



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO  
AMBIENTE**

**ANÁLISE DA CAPACIDADE DE USO DA TERRA NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIACHO CHAFARIZ COM AUXÍLIO DE  
GEOTECNOLOGIAS**

**JOSÉ JERÔNIMO DE SOUZA NASCIMENTO**

**João Pessoa – PB  
2020**

**JOSÉ JERÔNIMO DE SOUZA NASCIMENTO**

**ANÁLISE DA CAPACIDADE DE USO DA TERRA NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIACHO CHAFARIZ COM AUXÍLIO DE  
GEOTECNOLOGIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.  
Área de Concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente  
Linha de Pesquisa: Planejamento, Gestão e Políticas Socioambientais

**Orientador:** Prof. Dr. Bartolomeu Israel de Souza

**João Pessoa – PB  
2020**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

N244a Nascimento, José Jerônimo de Souza.  
Análise da capacidade de uso da terra na bacia  
hidrográfica do riacho chafariz com auxílio de  
geotecnologias / José Jerônimo de Souza Nascimento. -  
João Pessoa, 2020.  
65f. : il.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

1. Uso da terra. 2. Classificação. 3. Geoprocessamento.  
I. Título

UFPB/BC



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA

DOCUMENTO COMPROBATÓRIO (ANEXO) Nº 8 / 2020 - PRODEMA - MEST (11.01.14.50)

Nº do Protocolo: 23074.051574/2020-07

João Pessoa-PB, 16 de Julho de 2020

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**JOSÉ JERÔNIMO DE SOUZA NASCIMENTO**

**ANÁLISE DA CAPACIDADE DE USO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO CHAFARIZ COM AUXÍLIO DE GEOTECNOLOGIAS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA, da Universidade Federal da Paraíba como requisito para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente em 27 de fevereiro de 2020, perante a seguinte Banca Examinadora:

Prof. Dr. Bartolomeu Israel de Souza - PRODEMA /UFPB

Orientador

Prof. Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima - PRODEMA/UFPB

Membro Interno

Prof. Dr. Thyago de Almeida Silveira - IFPB/Campus Cabedelo

Membro externo

Esse documento segue assinado eletronicamente pelos membros que possuem vínculo com a UFPB.

*(Assinado digitalmente em 17/07/2020 10:33 )*  
BARTOLOMEU ISRAEL DE SOUZA  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
Matrícula: 4201553

*(Assinado digitalmente em 16/07/2020 11:39 )*  
EDUARDO RODRIGUES VIANA DE LIMA  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
Matrícula: 338351

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufpb.br/documentos/> informando seu número: 8, ano: 2020, documento(espécie): DOCUMENTO COMPROBATÓRIO (ANEXO), data de emissão: 16/07/2020 e o código de verificação: e8ea76dda1

**Dedico!**

A todos (as) brasileiros (as) que não tiveram a mesma oportunidade de estudar em uma instituição pública de qualidade.

## AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal da Paraíba por toda a oportunidade de ensino, pesquisa e assistência estudantil no decorrer do mestrado.

Ao corpo docente da Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da UFPB por contribuir para a minha formação acadêmica e profissional.

Ao professor Bartolomeu Israel de Souza por aceitar orientar esse trabalho, de forma paciente, sempre solícito, por suas inúmeras ideias para projetos futuros, incentivos, apoio em diversos momentos e por todo o conhecimento repassado.

Aos professores membros da banca examinadora: Eduardo Rodrigues Viana de Lima e Thyago de Almeida Silveira por dispor parte dos seus tempos, aceitando avaliar o trabalho, sempre colocando suas relevantes contribuições.

A todos que faz parte do Laboratório de Estudos do Semiárido (LAESA) da UFPB, pela troca de conhecimentos, no campo e nas discussões acadêmicas.

Aos (as) amigos (as) da Turma 2018 do PRODEMA/UFPB por sempre serem solícitos em ajudar quando as dificuldades surgiam ao longo desta caminhada.

Eternamente grato a Djalma Nogueira do Nascimento, a Marineide de Souza Nascimento e a Mônica Cristina de Souza Nascimento, respectivamente, meus pais e irmã por todo o incentivo ao longo da vida, fundamental para minha formação cidadã, devo tudo a vocês.

A toda minha família materna e paterna, que em diversos momentos foram fontes de força para continuar nessa caminhada. Em especial meus avós maternos, José Pedro e Terezinha de Jesus que sempre me incentivaram de diferentes formas.

À toda comunidade da Escola Cidadã Integral Técnica Padre Jerônimo Lauwen por compreenderem as minhas ausências para cumprir com os compromissos do mestrado. Em especial ao Professor e amigo Paulo Sales da Costa Barros por se dispor a acompanhar nos trabalhos de campo e pelos conhecimentos geocientíficos.

A todos meus sinceros agradecimentos.

## RESUMO

As ocupações territoriais sempre estiveram relacionadas com a disponibilidade dos recursos naturais, em especial, do solo, que são utilizados pelas atividades agropecuárias. Entretanto, estas ações, dependendo da maneira como ocorrem, podem ter consequências negativas para estes recursos. Apesar dos importantes avanços nos meios tecnológicos, ainda é desafiador colocar em prática uma eficiente gestão sustentável dos solos, uma vez que necessita-se de um adequado planejamento que contemple as suas potencialidades e limitações. Nessa perspectiva, o objetivo geral da pesquisa foi analisar a capacidade de uso das terras da bacia hidrográfica do Riacho Chafariz (BHRC), Mesorregião Geográfica da Borborema, Estado da Paraíba, Brasil. Para isto, foram avaliados fatores como a declividade e os tipos de solos, relacionados com as orientações contidas no Manual para Levantamento Utilitário do Meio Físico e Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso (SCUT). Assim, utilizou-se para a produção de mapas temáticos, a técnica de geoprocessamento e sobreposição de mapas (overlay). Os resultados apontaram que na BHRC as altitudes variam entre 296 e 872 m, a declividade tem as seguintes classes com maior representatividade: plano (30,6 %), suavemente ondulado (33,4 %) e ondulado (19,2 %). Os tipos de solos encontrados são os LUVISSOLOS, LATOSSOLOS e os NEOSSOLOS. Sendo assim, foram identificadas seis classes de capacidade de uso da terra na BHRC, predominando a Classe VI (Terras com limitações permanentes e/ou risco de degradação em grau severo) com 40,9 % da área da BHRC. E a Classe I (Terras sem ou com ligeiras limitações permanentes) com apenas de 13,6%. Por fim, de acordo com os critérios adotados, considera-se que a BHRC possui a maior parte de suas terras com uso inadequado à capacidade produtiva.

**PALAVRAS-CHAVE:** Uso da terra; classificação, geoprocessamento.

## **ABSTRACT**

Territorial occupations have always been related to the natural resources available, especially soil, which are used by agricultural activities. However, these actions, can have negative consequences for these resources, it will depending on the way they occur. Despite the important advances in technological means, it is still challenging to put into practice an efficient sustainable management of soil. It is necessary an adequate planning that contemplates its potentialities and limitations. In this perspective, the general objective of the research was to analyze the soil use capacity of the hydrographic basin of Riacho Chafariz (HBRC), Borborema Geographical Mesoregion, State of Paraíba, Brazil. For this, factors such as slope and soil types were evaluated, which are contained in the Guide for Utility Survey of the Physical Environment and Soil Classification in the Capacity Use System (CUS). Thus, it was used for the production of thematic maps, the technique of geoprocessing and overlaying maps (overlay). The results showed that in HBRC the altitudes vary between 296m and 872 m, the slope has the following classes with greater representation: flat (30.6%), smoothly wavy (33.4%) and wavy (19.2%). The types of soils found are LUVISSOLOS, LATOSSOLOS and NEOSSOLOS. Thus, six classes of soil use capacity were identified at HBRC, with Class VI predominating (Soils with permanent limitations and / or risk of severe degradation) with 40.9% of the HBRC area. The Class I (Soil without or with slight permanent limitations) with only 13.6%. Finally, according to the adopted criteria, it is considered that HBRC have most of its soil with inadequate use for productive capacity.

**KEYWORDS:** Soil use; classification, geoprocessing.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma das etapas dos procedimentos metodológicos. ....	31
Figura 2 – Mapa de localização da BHRC. ....	32
Figura 3 – Vista superficial do Açude José Américo de Almeida em Santa Luzia-PB. ....	33
Figura 4 – Atividade agrícola baseada na agricultura familiar, com cultivos de subsistência na BHRC. ....	34
Figura 5 – Área da BHRC em processo avançado de erosão do solo, potencializado por extração de rochas ornamentais. ....	35
Figura 6 – Jurema ( <i>Mimosa ssp</i> ), espécie predominante na vegetação da BHRC. ....	36
Figura 7 – Espécies vegetais características de Caatinga hiperxerófila em contraste com empreendimentos de geração de energia elétrica na BHRC. ....	36
Figura 8 – Fluxograma de elaboração do mapa de capacidade de uso da terra na BHRC. ....	40
Figura 9 – Instrumentos utilizados no levantamento de dados em campo para auxiliar na adequação das classes de capacidade de uso da terra na BHRC. (A) GPS Garmim etrex 10 e (B) bússola geológica. ....	40
Figura 10 – Afloramentos de rochas metamórficas presentes na paisagem da BHRC. ....	43
Figura 11 – Mapa da rede de drenagem da BHRC. ....	44
Figura 12 – Trecho do Riacho Chafariz com evidência de baixa velocidade a partir da deposição de sedimentos. ....	45
Figura 13 – Gráfico da curva hipsométrica da BHRC. ....	46
Figura 14 – Mapa hipsométrico da BHRC. ....	47
Figura 15 – Mapa de declividade da BHRC. ....	49
Figura 16 – Mapa de tipos de solos da BHRC. ....	50
Figura 17 – Mapa de capacidade de uso da terra da BHRC. ....	52
Figura 18 – Afloramento rochoso em processo de intemperismo, com desagregação de seus minerais formadores, dando origem aos solo Neossolos Litólicos. ....	53
Figura 19 – Área com vegetação de Caatinga, com características de proteção, evicenciado-se a não interferência antrópica. ....	53
Figura 20 – Área plantada por agricultores familiares com culturas temporárias de milho e feijão, de modo consorciado. ....	54
Figura 21 – Área plantada por agricultores familiares, com certo grau de degradação. ....	54

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Localização regional, participação dos municípios e estabelecimentos agropecuários da BHRC. ....	34
Tabela 2 – Características morfométricas BHRC.....	42
Tabela 3 – Hierarquia fluvial e relação entre o número e extensão dos canais em cada ordem da BHRC. ....	43
Tabela 4 – Área ocupada pelos grupos e suas respectivas classes de capacidade de uso da terra da BHRC. ....	51

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Grupos e classes de capacidade de uso, conforme Lepsch et al. (2015). .....	39
Quadro 2 – Índices morfométricos utilizados para caracterizar a BHRC. ....	41

## LISTA DE SIGLAS

$\Delta H$  – Variação da elevação.

A – Área.

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba.

APP – Área de Preservação Permanente.

BHEs – Bacias hidrográficas experimentais.

BHRC – Bacia hidrográfica do Riacho Chafariz.

BHRs – Bacias hidrográficas representativas.

BSh - Clima semiárido quente e seco

CN – Curva-Número

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

Dd – Densidade de drenagem.

DEM – Digital Elevation Model.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

FAO – Food and Agriculture Organization

GPS – Global Positioning System

ha – Hectare.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Ic – Índice de circularidade.

Ico – Índice de comprimento.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

IVDN – Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

Kc – Coeficiente de compacidade.

Kf – Fator de forma.

Km – Quilômetros.

Km<sup>2</sup> – Quilômetros Quadrados.

L – Comprimento do rio principal.

L – Comprimento total dos cursos d'águas.

l – Extensão média do escoamento superficial.

L<sup>2</sup> – Comprimento axial.

LANDSAT – Land Remote Sensing Satellite.

IAF – Leaf Area Index.

Lv – Comprimento em linha reta do rio principal.

MAXVER – Máxima Verossimilhança

mE – Metros Lesse.

mN – Metros Norte.

MODIS - Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer

NE – Nordeste.

OLI – Operacional Land Imager.

P – Perímetro.

S – Declividade média.

SAB – Semiárido Brasileiro.

SCUT – Sistema de Capacidade de Uso da Terra.

SIBCS – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

SIG – Sistemas de Informações Geográficas.

Sin – Sinuosidade do rio principal.

Sm – Declividade média.

SIRGAS – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas.

SRTM – Shuttle Radar Topography Mission.

SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste.

Tc – Tempo de concentração.

TIFF – Tagged Image File Format.

TOPODATA – Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil.

UNCCD – Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação.

USGS – United States Geological Survey.

USLE – Universal Soil Loss Equation.

UTM – Sistema Universal Transversal de Mercator.

WGS – World Geodetic System.

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1. INTRODUÇÃO .....	15
1.2. OBJETIVO GERAL .....	17
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	18
<b>CAPÍTULO II – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>19</b>
2.1.CONTEXTUALIZAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO (SAB) .....	19
2.2.CAPACIDADE DE USO DA TERRA.....	21
2.3.BACIAS HIDROGRÁFICAS: CONCEITOS E APLICAÇÕES .....	25
2.4.GEOTECNOLOGIAS: CONCEITOS E APLICAÇÕES .....	28
<b>CAPÍTULO III – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>31</b>
3.1. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	31
3.2. COLETA, PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE DADOS .....	37
3.2.1. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS E PEDOLÓGICOS .....	37
3.2.1.1. MATERIAL .....	37
3.2.1.1. MÉTODOS .....	37
3.2.2. CLASSIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DE USO DA TERRA.....	38
3.2.2.1. MATERIAL .....	38
3.2.2.2. MÉTODOS .....	38
3.2.3. ÍNDICES MORFOMÉTRICOS.....	41
3.2.3.1 MÉTODO .....	41
<b>CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>42</b>
4.1. ASPECTOS FÍSICOAMBIENTAIS.....	42
4.1.1. MORFOMETRIA E HIDROGRAFIA .....	42
4.1.2. GEOMORFOLOGIA E PEDOLOGIA .....	46
4.2. CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS. ....	51
<b>CAPÍTULO V – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>56</b>

## CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

### 1.1. Introdução

Historicamente, os assentamentos humanos surgiram vinculados a áreas com disponibilidade de recursos naturais renováveis, em especial, os solos. Logo, utilizavam-se deste recurso para o desenvolvimento das suas atividades. No entanto, ocorreram com o uso de práticas que comprometeram a quantidade e a qualidade dos recursos edáficos. Recentemente, apesar dos significativos avanços tecnológicos e de conhecimentos, uma eficiente gestão dos solos constitui-se em um desafio para a sociedade atual, uma vez que, tem se intensificado o uso dos solos com distintos fins, a exemplo da agricultura.

Abdalla et al. (2015) afirmaram que cerca de 33% dos solos do mundo encontram-se degradados, devido a erosão, a salinização, a compactação, a acidificação e a poluição química. Esta constatação evidencia o risco aos diversos sistemas essenciais à produção de alimentos, considerando o rápido aumento da quantidade de áreas que alcançaram o limite da sua capacidade produtiva. Neste sentido, tais processos ocasionam a redução da produtividade, podendo, em muitos casos, comprometer a lucratividade do homem do campo, induzindo ao êxodo rural.

Conforme Rampim et al. (2012), o uso de uma maneira inadequada resulta no empobrecimento do solo e na baixa produtividade das culturas, cuja consequência é a diminuição do nível socioeconômico da população rural. Por outro lado, um planejamento do uso do solo, correlaciona as atividades adequadas com as potencialidades e limitações do solo, tornando-se essencial para a conservação dos solos, proporcionando um significativo controle da erosão e um suporte à produção agrícola (PINO et al., 2010).

Deste modo, realizar um diagnóstico eficiente dos solos de uma determinada área, consiste em caracterizar o ambiente físico, o uso e ocupação e a capacidade de uso, pois avalia-se a conformidade e identificam-se as áreas utilizadas com potencial dano ao ambiente. Logo, estes levantamentos possibilitam prever a adaptação dos solos para distintas atividades, sejam elas, culturas agrícolas, áreas de pastagens e de reflorestamento, como também o comportamento e a produtividade conforme determinados sistemas de manejo (RAMPIM et al., 2012).

No seio desta discussão, as bacias hidrográficas consistem em importantes espaços geográficos para planejamento e gestão territorial, uma vez que são unidades espaciais de fácil reconhecimento. Nas bacias hidrográficas acontecem as interações que envolvem ações

naturais e antrópicas. Então, conhecer as características físicoambientais de uma bacia hidrográfica, torna-se essencial para o gerenciamento dos recursos edáficos disponíveis.

A importância da bacia hidrográfica, sempre existe com a necessidade de análises mais detalhadas e eficientes das suas características, em especial, no Semiárido Brasileiro. Barbosa (2015) propõe o uso de bacias hidrográficas representativas (BHRs) e/ou experimentais (BHEs), por apresentarem dados mais expressivos devido a extensão territorial ser reduzida e por ter certa homogeneidade, no que diz respeito aos elementos fisiográficos.

Para auxiliar na análise das bacias hidrográficas as geotecnologias são fundamentais, uma vez que fornecem recursos de análise geoespacial que auxiliam na identificação, modelagem e análise de variáveis abióticas e bióticas de uma região (BIELENKI, 2012; SILVA, 2013). De acordo com Leite et al. (2015), para solucionar problemas ambientais, as técnicas de geoprocessamento apresentam um enorme potencial, sendo atualmente uma das ferramentas mais utilizadas.

Dentre as geotecnologias, o sensoriamento remoto exerce um relevante papel nos estudos ambientais, devido apresentar produtos com custos acessíveis. O emprego de dados orbitais vem se dando em diversas objetivos, dentre eles, mapear o uso e de capacidade da terra, identificar parâmetros biofísicos e quantificar a perda de solo (SANTANA et al., 2014; SANTOS et al., 2014).

Para minimizar os efeitos e impactos ambientais causados aos recursos edáficos, provocados por distintas atividades com práticas não conservadoras, são propostas políticas públicas que favoreçam uma eficiente gestão destes recursos. As quais atendem às necessidades de gestão, agindo na resolução da problemática, ou seja, compreendem os arranjos estruturais formais e informais existentes, capazes de influenciar no processo de gestão desse recurso.

Nesta perspectiva, alguns estudos foram realizados na bacia hidrográfica do Riacho Chafariz (BHRC), destaca-se os de Nascimento et al. (2017) que analisaram o comportamento da cobertura vegetal aplicando o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Nascimento et al. (2016) realizaram a caracterização de alguns aspectos físicos da bacia. Paula, Castro e Cruz (2014) delimitaram a bacia hidrográfica do Riacho Chafariz com o subsídio de técnicas de geoprocessamento.

Almejando contribuir com a preservação e conservação dos recursos edáficos, existem mecanismos, a Constituição Federal do Brasil, no Artigo 225 assegura aos

brasileiros o direito de ter o meio ambiente ecologicamente equilibrado (BRASIL, 1988). Existe também o Código Florestal, que tem como finalidade a proteção da vegetação nativa, logo, indiretamente, garante uso sustentável do solo (BRASIL, 2012). E a Política Nacional de Irrigação que em seus princípios versa sobre o uso e manejo sustentável dos recursos edáficos e hídricos para fins de irrigação (BRASIL, 2013).

Com estes e outros instrumentos legais, o solo passa a ser gerenciado conforme a sua disponibilidade quantitativa e qualitativa para os diferentes fins, garantindo-o às atuais e futuras gerações, sempre equacionando os potenciais conflitos gerados pelo binômio: oferta-demanda.

Diante do exposto, a temática abordada nesta pesquisa justifica-se ao apresentar uma metodologia, que engloba aspectos socioambientais compondo de forma integrada os tipos de solo, o relevo e a capacidade de uso da bacia hidrográfica do Riacho Chafariz (BHRC), na busca efetiva da sua caracterização, possibilitando seu monitoramento e propondo ações mitigadoras adequadas. Assim, a pesquisa busca contribuir com os estudos realizados na BHRC. Parte-se da hipótese de que nas últimas décadas, a intensificação do uso do solo tem potencializado a degradação ambiental na referida bacia hidrográfica.

## **1.2. Objetivo geral**

- Analisar a capacidade de uso da terra da Bacia Hidrográfica do Riacho Chafariz (BHRC), Mesorregião Geográfica da Borborema, Estado da Paraíba.

## **1.3. Objetivos específicos**

- Realizar a caracterização dos principais atributos físicoambientais da BHRC, utilizando mapas temáticos;
- Identificar as classes e subclasses de capacidade de uso da terra da BHRC, de acordo com o Sistema de Capacidade de Uso da Terra (SCUT);
- Fornecer informações técnicas para a adequação do uso da terra na BHRC, como subsídio para o planejamento urbano e rural.

#### **1.4. Estrutura da dissertação**

A dissertação está arranjada em cinco capítulos: I – Introdução, II – Referencial Teórico, III – Procedimentos Metodológicos, IV – Resultados e Discussão e V – Considerações Finais.

No primeiro capítulo, apresenta-se a introdução com a contextualização do tema proposto para a pesquisa, ressaltando a sua importância e são colocados os objetivos a serem alcançados.

O segundo capítulo são exibidos conceitos e estudos sob os quais esse trabalho se fundamenta, tais como: Semiárido Brasileiro (SAB), solos: conceitos, usos e ocupação, capacidade de uso da terra, bacias hidrográficas, geotecnologias: conceitos e aplicações em estudos ambientais e planejamento ambiental: conceitos e aplicações, enfatizando a relevância para estudos dos recursos edáficos.

No terceiro capítulo, são definidos os procedimentos metodológicos usados para alcançar os objetivos da pesquisa, iniciando com a localização geográfica da área de estudo, além da descrição detalhada das fases de execução da pesquisa: (1) Aquisição, (2) Processamento e (3) Análise dos dados.

O quarto capítulo expõe os resultados e a discussão acerca dos aspectos físicoambientais da BHRC, ou seja, a morfometria, a hidrografia, a climatologia, a geomorfologia e a pedologia. Além de ser apresentada a classificação da capacidade de uso da terra na BHRC.

E no quinto e último capítulo, são colocadas as considerações finais sobre os resultados obtidos na pesquisa, além das recomendações coerentes com os resultados, além de propor possibilidades para realização de estudos futuros na referida bacia hidrográfica. Por fim, são listadas as referências que contribuíram para a elaboração dessa dissertação, como também os anexos.

## CAPÍTULO II – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. Contextualização do Semiárido brasileiro (SAB)

O semiárido remete-se a uma região com uma configuração físicoambiental semelhante às regiões áridas. Isto, deve-se ao fato de, além, dos aspectos naturais, em especial, o clima e o solo, as formas de ocupação territorial ocorrerem de forma exploratória. Localizado na região Nordeste do Brasil (NE), o SAB abrange cerca de 62% do território dessa região, correspondendo a aproximadamente 982.5 km<sup>2</sup>, engloba 1.262 municípios, correspondendo a 22,5 milhões de habitantes (SUDENE, 2017).

Ainda conforme a SUDENE (2017) e Nascimento et al. (2017), o SAB é um espaço geográfico delimitado, considerando como critérios específicos, a precipitação baixa e irregulares, o índice de aridez e o risco de seca significativos. Ademais, o SAB apresenta significativa complexidade, quanto as paisagens heterogêneas, às classes de solo, a configuração do relevo, a característica da vegetação e aos recursos hídricos. Estes atributos ambientais correlacionados com à inexistência de investimentos públicos originam um entendimento de resistência ao ambiente.

O SAB caracteriza-se por ter baixa precipitação, mal distribuída, com médias inferiores a 800 mm/ano, distribuída ao longo de três a cinco meses, e altas taxas de evapotranspiração, proporcionando um déficit de umidade no solo. Entretanto, conforme Santos et al. (2010) e Saadi et al. (2018), nas regiões semiáridas a disponibilidade de água é crucial para a controle de processos ecológicos, manutenção de serviços ecossistêmicos e produtividade agrícola.

Ainda nesta perspectiva, o SAB sempre registrou longos e intensos períodos de estiagem desde o século XVI. Deste modo, diante das dificuldades encontradas, a população aí residente encontra problemas com os meios de subsistência, resultando no declínio da produção agropecuária e consequente migração rural-urbana. Além disto, a suscetibilidade da sua vegetação durante às estiagens periódicas é acentuada por altos níveis de degradação do habitat (GUTIÉRREZ et al., 2014; PAREDES; BARBOSA; GUEVARA, 2015).

A falta de um melhor conhecimento sobre o bioma Caatinga, faz com que a vegetação seja sistematicamente degradada pelas ações antrópicas, através principalmente da pecuária extensiva, da agricultura em áreas mais úmidas, da extração lenha, da mineração e outras atividades de menor interesse econômico. Embora a vegetação da Caatinga seja adaptada a

secas periódicas, a sua dinâmica natural pode já encontrar-se dentro de seus limites fisiológicos (SANTOS et al., 2012; SANTANA et al., 2016).

De acordo com Filho (2013), o uso do solo intensificado, além da capacidade natural de regeneração, ocasiona, no SAB, consideráveis perdas na biodiversidade, aumento da erosão do solo, assoreamento dos corpos hídricos, impactando nas atividades econômicas e na qualidade de vida da população.

Conforme Seddon et al. (2016) entre as regiões semiáridas do mundo, evidências recentes sugerem que a vegetação da Caatinga pode ser particularmente vulnerável a quaisquer mudanças significativas na duração e intensidade das estiagens, influenciada pela variabilidade e mudança climática. Como resultado, o aumento da temperatura aliado à supressão da vegetação favorece a ocorrência de aridização e desertificação generalizada e associadas consequências ecológicas e de conservação (OLIVEIRA et al., 2012; GUIMARÃES et al., 2016;).

Huang et al. (2016) também destacam que o SAB é altamente vulnerável às mudanças climáticas, e pequenas mudanças na temperatura e precipitação podem causar consequências na produtividade agrícola e no bem-estar da população em geral. Nessa mesma perspectiva, Marengo, Torre e Alves (2017) colocam que o SAB é extremamente vulnerável à variabilidade interanual da precipitação e para cenários projetados que indicam uma diminuição nas taxas de precipitação e um aumento na aridez.

Considerado um dos problemas ambientais que alteram o solo, originando perdas na produção agrícola, a salinização consiste no acúmulo de sais solúveis na camada do solo propício à agricultura. Esse fenômeno diminui o desenvolvimento das plantas devido a degradação das propriedades física do solo, acarretando perda da fertilidade (HAMMECKER et al., 2012; PEDROTTI et al., 2015).

Outra problemática diz respeito à erosão, que é apesar de ser um processo natural, pode ser intensificada por ações antrópicas, provocando sérias consequências ambientais, reduzindo a produtividade e aumentando a quantidade de sedimentos na jusante dos corpos hídricos a jusante. Portanto, a erosão do solo é provavelmente um dos desafios de degradação ambiental mais relevantes, especialmente em solos típicos de regiões semiáridas (BROCCA et al. 2012; MONTENEGRO et al., 2013).

Estes e outros processos podem levar à desertificação no SAB. De acordo com Glants e Orlousky (2011), existem diferentes compreensões no que diz respeito à sua origem, existindo para isso, basicamente três correntes de pensamento: a primeira que afirma ser as

variações climáticas o principal indutor, a segunda contrapõe-se colocando as atividades humanas como protagonistas e a terceira que compreende que as mudanças climáticas e as ações antrópicas atuam concomitantemente para potencializar a desertificação no SAB.

De acordo com Feitosa et al. (2010) a desertificação consiste na deterioração de terras em regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, potencializada por distintos fatores, entre eles as mudanças climáticas e as ações antrópicas. Melo e Lima (2011) afirmaram que as consequências socioeconômicas da desertificação começam com perdas agrícolas, uma vez que diminui as áreas para a agricultura, impacta nos elevados gastos para se recuperar áreas degradadas, contribui para a diminuição da biodiversidade, além de provocar o êxodo rural.

Conforme a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD), a degradação da terra é compreendida como:

"[...] a redução ou perda nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, da produtividade biológica ou econômica e da complexidade das terras agrícolas de sequeiro, das terras agrícolas irrigadas, das pastagens naturais, das pastagens semeadas, das florestas e das matas nativas devido aos sistemas de utilização da terra ou a um processo ou combinação de processos, incluindo os que resultam da atividade do homem e das suas formas de ocupação do território, tais como: (I) erosão do solo causada pelo vento/ou pela água; (II) a deterioração das propriedades físicas, químicas e biológicas ou econômicas do solo, e (III) a desnutrição da vegetação por períodos prolongados [...]" (UNCCD, 1995, p. 14).

Conforme Lima, Cavalcante e Marim (2011), o SAB é a região mais vulnerável aos efeitos promovidos pela desertificação em todo o país. Então, existem várias áreas com alto nível de degradação ambiental que devem ser consideradas prioritárias para intervenção governamental, a fim de combater a instalação da desertificação, com base em medidas que minimizam os impactos das mudanças climáticas, mudanças nos níveis de aridez e mudanças na cobertura do solo (TOMASELLA et al., 2018).

## **2.2. Capacidade de uso da terra**

Segundo a FAO (1979), conceitualmente, terra consiste em uma parte da superfície terrestre definida no espaço cujas características e propriedades envolvem atributos da biosfera, razoavelmente estáveis, ou previsivelmente cíclicos, abrangendo os da atmosfera, o solo e a geologia subjacente, a hidrologia, as populações de plantas e animais e os resultados da atividade humana passada e presente.

O solo apresenta um conceito mais restrito, formado a partir de quatro fatores ambientais: clima, relevo, material de origem e organismos. São corpos naturais tridimensionais, dinâmicos, constituídos por partes sólidas e gases que ocupam a porção da crosta terrestre, apresentando atributos internos próprios (horizontes do perfil do solo) e características externas (declividade, pedregosidade, etc) possíveis de identificação e classificação (JENNY, 1941; SANTOS, et al., 2018).

Para Leite e Rosa (2012) o uso da terra consiste na forma pela qual o espaço está sendo ou será ocupado pelo homem. Então, adequar o uso do solo se faz necessário para atender as demandas de determinadas atividades, entre elas a agricultura, para isso, cada vez mais é importante utilizar técnicas coerentes com a sua capacidade de uso, proporcionando uma significativa produtividade sem degradar o solo (MARINHESKI, 2017).

Segundo Santos (2004) a capacidade de uso em planejamentos bastante apresenta duas respostas: o potencial de uso da área e a ocorrência de inadequação de uso. Bertoni e Lombardi Neto (2017) afirmaram que classificar as terras conforme o sistema de capacidade de uso fundamenta-se na influência do clima, nas características dos solos conforme os riscos de erosão, as limitações de uso, a capacidade produtiva e as necessidades de manejo do solo, agrupando as áreas em classes que demonstram as limitações agrícolas e demais riscos para a sua utilização.

Deste modo, a realização de um planejamento do uso da terra abrange o desenvolvimento de atividades adequadas às potencialidades e limitações do solo, do clima e do relevo. É fundamental para a conservação dos solos garantir o controle da erosão, a produção agrícola e a proteção da biodiversidade (PINO et al., 2010).

Klingbiel e Montgomery (1961) desenvolveram o sistema de capacidade de uso, cuja classificação representa no agrupamento qualitativo de solos, no qual distintas características e propriedades são compendiadas, com o objetivo de obter classes homogêneas de terras, definindo a sua máxima utilização, com nenhum risco de degradação, especialmente pela erosão. No Brasil, Marques (1971) propõe o Manual Brasileiro para Levantamento da Capacidade de Uso da Terra, o qual atendeu a necessidade de um sistema de classificação, exclusivo do Brasil, voltado ao planejamento das práticas relacionadas à conservação do solo. Nessa evolução metodológica, Lepsch et al. (2015) elaboram o manual de Levantamento Utilitário e Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso, o qual pode ser empregado no planejamento conservacionista pequenas bacias hidrográficas.

Segundo Lepsch et al. (2015), a classificação de terras no sistema de capacidade de uso constitui uma metodologia que envolve um agrupamento qualitativo de condições ligadas aos atributos das terras independentemente da localização e características econômicas. As características e propriedades do meio físico são sintetizadas visando obter agrupamentos de terras similares, com o objetivo de caracterizar a sua capacidade máxima.

Nessa perspectiva Cunha e Pinton (2012) colocaram que no referido sistema os grupos de capacidade de uso, são constituídos com base nos tipos de intensidade de uso das terras. Já as classes, conforme o grau de limitação de uso, as subclasses de acordo com a natureza das limitações de uso, subdividindo-se em quatro níveis referentes à erosão (1), ao solo (2), à água (3) e às condições climáticas (4). E por fim, são estabelecidas as unidades de capacidade de uso, que são estabelecidas conforme condições específicas que afetam o uso ou manejo da terra.

Flauzino et al. (2016) destacam o sistema de capacidade de uso da terra como uma das melhores metodologias utilizadas para a ocupação racional e ordenada do meio físico, com vistas à conservação dos solos. Nessa perspectiva, Lepsch (2011) afirma que as características físicas do solo, o relevo e o clima auxiliam na identificação de oito classes, as quais definem a capacidade de uso da terra, além das práticas que devem ser implantadas para conter a erosão. Portanto, recomenda-se esse sistema, a princípio, para planejamentos de práticas de conservação do solo, em pequenas bacias hidrográficas, sendo amplamente conhecido e divulgado no Brasil.

Para Melo e Guerra (2013) na determinação da capacidade de uso da terra, apesar dos fatores topográficos, pedológicos, hídricos e climáticos serem relevantes, boa parte dos estudos, apontam que o solo é o fator natural fundamental para a capacidade de uso da terra. Sendo assim, em escala global, a capacidade de uso da terra vem sendo desenvolvida em diversos estudos, a maioria, realizados em bacias hidrográficas de distintas dimensões. Isso deve-se ao entendimento da bacia hidrográfica ser utilizada para fins de planejamento, possibilitando o manejo dos recursos naturais, de forma integrada, delineando ações apropriadas de adaptação local, além de definir os riscos para o desenvolvimento de atividades econômicas (LELIS et al., 2011).

Ayalew (2015) utilizou o sistema de capacidade de uso da terra para espacializar o uso sustentável de uma área de 4 ha no Leste Amhara, Etiópia. Maryati (2013) empregou o mesmo sistema para classificar e identificar as potencialidades e limitações em uma área de

2 ha em processo de recuperação, cuja atividade desenvolvida era a mineração (carvão mineral) na Indonésia.

No Brasil, Silveira et al. (2013) identificaram subclasses de capacidade de uso da terra da bacia hidrográfica do Córrego São Caetano, cuja área é de 34 km<sup>2</sup>, propondo-se o planejamento de uso e de práticas de conservação do solo. Para isso, utilizaram o software IDRISI, e obtiveram como resultados inferir que as subclasses IIIs, IVs e VIe representam mais de 70% da área. Concluíram que o IDRISI permitiu determinar e quantificar as áreas das subclasses de capacidade de uso das terras da microbacia com eficiência.

Silva et al. (2013) utilizaram SIG como apoio ao planejamento de uso do solo na subbacia das Posses. Com a extração do MDE, determinaram as classes de planejamento do uso do solo para interpretação para toda a subbacia, de acordo com o sistema de classificação da capacidade de uso do solo. Identificaram que os usos dos solos indicados são as pastagens, reflorestamento e conservação ambiental. Concluíram que a referida subbacia tem 11% das terras em subutilização, 12% com a capacidade de uso acima, 58% com o uso adequado, 18% com áreas de preservação permanente e apenas um 1% de estradas.

Santos et al. (2012) classificaram os solos e as terras conforme a sua capacidade de uso, identificando os conflitos, e fornecendo informações para aplicação de práticas de conservação do solo na bacia hidrográfica do Rio do Rastro com 29,8 ha, em Lages, Santa Catarina. Coletaram amostras para análises mineralógicas, químicas e físicas, e identificaram os características do solo referentes à profundidade efetiva, drenagem, declividade e o grau de erosão. Os resultados apontaram a presença de três classes de solos: Nitossolos, Cambissolos e Gleissolos. Identificaram que a capacidade de uso das terras variou em termos de grupo e de classe. Ainda como resultados, demonstraram que 55,6% da bacia está sob uso racional, 25,6% está subutilizada e 18,7% sobre utilizada. Por fim, entenderam que o conhecer as classes de capacidade de uso do solo, permitiu um adequado uso e manejo do solo com métodos conservacionistas.

E Fernandes et al. (2010) visando contribuir com a compreensão dos aspectos ambientais e da capacidade do uso da terra na bacia hidrográfica do Jiquiriçá, no sul da Bahia. Com o emprego de técnicas de geoprocessamento, obtiveram como resultado, que a Classe II é predominante, com cerca de 71% da área da bacia. A qual consiste em terras cultiváveis, de grande potencial agrícola, com necessidades de técnicas simples.

### 2.3. Bacias hidrográficas: conceitos e aplicações

De acordo com Silveira (2009) a bacia hidrográfica é definida como a área delimitada por divisores topográficos e formada de uma rede de drenagem cujos cursos de água – rio principal e seus afluentes, captam naturalmente parte da precipitação pluviométrica, convergindo os escoamentos para o exutório. Pollo et al. (2012) entendem a bacia hidrográfica como um sistema aberto, com ganho de energia a partir de agentes climáticos e perde por meio do deflúvio. Colocam que como um sistema aberto, a bacia hidrográfica pode ser caracterizada através de variáveis interdependentes, que variam conforme um padrão, desse modo, uma bacia, sem a perturbação por ações antrópicas, permanece em equilíbrio dinâmico.

As bacias hidrográficas, por serem um espaço geográfico onde acontecem diferentes interações, inúmeras ações são desenvolvidas para produzir informações que auxiliem à gestão dos recursos naturais. Nesse sentido, Botelho e Silva (2012) colocaram a gestão busca a preservação e a recuperação dos recursos, com os órgãos atuando a partir de responsabilidades definidas, como: coordenar e arbitrar sobre os conflitos, otimizar a política de gestão, planejar ações e tomadas de decisões, e controlar o uso dos recursos (NASCIMENTO et al. 2017).

Dessa forma, a bacia hidrográfica é adotada como unidade física de reconhecimento, caracterização e avaliação na gestão dos recursos naturais, uma vez que, além de serem áreas de captação natural da água, são também áreas de atividades humanas. Ou seja, a bacia hidrográfica é a única área de interação das águas com o meio físico, o meio biótico e o meio social, econômico e cultural (TRAJANO et al., 2012).

No SAB, a gestão dos recursos hídricos é atualmente uma questão relevante, e que vem sendo objeto de estudo em diversas pesquisas. Os estudos envolvendo bacias, subbacias e microbacias hidrográficas vem se destacando, uma vez que a principal política de recursos hídricos do Nordeste, a açudagem, depende do uso e das alterações nas bacias hidrográficas (MEDEIROS, et al., 2016).

Para Montenegro e Ragab (2010), estudos sobre processos hidrológicos são de grande interesse para o planejamento e gerenciamento dos recursos, pois identificam os possíveis impactos conforme as alterações dos elementos climáticos e no uso do solo. Esses estudos apresentam certa complexidade, tendo em vista as características específicas dos

elementos naturais envolvidos, de acordo com as suas relações tanto no tempo, quanto no espaço em uma bacia hidrográfica experimental (MANETA; SCHNABE; JETTEN, 2008).

Segundo Sampaio, Cordeiro e Bastos (2016) impactos ambientais negativos em bacias hidrográficas podem estar relacionados à inexistência de planejamento e de uso do solo, pois são responsáveis pelas as modificações na paisagem, aumentando distintos problemas ambientais, como: assoreamento de corpos hídricos; redução de nutrientes e compactação dos solos; além da diminuição da produtividade agrícola.

A compreensão desses processos ao longo da extensão territorial de uma bacia hidrográfica por meio de métodos diretos e indiretos requer um trabalho árduo. Necessita-se realizar constantes manutenções na rede de monitoramento, além de demandar tempo e recurso humano para tal finalidade. Dessa forma, uma das maneiras para minimizar essas dificuldades é a criação e utilização das BHRs e/ou BHEs.

As BHRs são definidas de modo que consigam representar uma região homogênea, quanto a sua fisiografia e hidrometeorologia. Nessas áreas são realizados estudos utilizando aparelhos para monitoramento e registro de eventos hidrológicos, climáticos e de dinâmica edáfica, com o objetivo de gerar informações a partir da avaliação de processos físicos, químicos e biológicos, da calibração de modelos para simulação do comportamento da bacia, além da análise dos efeitos de mudanças naturais ocorridas na bacia (GOLDENFUM, 2003).

Silva e Almeida (2015) afirmam que além das BHRs, o uso de BHEs consiste em um método viável para estimativa do comportamento hidroclimatológico e edáfico. Essas bacias podem dar suporte aos processos de regionalização de informações, podendo preencher eventuais lacunas no monitoramento das variáveis climáticas e edáficas, diminuindo os custos de operação, devido sua extensão territorial ser menor. Sendo assim, as características dessas bacias hidrográficas proporcionam a realização de estudos que buscam um melhor entendimento dos processos hidrológicos e edáficos. Além disso, os resultados obtidos podem ser utilizados em uma área de maior dimensão através do efeito de escala, possibilitando o entendimento de toda a bacia.

Schumann et al. (2010) apontam que as pesquisas em BHEs contribuem para o desenvolvimento de novos métodos de medição para compreensão dos processos hidrológicos, nos estudos de uso do solo e alterações climáticas, tornando assim as análises quantitativas e qualitativas dos recursos edáficos em bacias hidrográficas ainda mais importantes. Logo, o seu entendimento permite compreender a ocorrência desses processos,

a partir da correlação de variáveis relacionadas a quantidade e a qualidade do solo, no tempo e no espaço (ÁVILA, 2011).

Dentre diversas pesquisas já desenvolvidas, destaca-se a de Sobrinho et al. (2010), que analisaram uma metodologia de delimitação automática de bacias hidrográficas. Sendo assim, utilizaram dados do SRTM, cartas topográficas e processaram em um ambiente SIG. Os resultados demonstraram que os valores encontrados são compatíveis aos das cartas topográficas.

Chen et al. (2015) analisaram os impactos de duas variáveis para a bacia hidrográfica do Rio Virgem, em Nevada-EUA. Utilizaram o método CN (Curva-Número) e a teoria do balanço hídrico de Thornthwaite. Os resultados da simulação hidrológica revelaram que as mudanças climáticas são o principal fator, e as alterações de uso e ocupação do solo um fator secundário na regulação de futuras descargas do rio. Afirmaram que os efeitos das mudanças climáticas e do uso e ocupação do solo aumentaram levemente a descarga do rio no verão, mas diminuirão substancialmente a descarga no inverno. Por fim, alertaram que esse impacto merece atenção no planejamento de adaptação às mudanças climáticas na referida bacia.

Já Melo e Montenegro (2015) analisaram a variação espaçotemporal da umidade do solo tanto em superfície, quanto em subsuperfície em duas condições: vegetal de Caatinga e pasto, com diferentes tipos de solo, na BHE do Jatobá, Estado de Pernambuco. Utilizaram registros de umidade do solo a partir de uma sonda de nêutrons, calibrada para cada ponto e profundidades avaliadas. Concluíram que as áreas com solos de maior potencial de retenção de água apresentam maior umidade, como também, afirmaram que as condições da cobertura vegetal e os tipos de solo influenciam nas variações espaciais de umidade.

Cunha et al. (2014), realizaram na BHE de São João do Cariri-PB uma pesquisa para compreender a dinâmica sazonal da cobertura do solo e a sua relação com a precipitação, analisando os impactos nos processos hidrológicos. Usaram técnicas de geoprocessamento, aplicadas às séries temporais de precipitação e de índices de vegetação oriundas do sensor MODIS-TERRA. Os resultados comprovaram que a cobertura vegetal consiste em um fator condicionante aos processos erosivos. Então, evidenciou-se que no período de análise, as áreas da bacia com maior índice cobertura vegetal tinham maior interceptação

## 2.4. Geotecnologias: conceitos e aplicações

O desenvolvimento de diferentes atividades tem gerado modificações no meio ambiente, ainda mais, em atividades desenvolvidas de modo intensivo, sem considerar a fragilidade e aptidão dos recursos naturais. Desse modo, se faz necessário planejar as atividades levando em consideração o nível de aptidão e os limites do ambiente a ser explorado. Então, é indispensável o conhecimento das propriedades do recursos naturais no ambiente onde estão inseridos. Isso consente uma exploração dos recursos de maneira racional, conservando as particularidades naturais e seu potencial para a capacidade de produção econômica e sustentável, causando o mínimo de dano ao ambiente (CAMPOS, S.; PISSARA; CAMPOS, M.; 2015).

Na adaptação de uso das terras, diferentes atributos ambientais são considerados nas tomadas de decisão. Essas características são passíveis de análises de maneira conjunta, utilizando-se as geotecnologias. Com isso, Câmara e Monteiro (2005) colocam que a Ciência da Geoinformação surgiu com o objetivo de implementar diferentes formas de representação computacional do espaço geográfico, pois, trabalha com a geoinformação.

De acordo com Fitz (2008) as geotecnologias são compreendidas como tecnologias inerentes às geociências e outras ciências correlatas, as quais proporcionam melhorias expressivas no desenvolvimento de pesquisas, em ações de planejamento, em processos de gestão e em demais aspectos inerentes ao espaço geográfico.

Pires et al (2012) confirmam que as geotecnologias compõem o conjunto de tecnologias que possibilitam realizar coleta de dados, processamento, análise da informação georreferenciada, e auxilia na tomada de decisões. Logo, o uso das geotecnologias permite fazer uma análise integrada do ambiente, de forma a entender como as alterações ambientais ocorrem no espaço.

Câmara e Monteiro (2005) definem o geoprocessamento como um ramo do conhecimento que emprega técnicas matemáticas e computacionais buscando o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando na cartografia, nos estudos dos recursos naturais e, no planejamento urbano e rural. Conforme Francisco et al. (2012) o geoprocessamento auxilia na integração de dados, favorece análises espaciais, uma vez que nas bacias hidrográficas as ações de planejamento e/ou ordenamento são analisadas com diferentes elementos do ambiente.

Campos, S., Pissara e Campos, M. (2015) colocam que o planejamento ambiental de bacias hidrográficas se dá basicamente em quatro grandes áreas: Uso e ocupação do solo; Fisiografia; Caracterização de Áreas de Preservação Permanente (APP) e Aptidão agrícola de bacias hidrográficas. Logo, enquadram-se em duas das geotecnologias mais usadas, os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e o Sensoriamento Remoto.

Para Florenzano (2011) o sensoriamento remoto consiste na obtenção de informações dos fenômenos físicos sobre a superfície da Terra, a partir da captação por sensores e da energia refletida ou emitida pela superfície, sem necessidade de um contato direto com o objeto de estudo. Segundo Novo (2010), os dados de sensoriamento remoto são propícios para estudos ambientais, por apresentar diversas vantagens, como: a resolução espacial, que possibilita a obtenção de informações em diferentes escalas, desde regionais até locais; a resolução temporal que permite a coleta de informações em diferentes períodos do ano e em anos diferentes, facilitando análises multitemporais; e a resolução espectral, que possibilita a obtenção de informações sobre o objeto de estudo em diferentes regiões do espectro.

Estudo recentes empregam geotecnologias para identificar a capacidade de uso da terra em bacias hidrográficas de diferentes dimensões (CAMPOS et al. 2010; FERNANDES et al. 2010). Rocha et al. (2018) identificaram e mapearam a capacidade de uso das terras na bacia hidrográfica do Paraná 3. Com uso do software ArcGIS realizaram todo o processamento de dados, definindo os mapas de hipsometria e de declividade a partir de dados SRTM. Já os tipos de solos foram identificados através do Mapa de Solos do Estado do Paraná. O uso e cobertura da terra com a partir de imagens do satélite LANDSAT 8 e o mapa de capacidade de uso da terra fundamentado no sistema de capacidade de uso da terra. Assim, identificaram três subclasses adaptadas aos cultivos agrícolas e pecuários, duas classes com uso limitado para pastagens, florestas cultivadas ou nativas e uma subclasse com restrição ao uso agropecuário.

Aires et al. (2017) analisaram o atual uso e ocupação das terras em relação a capacidade de uso na microbacia do Rio Piracicaba. Utilizaram a técnica de geoprocessamento, classificação supervisionada Máxima Verossimilhança (MAXVER) em imagens orbitais LANDSAT – *Operational Land Imager* (OLI) para classificar o uso e ocupação do solo na microbacia. Extraíram o Modelo Digital de Elevação (MDE) para gerar a declividade e os tipos de solos a partir do banco de dados de solos do estado de Minas Gerais. E a capacidade de uso da terra de acordo com o sistema de capacidade de uso da

terra. Demonstraram que o uso de geotecnologias auxiliou na identificação de áreas em conformidade com o uso, possibilitando propor medidas de mitigação adequadas.

Marinheski (2017) buscaram identificar a capacidade de uso da terra na bacia hidrográfica representativa do Rio Atalho. Com base em levantamento utilitário do meio físico, utilizando geotecnologias de coleta de dados em campo e de processamento em laboratório. Apontaram através de mapas temáticos, que significativa parte da bacia, apresenta capacidade de uso para agricultura, embora, devam existir manejos adequados que reduzam a erosão do solo. ser utilizadas para preservação da vegetação nativa. Por fim, consideraram que o uso de geotecnologias é fundamental para a adequação dos usos à capacidade da hidrográfica do Rio Atalho.

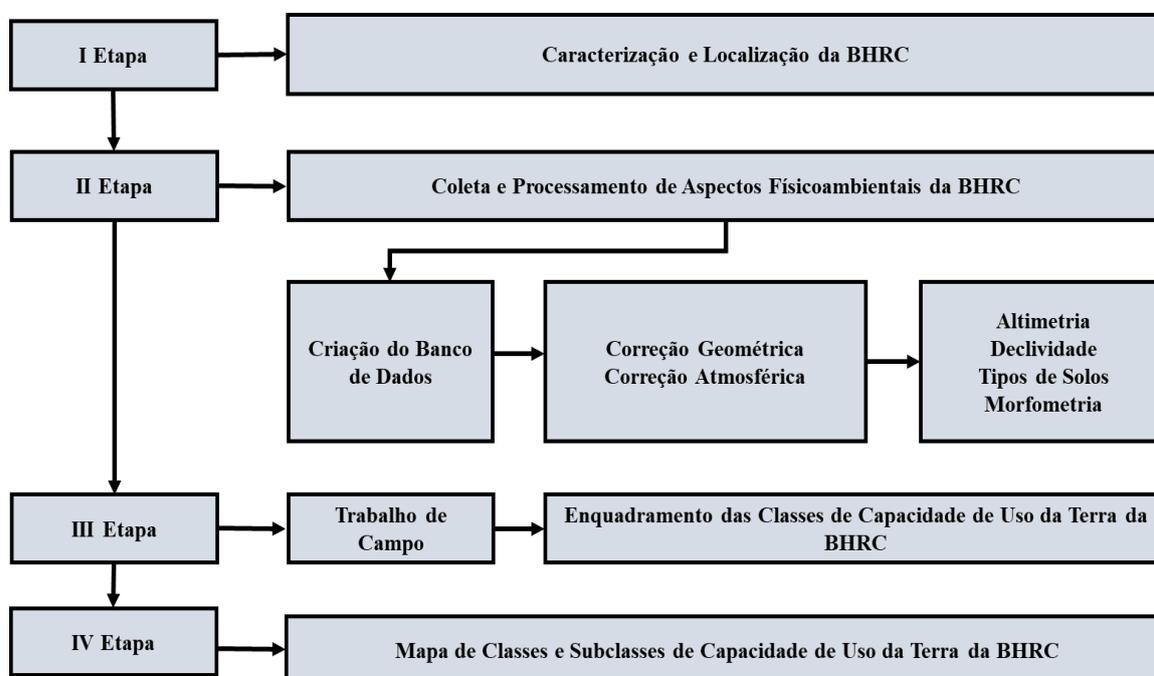
Cunha e Pinton (2012) realizaram um mapeamento da capacidade de uso da terra da bacia hidrográfica do Córrego Cavalheiro, em escala de 1:10.000. Para isso, foi criado um banco de dados com a altimetria, declividade e os tipos de solos da referida bacia hidrográfica. Com bases nesses dados, obtiveram como resultado a espacialização das classes de capacidade de uso e suas principais restrições. Essas classes demonstraram que o atual uso da terra se encontra incompatível com a capacidade da bacia, exceto nas áreas ocupadas por silvicultura e pastagens. Consideraram que o procedimento metodológico adotado favoreceu a identificação do uso da terra e sua adequação à capacidade física da bacia hidrográfica do Córrego Cavalheiro.

Rampim et al. (2012) classificaram a capacidade de uso da terra em uma área rural de 52 ha, com objetivo de verificar a necessidade de implantar práticas conservacionistas do solo. Para tanto, fizeram uso de *Global Positioning System* (GPS) de navegação para aquisição de dados em campo, com a produção do mapa de capacidade de uso realizado em software específico. Sendo assim, conseguiram identificar de forma ágil distintas classes de capacidade. E a partir do conhecimento das classes de capacidade de uso foi possível planejar ações visando uma adequada utilização do solo.

## CAPÍTULO III – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos elaborados para esta pesquisa, tiveram como norte a caracterização da capacidade de uso da terra correlacionada com os processos físicoambientais e sociais na área de estudo, compreendendo o uso das geotecnologias como auxílio para uma melhor compreensão sobre os recursos edáficos, possibilitando a identificação e monitoramento de distintos processos de degradação do solo em uma bacia hidrográfica. Sendo assim, a Figura 1 demonstra o fluxograma dos procedimentos metodológicos empregados no desenvolvimento dessa pesquisa.

Figura 1 – Fluxograma das etapas dos procedimentos metodológicos.

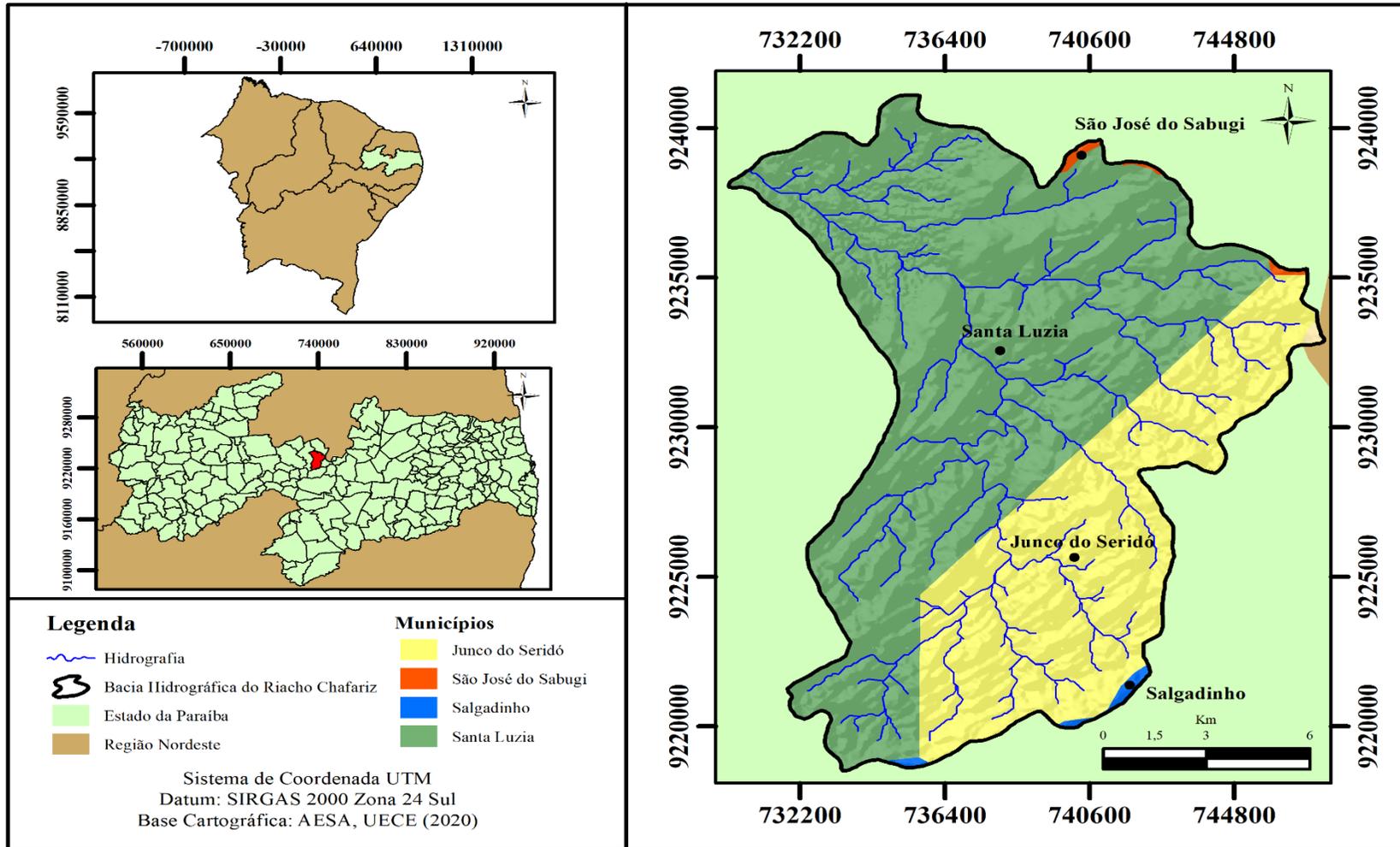


Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

### 3.1. Localização e caracterização da área de estudo

A BHRC localiza-se entre as coordenadas UTM 9.240.000 mE e 732.200 mN e 9.220.000 mE e 744.800 mN. Compreende partes dos municípios de Junco do Seridó (70,1 Km<sup>2</sup>), Salgadinho (1,1 Km<sup>2</sup>), Santa Luzia (142,5 Km<sup>2</sup>) e São José do Sabugi (0,9 Km<sup>2</sup>), inserido no Estado da Paraíba, com uma área de drenagem de 215,5 Km<sup>2</sup>, o acesso a partir de capital João Pessoa, se dá pela rodovia federal BR-230, no sentido Leste-Oeste, em um percurso de 287 km (FIGURA 2).

Figura 2 – Mapa de localização da BHRC.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A BHRC está posicionada na subbacia do Rio Seridó, no baixo curso da bacia hidrográfica dos Rios Piancó-Piranhas-Açu. As características climáticas e topográficas, possibilitam a rede de drenagem formada por riachos de regime intermitente sazonal, com padrão do tipo dendrítico (CPRM, 2005). Essa configuração tem importância para os recursos hídricos da Microrregião do Seridó Ocidental, apesar do rio principal e os seus afluentes apresentarem um regime intermitente, em períodos de inverno são fontes de recargas para os pequenos reservatórios ao longo de toda a BHRC, como também para o principal açude da BHRC, o José Américo de Almeida, que tem como uso múltiplos principais a dessedentação humana e animal do município de Santa Luzia e a irrigação de agricultura de vazantes em suas margens (FIGURA 3).

Figura 3 – Vista superficial do Açude José Américo de Almeida em Santa Luzia-PB.



Fonte: Acervo fotográfico próprio (2020).

De acordo com Diniz et al. (2013) na BHRC aconteceu nas últimas décadas uma redução da população rural, conseqüentemente, das atividades referentes ao uso da terra, bem como a ocupação da força de trabalho em atividades agrícolas (FIGURA 4).

Figura 4 – Atividade agrícola baseada na agricultura familiar, com cultivos de subsistência na BHRC.



Fonte: Acervo fotográfico próprio (2020).

Segundo o IBGE (2010) atualmente a BHRC engloba uma população de 30.558 habitantes e conforme o IBGE (2017) apresenta um total de 1.449 estabelecimentos agropecuários (TABELA 1).

Tabela 1– Localização regional, participação dos municípios e estabelecimentos agropecuários da BHRC.

Municípios	Microrregião	Mesorregião	Participação na bacia	População	Estabelecimentos agropecuários
Junco do Seridó	Seridó Ocidental Paraibano	Borborema	Parcial	7.150	432
São José do Sabugi	Seridó Ocidental Paraibano	Borborema	Parcial	4.141	296
Salgadinho	Seridó Ocidental Paraibano	Borborema	Parcial	3.885	338
Santa Luzia	Seridó Ocidental Paraibano	Borborema	Parcial	15.382	383

Fonte: Censos demográfico (2010) e agropecuário (2017). Adaptada pelo autor (2020).

Essa dinâmica populacional favoreceu uma significativa recomposição de vegetação secundária em algumas áreas outrora ocupadas por atividades agrícolas e de pecuária. Por outro lado, encontra-se sinais de degradação do solo em determinadas localidades da BHRC, ocasionadas por outras atividades historicamente presentes na bacia hidrográfica, como a exploração de bens minerais de forma inadequada (FIGURA 5).

Figura 5 – Área da BHRC em processo avançado de erosão do solo, potencializado por extração de rochas ornamentais.



Fonte: Acervo fotográfico próprio (2018).

No que se refere às características climatológicas, de acordo com a localização da região Nordeste do Brasil, a BHRC está inserida na Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), característica de áreas de baixas latitudes (KAYANO; ANDREOLI, 2009). Na BHRC observa-se que entre os meses de Janeiro e Abril ocorre o período chuvoso, concentrando 79% das precipitações, com uma precipitação média anual em torno de 547,8 mm. Ressalta-se ainda que as condições do clima ser semiárido BSh (quente e seco), com temperatura média anual por volta de 32° C, médias máximas de 36° C entre os meses de Agosto e Setembro e médias mínimas de 26° C nos meses de Junho e Julho em que está inserida a BHRC, favorecem essa dinâmica espaçotemporal da precipitação (CPRM, 2005).

Atualmente a vegetação de Caatinga hiperxerófila com porte arbustivo à arbustivo-arbóreo como as espécies: facheiro (*Pilosocereus piauhiensis*), marmeleiro (*Croton ssp*) e jurema (*Mimosa ssp*), predominantes na BHRC, está cedendo espaço para os grandes empreendimentos de produção de energia elétrica através de fontes renováveis (eólica e solar) (FIGURAS 6 e 7).

Figura 6 – Jurema (*Mimosa ssp*), espécie predominante na vegetação da BHRC.



Fonte: Acervo fotográfico próprio (2020).

Figura 7 – Espécies vegetais características de Caatinga hiperxerófila em contraste com empreendimentos de geração de energia elétrica na BHRC.



Fonte: Acervo fotográfico próprio (2020).

Segundo Cordeiro e Oliveira (2010), as características desse tipo de vegetação advêm dos baixos índices pluviométricos e temperaturas elevadas, que potencializa a aridez do solo. Esses por sua vez, são rasos e pedregosos, com afloramentos rochosos cristalinos, dificultando a absorção da água.

### **3.2. Coleta, processamento e análise de dados**

Para representar os aspectos físicoambientais da BHRC, se fez necessário realizar diferentes levantamentos de dados digitais em distintas instituições. Para isso, um banco de dados foi criado para armazenar, tratar e gerar informações de forma integrada. Desse modo, foi adotado o sistema de coordenadas UTM e o Datum Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS) 2000, Zona 24 Sul para toda a produção cartográfica. Por fim, todos o processamento e os mapas temáticos gerados com o uso do software ArcGIS versão 10.3, com auxílio do Google Earth Pro®.

#### **3.2.1. Aspectos geomorfológicos e pedológicos**

##### **3.2.1.1. Material**

Para a identificação da altitude e da declividade, foram empregados dados *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), cartas SB-24-Z-B e SB-24-Z-D, no formato *Tagged Image File Format* (TIFF), resolução espacial de 30m e Datum WGS-84 de origem.

##### **3.2.1.1. Métodos**

Após a composição do mosaico das cartas, conforme Dias et al. (2004), adotou-se o procedimento de preenchimento de depressões, que corresponde a correção de falhas denominadas de sinks. De acordo com Mendes e Cirilo (2001), essas falhas dizem respeito às áreas com valores de cotas inferiores as elevações do seu entorno.

Após realizar a correção das falhas, foi possível a extração do *Digital Elevation Model* (DEM). Logo, a partir do DEM gerou-se as curvas de nível, assim para a altitude da bacia foram atribuídos 14 intervalos, variando a cada 41 metros entre as curvas de nível.

A declividade foi calculada mediante a utilização da metodologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (1979), que define seis classes, em

porcentagem: 0-3 (Plano), 3,1-8 (Suave ondulado), 8,1-20 (Ondulado), 20,1-45 (Forte ondulado), 45,1-75 (Montanhoso) e >75,1 (Escarpado).

E para a produção cartográfica do tipo de solo da BHRC, foram utilizados dados vetoriais disponibilizados pela Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba (AESAs), como também, a atualização dos tipos de solos de acordo sistema brasileiro de classificação de solos (SIBCs) (EMBRAPA, 2018). Além de outros dados importantes tais como: limites da região Nordeste, Estado da Paraíba, municípios e toponímia de rios, todos nos formatos *shapefile*, Sistema de Coordenadas Geográficas e Datum (SIRGAS) 2000.

### **3.2.2. Classificação da capacidade de uso da terra.**

#### **3.2.2.1. Material**

Nesta etapa da pesquisa foi empregada as especificações do Manual para Levantamento Utilitário e Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso (SCUT) (LEPSCH, 2015). O qual de acordo com Cunha e Pinton (2012), é constituído por níveis hierárquicos, divididos em quatro categorias: grupos, classes, subclasses e unidades de capacidade de uso. Sendo assim, a medida que quanto maior o nível das categorias grupos e classes, maior será a restrição para o uso da terra devido a limitações físicas do terreno.

Desse modo, se fez necessário adequar a metodologia proposta por Lepsch (2015), ressaltando-se que para o mapeamento da capacidade de uso da terra BHRC, não engloba toda a hierarquização, ou seja, adotou-se apenas o uso dos grupos e as classes. Logo, a não utilização das classes e das unidades de manejo se deu devido à impossibilidade de durante a pesquisa, realizar análises mais aprofundadas dos atributos físicos e químicos do solo por falta de recursos financeiros e de tempo.

#### **3.2.2.2. Métodos**

Conforme a referência metodológica, as classes de capacidade de uso para a BHRC foram relacionadas à cada classe de solo da BHRC, com base nos níveis categóricos (ordem e subordem) e às classes de declividade da bacia. Conforme é previsto na metodologia adotada, foi atribuindo um gradiente de cores específicas para a legenda do mapa de capacidade de uso (QUADRO 1).

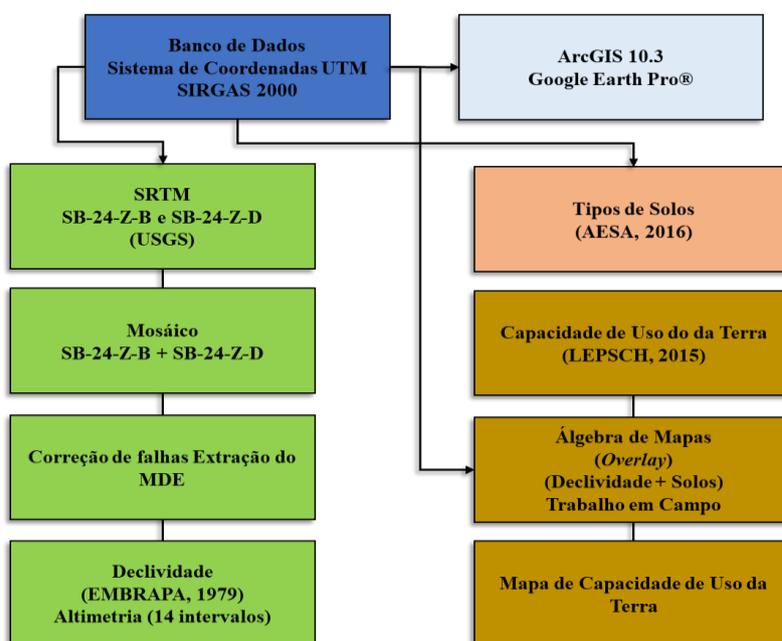
Quadro 1 – Grupos e classes de capacidade de uso, conforme Lepsch et al. (2015).

GRUPOS	CLASSES	DESCRIÇÃO
A	I	Terras sem ou com ligeiras limitações permanentes em relação ao risco de degradação para o uso agrícola intensivo.
	II	Terras com limitações permanentes e/ou risco de degradação em grau moderado para uso agrícola intensivo; são terras cultiváveis com problemas simples de conservação.
	III	Terras com limitações permanentes e/ou risco de degradação em grau severo para uso agrícola intensivo; são terras cultiváveis, mas apresentam problemas complexos de conservação.
	IV	Terras com limitações permanentes e/ou risco de degradação em graus muito severos se usadas para cultivos intensivos; devem ser apenas cultiváveis ocasionalmente ou com extensão limitada, com a escolha de exploração adequadas.
B	V	Terras sem ou com pequeno risco de degradação pela erosão, mas com outras limitações não possíveis de serem removidas e que podem fazer com que seu uso seja limitado apenas para pastagens, reflorestamentos ou vida silvestre.
	VI	Terras com limitações permanentes e/ou risco de degradação em grau severo, que fazem com que possam ser usadas somente para pastagens e/ou reflorestamento, ou ainda, em casos especiais, com certas culturas permanentes protetoras do solo.
	VII	Terras com limitações permanentes e/ou risco de degradação em grau muito severo, mesmo quando usadas para pastagens e/ou reflorestamento, que devem, no caso, ser manejadas com extremo cuidado.
C	VIII	Terras impróprias para culturas, pastagens ou reflorestamentos, por isso devem ser destinadas ao abrigo e à proteção da fauna e flora silvestre, aos ambientes de recreação protegidos, bem como para armazenamento de águas.

Fonte: Lepsch et al. (2015). Adaptado pelo autor (2020)

Sendo assim, a elaboração do mapa de capacidade de uso da terra para a BHRC foi realizada a partir da álgebra de mapas, com auxílio da ferramenta *Overlay* no Arcgis 10.3, a qual possibilitou realizar a sobreposição dos mapas de solos e declividade. Por fim, o resultado da sobreposição foi reclassificado de acordo com as características de cada classe de solo e das limitações da declividade (FIGURA 8).

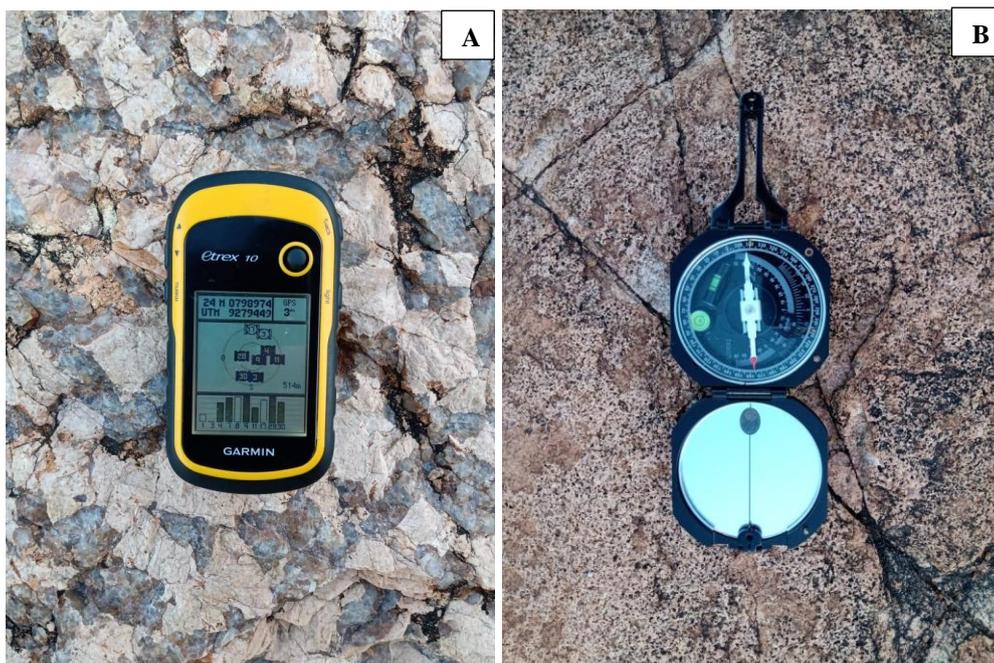
Figura 8 – Fluxograma de elaboração do mapa de capacidade de uso da terra na BHRC.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Para isto, foram realizados trabalhos de campo para auxiliar na compreensão e constatação para o enquadramento das classes aos tipos de solo e a declividade da BHRC. Os quais foram realizados nos anos de 2019 e 2020, com uso de GPS Garmim etrex 10, bússola geológica e cardeneta de campo, (FIGURA 9).

Figura 9 – Instrumentos utilizados no levantamento de dados em campo para auxiliar na adequação das classes de capacidade de uso da terra na BHRC. (A) GPS Garmim etrex 10 e (B) bússola geológica.



Fonte: Acervo fotográfico próprio (2020).

### 3.2.3. Índices morfométricos

#### 3.2.3.1 Método

Conforme Villela e Mattos (1975), as características físicas de uma bacia hidrográfica consistem em aspectos relevantes para o comportamento hidrológico. Desse modo conhecer a forma superficial da BHRC torna-se importante para compreender o tempo de concentração. Para isso, foram empregados os índices morfométricos descritos no Quadro 2.

Quadro 2 – Índices morfométricos utilizados para caracterizar a BHRC.

ÍNDICES	EQUAÇÃO	DESCRIÇÃO
Coefficiente de compacidade	$K_c = 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$	1.00 $\geq$ $K_c$ < 1.25 – grandes enchentes; 1.25 $\geq$ $K_c$ < 1.50 – enchentes medianas; $K_c \geq 1.50$ – não sujeita a grandes enchentes.
Fator de forma	$K_f = \frac{A}{L^2}$	$K_f \leq 0.50$ – não sujeita a enchentes. 0.50 $\geq$ $K_f$ < 0.75 – enchentes medianas; $K_f \geq 0.75$ – sujeita a enchentes.
Índice de Circularidade	$I_c = \frac{12,57xA}{P^2}$	Aumenta conforme a bacia se aproxima da forma circular e diminui de acordo com a forma se torna alongada.
Índice de Comprimento e a área da bacia	$I_{co} = \frac{P/\pi}{\sqrt{A}}$	Próximo a 1, semelhante ao quadrado, inferior, circular, e acima da unidade, alongada.
Densidade de Drenagem	$D_d = \frac{L}{A}$	$D_d < 0.5$ – Pobre; $D_d 0.5 \geq D_d < 1.5$ – Regular; $D_d 1.5 \geq D_d < 2.5$ – Boa; $D_d 2.5 \geq D_d < 3.5$ – Muito boa; $D_d \geq 3.5$ – Excepcional.
Extensão média do escoamento superficial	$l = \frac{A}{4.L}$	
Sinuosidade do rio principal	$Sin = \frac{L}{L_v}$	>1.5 – sinuosidade alta e menor velocidade de escoamento. <1.5 – sinuosidade baixa e maior velocidade no escoamento. Chrissofoletti (1980)
Ordem dos cursos d'água		Horton (1945)
Declividade média da bacia	$S_m = \frac{\left(\frac{\Delta H}{L}\right)}{1000}$	Tempo da precipitação concentrar-se nos leitos fluviais
Tempo de concentração	$T_c = 57 \cdot \left(\frac{L^2}{S}\right)^{0,385}$	Tempo da precipitação do ponto mais distante escoar até o exutório

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

## CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Aspectos físicoambientais

#### 4.1.1. Morfometria e hidrografia

Os resultados evidenciaram que a BHRC tem uma área de 215,5 Km<sup>2</sup>, apresenta o perímetro com 78,6 Km, o comprimento axial e o riacho chafariz, ambos correspondem a 30,6 Km. Outro comprimento total dos cursos d'água apresenta um valor de 210,1 Km. A partir de todos esses parâmetros da BHRC, foram calculados outros índices considerados importantes para o estudo na referida bacia (TABELA 2).

Tabela 2 – Características morfométricas BHRC.

PARÂMETROS	SÍMBOLO	UNIDADE	VALORES
Coeficiente de compacidade	$K_c$	Adimensional	1,50
Fator de Forma	$K_f$	Adimensional	0,23
Índice de circularidade	$I_c$	Adimensional	0,44
Índice entre o comprimento e a área da bacia	$I_{co}$	Adimensional	1,71
Densidade de drenagem	$D_d$	Km/Km <sup>2</sup>	0,97
Extensão média do escoamento superficial	$l$	Km	0,64
Sinuosidade do rio principal	$Sin$	Adimensional	1,97
Sinuosidade do rio principal	$Sin$	%	49,3
Declividade média da bacia	$Sm$	m/km <sup>2</sup>	18,8
Tempo de concentração	$T_c$	min	389,1
Tempo de concentração	$T_c$	h	6,49

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Conforme os valores apresentados anteriormente, a morfometria da BHRC demonstra uma pequena probabilidade para evento de grandes enchentes, uma vez que o Coeficiente de compacidade ( $K_c$ ) é de 1,50 e o Fator de Forma ( $K_f$ ) é de 0,23, ou seja, menor que 0,5. Ao analisar esses dois índices, observa-se que a BHRC apresenta uma forma mais alongada que circular. Isso também pode ser constatado ao considerar o valor encontrado para o Índice de circularidade ( $I_c$ ) ser de 0,44, menor que 1, e o do Índice entre o comprimento e a área da bacia ( $I_{co}$ ) ser de 1,71, maior que 1. Então, conforme Rocha et al. (2014), bacias com essas características, tendem a uma menor ocorrência de picos de enchentes.

Em relação à hidrografia, a BHRC tem densidade de drenagem regular, com o índice encontrado de 0,97 Km/Km<sup>2</sup>, e o canal alinhado na direção SE-NO. Isso implica afirmar que

a bacia tem regular ligação entre a área e o comprimento dos cursos d'água, portanto, o escoamento é regular e há boa infiltração. Isso mostra que na BHRC há pouca possibilidade de ocorrer grandes enchentes. Acerca da extensão média dos canais de escoamento superficial, na BHRC, em média, a cada de 0,64 Km, existe um canal para escoar as águas superficiais.

Sobre a rede drenagem, os resultados apontaram 194 (cento e noventa e quatro) canais, cujo comprimento total é de 201,1 Km, conforme demonstra a Tabela 3.

Tabela 3 – Hierarquia fluvial e relação entre o número e extensão dos canais em cada ordem da BHRC.

<b>ORDEM DOS CANAIS</b>	<b>NÚMERO DE CANAIS</b>	<b>COMPRIMENTO MÉDIO (Km)</b>
1°	96	105,3
2°	45	50,6
3°	28	26,8
4°	24	19,2
5°	1	8,2

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

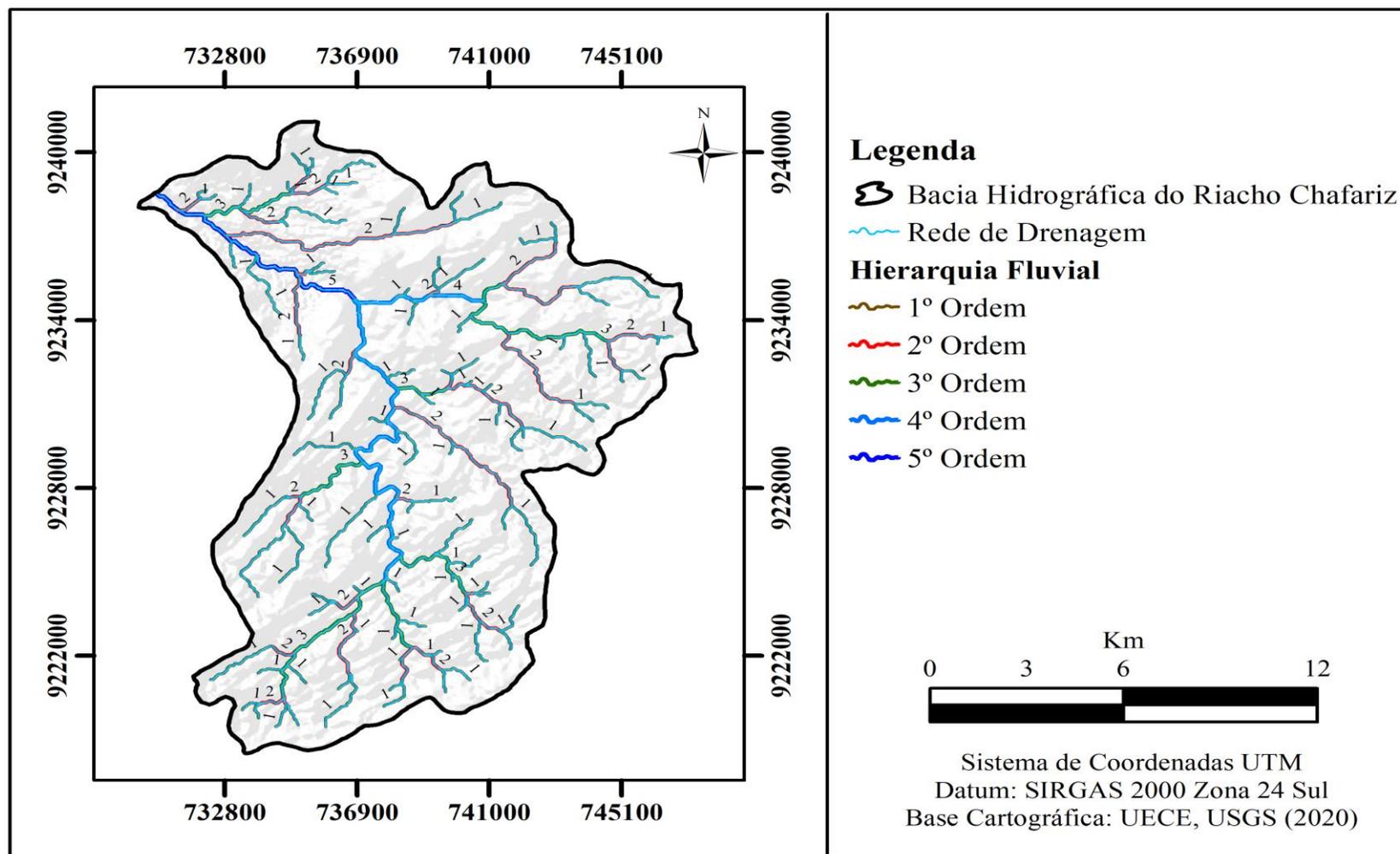
Conforme a metodologia de Horton (1945), a BHRC tem uma hierarquia fluvial de 5° ordem e um padrão de drenagem de configuração dendrítica, originada em áreas predominantemente de estruturas geológicas cristalinas (Ígneas e Metamórficas) (FIGURAS 10 e 11).

Figura 10 – Afloramentos de rochas metamórficas presentes na paisagem da BHRC.



Fonte: Acervo fotográfico próprio (2020).

Figura 11 – Mapa da rede de drenagem da BHRC.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

O canal principal apresenta-se com uma alta sinuosidade, com um valor correspondente a 1,97. Percentualmente, tem um índice de 49,3 %. De acordo com Christofolletti (1980), o canal principal da BHRC enquadra-se na Classe IV (Sinuoso). Diante dessa configuração, pode-se afirmar que por ser sinuoso, apresenta uma baixa velocidade do escoamento das águas. Logo, tal configuração pode ser devido a estrutura cristalina onde a BHRC está inserida (FIGURA 12).

Figura 12 – Trecho do Riacho Chafariz com evidência de baixa velocidade a partir da deposição de sedimentos.



Fonte: Acervo fotográfico próprio (2020).

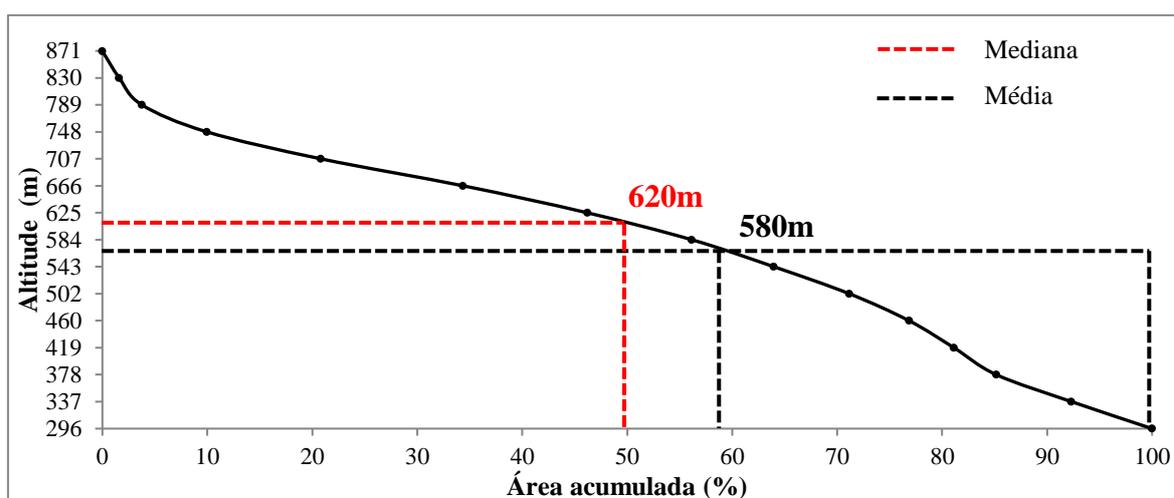
Ainda com ênfase nos índices morfométricos, foi calculado o alcance do declive da BHRC em relação ao escoamento superficial. Demonstrou-se que há uma declividade média na bacia de 0,018 m/m ou 1,88%. Com base nesse valor encontrou-se o tempo de concentração da BHRC. Logo, estimou-se um tempo de 389 minutos, o que equivale a aproximadamente 6h49min. Entretanto, vale dizer que o escoamento superficial que efetivamente ocorre na bacia difere dos valores definidos pelos índices calculados. É importante observar que distintos fatores influenciam nesse índice, que consiste em uma demonstração da distância média do escoamento superficial.

#### 4.1.2. Geomorfologia e pedologia

A hipsometria influencia na quantidade de radiação solar que a bacia hidrográfica recebe, sendo importante para a evapotranspiração, temperatura, precipitação e umidade do solo. Isso representa a variação do relevo em relação ao nível médio do mar, possibilitando determinar as diferentes altitudes da bacia.

Na Figura 13 apresenta-se a curva hipsométrica da BHRC, evidenciando que a altitude média na BHRC fica em torno de 580 m e a mediana em 620 m (Corresponde ao centro de todas as altitude). Isso significa afirmar que 50 % das altitudes da BHRC estão acima da elevação mediana, equivalendo a 99,6 Km<sup>2</sup>, que corresponde a 46,2 % da área da bacia. Enquanto que 53,8 %, aproximadamente 115,9 Km<sup>2</sup> da área da BHRC apresenta altitude abaixo dos 560 m.

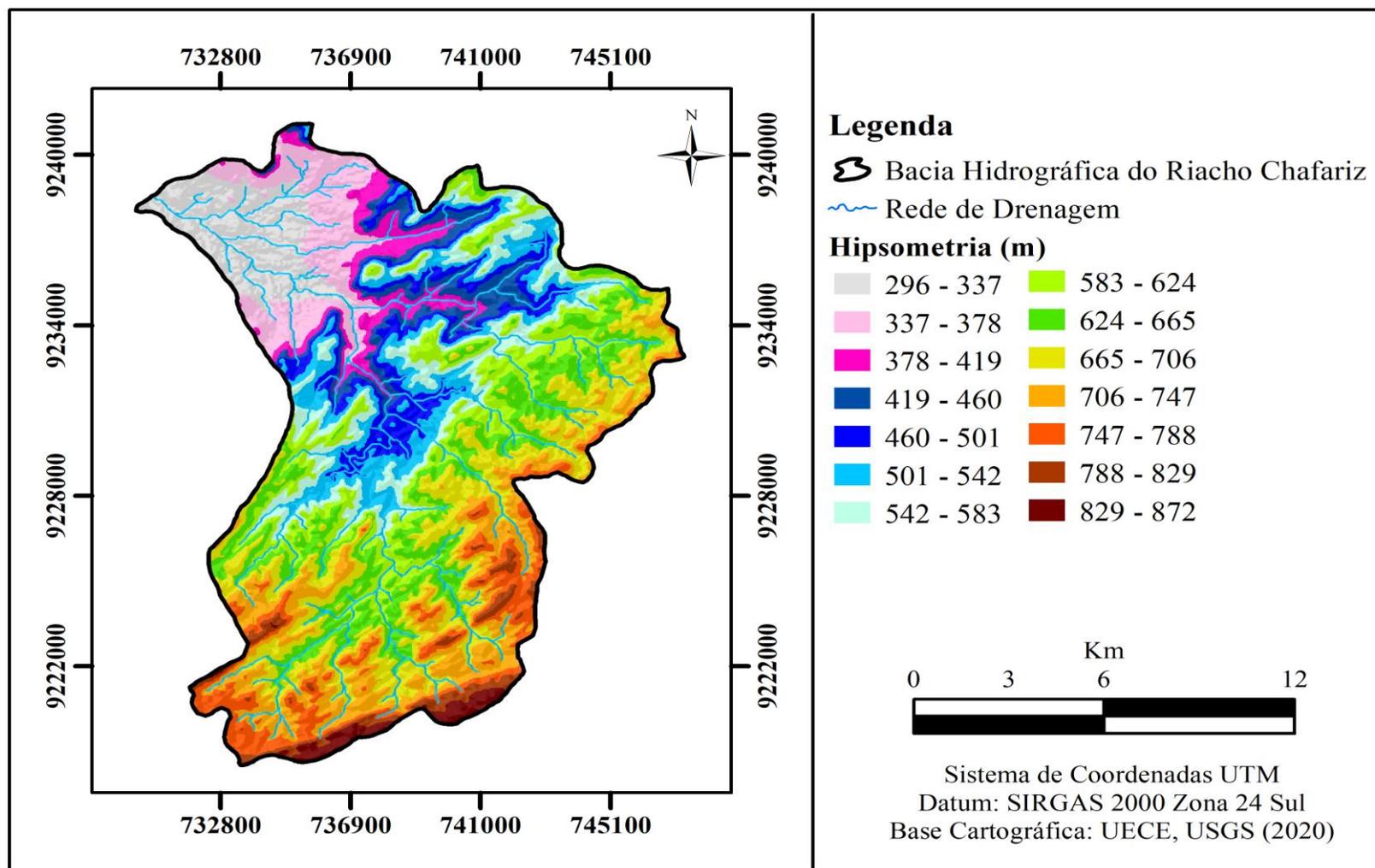
Figura 13 – Gráfico da curva hipsométrica da BHRC.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Observa-se na Figura 14, que a BHRC tem elevações que vão desde os 296 m a 872 m. De modo especial, ao Sul, Sudeste, Leste e Nordeste, aproximadamente 10% da BHRC, a configuração do relevo é irregular, de acordo com a geomorfologia do Planalto da Borborema, especificamente nas porções ao sul e as encostas localizadas a sudeste), compreendidas por maiores elevações, cujas áreas são escarpadas e em formatos de vales, aonde localiza-se as nascentes dos tributários do Riacho Chafariz. E a Oeste e Noroeste encontram-se as altitudes mais baixas, correspondendo a 20 % da área da BHRC.

Figura 14 – Mapa hipsométrico da BHRC.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A declividade é importante para as bacias de pequeno porte, devido ser um dos fatores que contribuem para a intensidade da velocidade do escoamento, além de influenciar no processo de erosão, ou seja, à medida que a área for mais íngreme, o escoamento superficial será mais rápido, o tempo de concentração será menor e os picos de enchentes serão maiores (BORSATO; MARTONI, 2004).

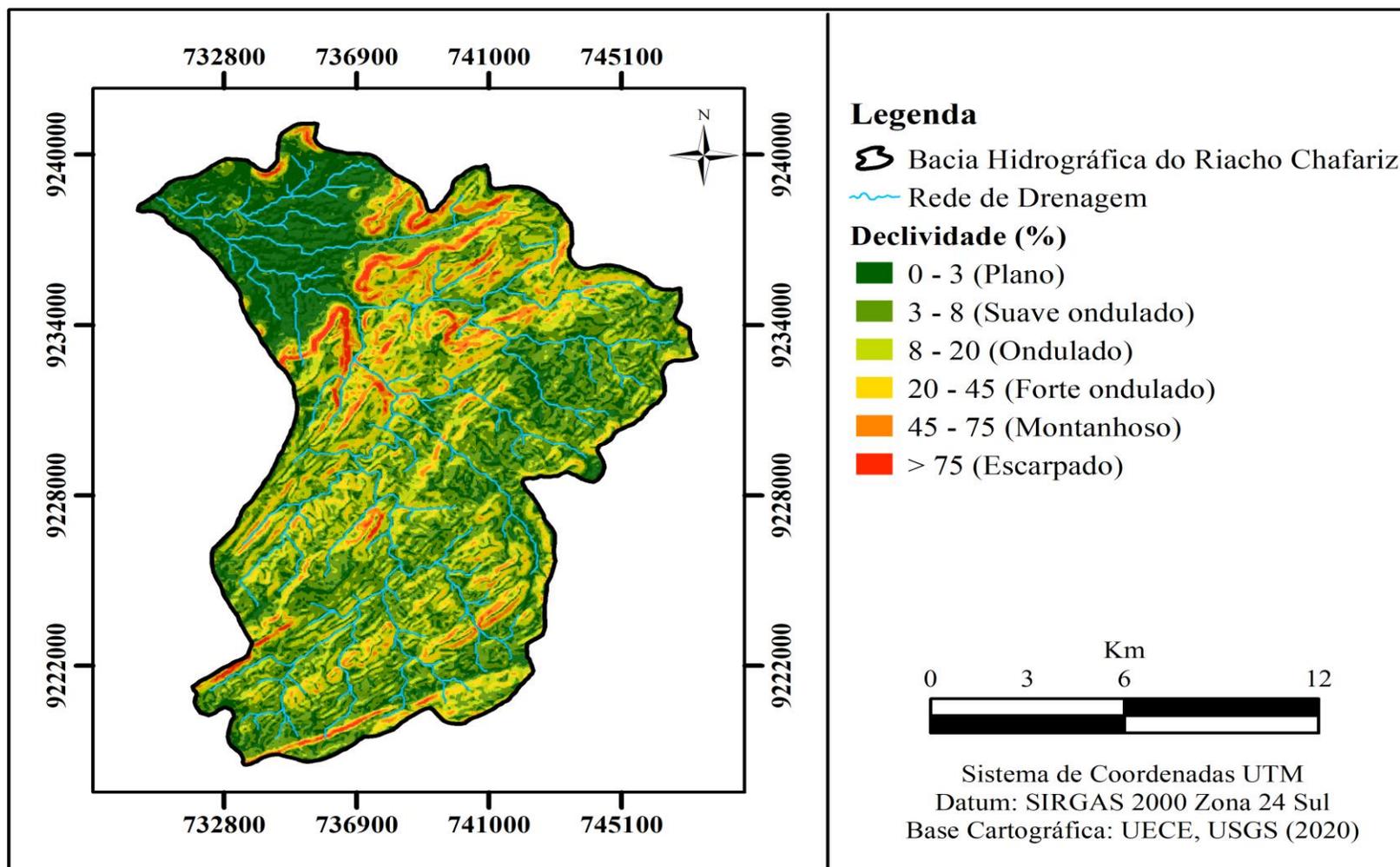
Os resultados obtidos para a declividade da BHRC demonstram uma configuração do relevo, com as classes de maior representatividade, sendo: plano (30,6 %), suavemente ondulado (33,4 %) e ondulado (19,2 %). As quais juntas correspondem a 83 % da área da BHRC. Ressalta-se que essas áreas abrangem as partes à Leste e Sudeste da BHRC, correspondente ao território do município de Santa Luzia.

Deve-se enfatizar ainda que as áreas de relevo forte ondulado (10,5%), montanhoso (4,6%) e escarpado (1,6%) representam feições geomorfológicas do Planalto da Borborema, ao Sul e Sudeste da BHRC, englobando o território do município de Junco do Seridó (FIGURA 15). Desse modo, o relevo e os solos são fortemente influenciados pelas rochas que ocorrem na BHRC.

A Figura 16, mostra as classes de solos existentes na BHRC, a partir da classificação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, em específico, o 3º nível categórico (grandes grupos) de classificação (SANTOS, 2018). Os resultados demonstraram que na BHRC encontram-se as classes de solos: LUVISSOLOS CRÔMICOS Órticos (TCo) formados por material mineral, exibindo horizonte B textural e não hidromórficos, que não sofreram influência da água na sua formação.

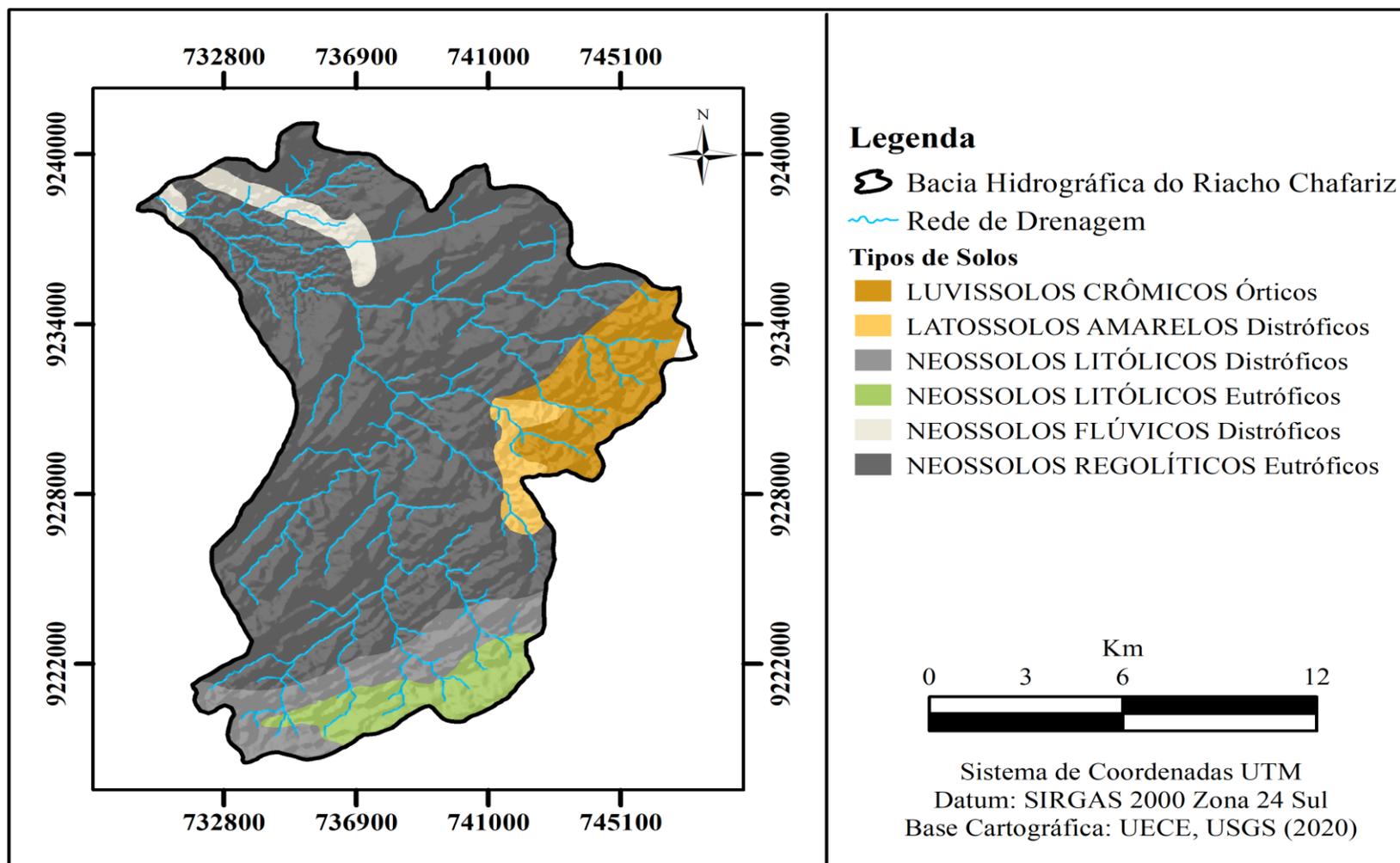
LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos (LAd) constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico precedido de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm se o horizonte; e NEOSSOLOS LITÓLICOS Distróficos (RLd), NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos (RLe), NEOSSOLOS FLÚVICOS Distróficos (RYbd), NEOSSOLOS REGOLÍTICOS Eutróficos (RRe) que são poucos evoluídos formados por material mineral ou parte orgânica com menos de 20 cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B.

Figura 15 – Mapa de declividade da BHRC.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Figura 16 – Mapa de tipos de solos da BHRC.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

#### 4.2. Capacidade de uso das terras.

Foram identificadas seis classes de capacidade de uso das terras na área que engloba a BHRC. A classe predominante é a Classe VI com 40,9 % da área, seguida da Classe V que abrange 33,5%. Destacam-se também as Classes VIII e VII com aproximadamente 13,5% e 13,2%, respectivamente. Além das Classes II com 22,8% e a Classe I com cerca de 13,6% (TABELA 4).

Tabela 4 – Área ocupada pelos grupos e suas respectivas classes de capacidade de uso da terra da BHRC.

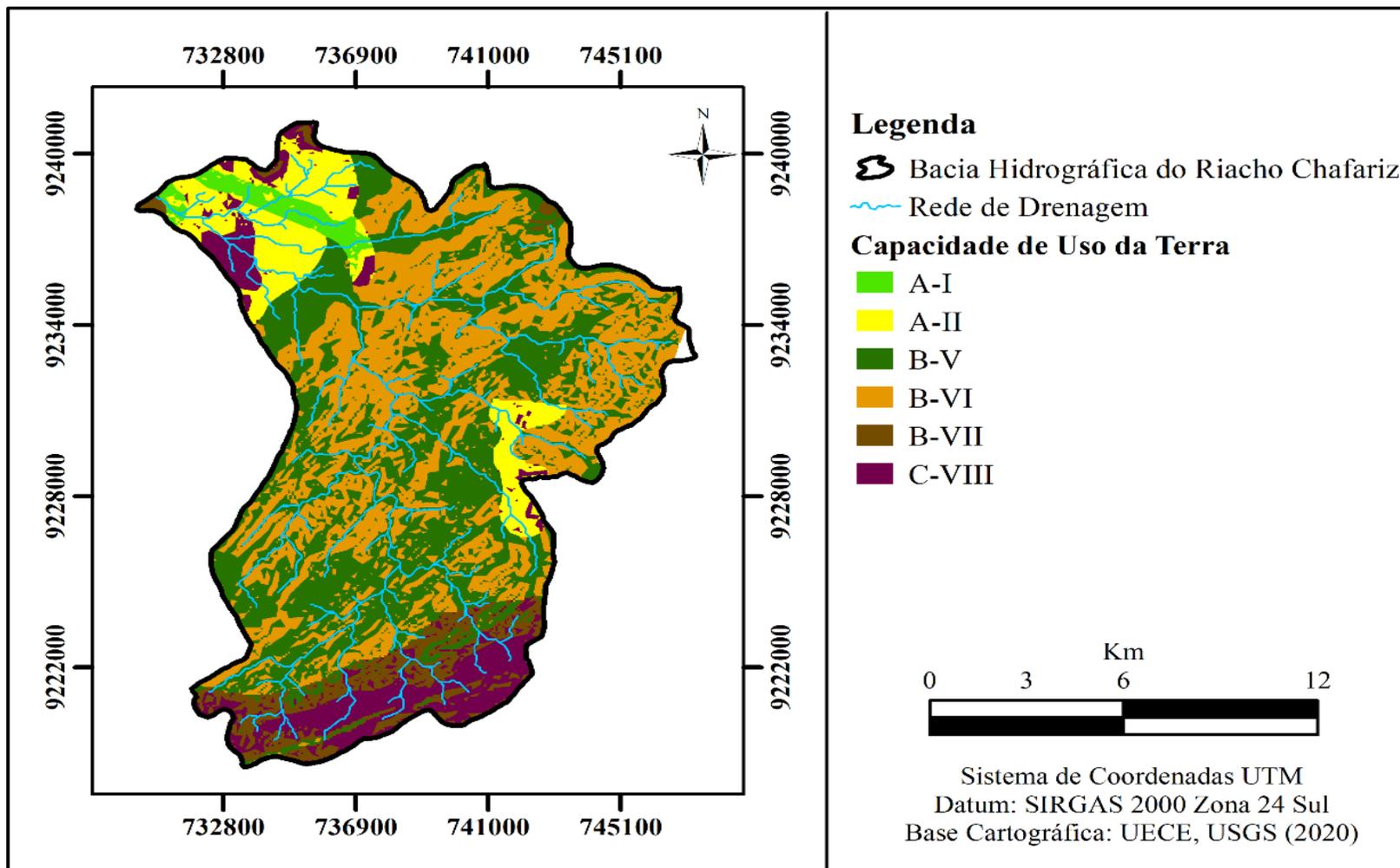
<b>GRUPOS DE CAPACIDADE DE USO</b>	<b>CLASSES DE CAPACIDADE DE USO</b>	<b>ÁREA (%)</b>	<b>ÁREA (Km<sup>2</sup>)</b>
A	I	6,3	13,6
A	II	10,6	22,8
B	V	15,5	33,5
B	VI	40,9	88,1
B	VII	13,2	28,4
C	VIII	13,5	29,1
<b>Total</b>	<b>---</b>	<b>100%</b>	<b>215,5</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Ao analisar o mapa do enquadramento das classes de capacidade de uso na Figura 17, observa-se que as terras da BHRC não são aptas para cultivos agrícolas intensivos, pois aproximadamente 70% da área foram classificadas no Grupo B, nas Classes V, VI e VII. Entretanto, conforme Lepsch (2015) essas áreas podem ser aproveitadas para outras atividades, como pastagens e reflorestamento, porém, com a ressalva de se realizar práticas de manejo e conservação do solo, uma vez que são áreas suscetíveis à degradação, devido as elevadas declividades, e aos solos com pouca profundidade.

As terras com maiores restrições de uso, pertencentes à Classe VI, se localizam na porção central e ocupam uma área correspondente a 40,9% da BHRC. Logo, de acordo com Lepsch (2015), são terras impróprias para o desenvolvimento de culturas, porque apresentam limitações que correspondem às significativas declividades e a ocorrência de Neossolos Litólicos, tipo de solo constituído de fragmentos de rochas recentes, portanto, solos jovens e pouco profundos (FIGURA 18).

Figura 17 – Mapa de capacidade de uso da terra da BHRC.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Figura 18 – Afloramento rochoso em processo de intemperismo, com desagregação de seus minerais formadores, dando origem aos solos Neossolos Litólicos.



Fonte: Acervo fotográfico próprio (2020).

Ao observar o mapa de capacidade de uso da terras da BHRC, evidencia-se a presença do Grupo C, a partir da Classe VIII. Ocupando uma área de 29% caracteriza-se por sua disposição para fins de proteção da flora e armazenamento de água, tendo em vista que segundo Lepsch (2015), são terras inapropriadas para diferentes culturas, pastagens ou reflorestamentos. Nessa perspectiva, e de acordo com observações em campo, percebe-se que a área representada no mapa condiz com a realidade observada (FIGURA 20).

Figura 19 – Área com vegetação de Caatinga, com características de proteção, evidenciado-se a não interferência antrópica.



Fonte: Acervo fotográfico próprio (2020).

Embora boa parte da BHRC se enquadre como imprópria para determinados tipos de cultivos, os resultados ainda apontam para as Classes I e II pertencentes ao Grupo A. Ou

seja, apesar de terem uma menor representatividade em termos de áreas (Classe II com 10,6% e a Classe de I 6,3%), estão localizadas na porção Noroeste da bacia, com a presença de solos Neossolos Flúvicos, que são oriundos de sedimentos aluviais, com significativa profundidade. Sendo assim, a Classe II, que não apresenta ou tem poucas limitações para o uso agrícola, apresentou as terras ocupadas por cultura perene (FIGURA 20).

Figura 20 – Área plantada por agricultores familiares com culturas temporárias de milho e feijão, de modo consorciado.



Fonte: Acervo fotográfico próprio (2020).

A classe I, de acordo o que determina a SCUT (Sistema de Capacidade de Uso da Terra), apresenta uma certa limitação de grau moderado para fins agrícolas, necessitando de práticas de conservação do solo (FIGURA 21).

Figura 21 – Área plantada por agricultores familiares, com certo grau de degradação.



Fonte: Acervo fotográfico próprio (2020).

## CAPÍTULO V – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia adotada nesta pesquisa possibilitou uma análise do uso da terra e sua adequação à capacidade física da bacia hidrográfica do Riacho Chafariz. Logo, a realização da classificação da capacidade de uso das terras demonstrou que, de acordo com a configuração do relevo e os tipos de solo, os usos mais propícios são as pastagens, o reflorestamento e a preservação da flora e fauna silvestre, exceto na porção noroeste.

Evidencia-se ainda que as áreas mapeadas com as Classes I e II consistem nas partes que apresentam maior potencial para usos agrícola na BHRC, uma vez que dispõem de solos Neossolos Flúvicos e declividades baixas, necessitando somente do emprego de práticas de conservação. Nessas áreas a presença de cultivos temporários apresenta-se de acordo com as limitações previstas no SCUT.

Por outro lado, as áreas mapeadas com a Classe VI necessitam de um certa atenção quanto às práticas conservacionistas empregadas, especialmente, nas áreas cuja presença de atividades como a mineração pode contribuir para o aumento de degradação, uma vez que essa classe se enquadra no grau muito severo, apesar de poder ser usada para pastagens e reflorestamentos.

Nessa perspectiva, ao observar a dinâmica de uso e ocupação do solo na BHRC as constatações realizadas em campo, pode-se afirmar que possui a maior parte de suas terras com uso inadequado à capacidade produtiva, necessitando de ações para mitigar os danos, como por exemplo, disseminação de técnicas de conservação do solo adequadas às características da área para os agricultores familiares.

Por fim, considera-se que a presente pesquisa fornece dados importantes que podem ser usados por diferentes atores sociais, para subsidiar planos que almejem um eficiente planejamento de uso e ocupação da terra de forma coerente com as características da bacia hidrográfica do Riacho Chafariz.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLA, M. A. et al. **Status of the world's soil resources: main report**. FAO - The Food and Agriculture Organization of United Nations, 650 p., 2015.
- AIRES, U. R. V. et al. **Land use capacity: a case study in a microbasin of the piracicaba river, mg**. *Nativa*, v. 5, n.6, p.402-409, 2017.
- ÁVILA, L. F. et al. **Padrão espaçotemporal da umidade volumétrica do solo em uma bacia hidrográfica com predominância de latossolos**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, p. 1801-1810, 2011.
- AYALEW, G. **Geographical information system (gis) based land capability classification of east amhara region ethiopia**. *Journal of Environmental and Earth Science*, v.5, n.1, p. 80-87, 2015.
- BARBOSA, L. R. **Relações precipitação-umidade do solo-vazão de eventos subdiários em bacias experimentais do ne brasileiro**. 2015. 138 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) -Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 10ª ed. São Paulo: Ícone, 2017. 355 p.
- BIELENKI, J. **Geoprocessamento e recursos hídricos: aplicações práticas**. São Paulo. Educar. 2012. 257 p.
- BORSATO, F. H.; MARTONI, A. M. **Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no município de maringá, estado do paraná**. *Acta Scientiarum Human and Social Sciences*. v. 26, n. 2, p. 273-285, 2004.
- BOTELHO, R.; SILVA, A. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A.; GUERRA, A. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. p. 153-192.
- BRASIL. **Código florestal brasileiro**. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm)>. Acesso em: 14 ago. 2019.

BRASIL. **Constituição da república federativa do brasil**. Brasília, DF, 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 14 ago. 2019.

BRASIL. **Política nacional de irrigação**. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2013/Lei/L12787.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12787.htm)>. Acesso em: 14 ago. 2019.

BROCCA, L. et al. **Catchment scale soil moisture spatial–temporal variability**. Journal Hydrology, v. 39, p. 422–423, 2012.

CÂMARA, G. A.; MONTEIRO, A. M. V. Conceitos básicos em ciência da geoinformação. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da geoinformação**. INPE, 2005. p. 6-35.

CAMPOS, S. et al. **Geographic information system applied to spatial distribution of land use capability**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 40, n.2, p.174-179, 2010.

CAMPOS, S.; PISSARA, T. C. T.; CAMPOS. **Geotecnologias aplicadas no planejamento ambiental de bacias hidrográficas**. Tupã: ANAP, 2015. 201 p.

CHEN, H. et al. **Simulating the hydrologic impacts of land-cover and climate changes in a semi-arid watershed**. Hydrological Sciences, v. 60, p. 1739-1758, 2015.

CHRISFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ª. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980. 188p.

CORDEIRO, J. M. P.; OLIVEIRA, A. G. **Phytogeographical survey in the caatinga hypoxerophytic – Site canafístula, sertãozinho – paraíba state, brazil**. Okara: Geografia em debate, v.4, n.1-2, p. 54-65, 2010.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de santa luzia, estado da paraíba**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

CUNHA, C. M. L.; PINTON, L. G. **Avaliação da capacidade de uso da terra da bacia do córrego do cavalheiro – analândia, sp**. Geociências, v.31, n.3, p. 459-471, 2012.

CUNHA, J. E. B. L. et al. **Dinâmica sazonal da cobertura do solo em uma região semiárida e seus impactos no ciclo hidrológico**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 19, n. 2, p. 197-207, 2014.

DIAS, L. S. O. et al. **Utilização do radar interferométrico para delimitação automática de bacias hidrográficas**. Bahia Análise & Dados, Salvador, v. 4, n.2, p.265-271, 2004.

DINIZ, M. T. M. et al. **Pedology and analysis of landscape: environmental interactions at junco do seridó/pb**. Caderno Prudentino de Geografia, n.35, v. 1, p.90-111, 2013.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 4º Ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2018. 353p.

EMBRAPA. **Súmula 10 reunião técnica de levantamento de solos**. Rio de Janeiro, RJ: Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1979. 83 p.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **A framework for land evaluation**. Roma. 1976. 72 p.

FEITOSA, P. H. C. et al. **Avaliação do processo de degradação da cobertura vegetal em serra branca e coixola – pb**. Revista verde, v. 5, n. 1, p.01-07, 2010.

FERNANDES, N. B. et al. **Land use capacity of the jiquiriçá watershed, bahia southern recôncavo**. Caminhos de Geografia, v.11, n.34, p. 105-122, 2010.

FILHO, J. A. A. **Manejo pastoril sustentável da caatinga**. Recife, PE: Projeto Dom Helder Camara, 2013. 200 p.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160 p.

FLAUZINO, B. K. et al. **Mapeamento da capacidade de uso da terra como contribuição ao planejamento de uso do solo em subbacia hidrográfica piloto no sul de minas gerais**. Revista Geociências, UNESP. v. 35, n.2, p. 277-287, 2016.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 128p.

FRANCISCO, P. R. M.; et al. **Mapeamento da caatinga com uso de geotecnologia e análise da umidade antecedente em bacia hidrográfica**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 3, p. 676-693, 2012.

GLANTS, M.; ORLOUSKY, N. **Desertification: a review of the concept nairobi**. Desertification Control Bulletin, v. 9, p. 15-22, 2011.

GOLDENFUM, J. A. Pequenas bacias hidrográficas: conceitos básicos. In: PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. (Org.) **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias**. Porto Alegre, RS: ABRH/UFRGS, 2003. p. 2-13.

GUIMARÃES, S. O. et al. **Projeções de mudanças climáticas sobre o nordeste brasileiro dos modelos do cmip5 e do cordex**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 31, n. 3, p. 337-365, 2016.

GUTIÉRREZ, A. P. A. et al. **Drought preparedness in brazil**. Weather and Climate Extremes, v. 3, p. 95–106, 2014.

HAMMECKER, C. et al. **Quantification and modelling of water flow in rain-fed paddy fields in ne thailand: evidence of soil salinization under submerged conditions by artesian groundwater**. Journal Hydrology. v. 456, p. 68–78, 2012.

HORTON, R. E. **Erosional development of streams and their drainage basins: hydrographical approach to quantitative morphology**. Geological Society of America Bulletin, v. 56, n. 2, p. 275-370, 1945.

HUANG, J. et al. **Global semiarid climate change over last 60 years**. Climate Dynamics. v. 46, p. 1131–1150, 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. 3ª. ed. Rio de Janeiro, 2013. 177 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados censo demográfico, 2010**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em 04 de jan. de 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados censo agropecuário, 2017**. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>>. Acesso em 04 de jan. de 2020.

JENNY, H. **Factors of soil formation: a system of quantitative pedology**. New York, MacGraw Hill, 1941. 281p.

KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. V. Clima da região nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A. et al. **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 213-231.

KLINGBIEL, A. A.; MONTGOMERY, P. H. **Land – capability classification**. Washington, Soil Conservation Service, 1961. 21 p.

LEITE, E. F.; ROSA, R. **Analysis of the use, occupation and coverage of the land in the river basin of Formiga river, Tocantins state**. Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia, v.4, n.12, p. 90-106, 2012.

LEITE, J. A. N. et al. **Quantitative analysis of savanna wood species, in Teixeira, state of Paraíba, Brazil**. Journal of Forestry Research, v. 35, n. 82, p. 89-100, 2015.

LELIS, T. A. et al. **Impactos causados pelas mudanças climáticas nos processos erosivos de uma bacia hidrográfica: simulação de cenários**. Revista Ambiente e Água, v.6, n.2, p.282-294, 2011.

LEPSCH, I. F. Degradação e conservação dos solos. In: LEPSCH, I. F. **19 Lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. p. 398 – 423.

LEPSCH, I. F. et al. **Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 1º. ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. 171 p.

LIMA, R. C. C.; CAVALCANTE, A. M. B.; MARIN, A. M. P. **Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido-INSA, 2011. 209 p.

MANETA, M.; SCHNABEL, S.; JETTEN, V. **Continuous spatially distributed simulation of surface and subsurface hydrological processes in a small semiarid catchment**. Hydrological Processes, v. 22, p. 2196-2214, 2008.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L.M. **Drought in northeast Brazil: past, present, and future**. Theoretical and Applied Climatology, v, 129, p. 1189–1200, 2017.

MARINHESKI, V. **Land use capacity in a representative property in the catchment area of the Atalho river, Cruz Machado - PR (Brazil)**. Espacios, v. 38, n. 27 p. 1-13, 2017.

MARQUES, J. Q. A. **Manual brasileiro para levantamento da capacidade de uso da terra: 3ª aproximação**. Rio de Janeiro, Escritório Técnico Brasil-EUA, 1971. 433 p.

MARYATI, S. L. **capability evaluation of reclamation area in indonesia coal mining using Iclp software**. Procedia Earth and Planetary Science, v.6, p. 465-773, 2013.

MEDEIROS, A. A. et al. **Abordagem de multiescalas como estratégia de análise ambiental em microbacias hidrográficas**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 9, n. 6, p. 2003-2012, 2016.

MENDES, C. A. B.; CIRILO, J. A. **Geoprocessamento em recursos hídricos: princípios, integração e aplicação**. Porto Alegre: ABRH, 2001. 536 p.

MELO, A. C.; GUERRA, H. O. **Análise da capacidade da terra utilizando à fórmula mínima obrigatória no assentamento patativa do assaré no município de patos-pb**. Acta Geográfica, v.7, n. 14, p. 55-75, 2013.

MELO, J. A. B.; LIMA, E. R. V. **Geoenvironmental diagnosis in brazilian semi-arid watershed, from the use of geotechnology**. Revista de Geografia (UFPE). v. 28, n. 1, p. 134-148, 2011.

MELO, R. O.; MONTENEGRO, A. A. A. **Dinâmica temporal da umidade do solo em uma bacia hidrográfica no semiárido pernambucano**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 20, n. 2, p. 430-441, 2015.

MONTENEGRO, A. A. A. et al. **Impact of mulching on soil and water dynamics under intermittent simulated rainfall**. Catena, v. 109, p. 139–149, 2013.

MONTENEGRO, A. A. A.; RAGAB, R. **Hydrological response of a brazilian semi-arid catchment to different land use and climate change scenarios: a modelling study**. Hydrological Processes. v. 24, p. 2705 – 2723, 2010.

NASCIMENTO, J. J. S. et al. **Analysis vegetable coverage of the hydrographic microbasin riacho chafariz, through application of the normalized difference vegetation index (ndvi)**. Journal of Hyperspectral Remote Sensing, v. 7, p. 31-39, 2017.

NASCIMENTO, J. J. S. et al. **Aspectos físico-ambientais da microbacia hidrográfica do riacho chafariz**. Revista de geociências do nordeste, v. 2, p. 365-374, 2016.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Blucher, 2010. 388 p.

OLIVEIRA, G. **Conserving the brazilian semiarid (caatinga) biome under climate change**. *Biodiversity and Conservation*, v. 21, p. 2913–2926, 2012.

ONU-ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Convenção das nações unidas de combate à desertificação (unccd)**, 1995, 167 p.

PAREDES, F. J.; BARBOSA, H.A.; GUEVARA, E. **Análisis espacial y temporal de las sequías en el nordeste de brasil**. *Agriscientia*, v. 32, n. 1, p. 1–14, 2015.

PAULA, A. C. R.; CASTRO, G. L.; CRUZ, M. L. B. **Aspectos morfométricos da microbacia do riacho chafariz – pb**. *Revista Geonorte*, v. 5, n. 20, p. 152-155, 2014.

PEDROTTI, A. et al. **Causes and consequences of the process of soil salinization**. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 19, n. 2, p. 1308–1324, 2015.

PINO, R. et al. **Predicting the potential habitat of oaks with data mining models and their system**. *Environmental Modelling & Software*, v. 25, n. 7, p. 826-836, 2010.

PIRES, E. V. R. et al. **Geprocessamento aplicado a análise do uso e ocupação da terra para fins de planejamento ambiental na bacia hidrográfica do córrego prata – três lagoas (ms)**. *Revista Geonorte*, v. 2, n. 4, p. 1528 – 1538, 2012.

POLLO, R. A. et al. **Morphometric characterization of watershed of ribeirão água da lucia, botucatu-sp**. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, v.5, n.1, p.163-174, 2012.

RAMPIM, L. et al. **Determination of use of land aimed for sustainable management on medium size farm in londrina-pr**. *Bioscience Journal*, v. 28, n. 2, p. 251-264, 2012.

RICCOMINI, C.; GIANNINI, P. C. F.; MANCINI, F. Rios e processos aluviais. In: **Decifrando a terra**. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2008. p. 191-214.

ROCHA, A. S.; et al. **Mapping of capacity of land use in the paraná 3 watershed: contributions to rural and environmental planning**. *Revista Caminhos de Geografia*, vol. 19, n. 68, p. 266-285 , 2018.

- ROCHA, R. M.; et al. **Morphometric characterization of the poxim-açu river sub-basin, sergipe, brazil.** *Revista Ambiente e Água*, vol. 9, n. 2, p. 276-287, 2014.
- SAADI, S. et al. **Assessment of actual evapotranspiration over a semiarid heterogeneous land surface by means of coupled low-resolution remote sensing data with an energy balance model: comparison to extra-large aperture scintillometer measurements.** *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 22, p. 2187–2209, 2018.
- SAMPAIO, A. C. P.; CORDEIRO, A. M. N.; BASTOS, F. H. **Susceptibilidade à erosão relacionada ao escoamento superficial na subbacia do alto mundaú, ceará, brasil.** *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 9, n. 1, p. 125-148, 2016.
- SANTANA, E. F. et al. **Multispectral image unsupervised segmentation using watershed transformation and cross-entropy minimization in different land use.** *GIScience and Remote Sensing*, v. 51, n. 6, p. 613-629, 2014.
- SANTANA, J. A. S. et al. **Structure and spatial distribution patterns of caatinga vegetation in seridó ecological station, rn, brazil.** *Journal of Forestry Research*, v. 36, n. 88, p. 335-361, 2016.
- SANTOS, C. A. C. **Assessment of daily actual evapotranspiration with sebal and s-sebi algorithms in cotton crop.** *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 25, p. 383–392, 2010.
- SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 5º Ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2018. 356 p.
- SANTOS, J. Y. G. et al. **Assessment of land-use change on streamflow using gis, remote sensing and a physically-based model, swat.** *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences*, v. 364, p. 38-43, 2014.
- SANTOS, P. G. **Classification of lands according to their capability and identification of use conflicts in a watershed.** *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 11, n.12, p. 146-157, 2012.
- SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.
- SANTOS, R. M. et al. **Identity and relationships of the arboreal caatinga among other floristic units of seasonally dry tropical forests (sdvfs) of north-eastern and central brazil.** *Ecology and Evolution*, v. 2, p. 409–428, 2012.

SCHUMANN, S. et al. **Status and perspectives of hydrology in small basins. results and recommendations of the international workshop in goslar-hahnenklee, germany, 2009 and inventory of small hydrological research basins.** IHP–HWRP, Germany, 2010.

SEDDON, A.W. et al. **Sensitivity of global terrestrial ecosystems to climate variability.** Nature, v. 531, p. 229–232, 2016.

SILVA et al. **Identification of areas with soil loss above the tolerable using ndvi for calculating the c factor of usle.** Raega, v. 42, p. 72-85, 2017.

SILVA, A. F.; ALMEIDA, C. N. **Utilização do método bávaro para avaliação das condições hidromorfológicas de uma bacia experimental no nordeste brasileiro.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 20, p. 106-118, 2015.

SILVA, A. M.; MELLO, C. R. **Apostila de hidrologia.** 2008. Universidade Federal de Lavras. Disponível em: <<http://www.deg.ufla.br/>>. Acesso em: 10 out. 2019.

SILVA, C. N. **A representação espacial e a linguagem cartográfica.** GAPTA/UFPA, Belém, 2013. 182 p.

SILVA, M. A. et al. **Geographic information system on the land use planning.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 8, n. 2, p. 316-323, 2013.

SILVEIRA, A. L. L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. (Org.) **Hidrologia: ciência e aplicação.** 4. ed. Porto Alegre, RS: ABRH/UFGRS, 2009. p. 35-52.

SILVEIRA, G. R. P. et al. **Geoprocessing applied for determination of the subclasses soil use capacity for conservationist planning.** Comunicata Scienia, v.4, n.4, p. 330-336, 2013.

SOBRINHO, T. A. et al. **Automatic delimitation of watershed using data srtm.** Engenharia Agrícola, v. 30, n. 1, p. 46-57, 2010.

SOUZA, B. I.; MACÊDO, M. L. A.; SILVA, G. J. F. **Soil temperature and its influences on natural regeneration of the caatinga in cariris velhos region - pb.** Raega, v. 35, p. 261-287, 2015.

SUDENE. **Resolução Nº 115**. Brasília, DF, 2017. Disponível em:  
<<http://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-115-de-23-de-novembro-de-2017-739564>>.  
Acesso em: 20 set. 2019.

TOMASELLA, J. et al. **Desertification trends in the northeast of brazil over the period 2000-2016**. Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, v. 73, p. 197–206, 2018.

TRAJANO, S. R. R. S. **River basin morphometric analysis–subsidié for land management case study in high and medium mamanguape**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento da EMBRAPA, 33 p., 2012.

VILLELA, S. M.; MATTOS A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975. 245 p.