardam a titularidade definitiva, com 138 unidades, seguido por São Tomé/RN com 11 e Barcelona/RN com 8 unidades.

A respeito de outras atividades econômicas, de acordo com os dados do Cadastro Central de Empresas do IBGE no ano de 2017, o destaque se dá principalmente ao comércio varejista, no qual Cerro Corá/RN conta com 65 unidades, acompanhado por São Tomé/RN com 64 e Barcelona/RN com 10 estabelecimentos.

Nos últimos anos, surgiram novos ramos econômicos na região, como a confecção de artigos do vestuário e acessórios, a de produção energética e o turismo. Nessas três categorias, Cerro Corá/RN está se sobressaindo em relação aos demais municípios do ACBHRP-RN. O município já possui sete empresas de confecção de vestuários, atividade muito desenvolvida na região do Seridó, enquanto em São Tomé/RN existe apenas 1 estabelecimento e Barcelona/RN não possui nenhum registro.

O ramo de produção energética é encabeçado pela produção de energia eólica, na qual, Cerro Corá/RN já possui 2 parques em funcionamento, quais sejam os Pedra Rajada I e II (Figura 18). Existem ainda outros projetos para a construção de novos parques tanto em Cerro Corá/RN, como também São Tomé/RN. Esta atividade se apropria dos bons ventos existentes nas áreas de relevo que apresentam altitude mais elevadas.

Figura 18 – Aerogeradores do Parque Eólico Pedra Rajada II – Cerro Corá/RN.

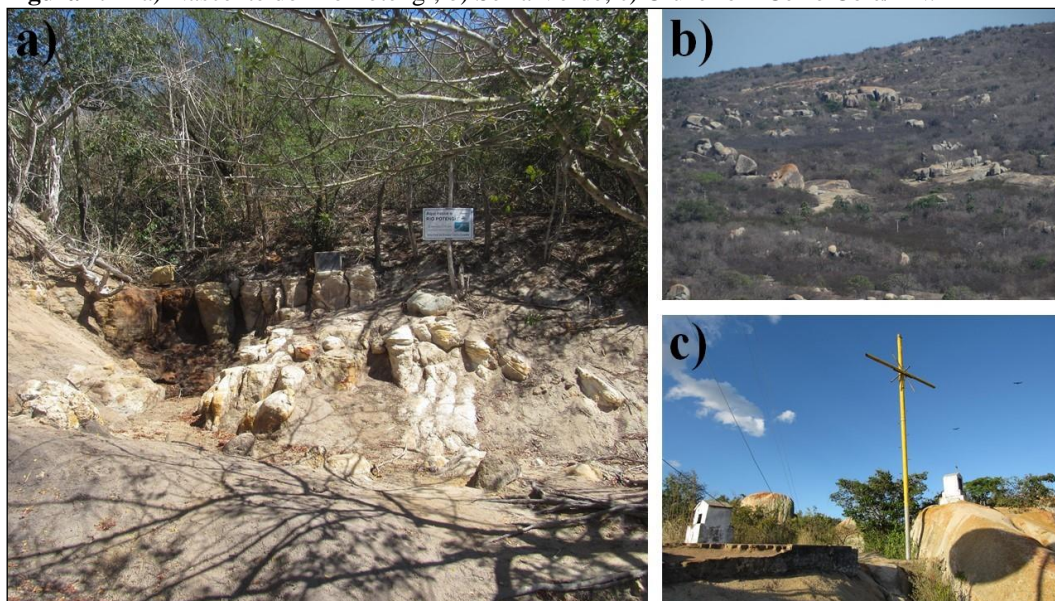


Fonte: Acervo do autor.

O turismo também vem ganhando força em Cerro Corá/RN, especialmente com o turismo de natureza, uma vez que o município conta com paisagens de beleza cênica espetaculares. Além disso, a cidade é conhecida como a “Suíça do Seridó”, por registrar temperaturas mais amenas, devido ao fato estar localizada próximo à Serra de Santana, numa altitude média de 600 metros. As temperaturas mais baixas proporcionam a realização anual de um festival de inverno, bastante reconhecido na região, promovendo shows, concursos culinários, dentre outras atrações.

Outro elemento importante na disseminação do turismo em Cerro Corá/RN foi a criação do Projeto do Geoparque Seridó, formado por Geossítios nos municípios de Acari/RN, Carnaúba dos Dantas/RN, Currais Novos/RN, Lagoa Nova/RN e Parelhas/RN. Em Cerro Corá/RN, existem quatro Geossítios, a saber: o Vale Vulcânico, que se encontra fora dos limites da área de estudo, a Nascente do Rio Potengi (Figura 19-a), Serra Verde (Figura 19-b) e o Cruzeiro (Figura 19-c), todos eles inseridos no ACBHRP-RN.

Figura 19 – a) Nascente do Rio Potengi; b) Serra Verde; c) Cruzeiro – Cerro Corá/RN.



Fonte: Acervo do autor.

A Nascente do Rio Potengi é o ponto mais conhecido, pelo fato de ser o ponto inicial do principal rio que corta a capital do estado. No Geossítio Serra Verde, podem ser vistas diversas geofomas como, por exemplo, a das Pedras do Nariz, do Cachorro e do Caju, que ganharam estes nomes pelas semelhanças com estes elementos. Nesse ponto, também, se encontram registros de pinturas rupestres, como foi dito anteriormente. O Cruzeiro está localizado na área urbana de Cerro Corá/RN, e possibilita a observação de uma vista panorâmica da cidade e do Açude Elói de Souza. Outras atividades vêm sendo promovidas,

relacionadas ao turismo de aventura, com criação de trilhas na localidade de Serra Preta, zona rural de Cerro Corá/RN.

4.6. CONDIÇÕES SANITÁRIAS

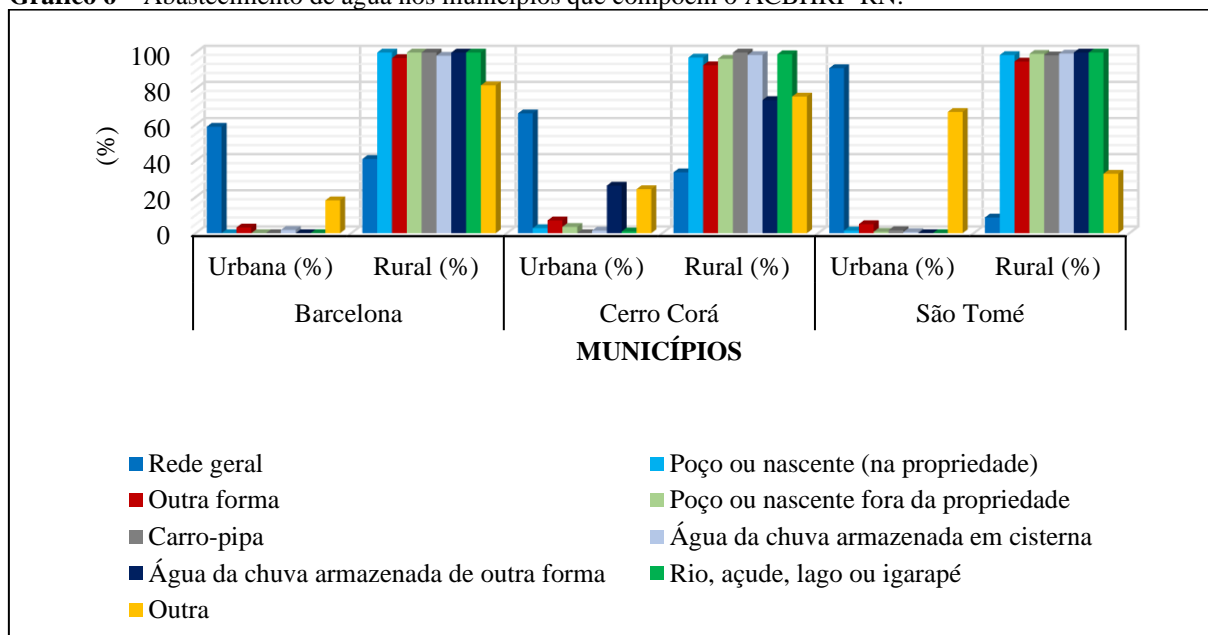
A análise das condições sanitárias é de suma importância para compreender como pontos de abastecimento de água, esgotamento sanitário e descarte de resíduos sólidos são tratados na área de estudo. Essas variáveis podem indicar uma ameaça ou a garantia de recursos naturais, sobretudo a dos corpos hídricos e, conseqüentemente, influenciar na qualidade de vida da população. Os dados levantados foram extraídos do Censo Demográfico do IBGE em 2010.

Os dados expressos na tabela 9 e no gráfico 6, demonstram que nas áreas urbanas dos três municípios, a rede geral de abastecimento de água é predominante nos domicílios, tendo uma porcentagem mais expressiva em São Tomé/RN, seguido por Cerro Corá/RN e Barcelona/RN. As outras formas de abastecimento quase que de forma absoluta nas zonas rurais. Este fato é preocupante, pelo fato de que o fornecimento através de água não encanada nas áreas rurais a pode potencializar o risco de contaminação desse recurso por condições externas.

Tabela 9 – Abastecimento de água nos municípios que compõem o ACBHRP-RN.

| Tipo de abastecimento | Barcelona | | Cerro Corá | | São Tomé | |
|---|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| | Urbana (%) | Rural (%) | Urbana (%) | Rural (%) | Urbana (%) | Rural (%) |
| Rede geral | 58,93 | 41,07 | 66,32 | 33,68 | 91,35 | 8,65 |
| Poço ou nascente (na propriedade) | 0 | 100 | 2,78 | 97,22 | 1,43 | 98,57 |
| Outra forma | 3,1 | 96,9 | 7,06 | 92,94 | 4,99 | 95,01 |
| Poço ou nascente fora da propriedade | 0 | 100 | 3,45 | 96,55 | 0,74 | 99,26 |
| Carro-pipa | 0 | 100 | 0 | 100 | 1,63 | 98,37 |
| Água da chuva armazenada em cisterna | 1,79 | 98,21 | 1,4 | 98,6 | 0,62 | 99,38 |
| Água da chuva armazenada de outra forma | 0 | 100 | 26,32 | 73,68 | 0 | 100 |
| Rio, açude, lago ou igarapé | 0 | 100 | 0,93 | 99,07 | 0 | 100 |
| Outra | 18,18 | 81,82 | 24,37 | 75,63 | 67,12 | 32,88 |

Fonte: SIDRA/IBGE, Censo Demográfico 2010. Organizado pelo autor.

Gráfico 6 – Abastecimento de água nos municípios que compõem o ACBHRP-RN.

Fonte: SIDRA/IBGE, Censo Demográfico 2010. Organizado pelo autor.

No tocante as instalações sanitárias dos domicílios, observa-se, na tabela 9 e no gráfico 7, que as condições mais adequadas se encontram nas áreas urbanas, onde a categoria da rede geral de esgoto ou águas pluviais prevalece, tendo o maior percentual em São Tomé/RN (99,64%) e Cerro Corá/RN (92,92%), enquanto em Barcelona/RN apenas 50% dos domicílios possui esse tipo de instalação sanitária na zona urbana.

As fossas sépticas também são mais comuns nas áreas urbanas, como podemos visualizar na tabela 10 e no gráfico 7, onde o percentual mais acentuado é detectado em São Tomé/RN (82,76%), acompanhado por Barcelona/RN (76,24%) e Cerro Corá/RN com apenas 50% das fossas sépticas instaladas em domicílios urbanos.

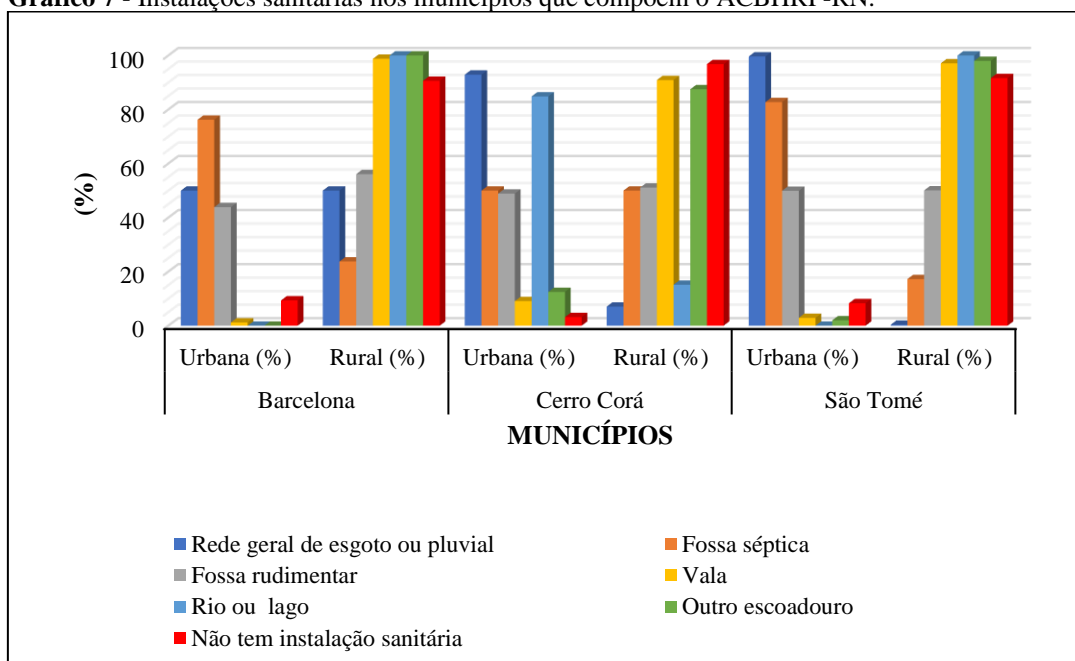
As fossas rudimentares são o tipo de instalações sanitárias que lançam o esgotamento a céu aberto, como em valas, rios ou lagos, em outros tipos de escoadouros, ou até mesmo domicílios que não possuem instalações sanitárias estão, predominantemente, nas áreas rurais dos municípios do ACBHRP-RN.

Estas informações relacionadas com os dados expostos anteriormente sobre os tipos de abastecimento de água, demonstram uma situação preocupante sobre as zonas rurais destes municípios, uma vez que, ao mesmo tempo que não possuem uma forma de distribuição de água adequada, as formas de esgotamento sanitário também são precárias, podendo acarretar sérios problemas ambientais como a poluição do solo e dos recursos hídricos disponíveis, além de aumentar o risco de doenças para a população residente nestes locais, causadas pela utilização dos recursos poluídos.

Tabela 10 – Instalações sanitárias nos municípios que compõem o ACBHRP-RN.

| Tipo de instalação sanitária | Barcelona | | Cerro Corá | | São Tomé | |
|---------------------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| | Urbana (%) | Rural (%) | Urbana (%) | Rural (%) | Urbana (%) | Rural (%) |
| Rede geral de esgoto ou pluvial | 50 | 50 | 92,92 | 7,08 | 99,64 | 0,36 |
| Fossa séptica | 76,24 | 23,76 | 50 | 50 | 82,76 | 17,24 |
| Fossa rudimentar | 43,89 | 56,11 | 48,88 | 51,12 | 49,92 | 50,08 |
| Vala | 1,2 | 98,8 | 9,09 | 90,91 | 2,9 | 97,1 |
| Rio ou lago | 0 | 100 | 84,85 | 15,15 | 0 | 100 |
| Outro escoadouro | 0 | 100 | 12,5 | 87,5 | 2 | 98 |
| Não tem instalação sanitária | 9,38 | 90,63 | 3,2 | 96,8 | 8,33 | 91,67 |

Fonte: SIDRA/IBGE, Censo Demográfico 2010. Organizado pelo autor.

Gráfico 7 - Instalações sanitárias nos municípios que compõem o ACBHRP-RN.

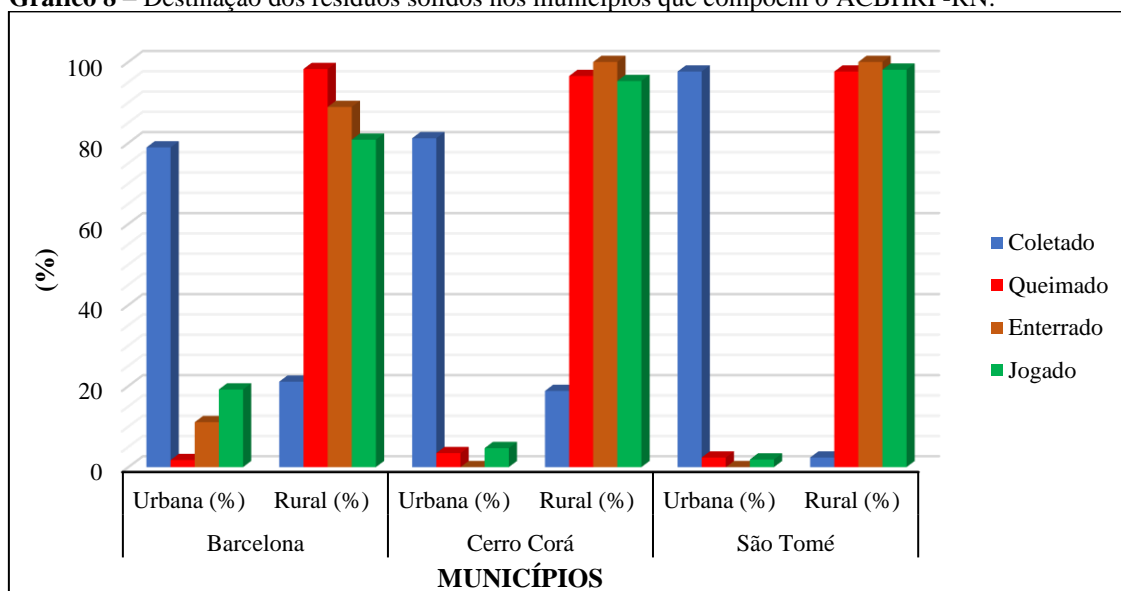
Fonte: SIDRA/IBGE, Censo Demográfico 2010. Organizado pelo autor.

Outro fator importante, referente as condições sanitárias, são as formas de descarte final dos resíduos sólidos, visto que o descarte irregular de lixo promove uma série de prejuízos ambientais e sociais. A destinação dos resíduos sólidos nos municípios analisados se dá pela coleta do lixo, a queima, o enterro e jogado em algum local, conforme podemos constatar na tabela 11 e no gráfico 8, relativos à destinação dos resíduos sólidos dos domicílios de Barcelona/RN, Cerro Corá/RN e São Tomé/RN.

Tabela 11 – Destinação dos resíduos sólidos nos municípios que compõem o ACBHRP-RN.

| Tipo de destinação | Barcelona | | Cerro Corá | | São Tomé | |
|--------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| | Urbana (%) | Rural (%) | Urbana (%) | Rural (%) | Urbana (%) | Rural (%) |
| Coletado | 78,90 | 21,10 | 81,18 | 18,82 | 97,63 | 2,37 |
| Queimado | 1,75 | 98,25 | 3,47 | 96,53 | 2,38 | 97,62 |
| Enterrado | 11,11 | 88,89 | 0 | 100 | 0 | 100 |
| Jogado | 19,18 | 80,82 | 4,7 | 95,3 | 1,91 | 98,09 |

Fonte: SIDRA/IBGE, Censo Demográfico 2010. Organizado pelo autor.

Gráfico 8 – Destinação dos resíduos sólidos nos municípios que compõem o ACBHRP-RN.

Fonte: SIDRA/IBGE, Censo Demográfico 2010. Organizado pelo autor.

Assim como ocorre no abastecimento de água e no esgotamento sanitário, a forma mais adequada de descarte de lixo ocorre nas áreas urbanas, seguindo a mesma ordem dos parâmetros anteriores, onde o lixo coletado nos domicílios urbanos apresenta o percentual mais elevado em São Tomé/RN (97,63%), seguido de Cerro Corá/RN (81,18%) e Barcelona/RN (78,90%).

As outras formas de descarte são extremamente superiores nos domicílios das zonas rurais, com valores acima de 80%. A forma de descarte de lixo enterrado ocorre em 100% no setor rural de São Tomé/RN e Cerro Corá/RN. O lixo queimado na área rural atinge percentuais acima de 90% em todos os municípios do ACBHRP-RN, apresentando valores semelhantes para o lixo jogado nesta mesma situação de domicílio em São Tomé/RN (90,09%) e Cerro Corá/RN (95,30%).

Esse tipo de situação piora ainda mais o cenário das áreas rurais dos municípios que compõem a área de estudo, devido ao fator possibilitar maior existência de danos ambientais, que podem causar transtornos à população residente nestes locais.

O panorama dos dados apresentados neste capítulo foi essencial no processo de delimitação das unidades geoecológicas do ACBHRP-RN, visto que a reunião e a integração das informações propiciaram um conhecimento sobre o comportamento dos elementos que compõem a paisagem, tanto do ponto de vista físico-ambiental, como também dos aspectos populacionais, socioeconômicos e sanitários, visando a compreensão da influência de tais aspectos no uso dos recursos naturais disponíveis.

O resultado da análise destes componentes será apresentado no capítulo seguinte, por meio das unidades geoecológicas definidas para área de estudo e, como essas podem ser usadas como instrumento para o planejamento ambiental no processo de tomada de decisão dos responsáveis pela gestão dos recursos naturais disponíveis nesta parcela da Bacia Hidrográfica do rio Potengi, seja na esfera municipal ou estadual.

5. UNIDADES GEOECOLÓGICAS NO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POTENGI – RN (ACBHRP-RN): COMPARTIMENTAÇÃO E DIAGNÓSTICO DE SUAS POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES

Neste capítulo, trazemos os resultados das análises realizadas nas informações obtidas no capítulo anterior, no qual foram apresentados os dados relativos aos aspectos físico-ambientais e socioeconômicos. A partir da análise e integração desses dados, foi possível realizar a compartimentação das unidades geológicas do ACBHRP-RN, que serão apresentadas a seguir.

Da mesma forma que as informações adquiridas anteriormente, a compartimentação geológica será descrita e expressa através de representações cartográficas, que possibilitam a observação das unidades de paisagem por uma perspectiva espacial, seguindo os fundamentos teórico-metodológicos da abordagem geológica.

O mapeamento realizado na compartimentação das unidades geológicas do ACBHRP-RN se deu numa escala regional, compatível com a escala dos dados secundários utilizados durante o trabalho. No entanto, a partir da análise das atividades antrópicas desenvolvidas na área de estudo, foi possível identificar e delimitar unidades com característica particulares.

Logo após, apresentamos as potencialidades e limitações dos compartimentos delimitados, buscando demonstrar como e onde as formas de uso e ocupação podem ser desenvolvidas sem que haja prejuízos do ponto de vista natural, social e cultural. Estas informações têm o propósito de auxiliar no processo de planos e programas que visem obter o desenvolvimento sustentável tanto nesta parcela da área de estudo, como também na bacia como um todo e dos municípios que a integram.

5.1. UNIDADES GEOECOLÓGICAS DO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POTENGI-RN (ACBHRP-RN)

A compartimentação do território em regiões, zonas ou unidades tem entre outras funções a de auxiliar no processo de gestão, através da identificação de áreas homogêneas em relação a determinado aspecto, seja ele natural, social, econômico etc.

Em meio a esse processo, a Geologia das Paisagens surge como uma abordagem que apresenta potencial na delimitação de unidades homogêneas, uma vez que teoria está

apoiada numa visão sistêmica, favorecendo no entendimento do quadro natural, socioeconômico e cultural, além de auxiliar na leitura das transformações que ocorrem na paisagem a partir da relação dos elementos que a compõem (TEIXEIRA; SILVA; FARIAS, 2017). Dessa forma, a delimitação das unidades geoecológicas mostra-se como uma alternativa justificável, uma vez que fornece recursos para compreender a organização e o funcionamento da paisagem.

As unidades geoecológicas se configuram por uma interação dos seus componentes, determinadas pela homogeneidade de suas propriedades naturais e a estabilidade das inter-relações estruturais. A característica principal na individualização dessas unidades é a singularidade da sua estrutura morfológica e funcional, além das interações dos seus componentes naturais, no qual todo complexo individual possui um sistema também individual e característico (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2007).

Partindo dessa premissa, a compartimentação das unidades geoecológicas do ACBHRP-RN se deu com base em critérios geomorfológicos, incorporando em seguida os aspectos homogêneos relativos ao funcionamento e características naturais da paisagem. Além disso, foram adicionadas informações sobre as atividades econômicas, relacionando-as com os aspectos naturais e o contexto em que elas estão inseridas.

Seguindo a classificação proposta por Rodriguez; Silva & Cavalcanti (2007) a respeito da escala de análise, o mapeamento da compartimentação geoecológica realizada neste trabalho se caracteriza como uma escala média, do tipo regional (1:250.000) que, segundo os autores, possibilita “a análise, classificação e cartografia dos complexos físicos-geográficos individuais, tanto naturais como modificados pela atividade humana e a compreensão de sua composição, estrutura, relações, desenvolvimento e diferenciação” (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2007, p. 68).

A escolha da bacia hidrográfica como unidade espacial de análise para realização da compartimentação geoecológica também se mostrou satisfatória, uma vez que seu caráter integrativo possibilita um olhar mais apurado da estrutura e funcionamento das paisagens. De acordo com Priego e Cotler (2006) as bacias hidrográficas possuem condições favoráveis a análise dos processos ambientais, por meio de uma verificação minuciosa dos aspectos físico-ambientais, utilizando ferramentas e conceitos integradores.

Dessa forma, a Geoecologia das Paisagens se destaca nos estudos de bacias hidrográficas, uma vez que essa abordagem traz em sua origem características integrativas, que apresentam essa unidade espacial em suas investigações com um sistema dinâmico e conectado pela ação de seus componentes (FARIAS, 2020).

Portanto, por meio dos preceitos da Geoecologia das Paisagens, a compartimentação realizada no ACBHRP-RN resultou na delimitação das seguintes unidades geológicas: Encostas da Borborema com Nascentes; Serra de Santana/Área de Nascentes; Planície Fluvial/APP; Encostas da Borborema/Cidade de Pedras; Planalto do Ventos; Encostas com Relevo Fortemente Ondulado; Vale do Rio Polênga; Planaltos de Uso Agropecuário e Mineração e Depressão com Uso Agropecuário. Todas essas unidades serão descritas a seguir, destacando os aspectos característicos de cada paisagem, em que posteriormente serão apresentadas suas potencialidades e limitações.

5.1.1. Encostas da Borborema com Nascentes

As Encostas da Borborema com Nascentes se encontram ao sudoeste do ACBHRP-RN, entre os limites administrativos dos municípios Cerro Corá/RN, São Tomé/RN, Currais Novos/RN e Campo Redondo/RN, estando mais presentes no primeiro município citado. Esta unidade está dividida em duas parcelas que juntas ocupam uma área de 33,06 km².

A geomorfologia da área ocupada por esta unidade está classificada como Serras Ocidentais do Planalto da Borborema, segundo o mapeamento realizado pelo IBGE (2018). Está estruturada sobre o embasamento cristalino da Formação Seridó, unidade litológica mais ocorrente na área de estudo.

A unidade apresenta um terreno com cotas altimétricas variando em 420m e 690m e declividades bastante elevadas, variando entre forte-ondulado a montanhoso. Estas características acabam impossibilitando a formação de solos mais desenvolvidos, uma vez que a inclinação elevada promove solos rasos, e suas características estão associadas aos Neossolos Litólicos Eutróficos, que têm predominância de ocorrência no ACBHRP-RN.

Na parcela da unidade que se encontra mais próxima à Serra de Santana, os valores pluviométricos são mais elevados, devido a influência do relevo da serra. Os ventos nessa área da bacia também são expressivos, influenciados pela ocorrência de cotas altimétricas mais acentuadas.

A cobertura do solo se dá predominantemente pela vegetação nativa de padrão denso, com característica florestal, composta de espécies lenhosas típicas do bioma caatinga. Ainda podem ser observados pequenos fragmentos de áreas descobertas e de uma vegetação mais esparsa e ribeirinha, localizados próximos a afloramentos e leitos de drenagens de primeira ordem. Esta área se configura como uma área de recarga da bacia, uma vez que nestas encostas nascem inúmeros afluentes de rios que desaguam no rio principal.

5.1.2. Serra de Santana/Área de Nascentes

Este compartimento está localizado a oeste da área de estudo, inserido totalmente no município de Cerro Corá/RN. Sua área ocupa apenas 7,96 km², menor unidade da compartimentação, no entanto apresenta características relevantes para todo o ACBHRP-RN. Assim como a unidade descrita anteriormente, este compartimento também se caracteriza como uma área de recarga, onde está localizada a nascente principal do rio Potengi.

Algumas características da Serra de Santana/Área de Nascentes são particulares em relação às demais unidades da área de estudo, a começar pela sua composição geológica, que se constitui por uma base sedimentar referente a Formação Serra dos Martins, unidade litológica mais recente encontrada no alto curso da bacia.

A base sedimentar e o relevo predominantemente plano proporcionaram o desenvolvimento de solos profundos e bem drenados, classificados como Latossolo Amarelo Distrófico. A borda leste da unidade possui encostas de relevo forte-ondulado, onde estão presentes algumas nascentes, dentre elas a que é considerada a principal nascente do rio Potengi.

Este compartimento apresenta os maiores valores altimétricos da bacia, com altitudes variando entre 630m a 718m. Essa característica do relevo também influencia nas condições climáticas dessa área, apresentando valores pluviométricos mais significativos no alto curso, temperaturas mais amenas e alta ação dos ventos.

A cobertura do solo apresenta modificações em relação à vegetação natural, principalmente nas áreas mais planas localizadas a oeste, em direção a parte central da Serra de Santana. Estes espaços estão sendo ocupados por comunidades rurais que utilizam essas áreas, especialmente, para a atividade agrícola, com destaque para o cultivo de caju, de maracujá e da mandioca. Nos últimos anos, a atividade eólica vem se estabelecendo em toda Serra de Santana e alguns aerogeradores estão presentes nesta unidade. Nas áreas com relevo de declividade acentuada, a cobertura do solo está marcada pela presença de uma vegetação de padrão mais denso, com características florestais.

5.1.3. Planície Fluvial/APP

Esta unidade perpassa por toda área do ACBHRP-RN, uma vez que envolve os rios mais expressivos desta parcela da bacia. Embora o alto curso possua um grande número de canais fluviais, dos quais também se faz necessário estabelecer suas Áreas de Proteção Ambiental (APPs), optou-se em elencar apenas os rios principais para a criação desta unidade, por entender-se que estes canais possuem uma maior representatividade na rede de drenagem

desta parcela da bacia, dada a importância destes rios tanto do ponto de vista físico, mas também social, uma vez que suas áreas de planícies são constantemente utilizadas pela população.

Assim, para a criação desta unidade geomorfológica da Planície Fluvial/APP selecionamos os rios Potengi, da Vargem, Poço dos Cavalos, Pedra Preta e Polênga. Esses canais fluviais possuem dimensões distintas na largura dos seus leitos regulares, variando entre 10m e 50m, que de acordo com o Código Florestal Brasileiro devem possuir uma faixa de APP de 50m em suas margens.

Dessa forma, estabelecemos este afastamento de maneira uniforme em todos os cursos dos rios selecionados para delimitar a unidade, compreendendo uma área de 23,01 km² que está presente em todos os municípios que compõem o ACBHRP-RN. Apesar de estar sobre o embasamento cristalino, a unidade descrita apresenta solos mais desenvolvidos e arenosos, principalmente onde o relevo se mostra mais plano e o poder de erosão do fluxo das águas é menor, agindo apenas com o transporte e deposição dos sedimentos, enquanto nas áreas onde a declividade é maior os processos erosivos são mais atuantes.

Vale salientar que, apesar destes rios serem tipificados como intermitentes, ou seja, com escoamento superficial apenas no período chuvoso, estes espaços têm como principal característica a disponibilidade hídrica.

Em relação à cobertura do solo, a Planície Fluvial/APP é, em grande parte, composta por áreas descobertas, referentes, especialmente, pelos leitos dos rios secos. A vegetação situa-se nas margens dos canais e em áreas com maior acúmulo de água, que apresentam uma vegetação ribeirinha, mais fotossinteticamente ativa devido a quantidade de água em suas folhas. Podem ser observadas espécies lenhosas distribuídas de forma concentrada nas margens e de forma isolada nos leitos, além de espécies de gramíneas no entorno de pontos alagados.

Nesta unidade, o uso se dá principalmente para o cultivo de milho e feijão, característico das culturas de vazante, além de ser fonte de captação de água, seja através de poços ou reservas formadas pela construção de barramentos.

5.1.4. Encostas da Borborema/Cidade de Pedras

A unidade das Encostas da Borborema/Cidade de Pedras possui uma diversidade de elementos relacionados aos aspectos de uso do solo, uma vez que neste compartimento é possível identificar a existência de atividades antrópicas de diferentes setores. Esta unidade

possui uma área total de 60,78 km² e está localizada apenas no território do município de Cerro Corá/RN.

Sobre os aspectos de uso do solo anunciados anteriormente, observamos a existência de atividades que vão desde a ocupação urbana, uma vez que a sede municipal de Cerro Corá/RN está inserida nesta unidade, à utilização de espaços para atividade agropecuária, especialmente, próximo as planícies fluviais.

Além disso, existem outros espaços utilizados pela atividade turística, como o Cruzeiro, localizado no alto de um afloramento de granito no centro da área urbana da cidade e que permite uma visão panorâmica do centro de Cerro Corá/RN e do açude Eloy de Souza. Outro elemento explorado pela atividade turística são as geoformas encontradas nos diversos afloramentos rochosos distribuídos por toda a unidade, motivo pelo qual os moradores locais atribuíram o nome de Cidade de Pedras a esta parcela do município.

Apesar da nomenclatura da unidade estar associada a unidade geomorfológica das Encostas Orientais do Planalto da Borborema, este compartimento apresenta um relevo predominantemente plano a suave-ondulado. Os solos encontrados nesta unidade são rasos, típicos de ambientes com embasamento cristalino e estão associados aos Luvisolos Crômico Órtico, comuns no ambiente semiárido e em locais com o tipo de relevo citado anteriormente.

As condições climáticas desta unidade também apresentam características de áreas elevadas, com os maiores valores pluviométricos registrados do alto curso, temperaturas mais amenas e fortes ventos.

Embora a unidade apresente modificação a respeito da sua cobertura natural do solo, devido à presença de ocupação urbana e de atividades agropecuárias, ainda é possível identificar remanescentes de vegetação nativa do tipo florestal, característica do bioma de caatinga.

5.1.5. Planalto dos Ventos

O Planalto dos Ventos está seccionado em duas partes, todas localizadas ao norte do ACBHRP-RN, sendo a maior ocorrência em Cerro Corá/RN e outra, em menor escala, inserida entre os limites do mesmo município e de São Tomé/RN, que somadas ocupam uma área de 186,10 km². Esta unidade geocológica recebe esta nomenclatura por estar situada na região geomorfológica do Planalto da Borborema, mais especificamente na unidade das Encostas Orientais do Planalto da Borborema, e por ter sido, nos últimos anos, área de interesse para instalação de parques eólicos.

Na parcela localizada, já existem dois parques eólicos instalados e em funcionamento, os parques Pedra Rajadas I e II, que iniciaram suas operações no ano de 2018. Além destes empreendimentos, existem pelos menos 13 parques eólicos projetados nas duas parcelas das unidades, que juntos irão viabilizar a instalação de 100 aerogeradores no ACBHRP-RN.

Os fortes ventos destas áreas são influenciados principalmente pelas altitudes mais elevadas, que variam entre 330m a 700m. Na parcela que se encontra em Cerro Corá/RN, o terreno possui uma declividade predominantemente plana a suave-ondulada, mas com áreas de relevo montanhoso nas áreas com altitudes mais elevadas. Na parcela que está mais presente em São Tomé/RN, o terreno se mostra mais acidentado, prevalecendo um relevo com aspecto ondulado a forte ondulado, também apresentando características de terreno montanhoso nas áreas de maior altitude.

Percebe-se que áreas mais elevadas possuem um aspecto de linhas alongadas, no sentido sudoeste-nordeste, assim como o comportamento da maior parte das unidades litoestratigráficas, presentes principalmente nas unidades da Formação Equador e no Complexo Caicó. Os solos também apresentam uma espessura rasa, associados aos Luvisolos Crômico Órtico, que ocorrem apenas na parcela localizada em Cerro Corá/RN e os Neossolos Litólicos Eutróficos, que predomina nas duas parcelas.

A cobertura do solo nesta unidade é majoritariamente composta por uma vegetação de caatinga densa, do tipo florestal, principalmente na parcela inserida em São Tomé/RN. Na parcela de Cerro Corá/RN, são mais comuns áreas utilizadas pela atividade agropecuária, especialmente por apresentar um relevo mais plano, que facilita o manejo da terra, porém, esta atividade pode ser identificada nas duas parcelas. A extração vegetal para obtenção de lenha também é uma atividade praticada nessas áreas.

A atividade turística também tem sido desenvolvida nesta unidade, principalmente aquelas voltadas para o ecoturismo. Um local que apresenta uma importância para este setor é o Geossítio Serra Verde, localizado em Cerro Corá/RN e que faz parte do projeto do Geoparque Seridó. Neste local, é possível identificar vários tipos de geoformas e exemplares de pinturas rupestres. Além do Geossítio Serra Verde, existe também, na localidade de Serra Preta, a possibilidade de se realizar trilhas ecológicas e de se visitar formações rochosas que constituem o que os moradores locais chamam de casas de pedras.

5.1.6. Encostas com Relevo Fortemente Ondulado

Na unidade das Encostas com Relevo Fortemente Ondulado, verificam-se moderadas alterações do ponto de vista das características naturais. Este compartimento possui uma área de 112, 60 km², numa faixa que se estende da parte sudoeste ao centro do ACBHRP-RN, entre os limites de Cerro Corá/RN e São Tomé/RN.

Por apresentar um relevo bastante acidentado, predominando o padrão de declividade ondulado a forte-ondulado e montanhoso nas áreas mais elevadas e com altitudes variando entre 210m e 570m, esta unidade apresenta poucas modificações em relação a cobertura da terra, que é composta, sobretudo, pela vegetação do bioma caatinga, do tipo florestal, com a presença de pequenas porções de uma vegetação mais fotossinteticamente ativa nas áreas mais elevadas, devido ao registro mais frequente de pluviosidade e temperaturas mais amenas nestes locais, o que garante uma maior quantidade de água disponível em suas folhas. As áreas descobertas correspondem aos leitos dos rios e riachos e as poucas áreas utilizadas para o cultivo de lavouras temporárias, localizadas próximas destes canais fluviais.

Esta área também está inserida na unidade geomorfológica das Encostas Orientais do Planalto da Borborema e, por possuir um terreno com declividade acentuada, contém solos pouco desenvolvidos e rasos, associados, na maior parte de sua área, aos Neossolos Litólicos Eutróficos, com pequenas áreas de ocorrência de Luvisolos Crômico Órtico ao norte e a oeste da unidade. As unidades geológicas predominantes neste compartimento correspondem à Formação Seridó e ao Complexo Caicó.

Uma particularidade desta unidade é a existência de um importante reservatório de água, o Açude Público Pinga, localizado em Cerro Corá/RN, a centro-oeste da unidade, e responsável por garantir o abastecimento de água deste município. Apesar da área ocupada por este reservatório estar entre as unidades da Planície Fluvial/APP e dos Planaltos de Uso Agropecuário e Mineração, a maior parte está inserida na unidade geocológica das Encostas com Relevo Fortemente Ondulado.

5.1.7. Vale do Rio Polênga

O Vale do Rio Polênga consiste numa área de 40,56 km² que se estende do setor sul do ACBHRP-RN à parte central da área de estudo, o qual se encontra com a planície fluvial do rio Potengi. O rio Polênga é um dos principais afluentes do rio principal da bacia e está localizado em um vale bem definido, formado por uma área com cotas altimétricas que variam entre 210m a 390m, as quais são inferiores em relação ao conjunto de serras que se encontram

nos seus limites oeste, onde estão Serras da Hosana, da Ilhota e de São Pedro e a leste, com as Serras Verde, do Caboclo e do Louro.

Esta unidade apresenta um relevo predominantemente plano, principalmente na parte central próximo a planície fluvial, onde é possível identificar uma vegetação do tipo campestre, de padrão mais esparso e uma vegetação ribeirinha no entorno de áreas úmidas. Nessas áreas, verifica-se a existência de comunidades rurais responsáveis pelo desenvolvimento de atividades agrícolas, que representam basicamente o principal tipo de uso do solo na unidade.

Nas bordas da unidade, onde o relevo apresenta uma declividade suave-ondulada ou ondulada, a cobertura do solo é representada pela vegetação florestal, com padrão mais denso. As áreas descobertas referem-se aos leitos dos canais fluviais e estradas carroçáveis.

Os solos que ocorrem na unidade estão associados aos Neossolos Litólicos Eutróficos, em uma pequena parcela ao sul e com predominância dos Luvisolos Crômico Órtico. São solos rasos, típico de áreas com embasamento cristalino e de clima semiárido.

Dessa forma, embora o relevo da unidade apresente um padrão mais plano e possua características de um vale fluvial, o fluxo na rede de drenagem só pode ser observado no período chuvoso, uma vez que os canais são do tipo intermitente e a pouca pluviosidade registrada na região minimiza a atuação do intemperismo e o desgaste do material rochoso, afetando o fornecimento de sedimentos que possibilitariam a formação de solos mais desenvolvidos.

5.1.8. Planaltos de Uso Agropecuário e Mineração

Os Planaltos de Uso Agropecuário consistem na unidade geocológica de maior dimensão do ACBHRP-RN, possuindo uma área total de 474,52 km², distribuídas em duas parcelas, das quais a mais extensa ocupa grande parte do setor leste de Cerro Corá/RN e se estende pela borda norte do alto curso até o município de Barcelona/RN, enquanto a de menor área se encontra entre a porção central de São Tomé/RN e o sul da área de estudo.

Em relação aos solos dos Planaltos de Uso Agropecuário e Mineração, assim como nas outras unidades, com exceção da unidade Serra de Santana/Área de Nascentes que possui um contexto litológico distinto, estão associados aos Neossolos Litólicos Eutróficos e aos Luvisolos Crômico Órtico, com maior predominância do primeiro.

As altitudes nesta unidade variam entre 180m a 660m, em que as cotas mais elevadas estão na parcela que se encontra ao sul e vai decrescendo conforme dirige-se ao leste. Apesar da ocorrência destas áreas com cotas altimétricas elevadas, a distribuição pluviométrica

e a velocidade dos ventos também tendem a diminuir à medida que se aproxima do limite leste do alto curso.

A maior parte da cobertura do solo desta unidade ainda é composta pela vegetação natural, característica do bioma de caatinga e que apresenta um padrão denso do tipo florestal. Apesar deste tipo de vegetação encontrar-se praticamente inalterada, existe a prática da extração vegetal através da exploração de espécies lenhosas. Também podem ser identificadas vegetações mais fotossinteticamente ativas no entorno de canais fluviais e barramentos, que apresentam padrão ribeirinha e, em áreas mais elevadas, referente a vegetação de altitude.

A pouca alteração nessas áreas se dá pelo fato de que a declividade do terreno apresenta principalmente um padrão que vai de ondulado a forte-ondulado e montanhoso em áreas mais elevadas. Estas características dificultam ações antrópicas nestes locais como, por exemplo, a realização de atividades agropecuárias, muito embora este tipo de atividade ocorra com frequência nesta unidade, principalmente próximo a canais fluviais mais expressivos.

Além da agropecuária, outra atividade identificada neste compartimento é a extração mineral, que ocorre na exploração dos afloramentos de granitos, que são usados comumente no setor da construção civil.

5.1.9. Depressão com Uso Agropecuário

Esta unidade abrange uma área de 395,27 km² e tem como principal característica o relevo plano predominante, que favorece o desenvolvimento de atividades agropecuárias, principal uso do solo identificado neste compartimento, além da utilização para a ocupação urbana, visto que as sedes municipais de São Tomé/RN e Barcelona/RN estão inseridas nessa área, próximas a planície do rio Potengi.

A Depressão com Uso Agropecuário está inserida na unidade geomorfológica do Piemonte Oriental do Planalto da Borborema, apresentando altitudes que diminuem gradativamente no sentido oeste-leste, variando entre 510m a 120m.

Em relação aos aspectos geológicos, este compartimento engloba as unidades litoestratigráficas mais antigas do ACBHRP-RN, o Complexo Pres. Juscelino, o Complexo Serra Caiada, o Complexo Santa Cruz e o Complexo Caicó, além das unidades inferiores do Grupo Seridó e uma ocorrência expressiva da Intrusiva Itaporanga.

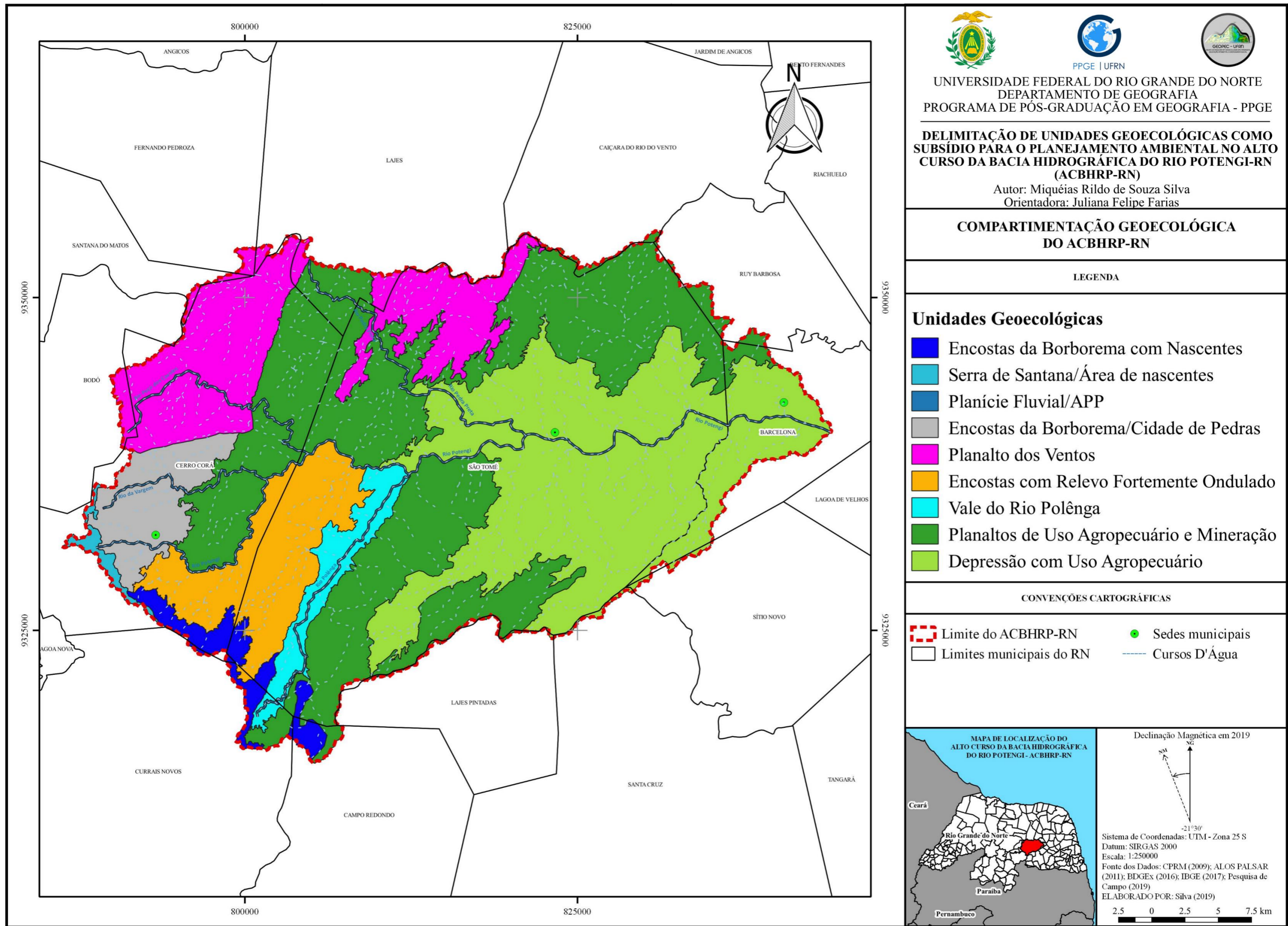
Os solos estão associados majoritariamente aos Luvisolos Crômico Órtico, com ocorrência de Neossolos Litólicos Eutróficos em áreas que apresentam declividades mais acentuadas localizadas nas bordas norte e sul da unidade.

Apesar da unidade apresentar uma maior quantidade de área descoberta em relação outros locais do alto curso, a vegetação natural ainda possui uma ocorrência expressiva. Ela está presente tanto com o padrão mais denso, do tipo florestal, como também com ocorrência significativa de uma vegetação campestre, de padrão mais esparsa, além da vegetação ribeirinha encontrada próxima aos leitos dos rios e no entorno dos barramentos.

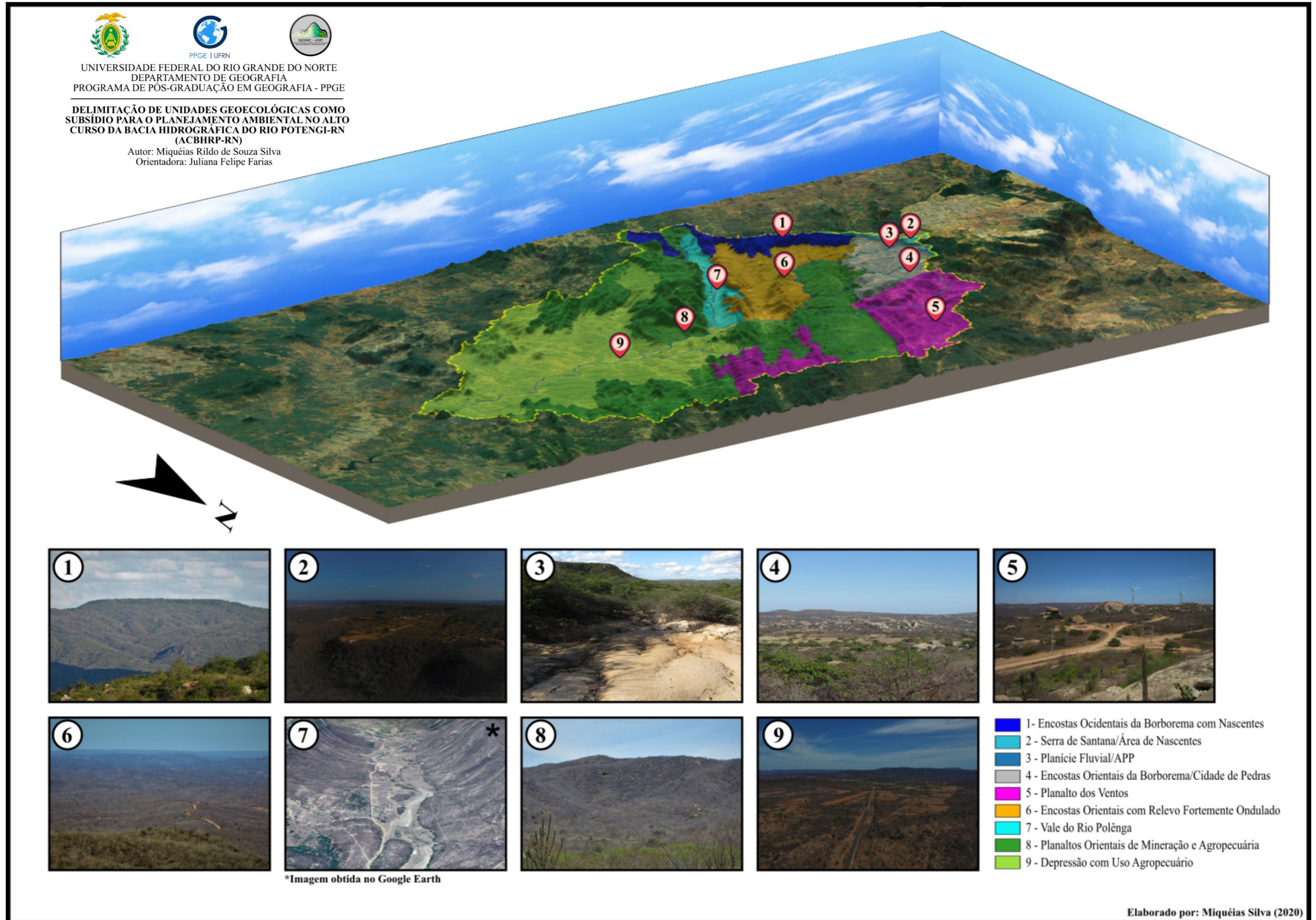
A expressividade das áreas descobertas está relacionada às áreas de ocupação urbana e àquelas utilizadas na pecuária, em que São Tomé, município com maior área territorial nesta unidade, se destaca na criação de bovinos, caprinos, ovinos e equinos. Além disso, a distribuição pluviométrica nesta unidade apresenta os menores valores do alto curso e os rios intermitentes presentes neste compartimento passam a maior parte do ano sem água corrente, fazendo com que seus leitos apareçam como áreas de solo exposto.

A figura 20 traz o mapa das unidades geoecológicas do ACBHRP-RN, expondo como estes compartimentos estão distribuídos na área de estudo. Em seguida, podemos observar, na figura 21, um bloco diagrama que nos mostra, sob outra perspectiva, o comportamento do relevo em cada unidade geoecológica, além de imagens que ilustram os aspectos de cobertura da terra na unidade. Vale salientar que, nesta figura, a imagem que representa a unidade do Vale do Rio Polênga foi obtida através do *Google Earth Pro*, pois não foi possível a observação desta área *in loco*, devido ao fato do acesso se dar através de propriedades privadas e o pedido ter sido negado pelo proprietário.

Figura 20 - Mapa das unidades geológicas do ACBHRP-RN.



Fonte: Elaborado pelo autor.



5.2. DIAGNÓSTICO DAS POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES DAS UNIDADES GEOECOLÓGICAS DO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POTENGI-RN (ACBHRP-RN)

Com base nas informações obtidas na fase de análises e associação dos dados e, após a delimitação das unidades geológicas do ACBHRP-RN, tornou-se possível compreender o arranjo destes compartimentos e, por conseguinte, apresentar suas potencialidades e limitações em relação as formas de uso e ocupação do solo. A integração das características físicas e socioeconômicas de cada unidade geológica permitiu identificar a influência das ações antrópicas nas condições ambientais de determinado local e como estas podem ser desenvolvidas respeitando as condições de uso de cada paisagem, com o intuito de garantir a qualidade e a manutenção dos recursos.

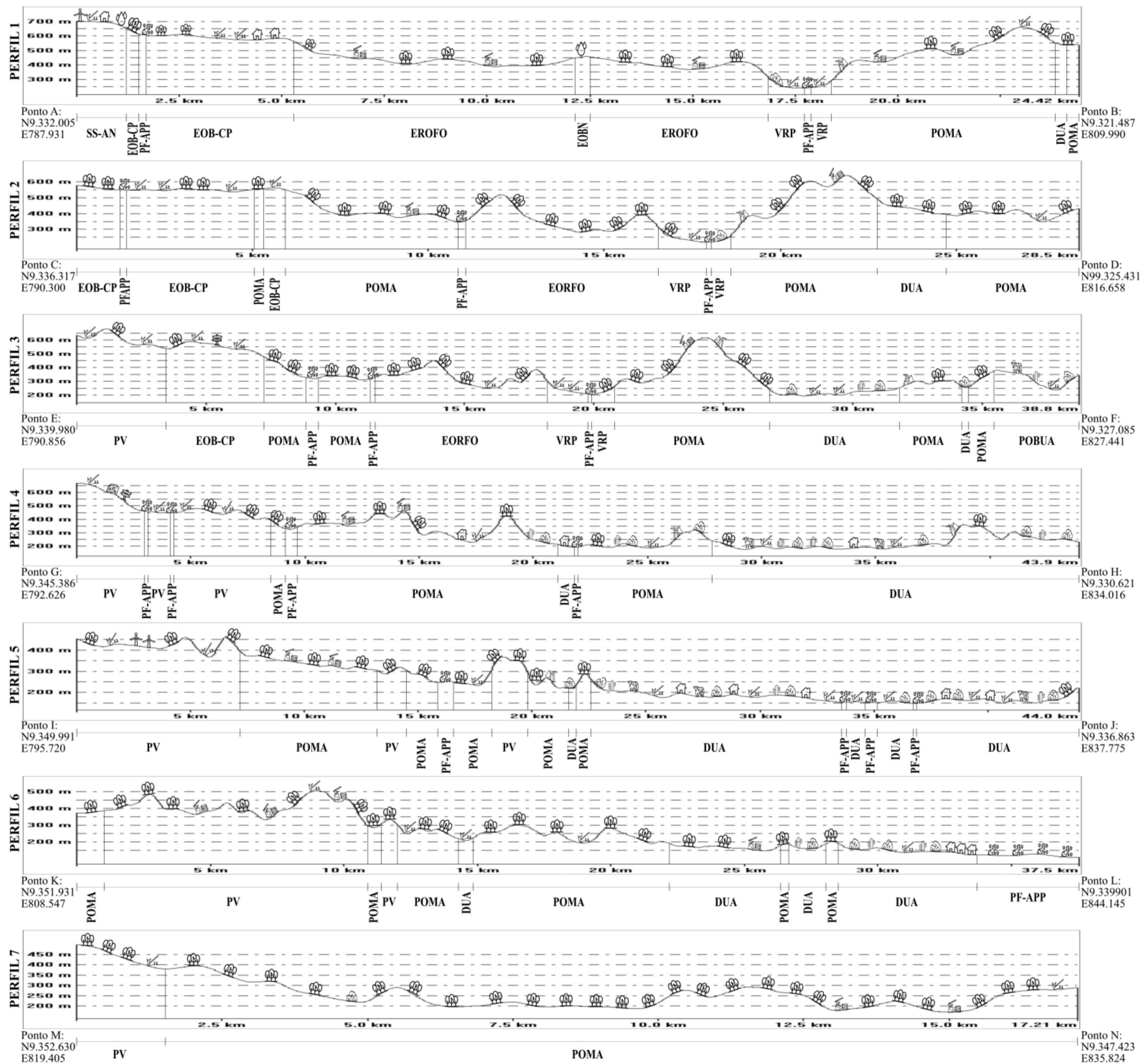
Segundo Farias (2015, p.180), “as unidades geológicas possuem potencialidades para o desenvolvimento de atividades mais compatíveis com sua capacidade de suporte, as quais podem fomentar a economia local sem ocasionar danos à qualidade da paisagem”. Desta forma, a identificação do potencial das unidades geológicas visa garantir a qualidade ambiental e o desenvolvimento social, ao passo que esta estratégia viabiliza o uso consciente dos recursos naturais e recomenda a prática de atividades que beneficiem as comunidades locais.

Isto posto, a apresentação das potencialidades e limitações das unidades geológicas se dá a partir do contexto atual dos tipos de uso do solo observados no alto curso. A figura 22 expõe, por meio de perfis topográficos, a conjuntura das atividades desenvolvidas em cada compartimento geológico ao longo do ACBHRP-RN, associando-as com aspectos de cobertura do solo e o comportamento do relevo, permitindo uma melhor compreensão das características de cada paisagem.

Percebe-se que, nos cinco primeiros perfis, o relevo é bastante acidentado, característica da região serrana do Planalto da Borborema. No início destes perfis, onde são registradas as maiores cotas altimétricas da área de estudo, são desenvolvidas atividades particulares deste setor do alto curso, a atividade eólica que se beneficia dos fortes ventos registrados na região e o turismo, em função das temperaturas amenas das áreas serranas e pela beleza cênica de vários locais principalmente situados no município de Cerro Corá/RN. Vale destacar que o turismo tem se desenvolvido nos últimos anos principalmente pela implantação dos geossítios que compõem o Geoparque Séridó, como os Geossítios da Nascente do Rio

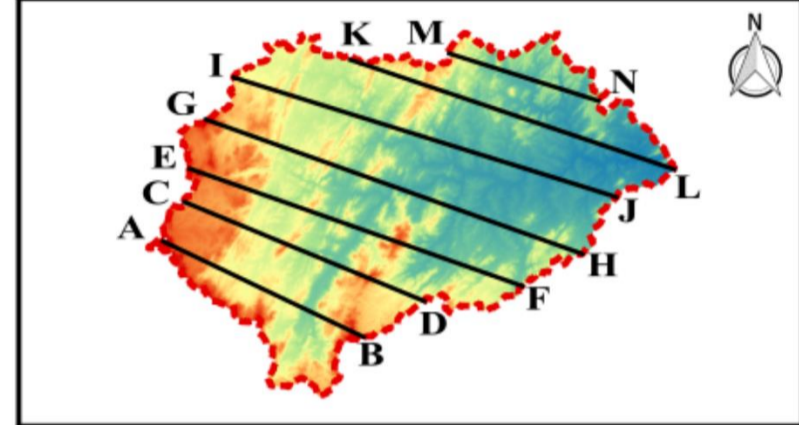
Potengi, Serra Verde e o Cruzeiro. A ocorrência de nascentes e registros arqueológicos é outro destaque nesta região do alto curso.

Figura 22 - Perfis topográficos associados ao uso do solo nas unidades geocológicas do ACBHRP-RN.



DELIMITAÇÃO DE UNIDADES GEOECOLÓGICAS COMO SUBSÍDIO PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL NO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POTENGI-RN (ACBHRP-RN)
 Autor: Miquéias Rildo de Souza Silva
 Orientadora: Juliana Felipe Farias

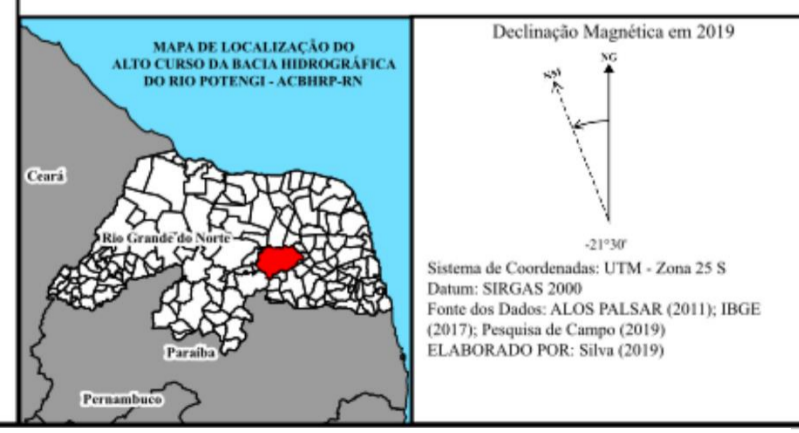
PERFIS TOPOGRÁFICOS ASSOCIADOS AO USO DO SOLO NAS UNIDADES GEOECOLÓGICAS DO ACBHRP-RN



LEGENDA

- Energia Eólica
- Lavoura Temporária
- Leito de Rio
- Extração Vegetal
- Extração Mineral
- Nascentes
- Pecuária
- Sítio Arqueológico
- Residências
- Turismo
- Vegetação Cactácea
- Vegetação Densa
- Vegetação Esparça

- UNIDADES GEOECOLÓGICAS**
- DUA - Depressão com Uso Agropecuário
 - EOBN - Encostas Ocidentais da Borborema com Nascentes
 - EORFO - Encostas Orientais com Relevo Fortemente Ondulado
 - EOB-CP - Encostas Orientais da Borborema/Cidade de Pedras
 - PV - Planalto dos Ventos
 - POMA - Planaltos Orientais de Mineração e Agropecuária
 - PF-APP - Planície Fluvial/APP
 - SS-AN - Serra de Santana/Área de Nascentes
 - VRP - Vale do Rio Polênga



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nas áreas que apresentam declives mais acentuados, observa-se que a cobertura do solo é composta por uma vegetação nativa bem preservada do tipo densa. A pouca exploração nestes locais se dá principalmente pelo difícil acesso e pela limitação quanto ao uso para atividade agropecuária e de instalação de moradias. A extração vegetal, marcada pela exploração de espécies lenhosas, e a extração mineral dos afloramentos de granitos são as principais atividades desenvolvidas nestas áreas.

Nos espaços que possuem um padrão de relevo mais plano, possibilitam-se a ocupação humana de forma mais efetiva, através do estabelecimento de moradias, lavouras temporárias e da pecuária. Estas áreas estão situadas principalmente a leste do alto curso na porção da Depressão Sertaneja e nas margens dos rios mais expressivos. Nelas também é perceptível um padrão mais esparsa da vegetação, característico de regiões semiáridas.

A partir do cenário observado em toda área de estudo referente as condições ambientais e aos tipos de uso e cobertura solo, foram indicadas as potencialidades e limitações de cada unidade geocológica do ACBHRP-RN, com o propósito de demonstrar a capacidade das atividades serem desenvolvidas de forma sustentável, respeitando as limitações de cada paisagem ao mesmo tempo que é favorecido pela disponibilidade de recursos necessários para sua atuação.

As Encostas da Borborema com Nascentes apresentam características que indicam a necessidade da criação de áreas de preservação, uma vez que a área possui várias nascentes de afluentes que alimentam o sistema hídrico da bacia, mostrando-se uma área de recarga que garante de disponibilidade deste recurso. Além disso, esta área apresenta um dos maiores índices pluviométricos do alto curso. Uma alternativa de uso seria a prática do ecoturismo, através da conscientização das pessoas em relação a importância da proteção destas áreas para a toda bacia.

Outro fator que indica a necessidade de preservação é a topografia do terreno, que é formado por altas declividades, impedindo a instalação de atividades como as de moradias, cultivos ou criação de animais. A retirada da cobertura natural do solo, aliado a alta declividade do terreno, solos rasos e as chuvas torrenciais do período chuvoso podem desencadear fortes processos erosivos que comprometeriam outros pontos da área de estudo, tendo em vista que esta unidade se encontra a montante da bacia.

Na unidade Serra de Santana/Área de Santana, o solo mais profundo de base sedimentar e o terreno plano favorecem o desenvolvimento de práticas agrícolas, que já estão presentes na área, como o cultivo de maracujá e caju. A atividade eólica inserida nos últimos

anos também se apropria das características naturais desta unidade, já que nesse local registram-se fortes ventos, resultado das elevadas altitudes da Serra Santana.

A beleza cênica do local é outro atrativo que pode ser utilizado pela atividade turística, onde o visitante pode apreciar a paisagem em mirantes situados no alto da serra, além de trilhas e a visita ao geossítio da nascente principal do rio Potengi. Vale salientar que a existência de nascentes indica a necessidade de haver um controle quanto ao uso próximo a estas áreas, visando a manutenção e disponibilidade do recurso hídrico.

A Planície Fluvial/APP tem como potencial principal a oferta de água, especialmente para o desenvolvimento da agricultura. Apesar dos rios no alto curso serem intermitentes, isto é, com água corrente apenas em alguns períodos do ano, no período de estiagem estes canais armazenam este recurso no solo, do qual os moradores locais extraem a água por meio de cacimbões e em barramentos que retêm a água corrente no leito do rio.

A cultura de vazante utilizada na produção como milho e feijão que são cultivados nos leitos dos rios secos, é prática comum nesses locais. Essa técnica aproveita a umidade do leito do rio, o terreno plano e os solos mais desenvolvidos, características peculiares no alto curso, dado que nesta parcela da bacia o embasamento cristalino é predominante, resultando na existência de solos rasos, pedregosos e relevos irregulares, que dificultam o estabelecimento destas atividades.

Por ser uma importante fonte hídrica, ressalte-se a atenção no uso do solo nesta unidade, havendo a necessidade no controle de aplicação de intensivos agrícolas, por exemplo, que possam contaminar as águas, além da manutenção da vegetação ribeirinha que age com uma proteção natural do canal fluvial, fixando o solo e impedindo a erosão, atuando também como um filtro, evitando ou diminuindo a entrada de sedimentos e poluentes trazidos pelas águas das chuvas. A construção de empreendimentos tais como casas e equipamentos urbanos também não é recomendada nestas áreas, devido ao risco de inundações nos períodos chuvosos.

A unidade geocológica das Encostas da Borborema/Cidade de Pedras possui algumas particularidades que permitem o desenvolvimento de várias atividades. O principal atrativo é a localização da sede municipal de Cerro Corá/RN, que oferece uma disponibilidade de serviços que beneficiam outros setores, como a existência de pousadas, restaurantes e outros estabelecimentos. Além da própria população local, a oferta destes serviços beneficia a turistas e trabalhadores que não residem no município, como os que atuam na atividade eólica.

O atrativo turístico se dá pelo rico patrimônio paisagístico e pelas temperaturas mais amenas registradas no município. O festival de inverno que ocorre em Cerro Corá/RN é um

evento consolidado que acontece anualmente e é um exemplo do potencial para esta atividade na região, pois costuma atrair vários visitantes.

Dentre os pontos utilizados na atividade turística nesta unidade, destaca-se o Geossítio do Cruzeiro localizado no centro de Cerro Corá/RN, o qual permite a observação panorâmica da cidade e do principal reservatório de água, o Açude Elói de Souza e o local denominado pelos moradores locais como Cidade de Pedras, que abriga um vasto acervo de geofomas.

O terreno relativamente plano também favorece o estabelecimento de moradias e da atividade agropecuárias, estas sendo desenvolvidas mais próximas aos canais fluviais, devido a disponibilidade de água nestes locais. Apesar disso, a predominância de solo rasos limitam a utilização pela atividade agrícola.

O Planalto dos Ventos é denominado desta forma principalmente pelo potencial e pelo interesse de empresas do setor energético no desenvolvimento da atividade eólica. Com dois parques já em operação, esta unidade já possui outros projetos para implantação de mais turbinas. O turismo ecológico também apresenta um potencial para coexistir com a atividade eólica, uma vez que estes locais possuem belas paisagens e locais propícios para realização trilhas, além da existência de locais como Geossítio Serra Verde que conta com a presença de geofomas e registros de pinturas rupestres.

A presença destes patrimônios históricos reforça o cuidado na instalação destes novos equipamentos, tanto na fase de projetos para que uma turbina não seja posicionada próxima destes locais, como também na fase de instalação, pois comumente as fundações das torres são postas sobre afloramentos rochosos que precisam ser destruídos através de grandes explosões que podem comprometer estruturas que estejam no entorno.

A parcela da unidade que se encontra com maior ocorrência no município de São Tomé apresenta um potencial para a extração vegetal feita pela retirada de lenha. Isto se dá pela disponibilidade do recurso, mas que precisa ser feito de forma sustentável, respeitando a capacidade de suporte destes ambientes.

As Encostas com Relevo Fortemente Ondulado possuem algumas limitações quanto ao uso do solo. O principal motivo é o padrão do relevo, que apresenta declives sinuosos e um terreno bastante acidentado, impossibilitando a produção agrícola ou construção de habitações. Estas condições permitem a manutenção da vegetação nativa do tipo densa, que pode ser explorada para extração vegetal por de um manejo florestal sustentável.

Outro tipo uso que pode ser desenvolvido nesta unidade é a construção de barramentos em canais fluviais que possuem um vale profundo que permita represar um volume

considerável de água sem ocupar uma grande área, garantindo a disponibilidade do recurso hídrico para a população local. As trilhas ecológicas também surgem como uma alternativa de uso por parte turismo.

No Vale do Rio Polênga, apenas a atividade agropecuária apresenta potencial para ser desenvolvida, se beneficiando do relevo plano e proximidade com o leito do rio Polênga, que apesar de ser do tipo intermitente possui condições ambientais que se assemelham com a unidade das planícies fluviais. Embora o relevo plano favoreça a construção de habitações, nesta unidade este tipo de uso não é adequado, uma vez que o as serras que a cerca apresentam altas declividade e no período chuvoso as fortes precipitações podem causar algum processo erosivo, aumentando o risco de deslizamento de terra e enxurradas.

Apesar das atividades rurais serem frequentemente observadas nos Planaltos de Uso Agropecuário e Mineração, o relevo acidentado característico desta unidade não é o mais indicado para esta prática, tendo em vista que a retirada da cobertura vegetal para este tipo de uso pode resultar na erosão do solo e carreamento deste sedimento para o leito dos canais fluviais.

A extração mineral para retirada do granito utilizado na produção de materiais para a construção civil geralmente se encontra em afloramentos que possuem altas declividades, havendo o cuidado para que não ocorra fenômeno semelhante ao causado pela retirada da vegetação para o uso em atividades agropecuárias. A disponibilidade de espécies lenhosas possibilita a prática da extração vegetal, ressaltando a importância do manejo florestal. Uma outra alternativa é o desenvolvimento do turismo ecológico, visto que a unidade apresenta um relevante potencial paisagístico.

Por fim, a unidade da Depressão com Uso Agropecuário apresenta potencialidades para as atividades rurais como a criação de animais e cultivo de lavouras temporárias. Isto se dá principalmente pelo relevo plano que predomina neste compartimento geocológico, característica que também permite a expansão urbana de forma controlada. A extração vegetal também é uma alternativa de uso, embora a oferta de espécies lenhosas não seja tão expressiva como em outras unidades do alto curso.

A fragilidade desta unidade é resultado principalmente da pouca disponibilidade hídrica, uma vez que esta área apresenta os menores registros pluviométricos da região de estudo, o que é essencial para o desenvolvimento das atividades supracitadas. A síntese sobre a potencialidades e limitações de uso em cada unidade geocológica pode ser observada no quadro 4.

O diagnóstico sobre a cerne dos princípios da Geoecologia das Paisagens tem a finalidade com compreender a dinâmica das paisagens e definir estratégias efetivas no desenvolvimento de procedimentos de gestão e planejamento ambiental, a partir das potencialidades de uso do solo identificadas em cada local (GORAYEB et al, 2020).

Quadro 4 – Potencialidades de uso nas unidades geoecológicas do ACBHRP-RN-RN

| Unidade Geoecológica | Potencialidade | Limitação |
|---|---|--|
| Encostas da Borborema com Nascentes | -Turismo ecológico | -Atividades agropecuárias -Habitação -Preservação de nascentes |
| Serra de Santana/Área de Nascentes | -Atividades agrícolas -Atividade eólica -Turismo ecológico | -Preservação de nascentes |
| Planície fluvial/APP | -Agricultura | -Preservação da vegetação ribeirinha -Habitação |
| Encostas da Borborema/Cidade de Pedras | -Turismo ecológico -Expansão urbana planejada -Serviços | -Preservação de geoformas |
| Planalto do Ventos | -Atividade eólica -Turismo ecológico -Extração vegetal controlada | -Preservação de geoformas -Preservação de sítios arqueológicos |
| Encostas com Relevo Fortemente Ondulado | -Extração vegetal controlada -Turismo ecológico -Construção de barramentos | -Atividades agropecuárias -Habitação |
| Vale do Rio Polênga | -Atividades agropecuárias | -Habitação |
| Planaltos de Uso Agropecuário e Mineração | -Extração vegetal controlada -Extração mineral controlada -Turismo ecológico | Preservação de encostas Habitação |
| Depressão com Uso Agropecuário | -Extração vegetal controlada -Atividades agropecuárias -Expansão urbana planejada | -Disponibilidade hídrica |

Fonte: Organizado pelo autor.

5.3. PROPOSTAS DE AÇÕES INTEGRADAS PARA UTILIZAÇÃO NO PLANEJAMENTO AMBIENTAL

A elaboração de propostas para ações integradas irá direcionar e auxiliar no processo de planejamento ambiental no ACBHRP-RN, respaldadas pelo potencial de uso do

solo em cada unidade geoecológica, garantindo a manutenção e a oferta de recursos naturais a população local, ao mesmo tempo que gera melhorias do ponto de vista social. De acordo Rodriguez e Silva (2013), as propostas de ações durante este processo devem levar em consideração a vivência e as razões dos grupos sociais envolvidos e dos agentes econômicos, com o intuito de evitar possíveis tensões, como também compreender que estas proposições não devem ser consideradas como momentos concluídos, mas sendo retroalimentados de forma permanente para que sua eficiência se adapte às mudanças dialéticas decorrentes no espaço e no tempo.

Dessa forma, as propostas apresentadas buscam garantir o equilíbrio entre a manutenção da qualidade ambiental e o desenvolvimento socioeconômico dos municípios que compõem o alto curso. Diante do contexto apresentado anteriormente a respeito do potencial de uso nas unidades geoecológicas, percebe-se a relevância de algumas atividades, quais sejam: o turismo ecológico, a atividade eólica, a agropecuária e o extrativismo vegetal.

O turismo ecológico surge como uma importante alternativa, uma vez que possibilita o desenvolvimento econômico da população e ao mesmo tempo que difunde o conhecimento a respeito da importância da consciência ambiental e da conservação dos recursos naturais. No entanto, é preciso que as pessoas que atuam neste setor estejam preparadas para receber os visitantes externos, havendo a necessidade da realização de cursos profissionalizantes e de idiomas, por exemplo. Esta capacitação pode ser feita através de parcerias com Organizações Não-Governamentais (ONG's) e instituições de ensino como escolas técnicas, institutos federais e universidades.

A atividade eólica, nos últimos anos, vem ganhando destaque em todo mundo, por ser considerada uma fonte de energia limpa. As condições propícias em vários pontos do alto curso impulsiona o desenvolvimento deste setor, atraindo outros tipos de investimentos. A qualificação da população também é uma forma de gerar um desenvolvimento socioeconômico, pois as empresas que atuam neste setor podem aproveitar a mão de obra local. Toda via, a instalação destes equipamentos deve passar por estudos rigorosos tanto de ordem ambiental, quanto social, a fim de evitar danos aos elementos físicos, patrimônios históricos e conflitos entre empresas e moradores locais.

A agropecuária é a atividade mais tradicional a ser desenvolvida na área de estudo, mesmo que grande parte da área de estudo sofra com períodos de estiagem anualmente. Isso faz com que haja a necessidade de práticas que levem em consideração a escassez hídrica e que busquem a utilização de técnicas que promovam um melhor aproveitamento deste recurso e a rentabilidade da produção.

Dentre as propostas que podem auxiliar neste ramo está o incentivo a criação de cooperativas e associações de pequenos produtores, a fim de estabelecer uma melhor estruturação e representação através da organização social na busca por parcerias com instituições financeiras e/ou instituições de capacitação técnica.

Este ramo também deve procurar desenvolver suas atividades com métodos que se adequem as limitações do ambiente e que sejam menos ofensivos, como a produção de culturas orgânicas que incentivem a agricultura familiar e a rotatividade das áreas usadas para a pecuária, evitando a formação de processos erosivos causado pelo pisoteio dos animais. Como a água é um recurso imprescindível neste setor econômico, o fomento para a criação de instrumentos de acesso a este recurso, como perfuração de poços, açudes e reservatórios subterrâneos se torna uma ação essencial.

A água, inclusive, merece uma atenção especial, visto que é utilizada não só por atividades econômicas, mas também para consumo humano e por outros elementos do sistema, como a fauna e a flora de forma geral. Dessa forma, ações como a proteção das nascentes, preservação da vegetação ribeirinha, saneamento básico e coleta e descarte de resíduos sólidos de forma adequada são essenciais para a manutenção da disponibilidade e da qualidade deste recurso.

A extração vegetal representada principalmente pela retirada de lenha ainda é uma realidade em regiões semiáridas e em muitos casos é a única fonte de renda de moradores locais. Dessa forma, é preciso que esta prática seja realizada de forma controlada, respeitando o tempo de recuperação dos espaços explorados e implementando ações de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas.

A criação de comitês formados por representantes da gestão pública, empresas, pesquisadores e da população local é uma alternativa para a elaboração de um planejamento participativo, levando em consideração os anseios de todos os grupos sociais, promovendo discussões que minimizem a existência de possíveis conflitos. Também se faz necessário a criação de um banco de dados ambientais e sociais que seja constantemente atualizado para subsidiar a tomada de decisão por parte dos representantes locais. Estes dados podem ser gerados a partir da cartografia social, já que esta vertente leva em consideração todos os atores sociais, resultando numa informação mais precisa.

Em todos os casos o poder público tem um papel importante, seja na esfera municipal, estadual ou federal, pois estas instituições tem a capacidade de atuar com a criação de leis, projetos, incentivos e no monitoramento e fiscalização ambiental. Devido ao fato de que os limites da bacia hidrográfica não coincidirem com os limites políticos administrativos dos

munícipios, a responsabilidade pela aplicação destas ações pode ser comprometida por possíveis conflitos. Além disso, a capacidade de gestão varia entre os municípios, o que dificulta o aproveitamento das ações propostas levando em consideração o potencial de uso, devendo haver uma harmonia entre estas intervenções (FARIAS, 2015).

6. CONCLUSÕES

As investigações realizadas durante a pesquisa revelaram ainda mais a importância da realização de estudos desta ordem, não só nesta parcela da bacia hidrográfica do rio Potengi, mas em toda sua área. O caráter integrador desta unidade espacial permite a compreensão de uma forma mais concreta e objetiva dos processos que ocorrem no meio em que vivemos. Além disso, os estudos de bacias hidrográficas trazem à tona a necessidade de um gerenciamento adequado dos recursos hídricos, em razão da sua importância para o consumo humano e para o desenvolvimento de atividades econômicas.

A baixa disponibilidade deste recurso em áreas que sofrem períodos de escassez hídrica reforça a recomendação de práticas que priorizem o consumo consciente e quando possível a sua reutilização. Além disso, o equilíbrio na utilização de outros recursos naturais também irá influenciar na disponibilidade de água na bacia hidrográfica, ressaltando o seu caráter sistêmico.

Assim sendo, a visão integrada fornecida pelo estudo das paisagens, mais especificamente amparado pela abordagem da Geoecologia das Paisagens viabilizou a verificação mais apurada dos elementos que constituem o ACBHRP-RN, auxiliando, com base na sua fundamentação teórico-metodológica, a compreensão da dinâmica e funcionamento das paisagens a partir da realidade local. Vale ressaltar que a análise geocológica propicia investigar não apenas os processos naturais que acontecem na paisagem, mas também como as ações influenciam e são influenciadas, por meio de uma relação dialética.

Os procedimentos metodológicos embasados nas concepções geocológicas em estudos de planejamento ambiental demonstram eficácia na realização da pesquisa. A divisão da metodologia em fases possibilitou uma melhor sistematização das atividades a serem realizadas em cada etapa e a articulação com os objetivos propostos, dando um caráter ordenado ao trabalho.

Esta disposição permitiu analisar a organização dos aspectos físicos e socioeconômicos, na delimitação das unidades geocológicas, auxiliou na identificação e os efeitos dos impactos ambientais das atividades desenvolvidas, na definição das potencialidades e limitações quanto ao uso do solo e na proposição de ações integradas para o planejamento ambiental no alto curso.

Cabe ressaltar a importância da utilização das geotecnologias nos estudos de planejamento ambiental em bacias hidrográficas, em virtude de suas propriedades sistêmicas, com destaque para a utilização dos SIGs e das técnicas de geoprocessamento. Estes

instrumentos possibilitaram o armazenamento e processamento de um grande volume de dados, que resultaram na elaboração de produtos cartográficos os quais permitiram a análise integrada dos aspectos físicos e socioeconômicos que compõem o ACBHRP-RN.

Outra vantagem no uso destes instrumentos é a economia de tempo e recursos financeiros na realização da pesquisa, tendo em vista que através das geotecnologias é possível analisar grandes áreas ainda no escritório, planejar os pontos que serão observados em campo, otimizando esta etapa do trabalho, como também utilizar dados secundários disponibilizados gratuitamente pelos órgãos competentes.

No entanto, durante a pesquisa de dados espaciais percebeu-se a necessidade da produção de dados mais atualizados e em escalas mais detalhadas. Os *shapefiles* sobre aspectos físicos por instituições como IBGE e CPRM disponibilizam dados apenas em escala de nível nacional e estadual, o que impede a execução de uma análise mais precisa a nível municipal, devido ao baixo nível de detalhe. As prefeituras ainda carecem de material técnico e mão de obra especializada para a elaboração deste tipo de dado.

Em relação aos dados socioeconômicos, a dificuldade encontrada foi na obtenção de dados mais atualizados. Tanto os órgãos estaduais, como os municipais dependem das informações disponibilizadas pelos censos realizados pelo IBGE, que costumam acontecer em um intervalo de 10 anos. Dessa forma, é necessário que as prefeituras obtenham estes dados em períodos mais curtos para subsidiar a elaboração de políticas públicas.

A respeito dos aspectos físicos, o alto curso possui uma litologia predominantemente cristalina, com uma pequena porção de base sedimentar no topo da Serra de Santana. O relevo é bastante sinuoso, associado as encostas do Planalto da Borborema e com existência de área planas a suave onduladas apenas em pequenas porções de áreas no município de Cerro Corá e na parcela a leste do alto curso correspondente a Depressão Sertaneja.

Os solos são característicos de regiões de base cristalina e clima semiárido, sendo rasos, pedregosos e pouco desenvolvidos, com a ocorrência de solos mais profundos na área de litologia sedimentar. A vegetação é típica do bioma de caatinga, com características mais densas nas áreas de altitudes mais elevadas e de padrões mais esparsos nas superfícies mais rebaixadas.

A rede de drenagem apresenta um padrão dendrítico com um alto número de drenagens de primeira ordem, sendo os rios em sua maioria do tipo intermitente, isto é, com água corrente apenas no período chuvoso. Os registros pluviométricos são mais expressivos ao leste do alto curso, influenciados pelas altitudes mais elevadas, motivo que também provoca a ocorrência de temperaturas mais amenas em relação a região semiárida.

De acordo com os dados socioeconômicos e populacionais obtidos, o município de Cerro Corá se destaca entre os demais municípios do ACBHRP-RN em número de habitantes, no IDHM, PIB per capita, produção em lavouras temporárias e permanentes, na extração vegetal, pecuária e mais recentemente na produção de energia eólica e no turismo ecológico. Este município fica atrás apenas em relação aos aspectos urbanos, onde São Tomé se destaca na quantidade de habitantes e domicílios na área urbana, além de melhores condições no que se refere ao abastecimento de água e esgotamento por rede geral e a coleta de resíduos sólidos. Barcelona apresentou uma menor expressividade nos aspectos sociais entre os municípios do alto curso. Dessa forma, Cerro Corá se estabelece como um polo na área de estudo, do ponto de vista socioeconômico, dada a sua predominância em relação a estes aspectos.

Apesar da atividade agropecuária estar consolidada desde as primeiras ocupações no alto curso, durante a análise a respeito das potencialidades de uso do solo, é nítido o destaque para o desenvolvimento do turismo ecológico, motivado pelas belas paisagens e registros arqueológicos e do clima mais ameno do ambiente serrano, como também a geração de energia eólica, fomentada pela presença dos fortes ventos das áreas mais elevadas. Estas duas práticas surgem como alternativas para o uso sustentável dos recursos naturais, além de promover o desenvolvimento das comunidades locais.

Porém, é preciso que estas atividades atuem de forma responsável, respeitando as limitações de cada ambiente, garantindo assim a utilização mais prolongada destes espaços e conservação para as gerações futuras. Um exemplo de respeito a estas limitações é a preservação de nascentes, matas ribeirinhas e vegetação de encostas, estratégias que visam manter principalmente a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos.

Para que haja o cumprimento destes preceitos é preciso criar mecanismos de monitoramento e fiscalização, não só por parte do poder público, mas através de qualquer representação social que busque garantir a qualidade ambiental e social destes espaços. Ressalta-se a importância da conscientização da população que reside nestes locais, a fim de demonstrar a importância destas ações para a manutenção da oferta de recursos naturais.

Portanto, a pesquisa demonstrou a relevância do ACBHRP-RN, não só para a área que ela ocupa, mas para a bacia como um todo. Os dados demonstraram o papel do alto curso como uma área de recarga hídrica e revelou uma menor alteração na cobertura solo do ponto de vista da expansão urbana, em relação ao médio e baixo curso. Isto pode ser observado principalmente pela quantidade considerável de áreas ocupadas pela vegetação nativa do bioma da caatinga, como também pelo desenvolvimento do turismo ecológico em áreas que ainda estão preservadas.

Este trabalho apresenta uma importante contribuição para a bacia hidrográfica do rio Potengi, uma vez que os estudos sobre esta parcela da bacia são escassos. Espera-se que a delimitação das unidades geológicas do ACBHRP-RN, além dos demais materiais produzidos durante a pesquisa e as propostas de ações integradas para o planejamento ambiental possam auxiliar os grupos sociais que atuam nos municípios envolvidos em projetos que visem um melhor aproveitamento no uso dos recursos naturais disponíveis, de modo a assegurar o equilíbrio entre qualidade ambiental e o desenvolvimento social.

As técnicas utilizadas podem ser adaptadas para outros trabalhos que tenham objetos de estudo similares. Além disso, esta pesquisa pode ser utilizada como referência para a realização de novos estudos que envolvam o planejamento ambiental em bacias hidrográficas sob a luz da Geoecologia das Paisagens, e que visem promover formas de desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

- AUGUSTO, R. C. A cartografia de paisagens e a perspectiva geossistêmica como subsídios ao planejamento ambiental. **Rev. Tamoios**, São Gonçalo (RJ), ano 12, n. 1, págs. 144-153, jan/jun. 2016.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, Instituto de Geografia, USP, São Paulo, 1971.
- BIELENKI JÚNIOR, C. BARBASSA, A. P. **Geoprocessamento e recursos hídricos: aplicações práticas.** / Cláudio Bielenki Júnior, Ademir Paceli Barbassa. – São Carlos: EdUFSCar, 2012. 257 p.
- BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (orgs.). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.
- BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm> Acesso em: 18 de jun. de 2018.
- BRASIL. **Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.** Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e dá outras providências. <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=371>>. Acesso em: 20 de jun. de 2018.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano Nacional de Recursos Hídricos. Panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil**, v. 1. Brasília, 2006a. 281 p.
- BRASIL. Exército Brasileiro. Banco de Dados Geográficos do Exército – BDGEx. **Cartas topográficas vetoriais – 1:100.000.** Disponível em: <<https://bdgex.eb.mil.br/mediador/index.php?modulo=login&acao=entrar>> Acesso em: 02 de fev. de 2019.
- CAVALCANTI, L. C. S. **Da descrição de áreas à teoria dos geossistemas: uma abordagem epistemológica sobre síntese naturalista.** Recife, 2013. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco.
- CAVALCANTI, L. C. S. **Cartografia de paisagens: fundamentos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2014.
- COSTA, C. W.; MOSCHINI, L. E.; LORANDI, R. Aquisição de dados geográficos em plataformas livres para estudos ambientais em bacias hidrográficas. In: MORAES, M. E. B. de; LORANDI, R. (orgs.). **Métodos e técnicas de pesquisa em bacias hidrográficas.** Ilhéus: Editus, 2016.
- RESESB - CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO. **Base de dados do vento – 2001.** Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=atlas_eolico>. Acesso em: 30 nov. 2019.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** São Paulo: Blucher, 1980. 188 p.
- _____, A. **Modelagem de sistemas ambientais.** São Paulo: Blucher, 1999. 236 p.
- DIBIESO, E. P. **Planejamento ambiental e gestão dos recursos hídricos: estudo aplicado à bacia hidrográfica do manancial do alto curso do Rio Santo Anastácio/SP.** Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente, 2013.
- DINIZ, M. T. M.; PEREIRA, V. H. C. Climatologia do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil: sistemas atmosféricos atuantes e mapeamento de tipos de clima. **Boletim Goiano de Geografia (Online)**. Goiânia, v. 35, n. 3, p. 488-506, set./dez. 2015.

EMPARN, Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte S/A – **Monitoramento pluviométrico**. Disponível em: <<http://189.124.135.176/monitoramento/monitoramento.php>> Acesso em 10/01/2020.

FARIAS, J. F. Aplicabilidade da geocologia das paisagens no planejamento ambiental da bacia Hidrográfica do Rio Palmeira-Ceará/Brasil. 2015. 222 p. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

_____, J. F.; AMORIM, R. F.; SARAIVA JÚNIOR, J. C. Gestão dos recursos hídricos no Rio Grande do Norte. **Confins** [on-line], n.34, 2018. Disponível em: <<http://journals.openedition.org/confins/12886>> Acesso em: 10 de jan. 2019.

FARIAS, J. F. Aporte teórico e metodológico da Geocologia das Paisagens para os estudos em bacias hidrográficas. **Revista Equador** (UFPI), Vol. 9, Nº 2, p.19 – 33, 2020.

FERREIRA, A.G.; MELLO, N.G.S. Principais Sistemas Atmosféricos Atuantes sobre a Região Nordeste do Brasil e a Influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no Clima da Região. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, p. 15-26, 2005.

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. **Hidrologia**. Blucher. São Paulo, SP. 1988. 291 p.

GORAYEB, A; SILVA, E.V.; SOARES, L.S.; CARVALHO, R.G. de; RABELO, F.D.B.; LANDIM NETO, F.O.; FARIAS, J.F.; SOPCHAKI, C. H., 2020. Planning and management of the estuarine zones of the coastal regions of Northern - Northeastern Brazil: An approach based on landscape geocology. In: Malvárez, G. and Navas, F. (eds.), Global Coastal Issues of 2020. **Journal of Coastal Research**, Special Issue No. 95, pp. 814–818. Coconut Creek (Florida), ISSN 0749-0208.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geociências. **Dados**. Brasil, 2018. Base de Dados em formato shapefile. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/downloads-geociencias.html>> Acesso em: 02 de fev. de 2019.

IGARN, Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte. **Shapefiles de equipamentos hídricos**. 2017.

GREGORY, K.J. **A natureza da Geografia física**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1992. 367 p.

MAXIMIANO, L. A. Considerações sobre o conceito de paisagem. **RA'EGA**, Curitiba, 2004, n. 8, p. 83-91.

MENDONÇA, Ricardo Abad Meireles de. **Uso das Geotecnologias para gestão ambiental: experiências na Amazônia Meridional**. / Ricardo A. M. de Mendonça, Paula Bernasconi, Roberta dos Santos, Marcos Scaranello. Cuiabá: ICV- Instituto Centro de Vida, 2011. 40 p.

MPF quer criação de comitê da Bacia do Rio Potengi para facilitar preservação. **G1 RN**, Natal, 14 de fev. de 2019. Disponível em: < <https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2019/02/14/mpf-quer-criacao-de-comite-da-bacia-do-rio-potengi-para-facilitar-preservacao.ghtml>>. Acesso em: 14 de fev. de 2019.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 4. ed. atual. eampl. – Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012. 422 p.

NASCIMENTO, F. R. Categorização de usos múltiplos dos recursos hídricos e problemas ambientais: cenários e desafios. In: MEDEIROS, C. N. et al. (orgs.). **Os recursos hídricos do Ceará: integração, gestão e potencialidades**. Fortaleza: IPECE, 2011.

PRIEGO, A.; COTLER, H. **El análisis Del paisaje como base para El manejo integrado de cuencas: El caso de La cuenca Lerma- CH**. Consultado em: <http://www.agua.org.mx>, 2006.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da; CAVALCANTI A. P. B. **Geocologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 2. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2007.

_____, J. M. M.; SILVA, E. V.; LEAL, A. C. Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas. In: SILVA, Edson Vicente da; RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; MEIRELES, Antônio Jeovah de Andrade (Org.). **Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas**. Fortaleza: Edições UFC, 2011.

_____, J. M. M.; SILVA, E. V.; LEAL, A. C. Paisage y geossistema: apuntes para una discusión teórica. **Revista Geonorte**, Ed. Especial, v.4, n.4, p. 249-260, 2012.

_____, J. M. M.; SILVA, E. V. **Planejamento e gestão ambiental**: subsídios da Geoecologia das Paisagens e da Teoria Geossistêmica. Fortaleza: Edições UFC, 2013.

RIBEIRO, Christian Ricardo. Planejamento ambiental e gestão de recursos hídricos na Bacia Hidrográfica da Represa de Chapéu D'Uvas – Zona da Mata e Campo das Vertentes/MG. Presidente Prudente, 2012. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2012, 525p.

RIO GRANDE DO NORTE. **Lei nº 6.908, de 01 de julho de 1996**. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos e dá outras providências. <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/semarh/DOC/DOC000000000017407.PDF>>. Acesso em: 25 de jul. de 2018.

RIO GRANDE DO NORTE. **Decreto nº 13.283, de 22 de março de 1997**. Regulamenta os incisos III do art. 4º da Lei nº 6.908, de 01 de julho de 1996, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, e dá outras providências. <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/DOC/DOC000000000023304.PDF>>. Acesso em: 25 de jul. de 2018.

RIO GRANDE DO NORTE. **Decreto nº 13.284, de 22 de março de 1997**. Regulamenta o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos - SIGERH, e dá outras providências. <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/DOC/DOC000000000023307.PDF>>. Acesso em: 25 de jul. de 2018.

RIO GRANDE DO NORTE. **Lei nº 8.086, de 15 de abril de 2002**. Cria o Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte – IGARN, e dá outras providências. <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/gac/DOC/DOC000000000054961.PDF>>. Acesso em: 22 de jul. de 2018.

ROSA, Roberto. Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, 16 (2005) 81-90. Universidade de São Paulo. Disponível em <http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/RDG/RDG_16/Roberto_Rosa.pdf>. Acessado em 03/11/2018.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 4 ed. São Paulo: Contexto, 1997.

_____. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de textos, 2009.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço. Técnica e Tempo. Razão e Emoção**. 4. ed. 2. reimpr. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SILVA, E.V.; GORAYEB, A.; RODRIGUEZ, J.M.M. **Geoecologia das Paisagens, Cartografia Temática e Gestão Participativa**: estratégias de elaboração de planos diretores municipais. II Seminário Ibero Americano de Geografia Física. Coimbra: 2010

SOCHAVA, V.B. O estudo dos geossistemas. **Métodos em Questão**, n.16, São Paulo, IGO-USP, 1977.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997.

_____, C. E. M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O. de. M. C. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001.

_____, C. E. M.; MENDES, C. A. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

TEIXEIRA, N. F. F.; SILVA, E. V.; FARIAS, J. F. Geoecologia das paisagens e planejamento ambiental: discussão teórica e metodológica para a análise ambiental. **Planeta Amazônia**:

Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas. Macapá, n. 9, p. 147-158, 2017.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: SUPREN, 1977.

TROMBETA, L. R; LEAL, A. C. Planejamento ambiental e Geoecologia das Paisagens: contribuições para a bacia hidrográfica do Córrego Guaiçarinha, Município de Álvares Machado, São Paulo, Brasil. **Revista Formação (ONLINE)** Vol. 3; n.23, mai-ago/2016. 187-216.

Uvo, C.R. B. e R. Berndtsson, Regionalization and Spatial Properties of Ceará State Rainfall in Northeast Brazil. **J. Geoph. Res.**, vol. 101, 1996. no. D2, 4221-4233.

VEIGA, José Eli da. **Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI.** Rio de Janeiro: Garamond, 2010.

ZACHARIAS, A. A. A representação gráfica das unidades de paisagem no zoneamento ambiental. São Paulo: Ed. Unesp, 2010. 211 p.