



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**ZONEAMENTO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
TAPEROÁ/PB: FRAGILIDADES, POTENCIALIDADES E CLASSIFICAÇÃO DAS
UNIDADES DE PAISAGEM**

JOSELINE DA SILVA ALVES

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Camila Cunico

Coorientador: Prof. Dr. Jonas Otaviano Praça de Souza

LINHA DE PESQUISA: Gestão do Território e Análise Geoambiental

João Pessoa/PB
2020

**ZONEAMENTO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
TAPEROÁ/PB: FRAGILIDADES, POTENCIALIDADES E CLASSIFICAÇÃO DAS
UNIDADES DE PAISAGEM**

JOSELINE DA SILVA ALVES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba PPGG/UFPB como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Geografia.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Camila Cunico

Coorientador: Prof. Dr. Jonas Otaviano Praça de Souza

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

A474z Alves, Joseline da Silva.

Zoneamento socioambiental da bacia hidrográfica do rio Taperoá/PB : fragilidades, potencialidades e classificação das unidades de paisagem / Joseline da Silva Alves. - João Pessoa, 2020.

108 f. : il.

Orientação: Camila Cunico.

Coorientação: Jonas Otaviano Praça de Souza.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

1. Bacia hidrográfica - Rio Taperoá (PB). 2. Zoneamento socioambiental. 3. Unidade de paisagem. I. Cunico, Camila. II. Souza, Jonas Otaviano Praça de. III. Título.

UFPB/BC

CDU 556.51(813.3)(043)

**“Zoneamento Socioambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Taperoá/PB:
Fragilidades, Potencialidades e Classificação das Unidades de Paisagem”**

por

Joseline da Silva Alves

Dissertação de Mestrado apresentada ao Corpo Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia do CCEN-UFPB, como requisito total para obtenção do título de Mestre em Geografia.

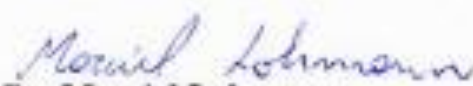
Área de Concentração: Território, Trabalho e Ambiente

Aprovada por:


Profª Drª Camila Cunico
Orientadora


Prof. Dr. Jonas Otaviano Praça de Souza
Coorientador


Prof. Dr. Bartolomeu Israel de Souza
Examinador interno


Prof. Dr. Marciel Lohmann
Examinador externo

**Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Exatas e da Natureza
Programa de Pós-Graduação em Geografia
Curso de Mestrado e Doutorado em Geografia**

Agosto/2020

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais, Severina e José Antônio, que mesmo diante das dificuldades enfrentadas, sempre estiveram ao meu lado e de meus irmãos para que alcançássemos nossos objetivos.

AGRADECIMENTOS

Ao meu amado Deus, por ter me dado forças para superar as dificuldades que surgiram ao longo dessa caminhada.

Aos meus pais, por terem me apoiado, me dado forças e não permitido que desistisse diante das barreiras impostas. Sou eternamente grata.

Aos meus irmãos, Juliana e Joseano e aos meus queridos sobrinhos, Sophia, Maria Laís, Gustavo, Lucas e Rodrigo que com os seus sorrisos me trazem a esperança que esse mundo pode se tornar um lugar melhor.

À minha orientadora, Professora Camila Cunico, por ser um exemplo de profissional e pessoa, auxiliando na construção dessa pesquisa com suas sugestões e apontamentos. Pelo carinho com que me acolheu e pela confiança a mim prestada, me dando forças para continuar com suas palavras gentis e firmes, obrigada.

Ao meu coorientador Jonas Otaviano que esteve comigo desde a graduação em bacharelado em Geografia, pelo seu apoio, conselhos que me fizeram crescer como profissional, grata.

A banca examinadora, pelas sugestões e críticas que contribuíram imensamente na construção da pesquisa em questão.

A toda a turma de mestrado 2018.1 pelo companheirismo, amor e pela amizade que construímos, em especial a Rejane, Adriano, Ari, Susu (Suliman) e Felipe, pelo carinho, acolhimento e apoio. Vocês são os melhores!

Ao todos os membros do GEAFS (Grupo de Estudos Ambientes Fluviais do Semiárido), pelos momentos de enriquecimento teórico e pelo companheirismo que deixou essa caminhada mais leve. Eternamente grata!

A todos os meus professores da Universidade Federal da Paraíba com os quais tive a honra de conviver, bem como, a todos os profissionais que compõem o Programa de Pós-Graduação em Geografia por contribuírem com a minha formação profissional.

Aos meus queridos professores da Universidade Estadual da Paraíba, que me impulsionaram nessa caminhada geográfica, em especial Lanusse Tuma, Carlos Belarmino (*in memoriam*) e Edvaldo de Lima. Vocês foram minha base.

Ao meu primo Jonas (*in memoriam*). Queria que estivesse aqui para compartilharmos esse momento juntos.

Aos meus amigos de sempre Jeovânio, Gilvânia, Leilson, Ana, Rafaela, Daniel, Ana Paula, Simone, Ramon, Wellington, Rafael, Fátima, Estevão, Ibsen, Marcos Duarte, Joseilson, Humberto, Francisco de Assis por ficarem ao meu lado me apoiando e desejando energias positivas.

Aos meus “pequenos” Maria Vitória e Jean e meus alunos da Escola Maria Tereza que me incentivam constantemente a buscar um mundo melhor por eles.

Ao meu amado José Fernandes, pelo seu carinho, amor, compreensão e paciência que teve ao longo dessa jornada. Por suas sugestões e críticas construtivas, por acreditar em mim e nos meus sonhos, por estar sempre ao meu lado nos bons e maus momentos, me apoiando e mostrando que sempre podemos colher algo bom de situações difíceis.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES pelo apoio financeiro.

EPÍGRAFE

Não sou profeta
Nem tão pouco visionário
Mas o diário
Desse mundo tá na cara
Um viajante
Na boléia do destino
Sou mais um fio
Da tesoura e da navalha
Levando a vida
Tiro verso da cartola
Chora viola
Nesse mundo sem amor
Desigualdade
Rima com hipocrisia
Não tem verso nem poesia
Que console um cantador
A natureza na fumaça se mistura
Morre a criatura
E o planeta sente a dor
O desespero
No olhar de uma criança
A humanidade
Fecha os olhos pra não ver
Televisão de fantasia e violência,
Aumenta o crime
Cresce a fome do poder
Boi com sede bebe lama
Barriga seca não dá sono
Eu não sou dono do mundo
Mas tenho culpa, porque sou
Filho do dono

(Flávio José-Filho do Dono)

RESUMO

O ser humano participa e interage constantemente com o ambiente em que vive, e por isso, suas ações podem ocasionar processos que provocam a desestabilização da dinâmica do sistema físico-naturais por não respeitar os limites impostos pela natureza, os quais são necessários para manter a harmonia entre os elementos responsáveis pelo seu funcionamento. A bacia hidrográfica do rio Taperoá, área de estudo adotada, possui uma área de aproximadamente 5.684 Km², encontra-se situada na porção central do Estado da Paraíba no semiárido nordestino. Dessa maneira, o presente estudo tem como objetivo elaborar um zoneamento socioambiental para a bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB, que possibilite analisar e avaliar as condições socioambientais da área de estudo por meio da análise da interação dos aspectos socioambientais e como eles repercutem na sua dinâmica natural e socioeconômica. A metodologia fez uso da análise integrada das cartas de Unidade de Fragilidade Potencial (aspectos físicos-naturais) e Unidades de Fragilidade Emergente (aspectos antrópicos), sendo essa resultante da combinação da carta de Unidade de Fragilidade Potencial e da Carta de Uso e Cobertura da Terra, o que resultou no mapa síntese e a partir dessas informações foi possível a visualização e identificação das Unidades de Paisagem, de modo que, foram identificados na bacia hidrográfica do rio Taperoá cinco zonas socioambientais: zona de proteção legal, zona especial, zona de proteção prioritária e uso consolidado, zona de recuperação, zona de conservação e uso controlado. Das zonas identificadas deve-se destacar a zona especial que apresentou as melhores condições de uso e cobertura da Terra, pois é nessa zona onde são encontrados os solos menos frágeis e um relevo mais suave, no entanto, ainda necessita que sua utilização seja feita de forma cautelosa para que não haja o aumento de sua fragilidade, sendo orientada a sua utilização para atividades agroecológicas que visem minimizar o risco de degradação da área. Enquanto a zona de recuperação, apresenta a maior fragilidade tanto potencial quanto emergente devido ao uso intenso que levou a supressão de grande parte da sua cobertura vegetal essencial para a manutenção do bom funcionamento da dinâmica hídrica da bacia hidrográfica. Sendo assim, a partir da correlação das informações tanto dos aspectos físicos-naturais quanto socioeconômicos possibilitou a individualização da paisagem da bacia hidrográfica o que contribui para a identificação das zonas socioambientais, e assim propiciou uma melhor compreensão dos impactos oriundos das diferentes formas de uso em cada setor da bacia, de modo que seja possível conciliar não apenas a manutenção do equilíbrio ambiental, mas possibilite também o desenvolvimento socioeconômico da área de estudo em questão.

Palavras-chave: Unidade de Paisagem, Zoneamento Socioambiental, Potencialidades, Fragilidades.

ABSTRACT

The human being constantly interacts with and takes part in the environment in which it lives and, thus, its actions may cause processes which induce the destabilization of the physical natural system's dynamic by not respecting limits set by nature, which are necessary in order to keep harmony between the elements responsible for its functioning. The hydrographical basin of the Taperoá river, the area adopted for the study, possesses an area of approximately 5.648 km², is found in the central portion of the State of Paraíba, located in the Northeastern semiarid region. Therefore, the present study's objective is to chart the Socioenvironmental Zoning for the hydrographical basin of the Taperoá river (PB), so as to allow for analyzing and evaluating the socioenvironmental conditions of the studied area by analyzing the interaction of socioenvironmental aspects and how they resonate in its natural and socioeconomical dynamics. The methodology made use of integrated analysis of Potential Vulnerability Unit chart (physical-natural aspects) and Emerging Vulnerability Unit chart (anthropic aspects), this being the result of the combination of the Potential Vulnerability Unit chart and the Land Use and Covering Chart, which resulted in the synthesis map and from this information the visualization and identification of Landscape Units was possible, in such a way in which five socioenvironmental zones were identified in the hydrographical basin of the Taperoá river: the Legal Protection Zone, Special Zone, Prioritary Protection and Consolidated Use Zone, Recovery Zone, Conservation and Controlled Use Zone. From the identified zones, the Special Zones must be highlighted as it presented the best conditions of Land Use and Covering, since it is in this zone in which the least fragile soils and a softer relief are found, but nevertheless, it still needs caution when used so as to not increase vulnerability of this zone, orientation being given for use in agroecological activities seeking to minimize risk of degradation in the area. While the Recovery Zone presents both higher Potential and Emergent vulnerability due to its intense use, which led to suppression of most of the essential vegetation cover for the good functioning of the hydric dynamic of the hydrographical basin. With this being considered, from the correlation of the information on both the physical-nature and socioeconomics it is possible to individualize the basin's landscape, which contributes for the identification of socioenvironmental zones, and thus offers a better understanding of the impact deriving from different forms of use in each sector of the basin, in a way in which it may be possible to conciliate not only the maintenance of environmental balance, but also the socioeconomical development of the studied area.

Keywords: Landscape Unit, Socioenvironmental Zoning, Potentialities, Vulnerabilities.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Taperoá/PB.	18
Figura 2: Fluxograma metodológico da pesquisa.	41
Figura 3: Carta de Geologia da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB.....	55
Figura 4: Carta de Geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB.....	62
Figura 5: Carta de hipsometria da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB.....	64
Figura 6: Carta de Declividade da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB.....	65
Figura 7: Carta de Potencial Pedológico da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB.	68
Figura 8: Carta de Espacialização Pluviométrica da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB.....	72
Figura 9: Carta de Vigor da Vegetação da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB... ..	77
Figura 10: Carta de Uso e Cobertura da Terra da bacia hidrográfico do rio Taperoá, PB.....	79
Figura 11: Mapas temáticos utilizados para elaboração das Cartas de Fragilidade Socioambiental.	81
Figura 12: Carta de Fragilidade Potencial da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB.	84
Figura 13: Carta de Fragilidade Emergente da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB.	86
Figura 14: Zoneamento Socioambientais da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB.	91
Figura 15: APA do Cariri apresentando a forte presença de afloramentos rochosos.....	92
Figura 16: Zona Especial apresentando uma maior cobertura vegetal.....	94
Figura 17: Zona de Proteção Prioritária e Uso Consolidado com forte presença da ação humana.....	95
Figura 18: Zona de Recuperação com a forte retirada da vegetação marginal	97
Figura 19: Zona de Conservação e Uso Controlado apresenta um forte cobertura vegetal em virtude do relevo mais acentuado	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classes de fragilidade para declividade.	49
Tabela 2: Classes de Fragilidade dos tipos de solos	49
Tabela 3: Classes de Fragilidade da Pluviosidade.....	50
Tabela 4: Classes de Fragilidade sobre a Geologia.....	51
Tabela 5: Graus de proteção dos diferentes tipos de Uso e Cobertura da Terra.....	52
Tabela 6: Classes de Fragilidade sobre o vigor da vegetação.	52
Tabela 7: Postos pluviométricos da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB.	73
Tabela 8: Classes de fragilidades potenciais na bacia hidrográfica do rio Taperoá e suas respectivas áreas.	82
Tabela 9: Classes de fragilidades potenciais na bacia hidrográfica do rio Taperoá e suas respectivas áreas.	85
Tabela 10: Síntese do Zoneamento Socioambiental.....	90

LISTA DE QUADRO

Quadro 1: Geologia da bacia hidrográfica do rio Taperoá.....	57
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	19
2.1 Geral:	19
2.2 Específicos:	19
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
3.1 PAISAGEM E UNIDADE DE PAISAGEM	20
3.2 SISTEMAS SOCIOAMBIENTAIS	28
3.3 ZONEAMENTO SOCIOAMBIENTAL	34
4 MATERIAL E MÉTODOS	39
4.1 CARTAS TEMÁTICAS	42
4.1.1 Carta Geomorfológica	42
4.1.1.1 Declividade	42
4.1.1.2 Hipsometria	42
4.1.2 Carta de Potencial Pedológico	43
4.1.3 Carta Pluviométrica	43
4.1.4 Carta de Geologia	44
4.1.5 Carta de Uso e Cobertura da Terra	44
4.1.5.1 Projeto MapBiomias	44
4.1.6 Carta de Vegetação	45
4.1.6.1 Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (IVAS)	45
4.2 CLASSIFICAÇÃO DAS UNIDADES DE PAISAGEM	47
4.2.1 Carta de Fragilidade Potencial e Emergente	48
4.2.1.1 Geomorfologia	48
4.2.2.2 Pedologia	49
4.2.2.3 Pluviosidade	50
4.2.2.4 Geologia	51
4.2.2.5 Uso e Cobertura da Terra e Vigor da Vegetação	51
5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	53
5.1 GEOLOGIA	54
5.1.1 Terreno São Jose do Campestre: Complexo Serrinha Pedro Velho	56
5.1.2 Faixa Seridó: Formação Seridó, Serra dos Quintos e Equador	56

5.1.3 Terreno Alto Pajeú: Complexo São Caetano e Suíte Intrusiva Recanto-Riacho do Forno	58
5.1.4 Terreno Alto Moxotó: Suíte Camalaú, Complexo Cabaceiras, Complexo Sumé, Complexo Sertânia, Serra de Jabitacá.....	59
5.1.5 Suíte plutônica Neoproterozoica	60
5.1.6 Coberturas Continentais/ Formações superficiais	60
5.2 GEOMORFOLOGIA.....	61
5.3 SOLOS	66
5.4 CLIMA.....	70
5.5 USO E COBERTURA DA TERRA	75
6 RESULTADOS E DISCURSÃO	81
6.1 CARTAS DE FRAGILIDADE POTENCIAL E EMERGENTE	81
6.1.1 Carta de Fragilidade Potencial	82
6.1.2 Carta de Fragilidade Emergente	85
6.2 PROPOSTA DE ZONEAMENTO SOCIOAMBIENTAL PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAPEROÁ, PB.	88
6.2.1 Zona de Proteção Legal.	89
6.2.2 Zona Especial	94
6.2.3 Zona de Proteção Prioritária e Uso Consolidado	95
6.2.4 Zona de Recuperação.....	96
6.2.5 Zona de Conservação e Uso Controlado	97
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	100
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102

1 INTRODUÇÃO

No decorrer da história, a relação existente entre o ser humano e a natureza passou por consideráveis modificações. A partir do momento em que o homem se apropriou de uma dada porção da superfície terrestre e organizou-se socialmente, as transformações do meio ambiente começaram a se dar de forma mais intensa devido à necessidade de criar e melhorar técnicas que visassem agilizar suas atividades cotidianas e assim, otimizar o tempo.

O ser humano participa e interage constantemente com o ambiente em que vive, por isso, suas ações podem ocasionar processos que provocam a desestabilização da dinâmica do sistema físico-naturais por não respeitar os limites impostos pela natureza, que são necessários para manter a harmonia entre os elementos responsáveis pelo seu funcionamento. Todavia, apesar dos avanços das técnicas que permitiram ao ser humano maior facilidade de intervenção sobre o meio, essas não foram ainda suficientes para alterar as leis que regem o funcionamento da natureza, apenas provocam mudanças na distribuição de matéria e energia o que força o sistema a buscar um novo ponto de equilíbrio dinâmico (SANTOS, 2008; ROSS, 2009a).

Entretanto, essas perturbações sofridas pelo meio físico-natural ocasionam, muitas vezes, uma perda na qualidade ambiental sendo percebidas e sentidas pela sociedade por meio de prejuízos econômicos e sociais, o que chamou atenção para as problemáticas ambientais.

Nesse contexto, é importante que os estudos que visam compreender a dinâmica ambiental não ocorram de forma fragmentada, isolando as questões que se referem ao sistema físico-natural do sistema socioeconômico, pois essa forma de compreender os problemas oriundos dessa relação não deixaria expostas todas as suas especificidades, não permitindo observar as consequências negativas ou positivas que determinada ação teria sobre cada uma dessas partes (COELHO, 2006).

Sobre a necessidade de buscar uma visão de totalidade aos estudos ambientais, Ross (2009b, p.132) argumenta que:

Para isso, entretanto, é necessário envolver análises sobre a natureza e também sobre as questões sociais, culturais e econômicas. Nessa abordagem os componentes naturais e sociais ao serem analisados no

contexto das interações e interdependências mútuas, possibilitam atingir o entendimento da complexidade de um determinado 'espaço territorial total' enquanto forma, estrutura, funcionalidade e dinâmica, atual e com prognósticos para o futuro.

Nessa perspectiva, toma-se o conceito de paisagem como uma possibilidade de leitura da dinâmica sobre determinado espaço, já que as paisagens são resultado da interação complexa dos processos naturais e socioculturais que as individualizam. Ao observar/analisar as paisagens, deve-se considerar apenas um recorte do tempo e do espaço e que permite reconhecer não apenas a sua estrutura, mas também a sua dinâmica e evolução (ROSS et al. 2008; CAVALCANTI, 2014).

De acordo com Bertrand (1972) e Fortes et al. (2010), a análise da paisagem parte da premissa de classificar as paisagens em unidades homogêneas, ou seja, delimitar áreas que apresentam elementos e estes ao interagir entre si resultam em combinações que dão a uma certa porção do espaço determinadas características próprias, permitindo a identificação dos atributos responsáveis pela sua dinâmica, e desse modo perceber as principais fragilidades e potencialidades de cada área, sendo desta maneira, crucial para a gestão do território.

Na perspectiva de compreender as particularidades dessas unidades, a presente pesquisa faz uso do zoneamento socioambiental como ferramenta de planejamento territorial, pois, este método busca individualizar determinadas áreas em zonas homogêneas para facilitar os estudos ambientais e socioeconômicos e assim propor estratégias que promovam o uso consciente dos recursos naturais em um determinado recorte geográfico.

Desse modo, a bacia hidrográfica é muito utilizada como recorte geográfico ideal nos estudos da geografia física, pois trata-se de um sistema hidrogeomorfológico e de grande valia para a compreensão da dinâmica dos sistemas ambientais.

A bacia hidrográfica, tomada enquanto unidade de planejamento permite a análise em sua totalidade de formas e funções, o que permite o uso mais adequado dos recursos naturais sem perder de vista a manutenção do equilíbrio e da qualidade socioambiental (CUNICO, 2007).

A bacia hidrográfica do rio Taperoá, área de estudo adotada, possui uma área de aproximadamente 5.684 Km², encontra-se situada na porção central do Estado da Paraíba, situada no semiárido nordestino, o qual se caracteriza pela baixa pluviosidade variando entre 400 a 600 mm anuais. Tem como curso principal o rio Taperoá, sendo este o maior afluente do rio Paraíba, e juntamente com este, formam a barragem Epitácio Pessoa, corpo hídrico responsável pelo abastecimento da região metropolitana de Campina Grande (SOUZA, et al. 2004; SEABRA et al., 2014) (FIGURA 1).

A bacia hidrográfica do rio Taperoá apresenta grande relevância considerando seu papel na conjuntura espacial na qual está inserida, de modo que a compreensão do comportamento dos fatores físicos-naturais como: clima, geologia, vegetação, pedologia e geomorfologia, bem como o Uso e Cobertura da Terra são fundamentais na identificação das unidades de paisagem, oferecendo subsídios que permitam compreender o comportamento socioambiental da referida área de estudo e desta maneira possibilitar o uso mais adequado dos recursos naturais, ou seja, considerando as potencialidades e fragilidades existentes.

Desse modo, surge a necessidade de compreender quais são os aspectos socioambientais que compõe a realidade da bacia hidrográfica do rio Taperoá, e como a interação entre eles repercutem na sua dinâmica natural e socioeconômica, para que a partir dessas informações seja possível refletir sobre estratégias que visem o uso racional dos recursos e assim contribuam com a otimização do espaço.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral:

Elaborar um Zoneamento Socioambiental para a bacia hidrográfica do rio Taperoá-PB.

2.2 Específicos:

- Caracterizar os aspectos físico-naturais e socioeconômicos da bacia hidrográfica do rio Taperoá;
- Realizar a identificação e classificação das Unidades de Paisagem;
- Identificar as áreas da bacia hidrográfica que apresentam limitações de uso frente as fragilidades ambientais existentes;
- Avaliar as adequações do Uso e Cobertura da Terra em detrimento de suas potencialidades socioambientais;
- Fornecer informações técnico-científicas que contribuam para com o ordenamento territorial.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica da presente pesquisa encontra-se dividida em três fases. A primeira, trata do conceito de paisagem e unidade de paisagem e sua importância nas análises geográficas como uma possibilidade de entender a organização espacial; a segunda, trata dos sistemas socioambientais que busca compreender como ocorre o funcionamento dos sistemas físicos-naturais e socioeconômicos e como esses repercutem nas paisagens geográficas ; e, por fim, o zoneamento socioambiental, como ferramenta de grande valia que auxilia no entendimento dos sistemas socioambientais e fornecem informações que contribuem para o processo de ordenamento dos espaços.

3.1 PAISAGEM E UNIDADE DE PAISAGEM

A representação da natureza e sua leitura está há bastante tempo presente no cotidiano dos seres humanos. Os registros mais antigos da observação da paisagem por meio das pinturas rupestres são exemplos de como a natureza era percebida, servindo de estratégia para localizar os recursos necessários para a sua sobrevivência, também sendo utilizada como uma forma de organizar e representar a disposição dos elementos naturais, fazendo uso de técnicas, com a finalidade de desenvolver estruturas que fornecessem melhores condições de vida (MAXIMIANO, 2004).

De acordo a autora supracitada, as paisagens eram pensadas na antiguidade do século IV, na perspectiva de um conforto visual, bem-estar, como também no sentido de segurança. Os jardins, eram uma forma de trazer o “natural” para dentro das cidades fortificadas e a construção de parques com a seleção de indivíduos vegetais, foi uma maneira encontrada para reorganizar a paisagem e ter maior controle sobre as forças da natureza, desconhecidas até então.

A observação e representação da paisagem de forma consciente se deu por meio da pintura, na visão dos naturalistas, era uma maneira de registrar a linguagem que era própria da natureza, e por isso viam nas paisagens uma possibilidade de mostrar o resultado das conexões existentes entre natureza e cultura, o que contribuiria para sua compreensão (MAXIMIANO, 2004; VITTE,

2007b). Todavia, vale salientar que o registro das paisagens também foram utilizados em uma perspectiva de interesse nacional.

Para Vitte e Ferraz (2016), a representação das paisagens, não se limitava apenas a questão do belo, mas como uma possibilidade de reafirmação do sentimento de pertencimento. Isso foi possível através da aliança entre a ciência e as artes, estas influenciadas pelo romantismo alemão que valorizava o princípio da contemplação e desse modo reafirmavam a superioridade norte-americana. Segundo os autores:

Os naturalistas estão entre os principais responsáveis por ampliar o conhecimento científico sobre o “novo” território e propiciaram a expansão territorial norte americana. Eles influenciaram artistas na representação da natureza-paisagem americana, eleita, então, o principal símbolo da identidade nacional, pois ela destoava de todas as paisagens europeias, ao mesmo tempo em que era desafiadora para a racionalidade na jovem nação. (...) Foi nesse contexto que a geologia e a geomorfologia, por meio das imagens de rochas e com as formas de relevo, passaram a ser intensamente utilizadas na pintura de paisagens como meio de distinguir e promover a nação norte-americana (VITTE; FERRAZ, 2016, p. 37).

Logo, a paisagem tomada como aspecto do visível, contribuiu de forma significativa no processo de evolução do conhecimento geográfico, sendo marcada por um longo tempo como aquela que tinha em seus interesses estudar e fazer os levantamentos dos aspectos da superfície da terra, por meio da descrição e do imageamento. Isso leva a afirmação de que o estudo das paisagens possui uma relação muito próxima e importante para o desenvolvimento e institucionalização da Geografia enquanto ciência (VITTE, 2007a; VITTE e SILVEIRA, 2010; CAMPOS, 2014).

Moreira (2015), afirma que a Geografia permaneceu atrelada durante bastante tempo às características e diferenciações da superfície terrestre. A Geografia praticada era pautada no conjunto de conhecimentos empíricos voltados para a classificação do mundo físico, ou seja, o papel da Geografia era representar a superfície terrestre por meio da identificação da heterogeneidade e diversidade de suas formas naturais e desse modo, buscar compreender a sua organização.

Com Ritter e Humboldt a Geografia passa por uma transformação, ao sair do seu papel taxonômico e descritivo e assumindo a condição de ciência ao

apresentarem métodos e teorias que auxiliam na compreensão de determinados fatos geográficos que eram representados na paisagem (VITTE, 2007b).

Ritter, baseado na corologia, parte da ideia que os fenômenos espaciais possuem uma organização, cujas paisagens ao serem identificadas e delimitadas, poderiam ser comparadas (método comparativo), formando um mosaico. Humboldt, por sua vez, propõe uma visão holística da natureza na qual o orgânico, o inorgânico e o homem relacionam-se constantemente de forma que a interação entre esses fatores leva-os a se organizar de modo a apresentar padrões que se expressam na superfície de maneira que se pode estabelecer certa zonalidade, isto é, unidades de natureza ou de paisagens que são refletidas principalmente nas formações vegetais (MOREIRA, 2012; 2015).

De acordo com Moreira (2015) e Claval (2014) a institucionalização da Geografia ocorre no período da predominância das teorias Positivistas, também conhecida como Geografia Clássica, logo os estudos geográficos davam ênfase aos estudos no campo da chamada Geografia Física, que primava pela busca do conhecimento do funcionamento da natureza, com o propósito de dominação dos recursos naturais, pautados na relação homem-natureza.

Dentro da Geografia Clássica destacam-se a alemã, tendo como precursor Ratzel, o qual baseava-se na ideia de dependência dos povos ao solo (base física), apresentando conceitos, como território e espaço vital de grande importância para a compreensão da interação homem-meio, e como essa relação repercute no espaço-tempo (RATZEL, 1986; CLAVAL, 2014).

O solo, de acordo com Ratzel (1986) torna-se essencial para a sociedade, visto não apenas com a base física sobre a qual se constituem, mas também onde elas retiram os recursos necessários para a sua existência e manutenção, influenciando na sua estrutura e organização político-social. Ratzel (1986), afirma ainda que não se pode entender a configuração espacial se não são levados em consideração os processos de sua formação que ocorrem pela interação entre a sociedade e a natureza, portanto o resultado desta é representado na paisagem.

A Geografia clássica francesa, de acordo com Claval (2014) apresenta uma perspectiva diferenciada da escola alemã, na qual as questões humanas aparecem de maneira mais atuante sobre os espaços. Para o autor, a geografia francesa cujo nome principal é Vidal de La Blache, os homens utilizavam e viam

os recursos naturais de maneiras diferenciadas e que essa forma de ver e se relacionar estava condicionada ao seu gênero de vida, podendo ser conceituado como “ação metódica e contínua, que age fortemente sobre a natureza ou, para falar como geógrafo, sobre a fisionomia das áreas” (LA BLACHE, 1911, p. 114).

Para La Blache (1911), a forma como a sociedade se constitui e se organiza dita o modo como serão apropriados os recursos naturais, logo, a inserção de novos hábitos muda também a maneira de enxergar e de fazer uso da natureza, na qual as alterações que ocorrem sobre o meio por intermédio da ação humana estão relacionadas com o desenvolvimento da sociedade como também do melhoramento da técnica, dando origem a um mosaico de paisagens.

As paisagens seriam, portanto, a fisionomia de uma área e que acaba por refletir toda uma dinâmica social ali praticada, sendo resultado das interações homem-homem/homem-natureza. As paisagens diferem uma das outras por possuírem dinâmicas próprias também condicionadas ao modo que a ação humana interfere sobre ela. O papel do geógrafo seria estudar como as paisagens se distribuem sobre a superfície da terra, isto é, tão somente reconhecer a diferenciação de áreas.

Enquanto na percepção de Hartshorne (1978), ao analisar as paisagens deve-se buscar compreender o caráter variável das áreas em termos de todos os aspectos relacionados os quais se constituem em sua expressão de conjunto, exatamente esse caráter variado. Para isso o autor utiliza a comparação como metodologia, dando origem ao método regional pautando-se em identificar áreas homogêneas que se diferenciam do seu entorno.

Hartshorne (1978) afirma que não se deve buscar as diferenças, mas, tentar compreender as variações dos fenômenos espaciais e que a ação humana dentro desse contexto, não aparece como inerte, mas também atua de forma direta de modo a modificar e criar relações funcionais. Contudo, na visão do autor, não se deve tentar fazer distinção entre os fatores ditos humanos e naturais, pois eles acontecem de forma integrada, resultando nos fatores geográficos mistos.

Desse modo, as análises da paisagem executadas até então, levam em consideração as questões inerentes à superfície terrestre, não privilegiando as interações sociais e as distribuições espaciais dos sistemas de circulação de bens e serviços. As transformações no mundo principalmente no pós-guerra,

alteraram a relação homem-meio, de modo a mudar também a forma de fazer Geografia. Aumentos das áreas urbanas e industrializadas, desenvolvimento constante no que tange a técnica/tecnologia e a comunicação, diversidade e diferenças sociais, distanciamento cada vez maior com a natureza, tudo isso levou os geógrafos a perceberem a necessidade de um aprofundamento maior de suas análises (mudança metodológica), já que as que estavam postas não conseguiam responder aos problemas existentes (CLAVALL, 2014).

Todavia, Mathewson e Seemann (2008), apresentam que Carl Sauer tem um olhar diferenciado em relação aos estudos geográficos e sobretudo no que se refere as paisagens. Para o autor, a ação humana possuía um papel de grande relevância na produção e transformação das paisagens, ao ponto de tornarem-se superiores se comparadas a influência do meio natural, sendo a paisagem, portanto, o resultado de uma construção histórica formada pelos aspectos naturais e culturais.

Dessa forma, na visão de Sauer, a paisagem poderia ser formada então, por duas partes: uma paisagem natural, a qual seria constituída por elementos naturais, sendo, portanto, anteriores à inserção das atividades humanas em uma área; e, a outra, uma paisagem cultural, formada da ação humana sobre o meio, o que leva a compreensão que seriam as questões culturais que direcionam o modo como o meio será modificado, as tornando de grande importância nos estudos da paisagem, sendo analisada de forma fragmentada (MATHEWSON e SEEMANN, 2008; GUERRA e MARÇAL, 2010).

Cavalcanti (2014) corrobora com Sauer ao entender que os aspectos culturais participam das paisagens e foram assim se constituindo no decorrer da história da humanidade, provocando alterações na sua fisionomia por meio de manifestações materiais e imateriais, que de acordo com o autor:

Como indivíduos geográficos, as paisagens agregam elementos e processos com diferentes naturezas, dimensões e durações que, relacionando-se numa determinada área da superfície terrestre, dão origem a uma unidade visível. Essa unidade provoca e se relaciona com o espírito humano. Tornando-se sujeita às ações e decisões dos indivíduos e da sociedade conforme seus interesses variados (CAVALCANTI, 2014, p. 18).

Dessa maneira, as intervenções humanas sobre as paisagens ocorrem de acordo com os valores que lhes são atribuídos, sendo, portanto, resultados de

interação complexa entre os aspectos naturais e culturais. Todavia, o autor chama a atenção para o seguinte fato: por mais que se busque classificar uma paisagem como natural, esta vai apresentar alguns aspectos culturais e mesmo vale para as ditas paisagens culturais, pois os fatores naturais sempre estarão presentes independentemente da interferência humana. Logo, os aspectos naturais e culturais coexistem na constituição das paisagens geográficas (CAVALCANTI, 2014).

Ainda nessa perspectiva, Schama (1945) coloca a paisagem como algo construído mentalmente, isso dá-se pelo fato de ao olhar para uma determinada paisagem, por mais elementos naturais que ela traga, sempre hão de colocar antes de qualquer coisa, seus sentimentos, sua formação, sua cultura naquela observação.

Desse modo, com a necessidade de se analisar a paisagem de forma integrada, tomou-se os ideais sistêmicos, onde a concepção é entender os fatos geográficos considerando a sua dinâmica, isto é, não apenas identificar os componentes, como também a conexão existente entre eles com o propósito de compreender seu funcionamento (SOTCHAVA, 1977; RODRIGUEZ e SILVA, 2002; CLAVAL, 2014).

Também influenciado pelas concepções sistêmicas, Sotchava (1977) faz uso do conceito de geossistema como aquele voltado para os estudos da chamada Geografia Física, isto porque o foco do geossistema seria analisar as questões referentes aos fenômenos naturais, no qual os fatores sociais atuam como influenciadores na sua estrutura.

A análise das paisagens pela perspectiva geossistêmica parte da premissa de considerar o estado primitivo dos fenômenos, ou seja, como eles deveriam ser caso não houvesse perturbações na sua dinâmica natural, na maioria das vezes ocasionados pela ação humana, para a partir disso reconhecer quais foram as forças de distúrbios que atuam sobre determinado sistema provocando mudanças. Sendo assim, as paisagens atuais nada mais são do que paisagens primitivas que foram modificadas pela ação do homem sobre ela, o que concerne a paisagem a ideia de dinamicidade (SOTCHAVA, 1977).

Na perspectiva de Verdum, Vieira e Pimentel. (2016), a paisagem é vista como um sistema aberto, na qual estão inseridos fatores econômicos, culturais

e do meio físico-natural em uma contínua interação, ocasionando constantes modificações. Corroborando com os autores, para Ross (2009b) Santos (2014) a paisagem ao ser considerada dentro de um determinado momento expressa as heranças da ação humana sobre a natureza, como um processo histórico que se acumula e se deixa perceber, mostrando por consequência a sua dinamicidade somado as inúmeras possibilidades de transformações.

Portanto, a estrutura, as interrelações e a dinâmica existentes em uma determinada área acabam por formar um geossistema, logo, a feição adotada por aquele espaço apresenta uma fisionomia, que é a paisagem vista como sistema isto é, uma unidade real e integrada. A paisagem, torna-se, portanto, para o geógrafo a expressão, o fato concreto da relação sociedade-natureza (TROPPMAIR e GALINA, 2006).

A paisagem geográfica, surgiu segundo Vitte (2007, p. 75) na perspectiva de ser um conceito de “totalizante e transdisciplinar”, com o objetivo de não ser a paisagem apenas um somatório entre as chamadas esferas naturais e culturais, mas sim, a paisagem se tornaria, pois, a consequência da conexão entre elas.

Nesse sentido, Guerra e Marçal (2010) apontam a tomada do conceito de paisagem como uma unidade ambiental deu-lhe um caráter mais concreto e, por assim, auxilia na identificação das características funcionais, morfológicas e dinâmicas que quando agrupadas apresentam os padrões homogêneos da paisagem.

De acordo com Bertrand (1972) o estudo da paisagem não deve ser feito de forma fragmentada, porém na perspectiva de uma paisagem total que englobe não apenas os aspectos naturais como também a ação humana. Desse modo, a paisagem para Bertrand (1972) é entendida como sendo o resultado da interação constante dos elementos físicos, biológicos e antrópicos que ao dialogarem dentro de um determinado tempo-espço resultam em uma configuração espacial, isto é, a paisagem é dita não mais como algo estático, mas sim sendo dinâmica e em continua evolução.

Bertrand (1972) e Fortes et al. (2010) atentam para o fato de que nas análises da paisagem é necessário passar pela delimitação em unidades homogêneas, as quais podem ser entendidas como áreas que se distinguem do seu entorno pelo grau de relacionamento dos seus elementos e por isso

conseguem executar funções, sendo importante a observância da escala considerada, pois aponta para o grau de detalhamento das informações a serem colhidas, bem como a identificação dos principais agentes atuantes em cada unidade o que lhe confere uma característica específica.

Desse modo, tanto Bertrand (1972) quanto Sotchava (1977) apontam para a necessidade de analisar a paisagem por meio da identificação de unidades que devem apresentar uma organização espacial e executar funções para manter o sistema em evolução.

Outro dado a ser considerado nas análises da paisagem é a inserção cuja ideia de hierarquia, leva ao entendimento de que as unidades compõem uma unidade maior, numa perspectiva de troca constante de matéria e energia, o que permite a funcionamento e equilíbrio dinâmico da paisagem (SNELDER e BIGGS, 2002; AMORIN e OLIVEIRA, 2008).

Na identificação das unidades de paisagem, Bertrand (1972) considera a cobertura vegetal como referência para distinção de paisagens. Contudo, Snelder e Biggs (2002) e Amorin e Oliveira, (2008) argumentam que apesar da vegetação se apresentar como síntese dos processos atuantes na constituição de determinada paisagem.

A cobertura vegetal é um dos primeiros a serem modificados pela ação humana, o que não diminui a sua importância no estudo das paisagens, pois ela contribui para a compreensão do nível de inserção das atividades humanas considerando o que seriam os sistemas paisagísticos naturais, sendo, portanto, mais interessante associar a vegetação com os outros condicionantes naturais, como por exemplo, os aspectos geomorfológicos, considerados mais estáveis para a definição das unidades de paisagem.

Na visão de Ross (2009b) as unidades de paisagem ao refletirem a dinâmica e a conexão entre os fatores constituintes de uma determinada paisagem, o que leva a compreensão da sua estrutura e organização e permite a identificação das fragilidades potenciais, bem como as possíveis potencialidades, favorecendo um melhor aproveitamento dos recursos naturais frente as necessidades humanas.

O reconhecimento dessas características das unidades de paisagem faz dela uma opção de análise do espaço geográfico (AMORIN e OLIVEIRA, 2008; VERDUM, VIEIRA e PIMENTEL, 2016; DINIZ e OLIVEIRA, 2018). Isto é, as

delimitações das unidades da paisagem, ajudam a identificar quais porções do território apresentam fragilidades ambientais ou potencialidades de uso, isso contribui de forma elevada na gestão do território como forma de pensar em alternativas para o melhor aproveitamento dos recursos naturais.

A presente pesquisa fez uso do conceito de paisagem adotado por Bertrand (1972) entendida como sendo reflexo dos aspectos físicos, bióticos e sociais de forma integrada e dinâmica, e a identificação das unidades de paisagem baseados nos trabalhos de Ross (1994, 1995) que propõe que o reconhecimento dessas unidades por meio do levantamento dos seus aspectos físicos-naturais e socioeconômicos de modo a identificar as suas fragilidades naturais e potencialidades de uso frente às necessidades antrópicas e dessa maneira fornecer subsídios para um melhor aproveitamento dos recursos naturais.

3.2 SISTEMAS SOCIOAMBIENTAIS

Diante do atual ritmo de desenvolvimento vivido pela sociedade nos últimos tempos, observa-se um aumento das pressões ambientais de tal forma que refletem não apenas sobre o sistema físico-natural, propriamente dito, como também sobre aqueles que apresentam modificações por ações humanas. Contudo, não se pode impedir o crescimento das comunidades humanas, nem tão pouco o uso dos recursos naturais, visto o atual desenvolvimento econômico e demográfico até então presenciados, sendo assim, surge a necessidade de buscar compreender o modo como se procedem a relação da sociedade e com o ambiente físico-natural (ROSS, 2001; BOLÒS, 1981).

A Teoria Geral dos Sistemas, formulada por Bertalanffy em 1950 propunha uma visão holística, na qual o entendimento dos fenômenos acontece pela sua totalidade, isto é, não se trata apenas de separar as partes, mas sim de buscar compreender como se dá a integração e a interrelação dos componentes do sistema, de modo que a análise das partes isoladas não explicam o todo (SOUZA, 2013; GOMES e ESPÍNDOLA, 2007). Logo, um sistema seria “um todo organizado composto de elementos que se inter-relacionam” (MATTOS e PEREZ FILHO, 2004).

Diante da necessidade de aplicar os princípios sistêmicos na Geografia, Sotchava formula o conceito de Geossistema em 1977, sendo esse compreendido pela interação dos fatores naturais, mas que podem sofrer influência dos fatores antrópicos (CHRISTOFOLETTI, 1999; DIAS e PEREZ FILHO 2017; SOTCHAVA, 1977).

Na década de 1970, os estudos sistêmicos passaram a ser trabalhados na perspectiva de uma complexidade. Os sistemas dinâmicos complexos podem ser entendidos como sistemas que apresentam um grande conjunto de componentes interligados, tendo a capacidade de trocar informações com seu entorno, bem como adaptar sua estrutura frente a modificações oriundas dessas relações (CHRISTOFOLETTI, 1999; CHRISTOFOLETTI, 2004).

Os sistemas complexos são caracterizados como sistemas não lineares, justamente porque seus componentes não atuam em uma relação de causa-efeito, e sim, numa perspectiva de probabilidade, na qual os efeitos de retroalimentação (*feedback*) podem ser ampliados ou não, dependendo da capacidade do sistema em resistir as forças de distúrbios a qual foi submetido.

Esses distúrbios que afetam o sistema podem causar instabilidade momentânea na sua estrutura, forçando-o a buscar uma nova adaptação ou auto-organização. Contudo, quando as perturbações que atingem o sistema ultrapassam seu limiar de mudança, isto é, o limite crítico para suportar a entrada de matéria e energia, podem causar desequilíbrio no sistema (CHRISTOFOLETTI, 2004; MATTOS e PEREZ FILHO, 2004).

A estabilidade seria a capacidade do sistema em manter sua identidade. De acordo com Mattos e Perez Filho (2004), a concepção de estabilidade nos sistemas complexos, não está associada a algo estático mas a ideia de estabilidade dinâmica. Esse caráter dinâmico advém, principalmente, em função do sistema complexo está em constante transformação e renovação.

Em conformidade com os autores supracitados, a estabilidade de um sistema está intimamente associada à sua capacidade de organização, ou seja, quanto mais organizado for o sistema, mais facilmente esse encontrará sua estabilidade por meio da resiliência, a qual pode ser compreendida como a capacidade de retorno às condições de equilíbrio.

O conceito de equilíbrio em geomorfologia tem influência dos princípios da Teoria Geral dos Sistemas, sendo entendido como um equilíbrio dinâmico, no

qual há um balanço entre as forças opostas atuantes em taxas iguais dentro do sistema, de modo que elas se anulem para produzir uma estabilidade e que a energia continue entrando e saindo do sistema, atuando como sistemas processos-respostas (FIERZ, 2016), podendo o sistema se apresentar em estágios de não-equilíbrio e desequilíbrio (BRACKEN e WAINWRIGHT, 2008).

Conforme Bracken e Wainwright (2008), para avaliar se um sistema geomorfológico está em condições de equilíbrio ou não, leva-se em consideração o tempo e a estrutura, bem como as influências externas (da ordem das ações humanas, tectônicas e ou isostático).

Para os autores, a ideia de desequilíbrio consiste na busca do sistema em recuperar o equilíbrio, todavia, não teve tempo suficiente para tal, já a concepção de não equilíbrio refere-se à ausência de equilíbrio. Percebe-se, portanto, que para se avaliar a estabilidade dinâmica de um dado sistema complexo deve-se ter em mente a noção a relação escala temporal e espacial. (BRACKEN e WAINWRIGHT, 2008; MATTOS e PEREZ FILHO, 2004).

Considerando portanto, a perspectiva sistêmica como forma de compreensão da realidade por meio das interações entre seus elementos, a Geografia Física, enquanto disciplina se preocuparia em estudar os sistemas ambientais físicos, enquanto o sistema socioeconômico deveria ser objeto para a denominada geografia humana. (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Para Christofolletti (1999) e Dias e Perez Filho (2017), o sistema físico-natural quando é visto a partir de uma análise geográfica, considerando que a Geografia estuda a organização espacial, torna-se um sistema complexo composto pelo entrosamento de dois sistemas: o sistema ambiental físico e o sistema socioeconômico. b

O sistema físico-natural, é formado pela interação entre os elementos físicos (abióticos e bióticos) de forma organizada, com expressão espacial e funcionam por meio da troca de matéria e energia que conseguem criar uma heterogeneidade interna, isto é, uma paisagem (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Ao analisar o sistema físico-natural, de acordo com o autor referenciado, é de suma importância o conhecimento das estruturas e os mecanismos das fontes de energia que funcionam como controladores do sistema, bem como a estrutura e dinâmica dos seus componentes, esses por sua vez, materializáveis e visíveis na superfície terrestre, considerando que acabam por condicionar a

organização dos sistemas ambientais físicos, de modo a potencializar características como por exemplo, distribuição do relevo e a formação de solos, bem como a disponibilidade dos recursos naturais.

Christofolleti (1999) afirma ainda que o sistema físico-natural possui expressão concreta na superfície da terra, logo, justifica-se a necessidade de caracterização espacial, por meio do estudo da morfologia e de seu funcionamento. Todavia, deve-se atentar ao fato desse ser considerado um sistema aberto, o que significa que há interação com outros sistemas, de modo a perceber as relações internas e externas que são estabelecidas, atentado para a importância do tempo, quando alega que:

Não se pode esquecer que o padrão espacial observável e os aspectos do sistema atual representam respostas a um *continuum* evolutivo, à sequência de eventos que se sucedem ao longo do tempo. O estudo da dinâmica é essencialmente realizado em determinada grandeza de escala temporal, pois reflete as ajustagens internas à magnitude dos eventos, mantendo a sua integridade funcional ou se reajustando em busca de mudanças adaptativas às novas condições de fluxos (CHRISTOFOLLETI, 1999, p. 44).

Sendo assim, é essencial para os estudos acerca do sistema físico-natural levar em consideração o conhecimento dos aspectos morfológicos, funcionais e dinâmicos destes, no intuito de entender como deveria ser o seu estado natural e dessa maneira conceber a evolução sofrida pelo sistema após alguma perturbação, quer sejam elas de ordem natural ou advinda da interação com os sistemas socioeconômicos.

Os sistemas socioeconômicos são constituídos pelo resultado das ações do homem (agricultura, urbanização, indústria, política, entre outros.) e utiliza os potenciais fornecidos pelos geossistemas, sendo, portanto, considerados *inputs* de energia podendo ocasionar a modificação nos fluxos de matéria e energia, interferindo no seu equilíbrio dinâmico induzindo ao surgimento de novas organizações espaciais (DIAS e PEREZ FILHO, 2017).

Na visão de Ross (2009b), toda a organização socioeconômica tem seu funcionamento atrelado ao uso dos recursos naturais, do trabalho humano, de uma base financeira, uma estrutura governamental e do Estado que age por meio das leis e tributos, bem como, instrumentalizar e regulamentar a

organização espacial. Assim como na natureza, os sistemas socioeconômicos possuem uma estrutura em setores que se articulam por meio de:

(...) ações combinadas entre os setores financeiros, produtivo primário, produtivo de transformação. Comercialização/serviços e consumo e o Estado como o poder máximo e regulador. Esses setores, representam as componentes dos sistemas socioeconômicos e, do mesmo modo que nos sistemas naturais, são interdependentes e são articulados através dos fluxos de dinheiro, de mercadorias, de documentos, de informações, de pessoas, as todos estão diretos ou indiretamente na dependência dos recursos naturais(...) (ROSS, 2009b, p, 135).

Logo, é possível inferir que, apesar dos sistemas socioeconômicos estarem diretamente associados às atividades humanas e como elas se organizam sobre o espaço, é notável que esse sistema não se sustenta sem ter uma base nos sistemas ambientais físicos, dos quais são responsáveis pelo fornecimento de recursos naturais utilizados na manutenção da sobrevivência humana assim como das forças produtivas (ROSS, 2009b).

Conforme Spörl (2001), os diferentes usos dados aos recursos naturais geram diferentes impactos estando, pois, condicionados ao sistema socioeconômicos, isto é, às mudanças nas paisagens são resultado da constante ação do homem sobre os condicionantes naturais e que a intensidade dessas transformações está diretamente ligada à força na qual as atividades antropogênicas aplicam forte pressão sobre os sistemas físico-naturais e a sensibilidade desses a resistir a esses esforços.

Todavia, segundo Perez Filho e Quaresma (2011) deve-se considerar que mesmo diante dos constantes avanços tecnológicos e das intervenções sofridas pela natureza mediante as necessidades humanas, isso não anula a capacidade dos sistemas físicos-naturais atuarem e ou influenciarem na formação da organização espacial.

Diante disso, Ross (2009b) atenta para o fato de que a natureza e a sociedade possuem tempos e ritmos diferentes e estes apresentam funcionalidades intrínsecas, que se explicam pelos fixos e pelos fluidos os quais determinam os fluxos sendo essa combinação entre os sistemas físico-naturais e os sistemas socioeconômicos que definem o espaço geográfico e que esse só pode ser entendido na perspectiva dessa interação.

Cunico (2007) corrobora com Ross (2009b) ao afirmar que os estudos sobre os problemas ambientais devem ser buscados na origem mediante a sua relação com os sistemas econômicos, sociais e ambientais. Sendo assim, as avaliações devem ser realizadas por meio da visão holística dos fenômenos onde esses não são analisados de maneira fragmentada, e sim considerar a integração e inter-relação entre os atores de forma dinâmica e em diferentes escalas.

Dessa maneira, Ross (2009b) e Dias e Perez Filho (2017) aponta para essa interação entre os sistemas físico-naturais e os sistemas socioeconômicos contribuem no entendimento da constituição do espaço geográfico pela interação da sociedade com a natureza, considerando que esses sistemas coexistem a partir do surgimento do homem como ser atuante e transformador do ambiente ao qual está inserido. A combinação entre esses sistemas forma um sistema hierárquico superior, denominado Sistema Socioambiental.

Ainda na perspectiva de Ross (2009b) e Dias e Perez Filho (2017), a importância dos estudos dos sistemas socioambientais e sua contribuição no entendimento da constituição dos espaços geográficos e dessa maneira ajudam na avaliação e identificação das fragilidades físico-naturais, bem como das potencialidades socioeconômicas de modo que auxilia na perspectiva da intervenções realizadas com o intuito de mitigação de problemas na ordem das degradações ambientais e de injustiças sociais, por exemplo.

Sendo assim, os sistemas socioambientais, partindo de uma análise integrativa, necessitam de uma unidade que permita visualizar essa organização espacial considerada complexa, cabendo a bacia hidrográfica esse papel.

Dentro desse contexto, a bacia hidrográfica ocupa uma posição importante por se apresentar como unidade de análise onde os processos não apenas físicos, mas também os processos antrópicos ocorrem de modo totalmente interligado, de modo que qualquer interferência que incida em algum ponto da bacia hidrográfica gera efeitos secundários que podem afetar o sistema como um todo (TORRES e MARQUES NETO, 2012).

Sabendo disso, o funcionamento do sistema fluvial de uma bacia hidrográfica irá refletir o grau de interrelacionamento entre os fatores carga sedimentar, descarga líquida, declive, largura e profundidade do canal, granulometria dos sedimentos, velocidade do fluxo e rugosidade do leito

(CUNHA, 2011; SUGUIO e BIGARELLA, 1990), e que diante das alterações provocadas, seja de ordem natural ou por meio de ações antrópicas leva o rio a buscar um constante ajustamento de suas formas (NOVO, 2008).

Portanto, há a necessidade de se conhecer os processos ocorrentes dentro da bacia hidrográfica, tendo em vista o conjunto de rios (rede de drenagem) que a compõe atuam como uns dos principais modeladores da superfície terrestre, esculpindo paisagens das mais diversas formas e que considerando também as interferências antrópicas acabam por refletir a dinâmica ambiental de uma dada bacia hidrográfica e consequentemente pode ajudar na compreensão de inúmeras questões, seja de ordem geomorfológicas, ou das atividades ali empregadas (CHRISTOFOLETTI, 1980; CUNICO, 2007).

Para tanto, o conhecimento e a análise das características de uma bacia hidrográfica ajudam na compreensão da dinâmica local, como também na gênese dos processos, de modo que contribuem demasiadamente na identificação de alterações ambientais que poderão surgir nesses espaços, conferindo-lhes novas paisagens resultantes dessas modificações. (NOVO 2008; TONELLO et al. 2006).

3.3 ZONEAMENTO SOCIOAMBIENTAL

Santos (2008) e Fávero, Nucci e Biasi (2007) afirma que as grandes mudanças ocorridas no mundo começaram a serem melhor percebidas pós Segunda Guerra, momento no qual houveram profundas transformações não só no que diz respeito ao arranjo espacial, mas, sobretudo, na dinâmica da sociedade.

O homem, enquanto ser socialmente construído, não rompeu sua ligação com a natureza ao passo que a sua existência depende do uso dos bens naturais. Contudo, com o melhoramento da técnica e por conseguinte, o advento das revoluções industriais, houve uma separação do homem com a natureza o que fez surgir um sentimento de não pertencimento atribuindo-lhe valor, o que faz com que os recursos naturais sejam necessários para a manutenção da sua cadeia produtiva (MENDONÇA, 2011; SANTOS, 2008; 2014).

Nesse sentido, Mendonça (2011, p. 54) aponta que esse modo perceber a natureza como algo distante teve consequências negativas não apenas aos

sistemas naturais, mas também implicaram em disparidades sociais, que segundo o autor:

Ao longo da toda a história humanidade, os homens e suas sociedades estabeleceram diversas relações com o ambiente ao qual estavam inseridos. A apropriação dos bens da natureza, de forma inicial com grupos nômades ou a sociedade comunal, tinha, sobretudo, o fim de garantir a subsistência da coletividade. Com o passar dos tempos observar-se, todavia, a transformação da apropriação da subsistência (bens naturais) em apropriação para a propriedade privada (individual e coletiva) da natureza (recursos naturais). O acúmulo gerado com essa forma resulta numa importante diferenciação social, ou seja, aqueles que possuem riquezas materiais (natureza transformada) e aqueles que não possuem.

Cabe, portanto, aos estudos buscarem compreender os problemas ambientais em uma abordagem integradora, e esta análise não apenas os condicionantes físicos-naturais, mas também a maneira como esses estão sendo usados pelo homem, considerando que essa utilização encontra-se vinculada as necessidades econômicas e culturais, e que varia de acordo com a realidade em que cada ator encontra-se inserido e influenciado pelas regras sociais que estavam impostas e em um dado momento alimentou o discurso da infinidade dos recursos e que como consequência levou ao seu uso demasiado e trazendo prejuízo aos sistemas naturais (SANTOS, 2014; LIMA, 2015).

Diante da necessidade dessa análise integrada dos aspectos que constituem os arranjos espaciais, o zoneamento socioambiental parte do princípio de compartimentar o território em áreas homogêneas, onde cada zona consegue expressar, dentro de um certo grau de uniformidade, sua estrutura e seu funcionamento de modo que internamente seus elementos possuem uma capacidade de associação e por isso acabam por se distinguir das zonas vizinhas. A análise dessas zonas ou unidades permitem que se identifique as “potencialidades, vocações, fragilidades, susceptibilidades, acertos e conflitos de um território” (SANTOS, 2004, p. 133).

O zoneamento tem por objetivo contribuir com o fornecimento de informações e dados que possibilitem o conhecimento da dinâmica de um dado espaço e assim ajudar em busca de melhor gestão ambiental dos territórios com a finalidade de possibilitar a mitigação dos prejuízos a natureza e, ao mesmo tempo, fomentar um desenvolvimento econômico e social (ROSS, 2009a).

No Brasil, o zoneamento de acordo com Melo (2016) é um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente (art. 9º, inciso II da Lei n. 6938/81) que funciona como ferramenta de planejamento integrado para o uso e ocupação da terra e da qualidade ambiental, como aponta o Decreto Federal (nº 4.297/2002.)

Observa-se que por meio do zoneamento se propõe um melhor aproveitamento do uso da terra por meio das análises sistêmicas dos aspectos físicos-naturais e socioeconômicos. A partir dessas informações é possível identificar áreas que apresentam limitações e/ou potencialidades de uso, em relação as suas características naturais e quanto as áreas com uso consolidado pensar em maneiras mais viáveis para o seu aproveitamento.

Além de contribuir no processo de organização do espaço geográfico por meio de subsidiar estratégias, adequar usos de acordo com as vocações das áreas, o zoneamento também é utilizado na identificação de espaços que preferencialmente devem ser protegidas, a exemplo de margens de corpos hídricos e topos de morros, sendo esses de especial interesse por executem funções que contribuem de forma relevante na manutenção do equilíbrio ambiental (BRASIL, 2012).

O zoneamento se torna, portanto, uma ferramenta que auxilia no planejamento ambiental de modo a propiciar o uso racional dos recursos naturais e dessa maneira fornecer melhores condições de vida a sua população, por meio da redução do risco ambiental e da vulnerabilidade social (SANTOS, 2004).

Logo, umas das principais contribuições do zoneamento consiste em oferecer subsídio para a criação de normas que regularizem o processo de uso terra tendo por base uma visão sistêmica, de modo a buscar um certo grau de equilíbrio entre os subsistemas físicos-natural, social e econômicos, para assim evitar os conflitos e incompatibilidades de atividades (SANTOS, 2004; MELO, 2016).

Dessa forma, vale salientar a importância de se levar em consideração o momento e o tipo de uso que foi e é aplicado sobre determinado espaço. Logo, não basta apenas identificar compartimentos das paisagens, mas também buscar entender quais foram as condicionantes sociais, econômicas e políticas que confluíram para tal configuração espacial, e assim, pensar em estratégias que visualizem o uso mais adequado desses espaços (MENDONÇA, 2011; ROSS, 2009b).

Ainda de acordo com Ross (2009a, p. 60):

O processo de desenvolvimento tecnológico e as mudanças de hábitos e costumes, aliados às crescentes necessidades humanas por consumo de produtos diversos, em busca de maior conforto, menor esforço, melhor alimentação, mais prazer e lazer, impõe maior necessidade de apropriação dos recursos naturais ora para extrair essências nativas, ora para minerar cultivar, e/ou criar. Esse processo dinâmico e intenso obriga a expansão das áreas de cultivo, de criação e de mineração, bem como maior capacidade produtiva dos lugares. Esses são os fatores motores que proporcionam arranjos e desarranjos espaciais territoriais.

O autor atenta para a necessidade de planejar o processo de uso da terra, já que o esse modo de apropriação implica em mudanças na configuração espacial dos ambientes. Logo, é de grande valia reconhecer quais são as potencialidades dos recursos frente as demandas da sociedade e do mesmo modo, as fragilidades dos recursos naturais, considerando as tecnologias que permitam a sua utilização.

Diante do exposto, o planejamento ambiental visa pensar em alternativas para proporcionar o desenvolvimento não apenas econômico, mas também, pelo uso da tecnologia e do avanço do conhecimento científico, favorecer o desenvolvimento social por meio do ordenamento territorial cuja intenção é minimizar os impactos ambientais que podem, sobretudo, ter implicações na sociedade.

Planejar pode ser entendido como a capacidade de, por meio das informações disponíveis e das experiências passadas propor, diante de situações semelhantes, alternativas para determinadas atividades e assim oferecer melhores opções de intervenção que minimizem suas consequências negativas (SANTOS, 2004; FLORIANO; 2004; ROSS, 2009a).

Logo se compreende, a necessidade de buscar conhecer cada vez mais a dinâmica dos sistemas físicos-naturais e como esses são influenciados por ações humanas, que muitas das vezes refletem de forma negativa sobre o meio, por meio de ferramentas como o zoneamento e o planejamento ambiental. Entretanto, deve ser considerado nessas análises as características de cada físico-natural, bem como as atividades humanas com o qual interagem, já que a partir cada interação pode-se chegar a um cenário específico.

Sobre a influência que a sociedade exerce sobre o meio, Ross (2009a, p. 7) comenta que:

A ação da sociedade tanto pode manter o equilíbrio dos processos que comandam a dinâmica da natureza como pode introduzir variações que a desestabilizam, levando ao colapso do relevo, com o advento da perda da qualidade ambiental e econômica do espaço territorial.

No entanto, na sociedade a resposta dessas interferências sobre o meio retorna sobre as comunidades humanas, de forma muitas vezes negativas, expondo-as a riscos de modo que esses efeitos não recaem de maneira igual por toda a sociedade e a deixando em estado de vulnerabilidade ambiental (SANTOS e SOUZA, 2014).

De acordo com Cunico (2013) e Santos e Souza (2014), a vulnerabilidade ambiental pode ser entendida como o nível de exposição a variados condicionantes que geram resultados compreendidos como negativos frutos diretos ou indiretos das atividades humanas, estando atrelada, portanto as condições socioeconômicas da população em decorrência da sua exposição a problemas ambientais em detrimento da segregação espacial que levam a fazer uso e/ou ocupar lugares inadequados para determinadas atividades.

Reconhecer a dinâmica dos sistemas físicos-naturais, bem como a constituição e funcionamento dos sistemas socioeconômicos em uma perspectiva integrada, sistêmica, contribui satisfatoriamente na compreensão do espaço geográfico e sua configuração, tendo a paisagem como aquela que permite visualizar um momento dessa intensa relação. Vale salientar ainda, que não é mais possível impedir a expansão humana sobre os espaços, nem tão pouco a sua utilização, todavia é preciso que se tome como alternativa a busca por mecanismos que visem o uso racional dos recursos naturais em prol do desenvolvimento econômico e social (ROSS, 2009b).

4 MATERIAL E MÉTODOS

A ciência é uma forma de conhecimento de grande destaque na sociedade contemporânea, e esta se distingue das outras formas de saber, como por exemplo, o senso comum, pela sua sistematização e criticidade fazendo com que se torne referência em tomadas de decisões considerando que a ciência se tornou uma maneira de enxergar a realidade (DEMO, 1995; LAKATOS, 2003).

Khun (1970), identifica a ciência como a atividade que visa responder a problemas guiando-se por pressupostos para explicar determinados fenômenos. Nesse sentido, Lakatos (2003) afirma que toda a ciência necessita possuir uma metodologia que tem como intuito responder ao mesmo tempo o como? Com quê? Onde? E o quando será realizado a pesquisa, sendo esses questionamentos essenciais além de estarem fortemente ligados ao problema de pesquisa, bem como os objetivos propostos, de modo que auxilie e/ou guie o trabalho do pesquisador.

A metodologia pode ser compreendida, de acordo com Turra Neto (2012), como um exame do processo de construção do conhecimento, de maneira que permite a avaliação e reflexão da relação entre a teoria e a empiria, entre o sujeito e o objeto, como também análise dos procedimentos operacionais da pesquisa (FIGURA 2).

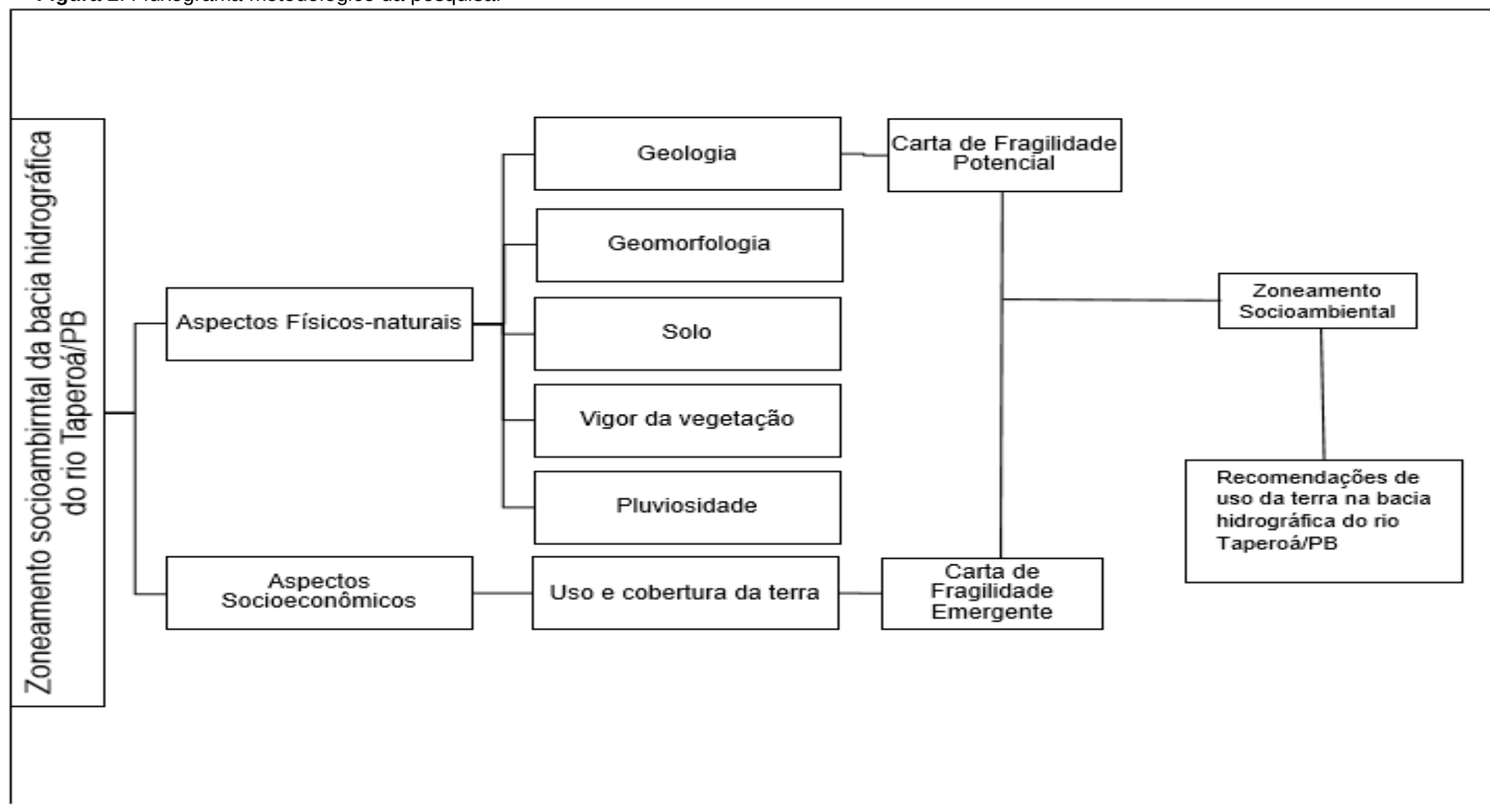
A presente pesquisa fez uso de dados primários advindos das pesquisas de campo, e outros dados secundários provenientes de levantamento bibliográfico, aquisição e tratamento dos dados cartográficos (mapas, cartas, banco de dados e imagens de satélite).

A pesquisa de campo dividiu-se em dois momentos: o primeiro dedicado ao campo exploratório, no qual houve a visita até a área de estudo, com intuito do reconhecimento das características socioambientais da bacia hidrográfica do rio Taperoá, por meio do registro fotográfico da paisagem e marcação de pontos georeferenciados com auxílio de GPS, e um segundo campo de caráter confirmatório, na perspectiva de validação das informações obtidas em gabinete por meio da literatura e dos mapeamentos realizados para a área de estudo.

O referencial teórico tem como base leituras em livros, periódicos, dissertações e teses do curso de Geografia e ciências afins, além da busca no acervo da biblioteca de ensino superior, em sites especializados acerca das

temáticas trabalhadas. E teve como base inicial os trabalhos dos seguintes autores: Bertrand (1972), Sotchava (1977), Tricart (1977), Christofolletti (1999), Cunico (2007), Fierz (2008), Ross. (1994, 1995), Ross et al (2008) e Ross (2009a, 2009b). Esses autores foram a base para os estudos no que diz respeito a classificação das Unidades da Paisagem da bacia hidrográfica do rio Taperoá, bem como na identificação das fragilidades e potencialidades de cada unidade da respectiva bacia hidrográfica.

Figura 2: Fluxograma metodológico da pesquisa.



Fonte: Joseline da Silva Alves, 2018

4.1 CARTAS TEMÁTICAS

4.1.1 Carta Geomorfológica

A confecção da carta temática de geomorfologia teve como base os dados provenientes do banco de dados de Geodiversidade da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM (2016), bem como as informações adquiridos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (2009) para a classificação e a identificação e o mapeamento do relevo da bacia hidrográfica. Além disso, se fez uso dos dados SRTM (Missão Topográfica Radar Shuttle) de 30 metros de resolução espacial e que com o auxílio de *software* de geoprocessamento, foi gerado o Modelo Digital de Elevação (MDE), sendo utilizado para gerar as cartas de declividade e hipsometria que contribuem para o entendimento da dinâmica geomorfológica da bacia hidrográfica.

4.1.1.1 Declividade

A carta de declividade foi confeccionada com base no MDE gerado com os dados do SRTM. As classes se basearam no proposto pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos-SIBCs (EMBRAPA, 2018) na qual as declividades variam em porcentagem sendo classificadas em plano (3%), suave ondulado (3-8%), ondulado (8-20%), forte ondulado (20-45%), montanhoso (45-75%) e escarpado (> 75%).

As informações sobre a declividade contribuem no sentido que permitem identificar quais áreas apresentam uma maior ou menor velocidade do fluxo superficial, bem como as áreas que são propícias a infiltração da água no solo (FORTES et al., 2010).

4.1.1.2 Hipsometria

A carta de hipsometria também foi gerada a partir do MDE e mostra as classes altimétricas, bem como na organização espacial das unidades de relevo.

As informações hipsométricas ajudam no reconhecimento dos processos erosivos e/ou deposicionais, e que somado aos dados geológicos e climáticos

permitem o entendimento da presença de determinados tipologias de solos da bacia hidrográfica.

4.1.2 Carta de Potencial Pedológico

A elaboração da carta e caracterização morfológica de solos foi realizada segundo o SIBCs (EMBRAPA, 2018) e por meio do banco dados do Agência executiva de Águas da Paraíba-AESA (2011) que, correlacionados com os dados de geomorfologia (declividade, hipsometria), clima e geologia, ajudam na identificação dos tipos de solo da área que apresentam potencialidades ou não de uso frente às suas características texturais e morfológicas.

As informações sobre os solos da bacia hidrográfica e seus atributos são necessárias de modo que apontam para processos, como por exemplo, capacidade de infiltração, retenção da água no solo, predisposição da salinização, disponibilidade de água para as plantas, entre outros que contribuem para o entendimento da dinâmica ambiental da bacia hidrográfica (ROSS, 1994)

O reconhecimento desses atributos é de fundamental importância, considerando o solo como sendo o suporte para as atividades antrópicas e dos ecossistemas (SANTOS, 2004).

4.1.3 Carta Pluviométrica

Para o levantamento da pluviosidade da bacia utilizou-se de dados referentes ao volume total de chuva precipitada (mm) no período de 25 anos, período de disponibilidade dos dados, obtidos nos 43 postos pluviométricos da AESA localizados nos municípios dentro e nas adjacências da bacia hidrográfica.

Feita a tabulação e a organização dos dados entre o período entre 1994 e 2018, foi calculada a média aritmética dos valores anuais para então ser realizada a interpolação dos dados.

O método de interpolação Krigagem foi escolhido pois apresentou uma melhor espacialização da precipitação, bem como relação mais próxima entre os valores reais e valores estimados (GARDIMAN JUNIOR et. al, 2012).

Na análise pluviométrica da bacia hidrográfica se destaca pela distribuição irregular de chuva, ocorrendo de forma concentrada em determinados períodos do ano, que além de ser um dos elementos essenciais para a compreensão da dinâmica natural da bacia hidrográfica, é um grande influenciador na produção agrícola da área (SOUZA et al. 2004).

4.1.4 Carta de Geologia

Para a carta de Geologia foram utilizados os dados da GEOBANK-CPRM (2018), sendo tais informações de grande valia na identificação das áreas que, em detrimento da sua litologia e da sua estrutura, apresentam maiores ou menores resistências aos processos erosivos, como também da constituição de determinados tipos de solos o que contribui no entendimento para a atual configuração das paisagens da bacia hidrográfica.

4.1.5 Carta de Uso e Cobertura da Terra

A confecção da carta de Uso e Cobertura da Terra tem por intuito identificar a densidade da cobertura vegetal, bem como as áreas que se caracterizam pelas práticas antrópicas (AMARAL e ROSS, 2009).

A classificação do Uso e Cobertura da Terra foi feita a partir dos dados fornecidos pelo Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do solo no Brasil-MapBiomas (2019) e que somado ao Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (IVAS), utilizado para a identificação do vigor da cobertura vegetal, auxilia para reconhecer quais as áreas da bacia hidrográfica já possuem intervenções antrópicas e aquelas que apresentam sua vegetação natural.

4.1.5.1 Projeto MapBiomas

O projeto MapBiomas tem como objetivo, contribuir (por meio mapeamento), para o entendimento da dinâmica do Uso e Cobertura da Terra no Brasil, sendo necessário para tal fim as imagens do satélite *Landsat* com resolução espacial de 30 metros e uma resolução temporal de 30 anos por meio da plataforma *Google Earth Engine*.

A classificação das imagens de satélite forma realizadas pixel a pixel com intuito de identificar os possíveis ruídos das imagens. Feito isso, foram constituídos os mosaicos, que no caso da região da Caatinga, a qual se localiza a bacia hidrográfica do Rio Taperoá, foram escolhidas as imagens que ocorressem entre os meses de janeiro a julho, que corresponde ao período chuvoso para região. A opção de escolher as imagens desse período deu-se pela necessidade da diferenciação entre o que seria Vegetação natural e outros usos da terra, como as áreas cultivadas (MAPBIOMAS, 2019).

Com o mosaico constituído e calculados os índices e frações espectrais para cada imagem, foram confeccionados mosaicos para cada ano desde 1985 até o ano de 2017 e após essa etapa, os mosaicos são analisados por especialista para cada bioma ao qual esses são responsáveis pela determinação das classes de Uso e Cobertura da Terra, e desse modo é possível visualizar a variação dos usos por meio da transição entre as classes no decorrer desse período (MAPBIOMAS, 2019).

4.1.6 Carta de Vegetação

A carta de vegetação se dará por meio Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (IVAS) sendo elaborada a partir da imagem de satélite *landsat 8* Sensor OLI e ano 2018 do mês de julho, que corresponde a de transição entre o período mais e menos chuvoso como o intuito de obter uma imagem que apresente um comportamento mais próximo da realidade da área da bacia hidrográfica.

O mapeamento da vegetação é utilizado como um indicador da qualidade ambiental, considerando-a como o elemento natural e bastante sensível as alterações provocadas em determinado ambiente, deixado ser percebido na paisagem tanto as áreas que conseguirem manter suas características naturais, como aquelas submetidas às interferências antrópicas (BERTRAND, 1972).

4.1.6.1 Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (IVAS)

O Índice de vegetação Ajustado ao Solo-IVAS é um índice desenvolvido por Huete (1988), sendo esse um melhoramento do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada-NDVI por meio da introdução da constante L, no qual o

L é um fator de ajuste do índice IVAS, podendo assumir valores de 0,25 a 1, dependendo da cobertura do solo. O IVAS tem como objetivo minimizar os efeitos induzidos pelo sol sobre o solo no índice de vegetação, de modo a ser mais aplicado em superfície que não possui uma cobertura completa pela vegetação (HOMAYOUNI et al. 2019), como é o caso da vegetação de Caatinga (SILVA et al., 2015).

De acordo com Huete (1988), um valor para L de 0,25 é indicado para vegetação densa e de 0,5 para vegetação com densidade intermediária e quando o valor de L for 1 é indicativo de vegetação com baixa densidade.

Para a obtenção do IVAS, foi utilizada a seguinte equação de acordo com Huete (1988). (EQUAÇÃO 1):

$$IVAS = \frac{(1+L)(pni-pred)}{pni+pred+L}.$$

Logo, *pni* corresponde a banda do Infravermelho próximo; o *pred* corresponde a banda do Vermelho, e o L é a constante de ajuste, ao qual para esta pesquisa atribuímos o valor 0,7 pois conseguiu expressar, de forma mais aproximada, a realidade da cobertura vegetal observada na área de estudo.

Ainda de acordo Dermachi et al. (2011) é nas faixas do vermelho (visível) e do infravermelho próximo onde é possível observar aproximadamente 90% da variação da resposta espectral da vegetação, indicando o comportamento biofísico das plantas, isto é, nas folhas que realizam fotossíntese, há uma maior reflectância na região do infravermelho próximo e baixa reflectância na faixa do vermelho, o que aponta para a densidade da cobertura vegetal em detrimento da presença da área foliar das plantas.

O IVAS além de ajudar no reconhecimento da distribuição espacial da vegetação contribui no processo para identificar o processo de uso da terra da bacia hidrográfica.

4.2 CLASSIFICAÇÃO DAS UNIDADES DE PAISAGEM

Sobre a identificação das fragilidades e potencialidades de uso para a bacia hidrográfica do rio Taperoá, toma-se por base a metodologia proposta por Ross (1994;1995), sendo esta inspirada no trabalho de Tricart (1977) denominado “Ecodinâmica” que propõe interpretar as questões naturais e sociais a partir de abordagem integrada de forma a classificar as paisagens em unidades ecodinâmicas ou morfodinâmicas, sendo divididas em: Unidades Ecodinâmicas Estáveis, Intergrades e Fortemente Instáveis.

Ross (1994;1995), Ross et al. (2008) e Amaral e Ross (2009), todavia, adaptaram essa metodologia estabelecendo o conceito de Unidades Ecodinâmicas de Instabilidades Emergentes, ou seja, aquelas que apresentam graus de fragilidades e por causa das intervenções antrópicas, tiveram seus ambientes naturais modificados e as Unidades Ecodinâmicas de Instabilidades Potencial, que apesar de estarem em equilíbrio dinâmico, estão sujeitas romper esse equilíbrio frente as possíveis alterações advindas da ação humana.

A análise da fragilidade ambiental parte do levantamento das características de solo, geologia, geomorfologia (declividade, altimetria e unidades geomorfológicas), potencial pluviométrico, e do Uso e Cobertura da Terra e transformadas em mapas na qual são identificadas as fragilidades para cada tema de forma hierárquica, variando entre muito fraca, fraca, média, forte e muito forte (ROSS et al. 2008).

A partir disso, realizou-se a análise integrada das cartas de Unidade de Fragilidade Potencial (aspectos físicos-naturais) e Unidades de Fragilidade Emergente (aspectos antrópicos), sendo essa última resultante da combinação da carta de Unidade de Fragilidade Potencial e da Carta de Uso e Cobertura da Terra, com a qual chegou-se ao mapa síntese que permitiu a visualização e a identificação das áreas homogêneas em relação a determinadas características e desse modo, definir as unidades de paisagem dando subsídio para a elaboração do zoneamento socioambiental, de forma a pensar no ordenamento territorial da bacia hidrográfica do rio Taperoá.

Para isso foram utilizadas as seguintes equações:

EQUAÇÃO (2):

$$FP = (S \cdot 0,3) + (G \cdot 0,1) + (P \cdot 0,15) + (V \cdot 0,15) + (D \cdot 0,3)$$

Onde:

FP: Fragilidade Potencial

S: Solos

G: Geologia

P: Pluviosidade

V: Vigor da vegetação

D: Declividade

A análise dos dados fez uso de uma média ponderada dos valores, de modo que a declividade, representando a fragilidade geomorfológica, e a pedológica ambas assumem um peso maior (0,3) tendo em vista sua influência direta na atuação de processos erosivos e modeladores da paisagem. As informações sobre pluviosidade e vigor da vegetação receberam pesos de 0,15 cada. A pluviosidade age como input de energia no sistema físico-natural da bacia hidrográfica e o vigor da vegetação atuando na cobertura ou não do solo, contribuído assim, para a estabilidade desse sistema. E por fim, a Geologia que recebeu peso 0,1, pois é considerado um elemento controlador da paisagem.

EQUAÇÃO (3)

$$FE = \frac{FP + UC}{2}$$

2

Onde:

FE: Fragilidade Emergente

FP: Fragilidade Potencial

UC: Uso e Cobertura da Terra

4.2.1 Carta de Fragilidade Potencial e Emergente

4.2.1.1 Geomorfologia

A carta de geomorfologia foi acompanhada, da análise das informações sobre a declividade a hipsometria que segundo Ross (1994), Ross et al. (2008) e Amaral e Ross (2009) auxiliam na identificação das fragilidades

geomorfológicas, por meio das informações sobre a atuação de determinados processos geomorfológicos, foi distribuída com as classes de acordo com a TABELA 1:

Tabela 1: Classes de fragilidade para declividade.

DECLIVIDADE	FRAGILIDADE	CLASSES
Plano	1	Muito fraca
Suave ondulado	1	Muito fraca
Ondulado	2	Fraca
Forte ondulado	3	Média
Montanhoso	4	Forte
Escarpado	5	Muito forte

Fonte: Adaptado de Ross (1994)

Essa hierarquização da declividade que somada a imagens de satélite e as informações sobre a hipsometria, ajudam identificação de processos, como erosão laminar, voçoroca, e deposicionais que ocorrem na área da bacia hidrográfica.

4.2.2.2 Pedologia

Para a avaliação sobre os solos da área, foram tomados os aspectos de textura, estrutura, plasticidade, grau de coesão das partículas, profundidade/espessura dos horizontes superficiais e subsuperficiais, que segundo Ross (1994) e Ross et al. (2008) apontam para as fragilidades dos solos, que podem ser hierarquizados de acordo com a TABELA 2:

Tabela 2: Classes de Fragilidade dos tipos de solos

SOLO	FRAGILIDADE	CLASSE
Afloramento	5	Muito forte
Luvissolos	3	Média
Cambissolos Eutróficos	3	Média
Latossolos	1	Muito fraca
Planossolos	3	Média
Vertissolos	3	Média
Neossolos Litólicos distróficos	5	Muito forte
Neossolos Litólicos eutróficos	4	Forte
Neossolos Regolíticos	4	Forte
Neossolos Flúvicos	5	Muito forte

Fonte: Adaptado de Ross (1994)

As fragilidades dos solos, conforme Ross (1994) devem ser relacionar suas características com os aspectos como clima, relevo, vegetação, substrato rochoso, os fatores de formação, bem como as atividades antrópicas ao qual solo está submetido, pois isso acaba por influenciar processos de infiltração e permeabilidade dos solos.

4.2.2.3 Pluviosidade

O comportamento pluviométrico da área, como intensidade, duração e volume indicam as fragilidades referentes às potencialidades as atividades agrícolas, bem como o desencadeamento de processos intempéricos, que associadas as informações de Uso e Cobertura da Terra, permitem uma maior compreensão sobre a resposta do ambiente frente as intervenções antrópicas (ROSS et al. 2008). As classes de fragilidade pluviométrica foram distribuídas de acordo com a TABELA 3.

Tabela 3: Classes de Fragilidade da Pluviosidade

PLUVIOSIDADE	FRAGILIDADE	CLASSES
359,1-365	3	Média
365,1-460	3	Média
460,1-550	3	Média
550,1-640	4	Forte
640,1-732,8	5	Muito forte

Fonte: Adaptado de Ross (1994)

A definição da classe de fragilidade para a distribuição pluviométrica seguiu os critérios defendidos por Massa e Ross (2012) que apontam para fragilidades muito fortes para aquelas com comportamentos pluviométricos irregulares ao longo do ano, com episódios de alta intensidade e volumes anuais baixos, geralmente abaixo de 900 mm/ano esses por sua vez, característicos da região semiárida. Todavia, para o presente trabalho, esta variável foi dividida em mais duas classes (média e forte) considerando a realidade da área de estudo.

4.2.2.4 Geologia

A Geologia atua como um elemento controlador da paisagem, sendo essencial para o entendimento da relação relevo/solo/rocha (ROSS et al., 2008).

As definições das classes das fragilidades para a Geologia estão associadas a litologia na perspectiva de verificar o grau de coesão entre as suas partículas constituintes, de modo que as rochas sedimentares são mais suscetíveis a processos intempéricos quando comparados as rochas ígneas e/ou metamórficas, como pode ser observado na TABELA 4.

Tabela 4: Classes de Fragilidade sobre a Geologia

GEOLOGIA (LITOLOGIA)	FRAGILIDADE	CLASSES
Formação campos novos (s)	4	Muito forte
Depósitos colúvios-eluviais (s)	4	Muito forte
Formação Seridó (M)	2	Fraca
Formação Serra dos quintos(M)	2	Fraca
Formação Equador(M)	2	Fraca
Complexo São Caetano(M)	2	Fraca
Complexo Sumé (M)	2	Fraca
Megagranitóide Recanto-Riacho do forno(M)	2	Fraca
Suíte intrusiva Camalaú(M)	2	Fraca
Complexo Cabaceiras(M)	2	Fraca
Megagranitóide Complexo Serra de Jabitacá(M)	2	Fraca
Complexo Sertânia(M)	2	Fraca
Complexo Sumé(M)	2	Fraca
Plúton Teixeira(I)	2	Fraca
Plúton Esperança (I)	2	Fraca
Serra Branca(I)	2	Fraca
Granitoides indiscriminados(I)	2	Fraca
Suíte máfica a intermediária(I)	2	Fraca

Fonte: Adaptado de Ross (1994)

4.2.2.5 Uso e Cobertura da Terra e Vigor da Vegetação

A fragilidade para o Uso e Cobertura da Terra leva em consideração as diferentes atividades aplicadas sobre determinada área, bem como a densidade da cobertura vegetal, conforme são observados nas TABELAS 5 e 6.

Tabela 5: Graus de proteção dos diferentes tipos de Uso e Cobertura da Terra.

USO E COBERTURA DA TERRA	FRAGILIDADE	CLASSES
Formação florestal	1	Muito fraca
Formação savânica	3	Média
Formação campestre	3	Média
Pastagem	4	Forte
Mosaico agricultura-pastagem	4	Forte
Infraestrutura urbana	5	Muito forte
Área não vegetada	5	Muito forte
Mineração	5	Muito forte
Corpo d'água	1	Muito fraca

Fonte: Adaptado de Ross (1994)

Tabela 6: Classes de Fragilidade sobre o vigor da vegetação.

VIGOR DA VEGETAÇÃO	FRAGILIDADE	CLASSES
Baixíssimo vigor	1	Muito Fraca
Baixo vigor	4	Forte
Médio vigor	3	Média
Alto vigor	2	Fraca
Altíssimo vigor	1	Muito fraca

Fonte: Adaptado de Ross (1994)

Essas informações serão levantadas no intuito de visualizar as consequências de determinadas ações antrópicas, correlacionando-as ao tipo de uso e o grau de proteção da terra pela cobertura vegetal ao considerar processos de ordem geomorfológica, climáticos e das intervenções antrópicas (ROSS et al. 2008).

5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

De acordo com os dados extraídos do projeto SRTM (2018) da bacia hidrográfica do rio Taperoá, esta drena uma área de aproximadamente 5.684 km² e perímetro de 747 km sendo uma sub-bacia do rio Paraíba e ocupando, portanto, 10,04% do território paraibano de modo que ela abrange o território de 28 municípios desse estado, dos quais 11 (Desterro, Gurjão, Juazeirinho, Livramento, Oivedos, Parari, Pocinhos, Santo André, Soledade, Tenório) estão completamente inseridos dentro da área de drenagem da bacia hidrográfica e os demais 17 (Areia de Baraúnas, Assunção, Barra de Santa Rosa, Boa Vista, Cabaceiras, Cacimba de Areia, Cacimbas, Campina Grande, Cubati, Junco do Seridó, Salgadinho, São João do Cariri, São José dos Cordeiros, São Vicente do Seridó, Serra Branca, Sumé e Teixeira) encontram-se parcialmente inseridos na mesma (IBGE, 2010).

De acordo com o IBGE (2017), a bacia hidrográfica está situada na região geográfica intermediária de Campina Grande, composta pela grande maioria dos municípios da bacia hidrográfica, e na Região Geográfica Intermediária de Patos, formada pelos municípios de Desterro, Teixeira, Salgadinho, Cacimbas e Cacimbas de Areia. Enquanto as Regiões Geográficas Imediatas da bacia hidrográfica são: Campina Grande, Cuité-Nova Floresta, Patos e Sumé. Todos os municípios que compõem a bacia hidrográfica totalizam uma área de aproximadamente 10.296 Km² e uma população de 598.638 habitantes (IBGE, 2010).

O rio Taperoá, em seu curso hídrico principal tem sua nascente no município de Teixeira e conflui com o rio Paraíba no município de Cabaceiras formando o reservatório Eptácio Pessoa, também conhecido como Açude de Boqueirão.

A bacia hidrográfica do rio Taperoá, localizada no semiárido nordestino, apresenta um padrão dentrítico e de escoamento efêmero e intermitente, isto é, compostos por aqueles cursos d'água que em boa parte do ano seus leitos estão secos, de modo que o seu fluxo de água estarão relacionados aos fenômenos de chuva (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A dinâmica das bacias hidrográficas nas chamadas terras secas, como é o caso do semiárido Nordeste, apresentam comportamento diferenciado

quando comparado a dinâmica de zonas úmidas, que ao contrário destas, é caracterizado muitas das vezes por vegetação pouco densa, situação natural no entanto foi agravada pelas intervenções antrópicas permitindo que o solo fique mais exposto as intempéries climáticas (OKIN et al. 2015).

Almeida e Souza (2015) afirmam que esse comportamento diferenciado dos processos fluviais em ambientes semiáridos se dá, justamente, por causa da diferença dos *inputs* de energia que atingem o sistema, neste caso é representado pela precipitação e conseqüentemente terá como resultado uma diferenciação também nas formas e na estrutura do sistema.

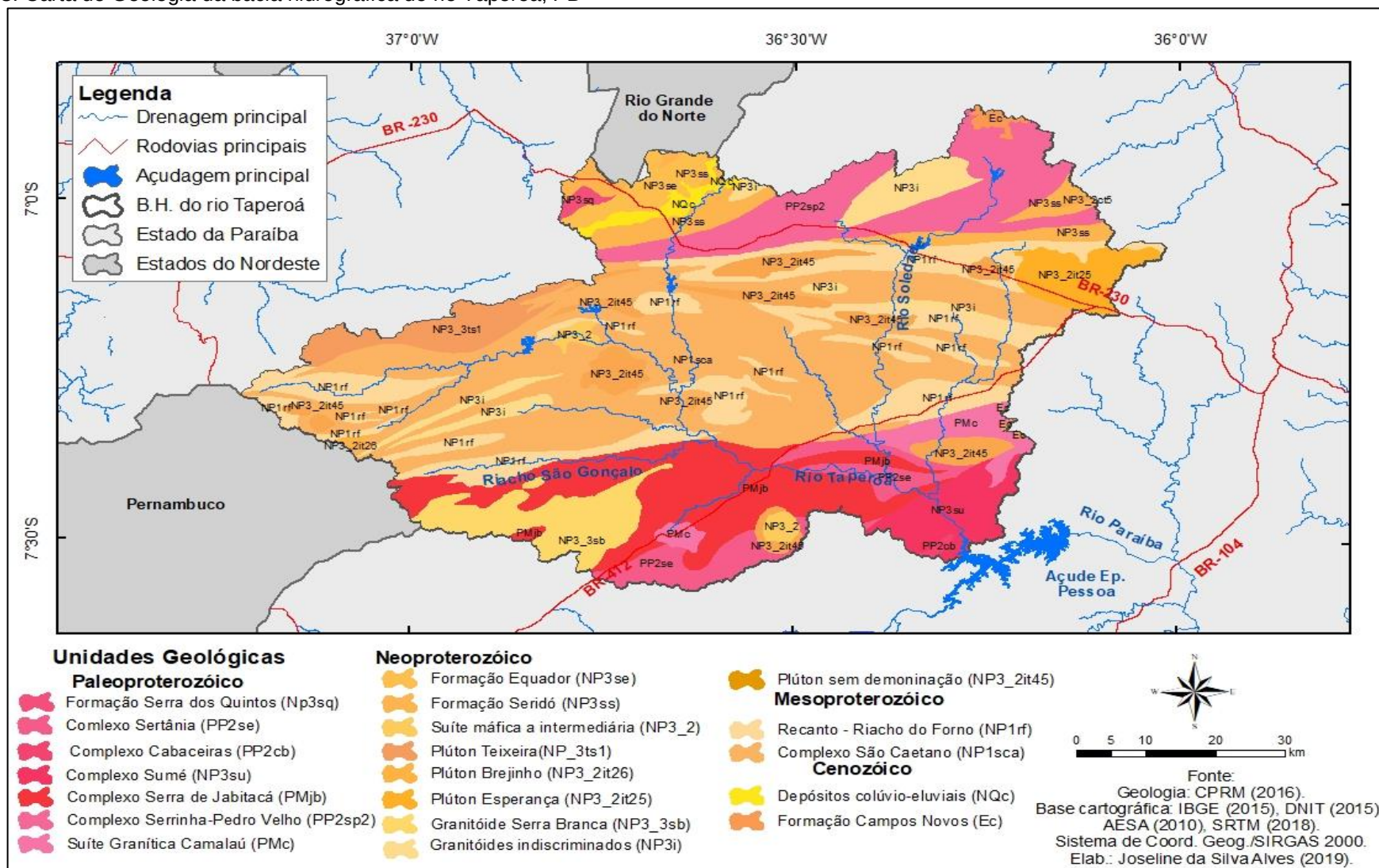
Diante do exposto, ao tratar dos rios semiáridos, é necessário considerar as particularidades da realidade ao qual eles estão inseridos. Os rios do semiárido são, predominantemente, intermitentes ou efêmeros e que em casos específicos são perenes naturalmente. Esse fato se dá por questões pluviométricas, caracterizadas por uma baixa precipitação anual que acontece de forma irregular e concentrada pelas condições geológicas e pedológicas, já que estão assentados sobre um substrato cristalino e solos raros, desfavorecendo a alimentação dos cursos d'água pelo lençol freático, reafirmando que os escoamentos nesses canais estão associados com os eventos de chuva e que somados ao grande aporte de sedimentos dão a esses sistemas fluviais formas que devem ser vista sobre uma ótica daquelas das zonas úmidas (CIRILO, 2008; SOUZA e CORRÊA, 2012).

5.1 GEOLOGIA

A Geologia¹ da bacia hidrográfica do rio Taperoá encontra-se assentada sobre a Província da Borborema, sendo esse fruto de orogenia que data entre o Neo-Mesoproterozoico (Evento Cariris Velhos) como também são encontrados materiais que correspondem a Éon Fanerozoico (FIGURA 3).

¹ O referencial teórico utilizado para fundamentar a geologia da área de estudo teve como base as análises da CPRM (2002).

Figura 3: Carta de Geologia da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB



A bacia hidrográfica está dividida pelo Lineamento Patos em dois Superterrenos: o Norte, formado pelo domínio Rio Grande do Norte, este se caracteriza por possuir uma crosta mais densa e magnética, tendo sua origem no evento Transamazônico e na deformação brasileira, ao qual são encontrados os terrenos São José do Campestre e a faixa Seridó; enquanto o Domínio Transversal, esta por sua vez mais leve e Magnética, tem sua origem associada ao cariris velhos e ao ciclo brasileiro e que inclui os terrenos Alto Pajeú, Alto Moxotó, bem como a presença de Suítes Plutônicas (CPRM 2002, ALCANTARA et., al, 2016), como podem ser observados na QUADRO 1.

5.1.1 Terreno São Jose do Campestre: Complexo Serrinha Pedro Velho

De acordo com a CPRM (2002), o Terreno São José do Campestre data do Arqueano de modo a possui a crosta mais antiga da plataforma sul-americana, formado por rochas de idade arqueana e paleoproterozoica, abrangendo o Complexo Serrinha Pedro Velho que é formado pela sequência litoestratigráfica de Ortognaisse granodiorítico, Migatito e metagranito.

5.1.2 Faixa Seridó: Formação Seridó, Serra dos Quintos e Equador

A faixa Seridó encontra-se dividida nas formações: Seridó, Serra dos Quintos e Equador, sendo essa faixa constituída por “rochas metassedimentares de natureza plataformar marinha e turbidítica profunda. O metamorfismo varia da fácies xisto-verde a anfibolito alto, num regime bórico de pressão intermediária” (CPRM, 2002, p.27).

Essa faixa passou por três processos de deformação. O Primeiro foi responsável pelo bandamento composicional, a segunda por características contracionais, sendo visto nos empurrões e dobramentos recumbentes e/ou isoclinais com transporte de massa no sentido noroeste, e o terceiro processo representado pela verticalização dos estratos, dobramentos abertos e zonas de cisalhamento transcorrentes.

A Formação Seridó constitui a unidade dominante, composta de constituídas de depósitos turbidíticos flyschóides dominados por micaxistos aluminosos e feldspáticos, localmente migmatizados e com pequenas

Quadro 1: Geologia da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB.

ÉON	ERA	PERÍODO	UNIDADE	LITOLOGIA
FANEROZOICO	Cenoizoica	Neógeno	Depósitos Colúvios-eluviais	Areia, Argila, Cascalho.
		Paleógeno	Formação Campos Novos	Arenito, Argilito.
PROTEROZOICO	Neoproterozoico	Neoproterozoico II	Plúton Teixeira	Monzodiorito, Quartzo Monzonito, Sienito, Sienogranito.
			Plúton Esperança	Monzogranito, Monzonito, Quartzo Monzonito, Sienogranito.
			Plúton Brejinho	Granito, Granodiorito.
			Granitoides Indiscriminados	Granito, Granodiorito, Monzogranito.
			Granitoides Serra Branca	Biotita sienogranito, Monzogranito.
			Formação Seridó	MetaCalcário, Quartzito, Xisto.
			Formação Equador	Metaconglomerado, Quartzito.
		Criogeniano	Suíte máfica e intermediária	Diorito, Gabro, Quartzo Diorito, Tonalito
	Mesoproterozoico	Esteniano	Recanto-Riacho do Forno	Metagranito, Metamonzogranito, Metassienito, Metassienogranito, Migmatito.
			Complexo São Caetano	Metabasalto, Metadacito, Metagrauvaca, Metarriodacito, Paragnaisse.
	Paleoproterozoico	Ryaciano	Complexo Sertânea	Gnaisse, MetaCalcário, Quartzito.
			Complexo Serrinha Pedro Velho	Metagranito, Metagranodiorito, Metatonalito, Metatrondhemito, Migmatito
			Complexo Camalaú;	Metagranito, Metamonzonito, Metassienito, M Ortognaisse granodiorítico, Ortognaisse granítico, Migmatitoetatonalito, Metatrondhemito, Ortognaisse

			Complexo Cabaceiras	
		Sideriano	Serra dos Quintos	Anfibolito, Gnaiss, Itabirito, Metacalcário, Quartzito, Quartzito Ferruginoso, Xisto
		Complexo Sumé		Formação Ferrífera Bandada, Metagabro, Metapiroxenito, Mármore, Ortognaisse, Rocha Calcissilicática
		Serra de Jabitacá		Anfibolito, Metagranodiorito, Metatonalito, Migmatito

Fonte: Adaptado de CPRM (2002)

de mármore, rochas calciossilicáticas, metaconglomerados polimíticos e ortoanfibolitos.

A Formação Serra dos Quintos localizada na porção Centro-Norte do Estado, formada por rochas metassedimentares, isto é, rochas sedimentares que passaram por processo de metamorfismo. Possuem uma associação litológica constituída predominantemente por biotita gnaisses e gnaisses quartzo-feldspáticos, com intercalações centimétricas a métricas de biotita xistos, mármore, anfibolitos, rochas calcissilicáticas, formações ferríferas bandadas e mais raramente clorita-actinolita xistos.

A Formação Equador é identificada na porção Norte do Estado nas proximidades da cidade Junco do Seridó ao qual há o predomínio de quartzitos ricos em muscovita, com granulações variadas, bem como a presença de micaxistos e rochas calciossilicáticas.

5.1.3 Terreno Alto Pajeú: Complexo São Caetano e Suíte Intrusiva Recanto-Riacho do Forno

O Terreno é formado por uma sequência de rochas metassedimentares e etavulcano-sedimentares mesoproterozoicas, granitoides mesoproterozoicos e por estreitas faixas neoproterozoicas onde são encontrados os Complexos São Caetano e a Suíte Intrusiva Recanto-Riacho do Forno.

O Complexo São Caetano é composto por uma sequência litoestratigráfica de rochas sedimentares metamorfizadas (muscovita e/ou biotita gnaiss, metagrauva) e rochas vulcânicas com presença de clastos também

metamorfizadas (rochas metavulcânicas básica-intermediária e metavulcanoclástica).

A Suíte Intrusiva Recanto-Riacho do Forno constitui um metagranitoide cuja formação se deu por meio da fusão parcial do protólito sedimentar ou Vulcano sedimentar durante o processo de orogênese dos Cariris velhos, no qual são encontradas de muscovita ortognaisses, monzogranítico porfiroclástico, sienogranítico e alcali feldspato granítico e migmatito, peraluminosos.

5.1.4 Terreno Alto Moxotó: Suíte Camalaú, Complexo Cabaceiras, Complexo Sumé, Complexo Sertânia, Serra de Jabitacá

O Terreno Alto Moxotó se distingue dos demais terrenos encontrados no Domínio Transversal por dois fatores. Primeiro, apresenta uma grande composição de rochas antigas que datam do Arqueano e do Paleoproterozoico e segundo a dificuldade de se encontrar rochas Neoproterozoicas, rochas essas muito comum na província da Borborema.

Na área que corresponde a bacia hidrográfica, são encontradas as unidades: Suíte Camalaú, Complexo Sumé, Complexo, Complexo Sertânia, Serra de Jabitacá.

A Suíte Granítica Camalaú é formada por dezenas de intrusões, às vezes expostas (*stoks*) por vários quilômetros e pode apresentar formas tabules. Sua litologia é composta por Metagranito, Metamonzonito, Metassienito, Metatonalito, Metatrandjemito, Ortognaisse, Ortognaisse monzogranítico, Augengnaisse o que indica uma relação com o arco vulcânico.

O complexo cabaceiras, é uma suíte granítica composta por ortognaisses de idade paleoproterozoica, localizadas na porção central da província da Borborema. Sua litologia é composta por: biotita ortognaisses granodiorítico a monzogranítico migmatizado, (granada) metabasitos e granada anfibolitos (LAGES et al., 2009)

No Complexo Sumé é caracterizado por apresentar gnaisse com alto grau de metamorfismo (ortognaisse e paragnaisse) chegando ao ponto de uma fusão parcial (migmatito), além dessas são encontradas leucognaisse com frequentes intercalações de metabasitos, rocha calcissilicática, formações ferríferas, mármore, metapiroxenito e metagabro.

O Complexo Sertânia, é composto por uma sequência de metapelitos, rochas de granulação fina e rica em mica, ao qual também são bastantes encontradas rochas metassedimentares de metamorfismo de grau médio a forte. Sua composição litológica são: Biotita gnaiss com granada e/ou sillimanita, biotita gnaiss, calcário cristalino, rocha calcissilicática, quartzito e raro anfibolito.

Localizados na porção sul da bacia hidrográfica, o Complexo Serra de Jabitacá é metagranitoide que se estende no norte da cidade de Monteiro até São João do Cariri, e apresenta uma litologia composta por Migmatito, Metagranodiorito, Metatonalito.

5.1.5 Suíte plutônica Neoproterozoica

Durante o Pré-cambriano o território paraibano passou por um processo o qual permitiu o surgimento de diversos corpos plutônicos (Ciclo Brasileiro) que afetaram de forma significativamente, a litologia pré-existente. Dentre eles, são encontrados no território da bacia: Plúton Teixeira, Brejinho, Esperança; os granitoides Serra Branca e indiscriminados.

5.1.6 Coberturas Continentais/ Formações superficiais

Todas as unidades geológicas encontradas na bacia hidrográfica do rio Taperoá datam do Pré-Cambriano, com exceção das unidades Campos Novos, que se caracterizam como Coberturas Continentais e Depósitos colúvios-eluviais como formações superficiais de idade Cenozoica.

A unidade Campos novos ocorre na região de Boa vista, de forma a preencher depressões do embasamento cristalino, sendo formada por argilas montmoriloníticas de cores verde, creme e roxa, com arenitos grosseiros silicificados na base, podendo ocorrer arenitos sílticos com níveis argilosos e blocos de calcedônia intercalados. Seus sedimentos são continentais e depositados em ambiente de águas rasas, calmas e pouco profundas, em bacias tipo lacustre, fato confirmado com base na presença de madeira silicificada e fósseis de gastrópodes com moldes perfeitamente conservados.

Enquanto os Depósitos colúvios-eluviais são coberturas eluvio-coluviais que recobrem material precambriano nas proximidades de Junco do Seridó, apresentando uma espessura que varia entre 10m e 15m. São formados por sedimentos clásticos grosseiros, representados por areias inconsolidadas esbranquiçadas ou creme, mal selecionadas, de granulometria fina a grosseira, com grãos de quartzo subangulosos, feldspato não decompostos, palhetas de micas e concentrações de minerais pesados. Sotopostos às areias, ocorrem níveis mais heterogêneos e consolidados, de coloração amarelo-avermelhada, contendo intercalações de argila e horizontes conglomeráticos, na base do contato com o embasamento.

Desse modo, observa-se que a área de estudo é composta por uma litologia de rochas vulcânicas e metamórficas distribuídas de modo quase unânime pelo território da bacia hidrográfica do rio Taperoá, interrompidas pela existência da formação campos novos e dos colúvios eluvionar, sendo esses de origem sedimentar.

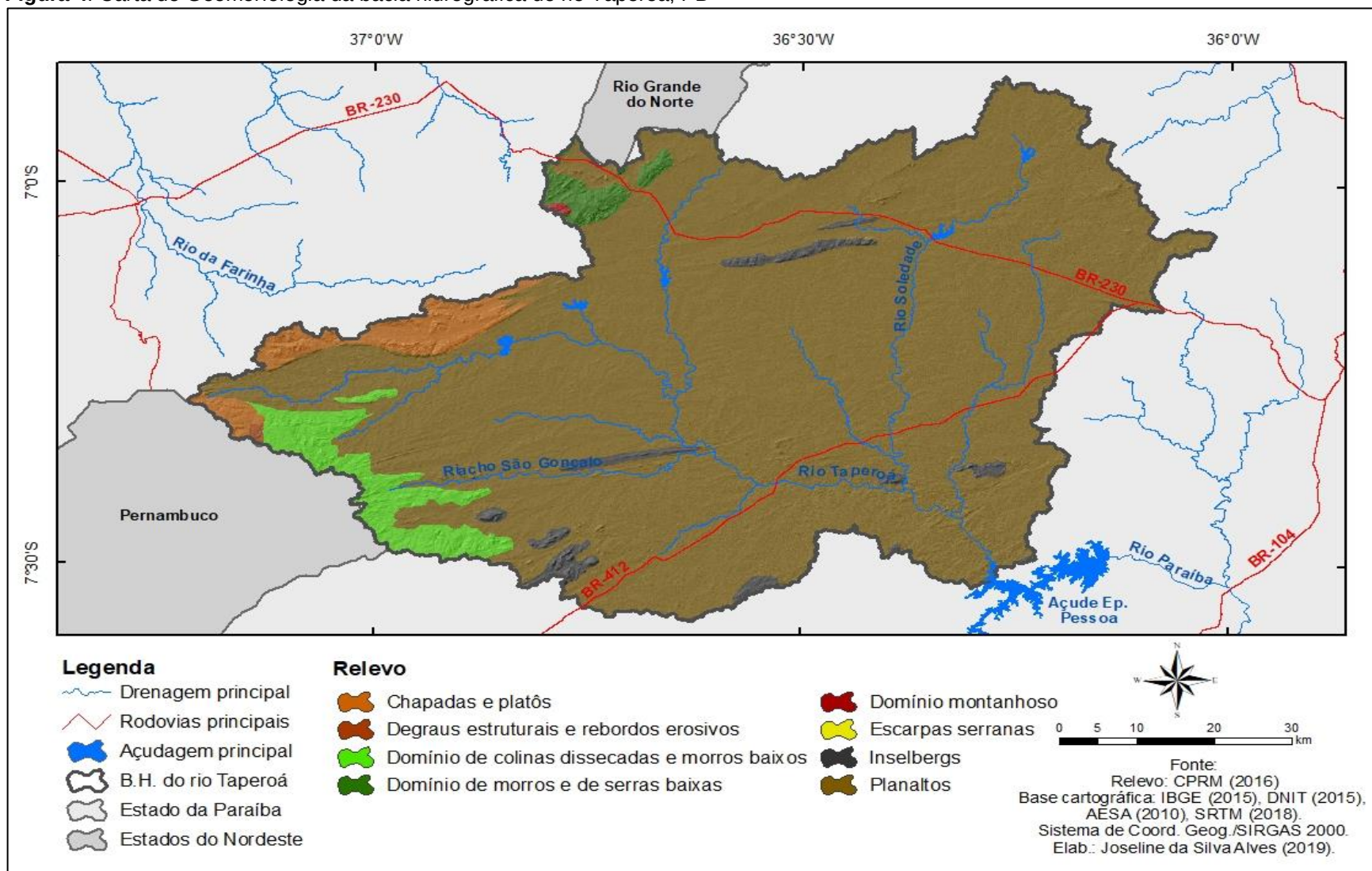
5.2 GEOMORFOLOGIA

A bacia hidrográfica do rio Taperoá encontra-se situada na Região Geomorfológica do Planalto Borborema, a qual Corrêa et al. (2010, p. 36) compreende como:

(...) todo o setor de terras altas, acima da isolinha de 200 metros, situado a norte do rio São Francisco, estruturado nos diversos litotipos cristalinos correspondentes aos maciços arqueanos remobilizados, sistemas de dobramentos brasileiros e intrusões ígneas neoproterozóicas sin-tardie pós-orogênicas. O limite oriental do planalto é genericamente definido pela ruptura de gradiente existente entre a encosta e os patamares rebaixados do piemonte em direção à costa. A depressão sertaneja, a oeste, define o limite ocidental como um semicírculo de terras baixas semi-áridas separado do topo do planalto por uma escarpa, que ressalta os controles litológicos e estruturais.

Com base nos dados da CPRM (2016), a geomorfologia da bacia, foi moldada sobre rochas pré-cambrianas, de modo que as Unidades geomorfológicas que compõem a bacia são os planaltos, chapadas e platôs, colinas dissecadas e morros baixos, domínios de montanha, escarpas serranas e inselbergs (FIGURA 4).

Figura 4: Carta de Geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB



A bacia hidrográfica do rio Taperoá apresenta uma altimetria que varia entre 352 metros na parte mais a jusante, próxima a região de confluência com o rio Paraíba e aumenta gradativamente até alcançar seus 1000 metros de altitude nas bordas na bacia hidrográfica, região onde são encontrados os domínios montanhosos, chapadas, serras e platôs (FIGURA 5).

No que concerne aos dados de declividade, esta pode ser caracterizada como suave e/ou suave ondulada devido ao um predomínio das declividades de 0% a 8%, principalmente na porção central da bacia hidrográfica, esta corresponde a superfície do planalto, onde são encontradas as áreas que sofreram erosão por causa do processo de pediplanação, sendo interrompidas pela presença de serras, morros, colinas nas partes mais externas da bacia, e os inselbergs, esses distribuído de maneira irregular no interior da mesma e apresentam declividade entre 45% e 75%, (CARVALHO, 1982; EMBRAPA, 2018) (FIGURA 6).

Figura 5: Carta de hipsometria da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB.

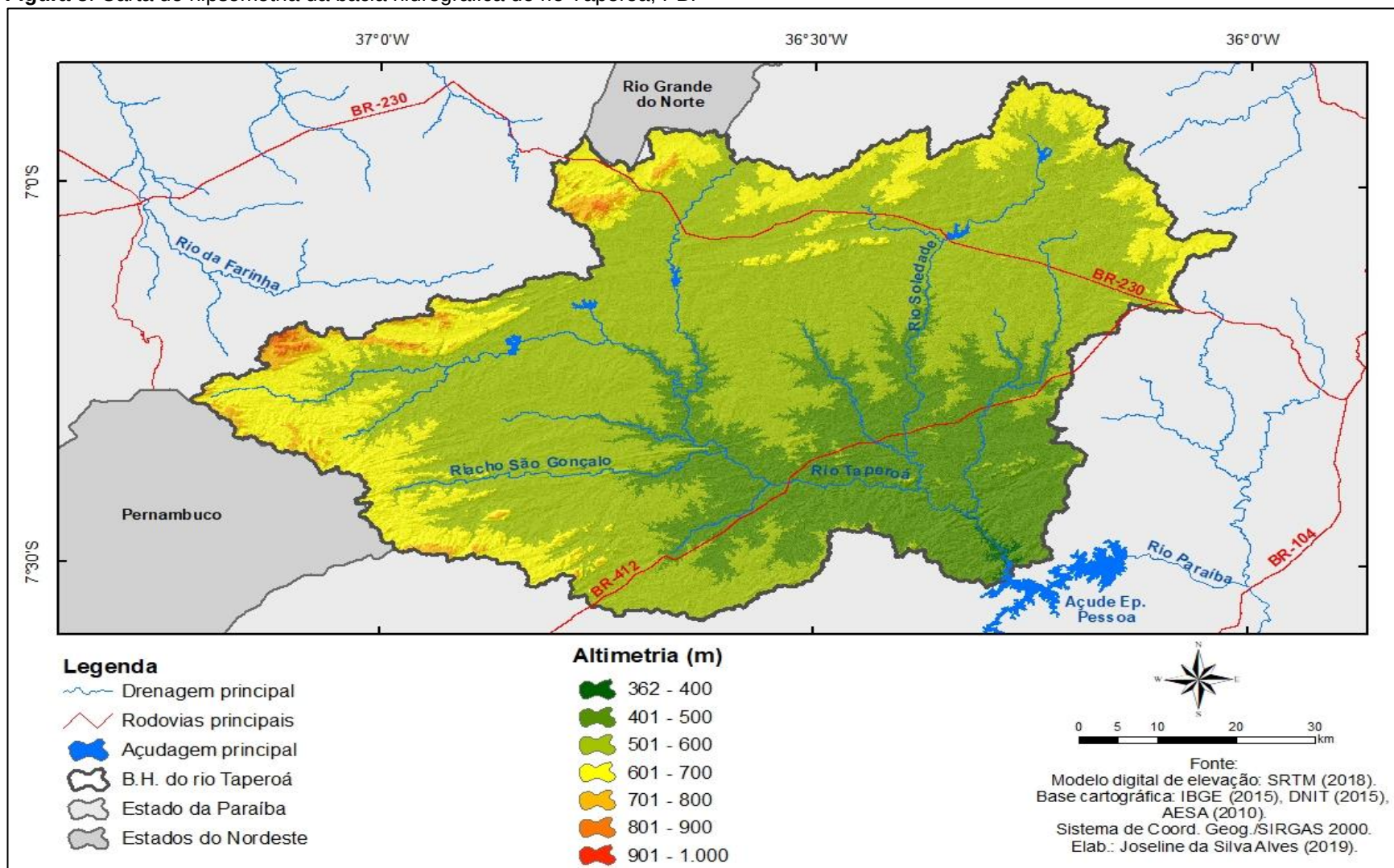
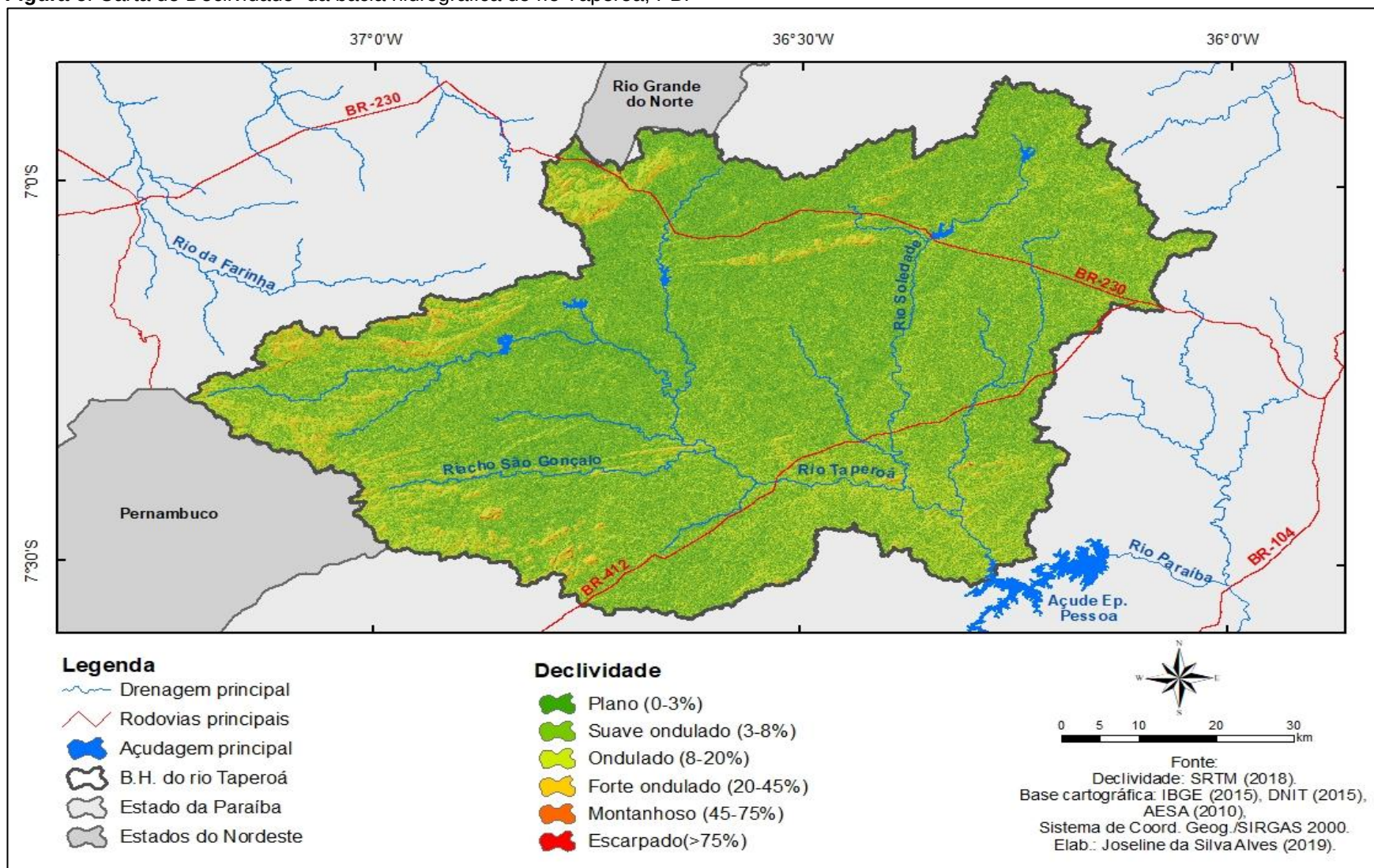


Figura 6: Carta de Declividade da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB.



Os planaltos são as unidades mais presentes na área da bacia hidrográfica, ocupando principalmente, a parte região central e se caracterizam por ser um conjunto de relevo de altitudes elevadas, com topos planos e dissecados no qual os processos de erosão se sobrepõem aos de acumulação que podem ser limitados por escarpas (IBGE, 2009).

Considerando, pois, que a maior parte da bacia estar situada sobre um litologia composta de rochas vulcânicas e metamórficas, são identificadas nas bordas na bacia hidrográfica formas de relevo resultantes de processos que atuaram sobre o Planalto da Borborema, como por exemplo, existência de domínios de montanhas, colinas dissecadas, serras e morros, relevos que apresentam controle morfológico; inselbergs, e se constituem como forma de relevo residual, formados por rochas metamórficas e/ou intrusivas que conseguiram resistir a processos de erosão nos quais se sobressaem na paisagem pela diferença de resistência entre elas e as rochas adjacentes bem como as chapadas, relevo origem sedimentar, que se desenvolve pelo acamamento estratificado sobre as rochas pré-cambrianas, (GUERRA E GUERRA, 2008; IBGE, 2009).

5.3 SOLOS

Considerando os fatores de formação dos solos, bem como as condições geoambientais da bacia hidrográfica, os solos apresentam características associadas principalmente, as condições climáticas, ao substrato geológico/geomorfológico e a vegetação (LEPSCH, 2002).

O clima na área da bacia hidrográfica é caracterizado assim como no semiárido Nordeste, por apresentar a baixos índices pluviométricos, com chuvas concentradas em dois ou três meses por ano, podendo ocorrer fortes chuvas em um curto espaço de tempo.

Essas características do clima da bacia hidrográfica tendem, pois, a favorecer o intemperismo físico, principalmente devido a altas temperaturas e ao seu desvio diário e acabam por influenciar na formação de solos pouco desenvolvidos, rasos, com pouca incorporação de matéria orgânica, e ricos em minerais primários (SANTOS, 2017). A baixa umidade e a pouca permanência de água no subsolo, acaba por produzir um baixo nível de decomposição química

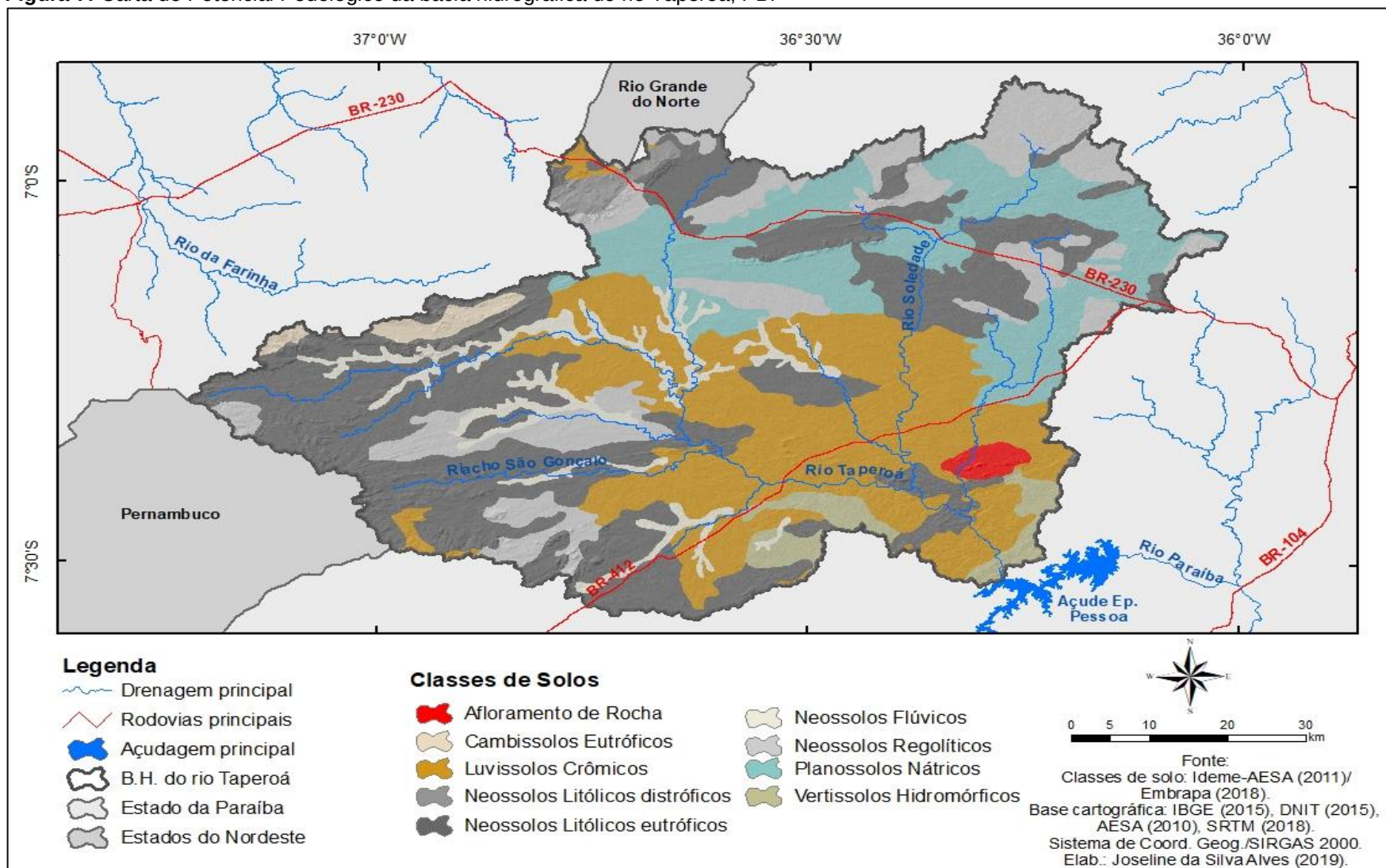
das rochas, gerando “[...] mantos de solos descontínuos, alternados por cabeços rochosos e eventuais manchas de terrenos pedregosos” (AB’SÁBER, 1992, p. 7).

Quanto ao relevo, como já foi descrito anteriormente, pode ser caracterizado como suave e/ou suavemente ondulado, onde os processos erosões acontecem de forma intensa nas áreas pedimentadas, fazendo com que os solos sejam rasos, podendo apresentar pedregosidade superficial e subsuperficial. (CARVALHO, 1982).

Sobre a vegetação da área, encontra-se o predomínio da vegetação de Caatinga caracterizada por apresentar espécies arbóreas ou arbustivas, compreendendo principalmente árvores e arbustos baixos muitos dos quais apresentam espinhos, microfilia e algumas características xerofíticas (PRADO, 2003), o faz ter um baixo fornecimento de necromassa e deixando o solo exposto as intempéries climáticas.

Assim, foram identificados na bacia hidrográfica, de acordo com os dados do AESA (2011) seis classes de solos: Luvisolos, Cambissolos Eutróficos, Latossolos, Planossolos, Vertissolos, Neossolos (Litólicos, Regolíticos, Flúvicos) e Afloramento rochosos (FIGURA 7).

Figura 7: Carta de Potencial Pedológico da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB.



Os Luvisolos, encontram-se concentrados na porção central da bacia hidrográfica e são caracterizados como solos rasos (40 a 60 cm acima da rocha), com um horizonte B textural, ricos em argilas de alta atividade, portanto muito duro quando secos e pegajosos quando molhados, o que implica em limitações quanto às práticas agrícolas. Os Luvisolos apresentam uma superfície pavimento desértico e alta susceptibilidade a erosão, mas permite uso de técnicas de irrigação naqueles que possuem maior profundidade, com cuidado para evitar a salinização, sendo mais indicados para agricultura de sequeiro, pastagem, pecuária extensiva (LEPSCH, 2002; EMPRABA, 2018).

Os Cambissolos estão localizados na porção oeste da bacia sobre uma litologia de uma suíte intrusiva (Plúton Teixeira), sendo encontrado no Planalto da Borborema do tipo Eutróficos, isto é, apresenta uma alta fertilidade, bem como a capacidade de retenção de água, sendo, portanto, indicados para a agricultura. Todavia, merece ressalva nos usos quando localizados em áreas muito íngremes devido a risco de erosão (CUNHA; GUERRA, 1998).

Os Planossolos ocorrem na áreas centro-norte da bacia hidrográfica, sendo caracterizado por ser um solo mal drenado pela tendência ao acúmulo de água no horizonte B plânico justamente pela concentração de argila nesse horizonte. Considerando esses fatores, os Planossolos são mais indicados para pecuária extensiva e agriculturas anuais de subsistência (EMBRAPA, 2018).

Já próximo a área de confluência do rio Taperoá, são encontrados os Vertissolos, ou seja, são solos de cores cinza-escuros com a presença de argila de alta atividade (montmorilonitas) e de grande fertilidade (Eutróficos), todavia sua utilização para a agricultura depende diretamente do seu teor de umidade por causa de sua capacidade de expansão e contração, podendo ocasionar o surgimento de fendas no solo e por consequência causar prejuízos a planta, principalmente as suas raízes (CUNHA; GUERRA, 1998).

Os Neossolos são os solos de maior ocorrência na bacia hidrográfica, e são caracterizados por serem poucos desenvolvidos com ausência do horizonte B diagnóstico. Na área de estudo, foram identificados três subordens: os Neossolos: Litólicos, Regolíticos e Flúvicos.

Os Neossolos Litólicos são solos rasos, jovens e com presença de pavimento desértico, sendo comum ser encontrado afloramento de rocha, ao qual o horizonte A está assentado diretamente sobre o C ou na rocha mãe,

podendo ser encontrados em encostas íngremes, altamente suscetível a erosão. Sua fertilidade está associada diretamente ao seu material de origem, podendo ser eutrófico, caso derive de uma rocha básica, que na bacia hidrográfica, estão situados próximos aos relevos com as maiores declividades, sendo, portanto, maioria; e os Neossolos Distróficos, apresentando baixas taxas de fertilidade, localizados próximos a Formação Equador (EMPRABA, 2018).

Os Neossolos Regolíticos são solos facilmente encontrados no semiárido nordestino, possuem baixa capacidade de retenção de água e fertilidade por causa da sua textura arenosa. São encontrados em áreas de deposição de relevo forte ondulado a montanhoso (CUNHA; GUERRA, 1998).

Os Neossolos Flúvicos, são solos associados aos sedimentos dos rios, formados pela deposição e estraificação dos sedimentos aluviais. A textura e a fertilidade variam de acordo com a origem do sedimento, sendo, portanto, constantemente inundado (LEPSCH, 2002; EMPRABA, 2018). Na área de estudo é encontrado em vários pontos ao longo dos principais cursos hídricos da bacia.

5.4 CLIMA

Num território de proporções continentais como o brasileiro, podemos encontrar diferentes tipos climáticos, que são influenciados pelas características fisiográficas do país, pela extensão territorial e dinâmica atmosférica (MENDONÇA e DANI-OLIVEIRA, 2007). Nessa perspectiva, os autores classificaram o Brasil em cinco macrotipos climáticos: o Clima Equatorial, o Tropical Equatorial, o Tropical Litorâneo do Nordeste Oriental, o Tropical Úmido-seco ou Tropical do Brasil Central e o Subtropical Úmido.

Dentro de cada clima existem os subtipos climáticos, que permitem uma aproximação detalhada da realidade. Em relação a classificação climática da bacia hidrográfica, prevalece o clima Tropical Equatorial, com 9 a 11 meses secos, tem como característica a grande variabilidade e irregularidade na distribuição das chuvas, bem como elevadas temperaturas, assim com longos períodos de estiagem (MENDONÇA; DANI-OLIVEIRA, 2007).

De acordo com Mendonça e Dani-Oliveira (2007) nesse subtipo climático, também denominado de semiárido, situado no Sertão Nordestino, tem como

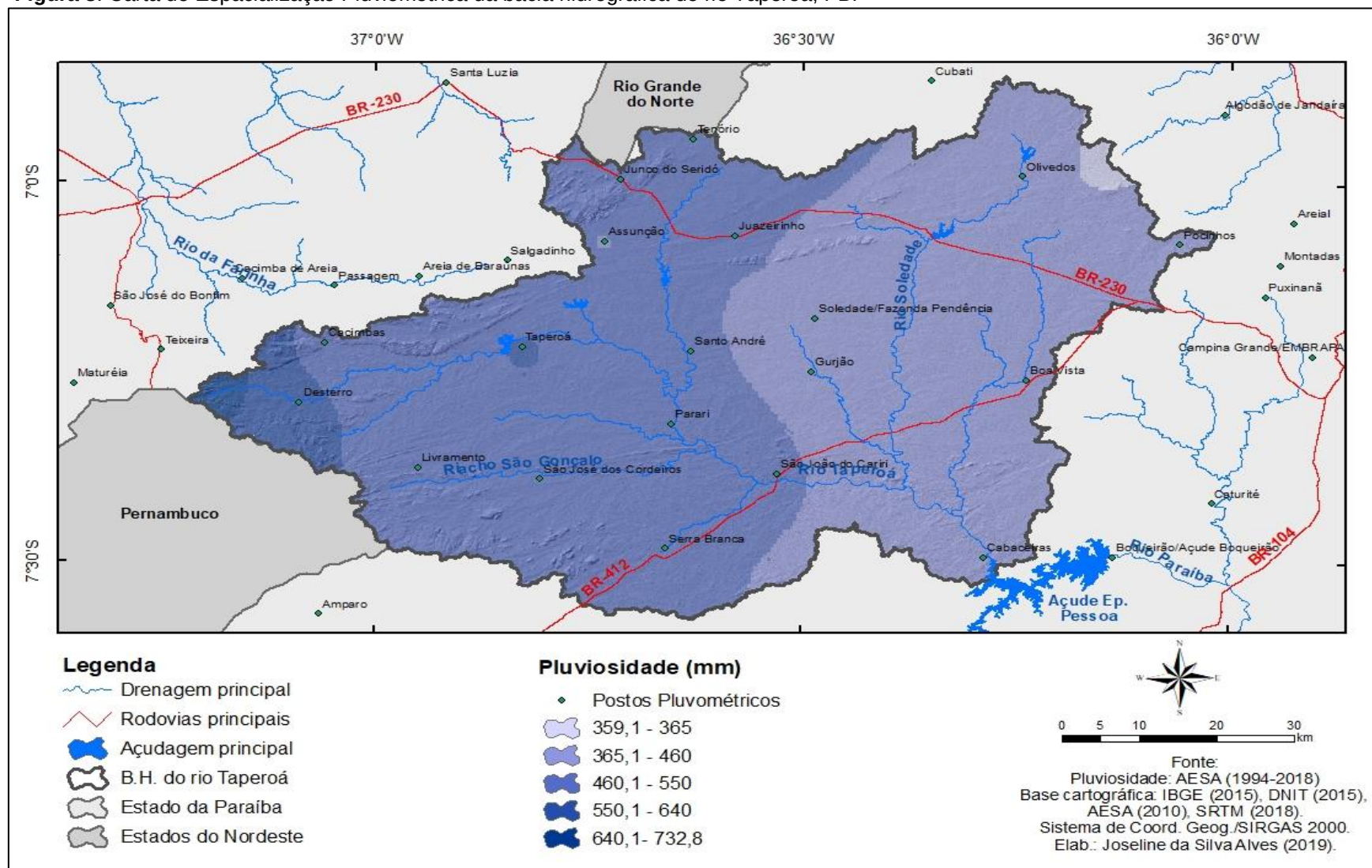
característica predominante as paisagens secas e quentes, além de enorme irregularidade pluviométrica e elevadas temperaturas, as chuvas se concentram no período do verão, outono e início do inverno, já o final do inverno e a primavera marcam a estação seca.

A região da Bacia do Rio Taperoá recebe atuação da Massa Equatorial Atlântica (MEA) possui característica de ser quente e úmida, proveniente do Oceano Atlântico equatorial, possui característica de ser quente e úmida, atua principalmente no verão e na primavera; a Massa Equatorial Continental (MEC) tendo como característica elevada temperatura, além de ser úmida, pois recebe umidade da Zona de Convergência Intertropical, da Massa Equatorial Atlântica e as características da região geradora, a planície Amazônica.

Todavia, o sistema que ocorre com mais intensidade na atuante e causador das chuvas na região da bacia hidrográfica é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é formada nas baixas latitudes, a partir do encontro dos alísios de sudeste com os de nordeste e que pode acarretar precipitações na área.

A pluviosidade média anual da bacia hidrográfica para o segmento 1994-2018, é de 511,7 mm, tendo os maiores valores médios constatados nos postos de Água Branca (805,7mm), em Campina Grande (796,9 mm) e Teixeira (796,6 mm), enquanto os menores foram observados em Algodão de Jandaíra (334,2 mm), em Olivedos (380 mm) e Boa vista (380,2 mm). Demonstrando assim, uma acentuada irregularidade interanual, bem como uma variabilidade espacial na distribuição das chuvas na bacia (Figura 8).

Figura 8: Carta de Espacialização Pluviométrica da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB.



A importância das precipitações para região Nordeste não se resume excepcionalmente ao aspecto climático, quanto a sua distribuição e irregularidade, mas sobretudo, pelas implicações de ordem econômica e social, causada pelas chuvas, seja ela por sua maior ou menor intensidade (NIMER,1989).

Sant'Anna Neto (1998), afirma que a grande irregularidade das chuvas nas áreas tropicais, muitas vezes diminui a eficiência da produção agrícola em função de um planejamento equivocado, baseado em tecnologias inadequadas ou em zoneamentos que desconsideram o ritmo climático na composição dos agrossistemas.

A variabilidade pluviométrica da bacia está associada à disposição geomorfológica da área, formada por superfície de planalto e circundada por alinhamentos de serras, que associados a dinâmica atmosférica e aos ventos alísios de sudeste, repercutem quantitativamente na distribuição das chuvas, tal variação pode ser observada pelas medias totais anuais dos postos (TABELA 7).

Tabela 7: Postos pluviométricos da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB.

Postos Pluviométricos	Longitude	Latitude	Média Anual
Água Branca	-37,6367	-7,5119	805,7
Algodão de Jandaíra	-36,0075	-6,9061	334,2
Amparo	-37,0639	-7,5697	563,4
Areia de Baraúnas	-36,9483	-7,1236	405,0
Areial	-35,9258	-7,0494	610,6
Assunção	-36,7322	-7,0764	432,9
Barra de Santa Rosa	-36,0564	-6,7289	391,7
Boa Vista	-36,2375	-7,2575	380,2
Boqueirão/Açude Boqueirão	-36,1358	-7,4908	426,8
Cabaceiras	-36,2869	-7,4922	402,5
Cacimba de Areia	-37,1558	-7,1275	661,4
Cacimbas	-37,0583	-7,2114	425,9
Campina Grande/EMBRAPA	-35,9042	-7,2256	796,9
Caturité	-36,02	-7,4192	478,1
Coxixola	-36,6056	-7,6286	460,8

Cubati	-36,3514	-6,8631	383,2
Desterro	-37,0881	-7,2903	628,9
Gurjão	-36,4892	-7,2478	434,6
Juazeirinho	-36,58	-7,0683	479,2
Junco do Seridó	-36,7131	-6,995	548,8
Livramento	-36,9492	-7,3761	478,6
Maturéia	-37,3514	-7,2661	555,7
Montadas	-35,9419	-7,1053	474,4
Olivedos	-36,2436	-6,9886	380,0
Parari	-36,6531	-7,3178	495,4
Passagem	-37,0475	-7,1364	583,2
Pocinhos	-36,0592	-7,0778	385,5
Puxinanã	-35,9594	-7,1472	633,6
Salgadinho	-36,8453	-7,1022	472,0
Santa Luzia	-36,9181	-6,8681	503,3
Santo André	-36,6311	-7,2214	468,6
São João do Cariri	-36,5286	-7,3825	478,4
São José do Bonfim	-37,3092	-7,1636	770,8
São José dos Cordeiros	-36,8058	-7,3908	535,7
São Vicente do Seridó	-36,4106	-6,8553	565,0
Serra Branca	-36,66	-7,4819	464,6
Soledade/Fazenda			
Pendência	-36,4864	-7,1769	419,8
Sossêgo	-36,2467	-6,7664	422,2
Sumé	-36,8964	-7,6736	514,1
Taperoá	-36,8281	-7,2164	588,0
Teixeira	-37,2497	-7,2217	796,6
Tenório	-36,6294	-6,9408	456,5

Fonte: AESA (2019).

Os postos pluviométricos situados nas áreas a sotavento dos alinhamentos de serra, a leste em relação aos alísios, apresentam as menores medias anuais, assim como a porção sudeste e central da bacia, acabam por

ocasionar as sombras de chuva, marcadas pelos baixos índices de precipitação com semiaridez mais rigorosa.

Em contrapartida, os postos localizados nos alinhamentos de serra, a oeste da bacia que estão a barlavento em relação aos alísios, apresentam os maiores índices pluviométricos da bacia, pois a disposição do relevo favorece as chuvas orográficas, formando uma barreira natural que intensifica a atuação sistema atmosféricos causadores de chuva, como a Zona de Convergência Intertropical durante o verão e o outono.

5.5 USO E COBERTURA DA TERRA

A bacia hidrográfica esta inclusa no Bioma Caatinga, sendo de representatividade única no Brasil, caracterizada por apresentar uma vegetação do tipo xerófita, estando essas adaptadas a um clima com altos índices de temperatura, radiação e evapotranspiração, além da baixa umidade relativa do ar, e de uma baixa pluviosidade que também se comporta de forma irregular e concentrada (PRADO, 2003; BALLÉN, SOUZA e VIANA, 2016).

As formações de Caatinga apresentam florestas vegetação arbóreas ou arbustivas com copas descontínuas, como também presença de suculentas (cactáceas), sendo comum a existência de plantas caducifólia, as mesmas são aquelas que perdem suas folhas, deixando expostos espinhos nos períodos de estiagem e as retomam após com o período chuvoso. No que diz respeito ao substrato herbáceo, neste são encontrados bromélias, ervas anuais e geófitos e terófitas que surgem durante a estação chuvosa (BALLÉN, SOUZA e VIANA, 2016; BARBOSA et al., 2019).

Foram identificados na bacia as Formações Florestais, Savânicas (Caatinga) e campestres, de acordo com a classificação da vegetação brasileira (IBGE, 2012).

A Formação Florestal apresenta uma vegetação de porte alto. As florestas caracterizam-se pelo adensamento de árvores altas, com redução da quantidade de luz que chega ao solo, o que dificulta o desenvolvimento das plantas do tipo herbácea e arbustiva. Já as Formações Savânicas se caracterizam pela predominância da vegetação arbórea e herbácea. A vegetação arbórea apresenta árvores de porte médio ou baixo (de 3 a 10 m), em geral espaçadas e

com copas amplas, de esgalhamento baixo. Enquanto a vegetação do tipo herbácea é praticamente contínua, formando um tapete entre as árvores e arbustos. Já o termo Campestre foi adotado para designar uma fisionomia dos subgrupos de formações vegetais sejam naturais ou antrópicos. Sua fisionomia é caracterizada pela presença de árvores baixas, espaçadas (isoladas), em meio a um estrato herbáceo contínuo (IBGE, 2012).

Portanto, para se ter uma melhor compreensão da distribuição da vegetação da área, foi elaborado com o auxílio do IVAS o mapeamento da cobertura vegetal (FIGURA 9) e através do uso das imagens de satélite foram definidas cinco classes: Vigor muito alto, Vigor alto, Vigor médio, Vigor baixo e Vigor muito baixo.

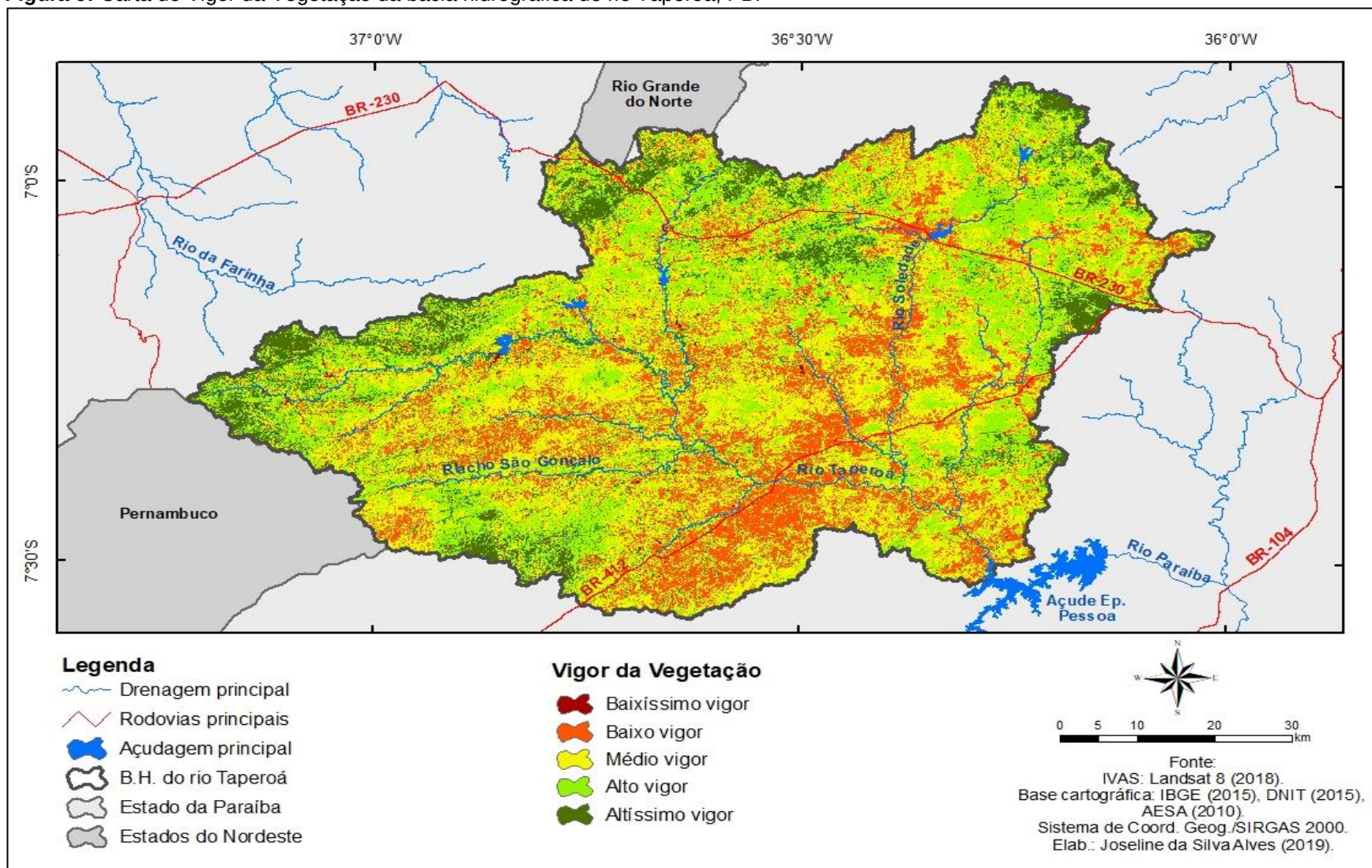
A partir dos dados apresentados, observou-se que as classes com os maiores índices de vigor de vegetação são aquelas associadas aos alinhamentos de cristas, localizadas nas partes mais externas da bacia hidrográfica e nos inselbergs, ambas sendo formas de relevo ou seja, apresentam altas declividades levando a existência de uma vegetação que pode ter sido resguardada por sua característica morfologia dificulta o acesso e como consequência a extração o uso dos seus recursos naturais.

Todavia, na região central da bacia, principalmente, naquelas situadas próximas aos cursos fluviais, tendem a apresentar um vigor mais baixo, indicando maior possibilidade da retirada da vegetação e do uso associado com outras práticas, como por exemplo, a agricultura e a pecuária.

Considerando, pois, que o Uso e Cobertura da Terra são fruto do trabalho humano sobre o meio físico natural, este elemento se apresenta como uma ferramenta de suma importância para os estudos ambientais, ponderando que ela expõe as possíveis pressões e impactos que são aplicados sobre os recursos ambientais de uma paisagem.

Como já mencionado, a bacia hidrográfica do rio Taperoá revela uma grande importância regional por fazer parte da bacia hidrográfica do rio Paraíba e juntos, seus cursos fluviais principais formam o reservatório Epitácio Pessoa (Açude de Boqueirão), sendo este o responsável pelo abastecimento da Região Metropolitana de Campina Grande e que vem sofrendo com o processo de assoreamento advindas do aumento da degradação da Caatinga existente nas bacias a montante (SEABRA et al., 2014).

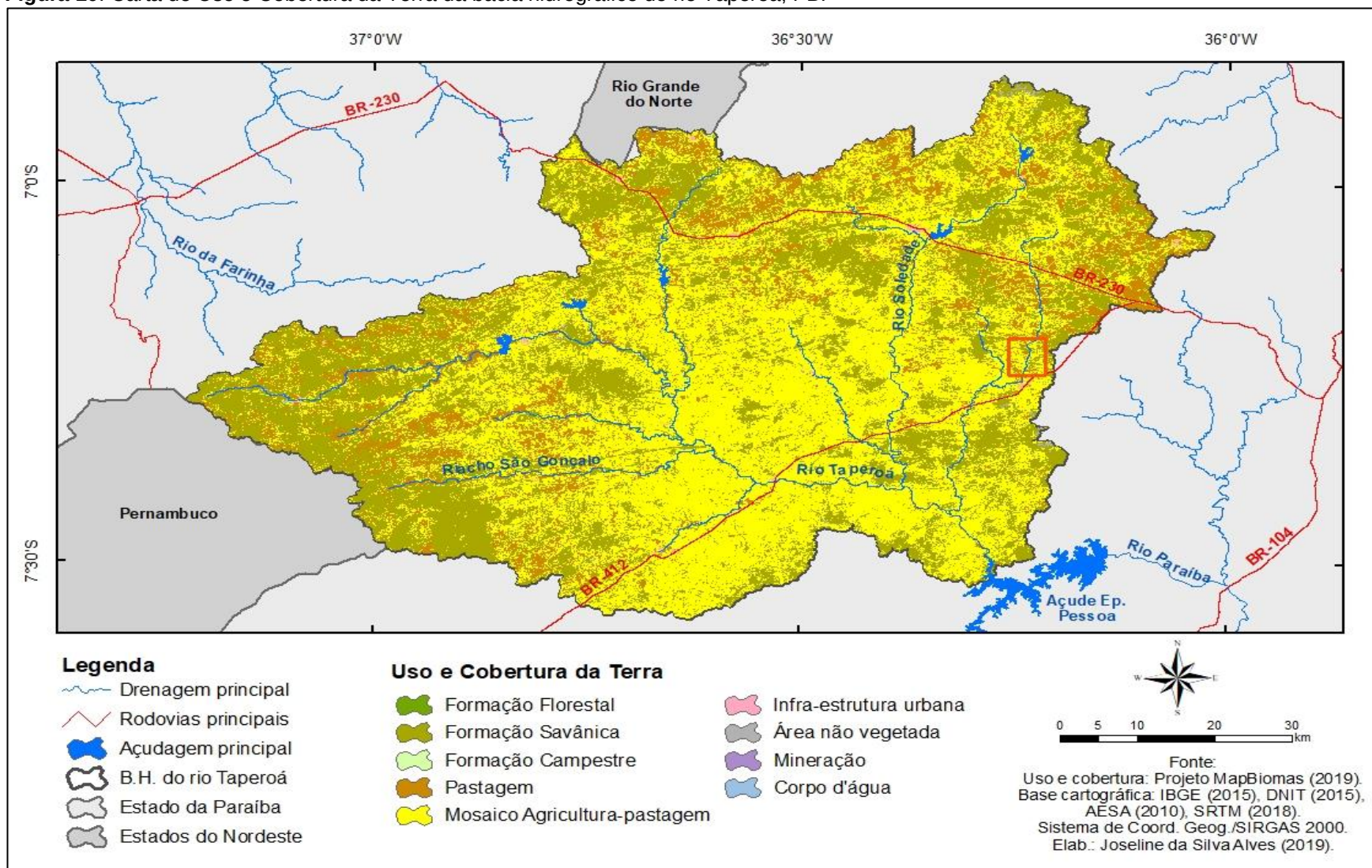
Figura 9: Carta de Vigor da Vegetação da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB.



A bacia hidrográfica do rio Taperoá abrange a área urbana dos municípios de: Livramento, Taperoá, São João do Cariri, São José dos Cordeiros, São Vicente do Seridó, Parari, Santo André, Assunção, Desterro, Cacimbas, Cabaceiras, Junco do Seridó, Tenório, Juazeirinho, Soledade (e Distrito de Bom Sucesso), Olivedos, Pocinhos (e Distrito de Nazaré), Gurjão, Boa Vista e Serra Branca (IBGE, 2010).

Na região do semiárido, as atividades econômicas mais comumente aplicadas são a agricultura, a pecuária extensiva, bem como, a extração mineral e vegetal, o que levou a grandes transformações na paisagem, de modo que essa realidade também se aplica a área de estudo (FIGURA 10).

Figura 10: Carta de Uso e Cobertura da Terra da bacia hidrográfico do rio Taperoá, PB.



Desse modo, a maior parte do território da bacia hidrográfica tem suas terras destinadas as atividades relacionadas a agropecuária, com destaque para a pecuária, atividade tradicionalmente praticada na região desde do processo do seu povoamento. Todavia, nota-se que houve uma mudança no tipo de criação, que anteriormente passou da criação majoritariamente de bovinos, sinônimos de riqueza para a criação de animais de pequeno porte, como ovinos e caprinos (ALMEIDA, 2012; SEABRA et al., 2014).

Essa mudança, de acordo com Almeida (2012), pode estar associada a necessidade de grandes extensões de terras para pastagem e a sua baixa resistência aos longos períodos de estiagem que diminuem a disponibilidade de alimento (pasto ou forragem natural) para o gado. Em contrapartida, os animais de médio e pequeno porte são menos seletivos quanto a alimentação, além de serem facilmente adaptáveis a região e de serem criados em espaços menores.

No que compete as atividades agrícolas, estas acontecem em consórcio com as atividades pecuária, estando bastante dependente das chuvas a chamada agricultura de sequeiro, sendo sua produção voltada, principalmente, para a subsistência (GABROIS et al. 1991; ALMEIDA, 2012).

As atividades agrícolas estão localizadas em porções menores das terras semiáridas. Esse fato consiste nas limitações das características dos solos dessa região, que apesar de serem bastante férteis em relação a sua constituição mineral, não favorecem o desenvolvimento de determinadas culturais, visto que as áreas mais propícias para a agricultura são encontradas nos solos de pedimentos e nas várzeas dos rios, sendo essa última coberta pela vegetação ciliar. Desse modo, na ocorrência de eventos pluviométricos em áreas sem essa cobertura poderá ter como consequência um aumento da carga sedimentológica e alterações na dinâmica natural da bacia hidrográfica (GABROIS, MARQUES e SILVA, 1991; GRAF, 1988; BRADY; WEIL, 2013; ALMEIDA e SOUZA, 2015).

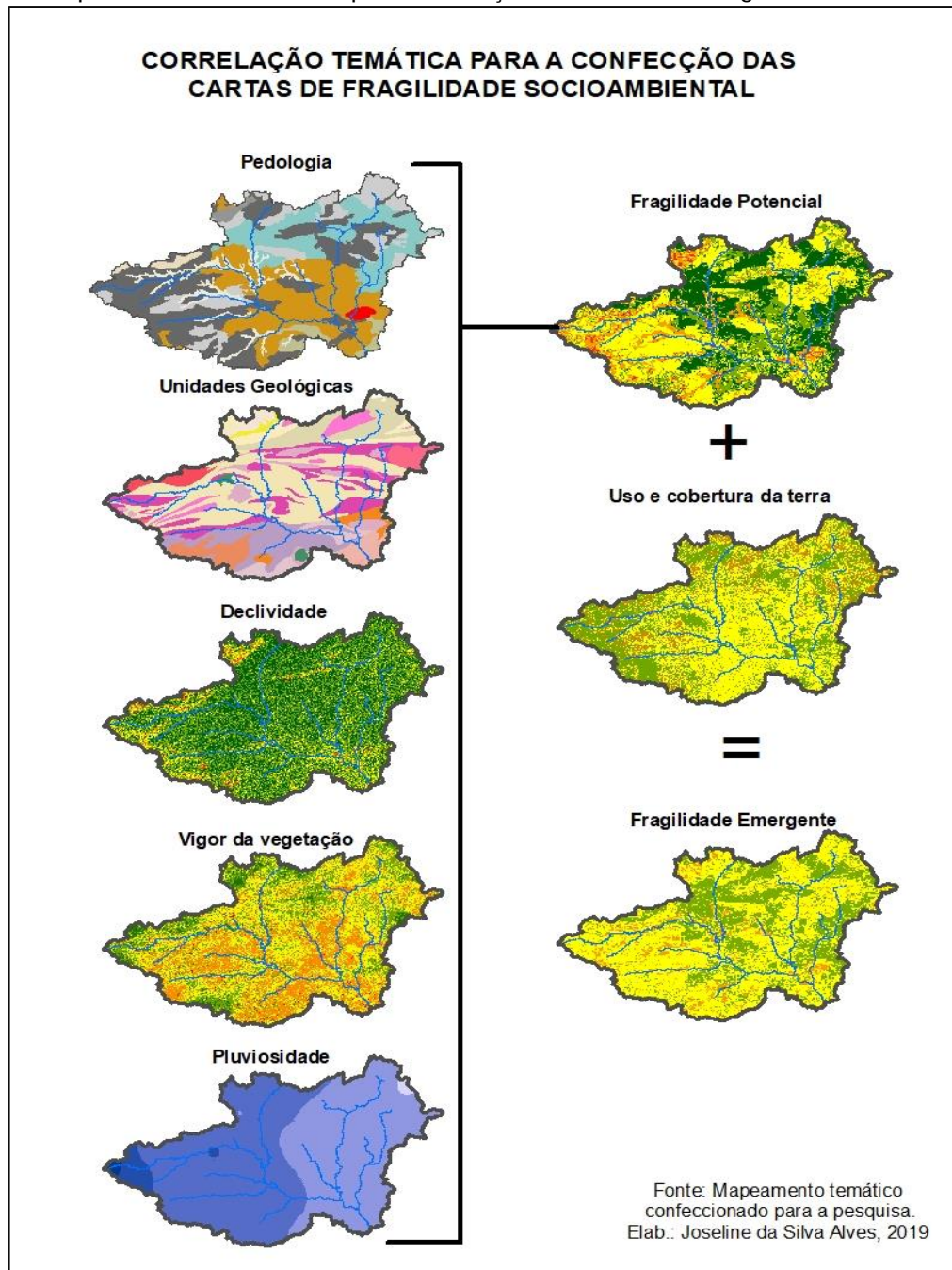
Sobre a vegetação natural, estas são utilizadas em sua maioria como área de pastagem e ou retirada de lenha e fabricação de carvão vegetal, o que levou a devastação da vegetação original, deixando o solo desprotegido e favorecendo processos erosivos (GABROIS et al. 1991; SEABRA et. al. 2014).

6 RESULTADOS E DISCURSÃO

6.1 CARTAS DE FRAGILIDADE POTENCIAL E EMERGENTE

Com o levantamento e mapeamento das características físicos-naturais, bem como, as informações de Uso e Cobertura da Terra da bacia hidrográfica, foi possível a confecção das cartas de Fragilidade Potencial e Fragilidade Emergente (FIGURA 11).

Figura 11: Mapas temáticos utilizados para elaboração das Cartas de Fragilidade Socioambiental.



As cartas de fragilidade foram construídas a partir da correlação dos níveis de fragilidade atribuídas para cada tema, de modo que a carta de Fragilidade Potencial é formada pelo cruzamento das informações sobre os aspectos físicos-naturais e a carta de Fragilidade Emergente como o resultado da carta de Fragilidade Potencial juntamente com a carta de Uso e Cobertura da Terra.

6.1.1 Carta de Fragilidade Potencial

A carta de Fragilidade Potencial (FIGURA 12) considera o equilíbrio dinâmico natural da bacia hidrografia, todavia, atenta para as possibilidades de intervenções antrópicas que podem gerar instabilidades nesse equilíbrio diante das características naturais dos elementos que a compõe.

As classes de fragilidade atribuídas seguiram o padrão determinado para a avaliação das cartas temáticas que variam entre: muito fraca, fraca, médio, forte e muito forte. De modo que todas as classes de fragilidade foram identificadas na área de estudo, como observada na TABELA 8.

Tabela 8: Classes de fragilidades potenciais na bacia hidrográfica do rio Taperoá e suas respectivas áreas.

Níveis de fragilidade	Área km	Porcentagem
1 (muito fraca)	1.591,1	28%
2 (fraca)	1.080	19%
3 (médio)	2.274	40%
4 (forte)	625,2	11%
5 (muito forte)	113,7	2%
Área total	5.684	100%

Fonte: Mapeamento realizado para pesquisa. Joseline da Silva Alves, 2019.

As classes muito fraca e fraca aparecem em consonância ocupando 28% e 19%, respectivamente, da área da bacia hidrográfica, principalmente, a porção central e parte leste da mesma. Essas duas classes encontram-se sob um relevo plano a suave ondulado, localizado na superfície do planalto, com altimetria que varia entre 362 a 600 metros assentados sob uma geologia composta de rochas cristalinas.

Sobre o aspecto pedológico, esse é constituído, em sua maioria, de Planossolos Nátricos e Vertissolos Hidromórficos, Luvisolos Crômico, Cambissolos Eutrófico, Neossolos Litólicos eutrófico, e apresentam fragilidade média, sendo solos

com presença de argila de alta atividade, com exceção do Neossolos Litólicos eutrófico pois são classificados com fragilidade forte pela susceptibilidade a processos erosivos. Os índices pluviométricos estão entre 365,1-450 mm com a vegetação que varia entre médio a alto vigor.

A baixa fragilidade encontrada na área deve-se a Geologia, composta por rochas ígneas e metamórficas, ao relevo plano e suave ondulado e a considerável cobertura vegetal atuando como fortes estabilizadores da paisagem de modo que protegem tanto o solo das intempéries climáticas como diminuem a energia da água pelo escoamento superficial o que intensificaria processos erosivos.

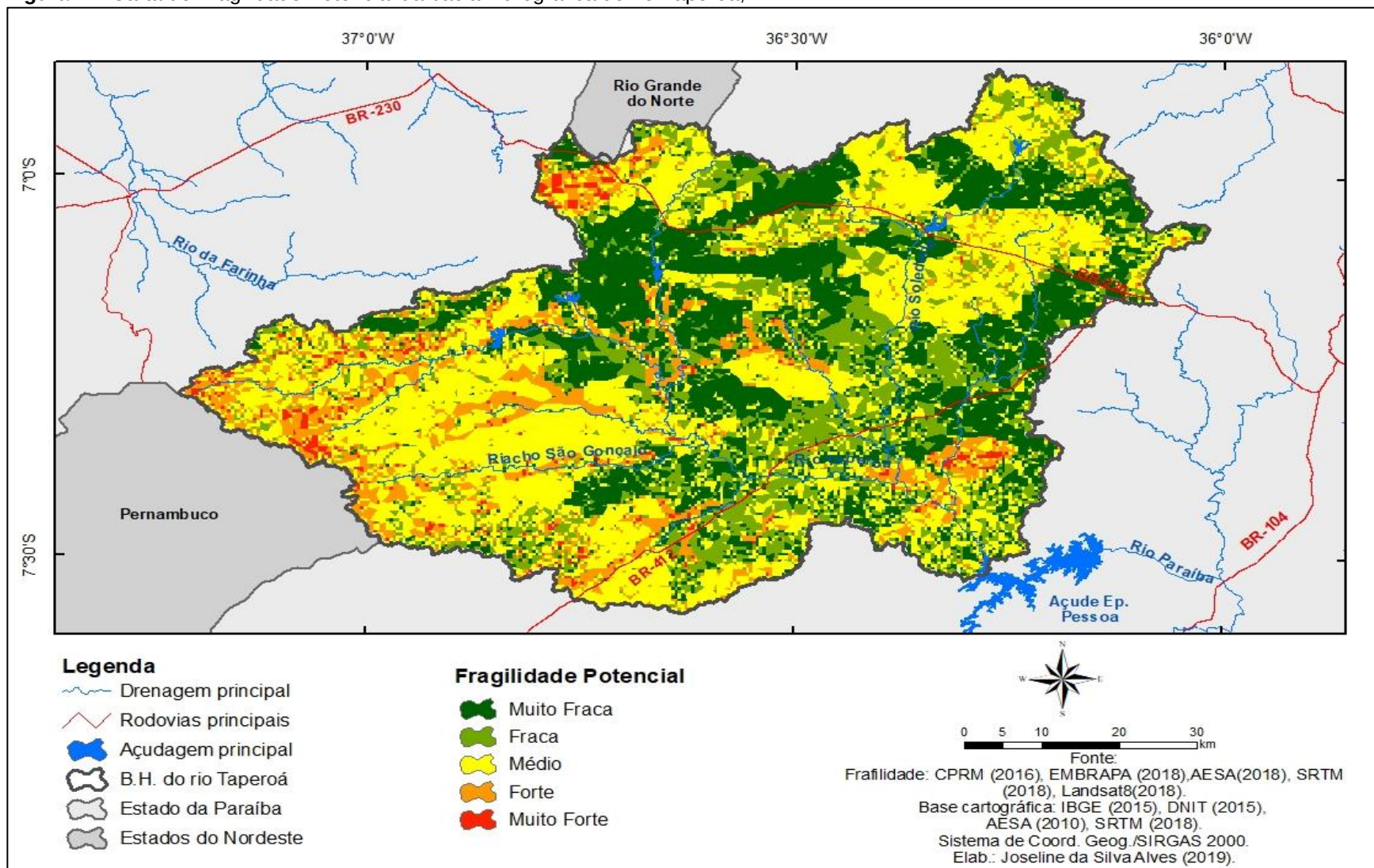
A classe de fragilidade média ocupada 40% da área total, sendo a mais representativa do território da bacia. A fragilidade média é encontrada principalmente nos setores Oeste e Nordeste da bacia hidrográfica na região da superfície do planalto, contudo, possuem uma declividade entre o plano e o ondulado e altimetria que varia entre 501 a 700 metros também compostos de rochas ígneas e metamórficas.

A pluviosidade desta classe é marcada por uma variabilidade espacial, com valores médios entre os 460,1 aos 550mm. Quanto os solos, foram identificados os Neossolos Litólicos Eutróficos e Neossolos Regolíticos, ambos possuem uma fragilidade forte por serem caracterizados como solos rasos, mal drenados e que somados a uma cobertura vegetal que varia entre o baixo e médio o que favorece ao desencadeamento de processos erosivos.

A fragilidade dita como média para esse setor dá-se, principalmente pela declividade mais acentuada em comparação com as classes anteriores e aos tipos de solos que são bastantes susceptíveis a erosão e que quando somado com a baixa cobertura vegetal não favorece a proteção desses solos das intempéries climáticas.

As classes de fragilidade forte e muito forte, ocupam 11% e 2% do território da bacia hidrográfica, respectivamente ocorrem nas regiões mais altas, onde são encontradas as nascentes dos principais rios, próximos aos relevos residuais e nas margens dos rios, áreas essas essenciais para a manutenção do equilíbrio dinâmico natural da bacia hidrográfica.

Figura 12: Carta de Fragilidade Potencial da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB.



Essas classes estão associadas a relevos como serras, morros e inselbergs com declividades que variam entre o ondulado ao montanhoso e altimetria que varia entre 501-800 metros para a classe forte e entre 601-1.000 metros para a classe muito forte. Sua geologia é composta não apenas por rochas cristalinas, mas também a existência de litologia sedimentar, como é o caso da Formação Campos Novos e de Depósitos colúvio-eluvionar de modo a contribuir para a aumentar fragilidade da área, tendo em vista que essas unidades se encontram associadas a relevos com forte declive.

Os solos dessas classes são formados, predominantemente de Neossolos Litólicos (Distrófico e Eutrófico), Neossolos Regolíticos, bem como a presença de afloramentos rochosos aqui já mencionados, são solos bastante propensos a processos erosivos por serem rasos e mal drenados e sua pluviometria acaba por abranger todos valores encontrados na bacia e o vigor da vegetação para esse setor, esse varia entre o alto e o altíssimo.

No que concerne as margens de rios, estes por sua vez localizam-se sob um relevo plano, a sua fragilidade associa-se a Neossolos Flúvicos e a cobertura vegetal mostra-se variável entre o baixo e alto vigor da vegetação, nos quais o baixo vigor está associado ao desenvolvimento de atividades antrópicas e o alto vigor, na sua maioria, com a existência de espécies vegetais exóticas.

6.1.2 Carta de Fragilidade Emergente

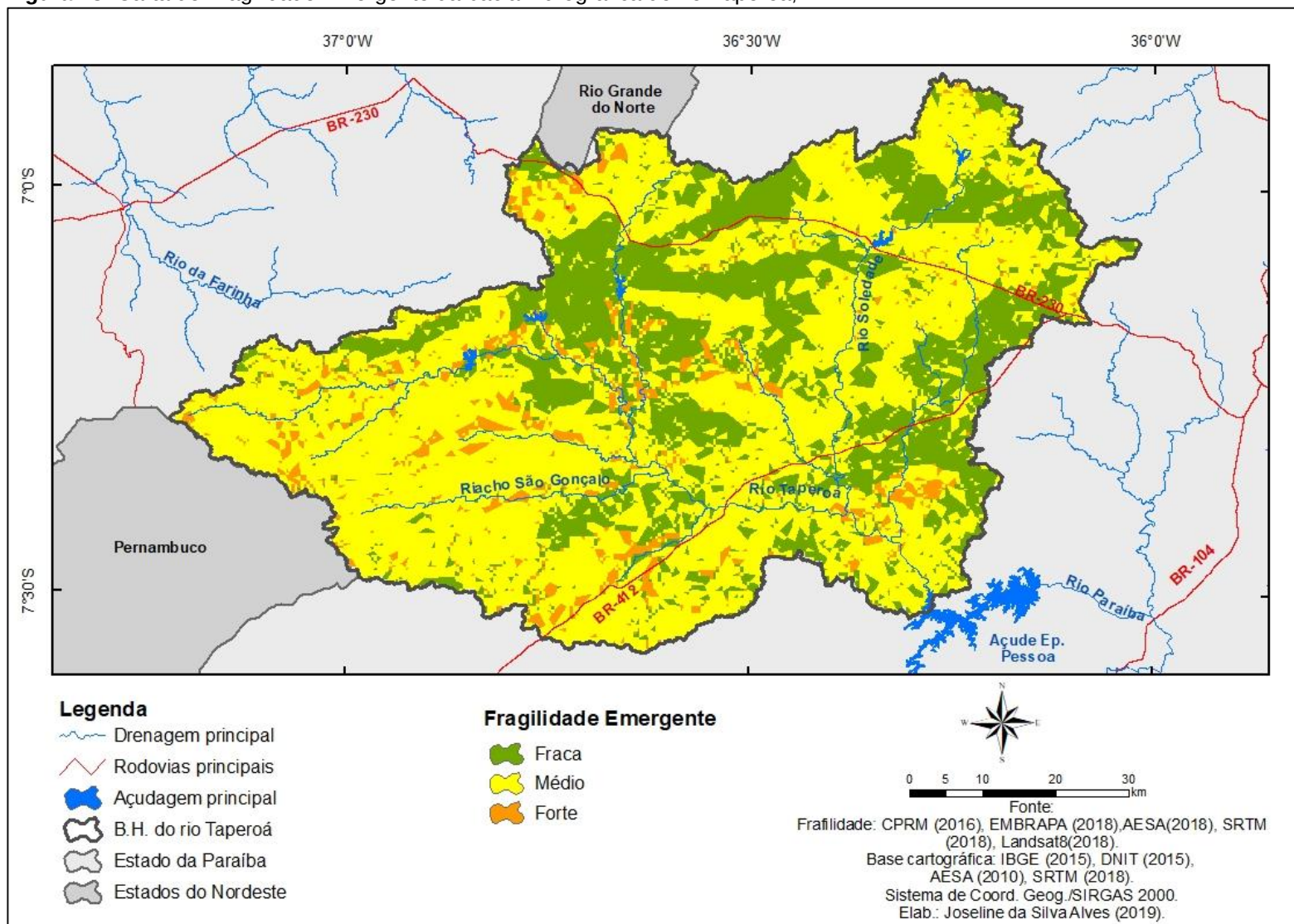
A carta de Fragilidade Emergente (FIGURA 13) considera o grau de interferência antrópica sob os ambientes físicos-naturais e foi classificada com as mesmas classes contidas na carta de Fragilidade Emergente. Porém, as classes de fragilidade muito fraca e muito forte não tiveram representatividade espacial para o mapeamento, como pode ser observado na TABELA 9.

Tabela 9: Classes de fragilidades potenciais na bacia hidrográfica do rio Taperoá e suas respectivas áreas.

Níveis de fragilidade	Área km	Porcentagem
2 (fraca)	1.705,2	30%
3 (média)	3.637,7	64%
4 (forte)	341	6%
Total	5.684	100%

Fonte: Mapeamento realizado para pesquisa. Joseline da Silva Alves, 2019.

Figura 13: Carta de Fragilidade Emergente da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB.



A classe de fragilidade fraca ocupa aproximadamente 30% da área da bacia hidrográfica e comparada com a carta de Fragilidade Potencial, corresponde as classes muito fraca e fraca fragilidade.

A fragilidade fraca ocorre sobre uma área de litologia cristalina, pluviosidade com valores entre 359,1 e 600 mm, presença de relevo planáltico com declives que variam entre o plano e suave ondulado, solos e apesar das limitações naturais, permitem seu uso diante do manejo adequado, como é o caso dos Luvisolos Crômicos, Planossolos Nátricos e Neossolos Regolíticos e com um vigor da vegetação variando entre o médio ao alto. Todavia, ao comparar as cartas de Fragilidade Potencial e Fragilidade Emergente nota-se que houve um aumento da fragilidade, suprimindo a classe de fragilidade muito baixa devido a inserção das atividades humanas sobre o espaço, como é o caso da agricultura, pecuária e extrativismo vegetal, sobre a vegetação savânica nativa.

No que se refere a classe de fragilidade muito forte, esta teve sua fragilidade amenizada pela cobertura vegetal, para esses setores da bacia hidrográfica foi classificada do tipo savânica e se faz bastante presente, o que permite uma maior proteção dos solos e conseqüentemente dificulta o desencadeamento de processos erosivos.

Enquanto a classe de fragilidade média ocorre em 64% da bacia hidrográfica, possuindo a maior abrangência assim como na carta de Fragilidade Potencial, de modo que são encontrados principalmente nas porções Oeste, Nordeste e Centro-Sul bacia hidrográfica, ocupado áreas com um relevo planáltico, bem como morros, serras e inselbergs com declividades que varia entre suave ao montanhoso e altimetria entre os 501 a 700 metros. A litologia também é composta por rochas cristalinas, atuando como elemento estabilizador, além de índices pluviométricos que abrangem todos os valores encontrados para a área, todavia com o predomínio da faixa entre os 460-550 mm.

A respeito dos solos, para essa classe foram identificados os Neossolos Regolíticos, Neossolos Litólicos Eutróficos, Luvisolos Crômicos e Vertissolos Hidromórficos, nos quais os dois primeiros apresentam alta fragilidade por sua propensão a erosão, enquanto os últimos possuem fragilidade média, sendo, portanto, mais indicados ao uso agrícola, desde que se faça o manejo adequado. Quanto a cobertura da terra esta varia entre o médio e o baixíssimo vigor evidenciando assim, a fragilidade média.

O Uso e Cobertura da Terra nessa classe de fragilidade destina-se, em sua maioria, para a prática da agricultura e o pastoreio de animais (pequeno e médio porte) que usam a vegetação de formação savânica como fonte de alimento, provocando forte pressão sobre a vegetação nativa.

A classe de fragilidade forte ocorre como uma das menores em representatividade espacial da área de estudo, ocupando apenas 6% do território da bacia hidrográfica, sendo identificada próximos aos afloramentos rochosos e, principalmente, às margens dos cursos d'água em que observa-se uma intervenção humana, seja pela retirada da cobertura vegetal para ceder agricultura, considerando, pois, nessas áreas existe a facilidade do acesso a água para o cultivo, bem como pelo solo, já que os Neossolos Flúvicos podem apresentar uma maior fertilidade dependendo do seu processo de formação (LEPSCH, 2002).

Outro fator que determina a alta fragilidade nessas porções da área são os assentamentos humanos, que em sua maioria, ocorrem próximos aos corpos d'água gerando pressões sobre esses ambientes por meio da destinação inadequada de resíduos sólidos e líquidos, assim como a supressão da cobertura vegetal podendo levar a processos como, por exemplo, maior erodibilidade do solo e consequentemente, assoreamento dos corpos hídricos.

6.2 PROPOSTA DE ZONEAMENTO SOCIOAMBIENTAL PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAPEROÁ, PB.

A partir das informações contidas nas cartas de fragilidade foi possível, reunir e analisar os aspectos físico-naturais, bem como os seus atuais estágios de uso e através dessas informações identificar as fragilidades e vocações dos elementos que compõem a bacia hidrográfica do rio Taperoá.

Dessa maneira, foi tomada a carta de Fragilidade Emergente como base para a identificação das unidades de paisagem da bacia hidrográfica, visto que esta reúne tanto as informações dos aspectos físicos-naturais quanto os socioeconômicos e por consequência, auxiliando na delimitação das zonas socioambientais visando a utilização mais adequada desses espaços considerando seus indicativos de potencialidades ou fragilidade, o que possibilita o uso mais otimizado dos recursos

naturais da bacia hidrográfica do rio Taperoá, como pode ser observado na TABELA 10.

Diante do exposto, foram identificadas cinco zonas socioambientais: Zona de Proteção Legal, Zona de Conservação e Uso Controlado, Zona Especial, Zona Proteção Prioritária e Zona de recuperação, como podem ser observadas na FIGURA 14. A nomeação das zonas socioambientais identificadas teve como base as informações sobre as fragilidade e/ou potencialidades em consonância com os tipos de Uso e Cobertura da Terra encontrados na bacia, de modo a apontar quais delas se sobressaíam sobre cada área delimitada, como base nos trabalhos de Cunico (2007) e Almeida (2012).

6.2.1 Zona de Proteção Legal.

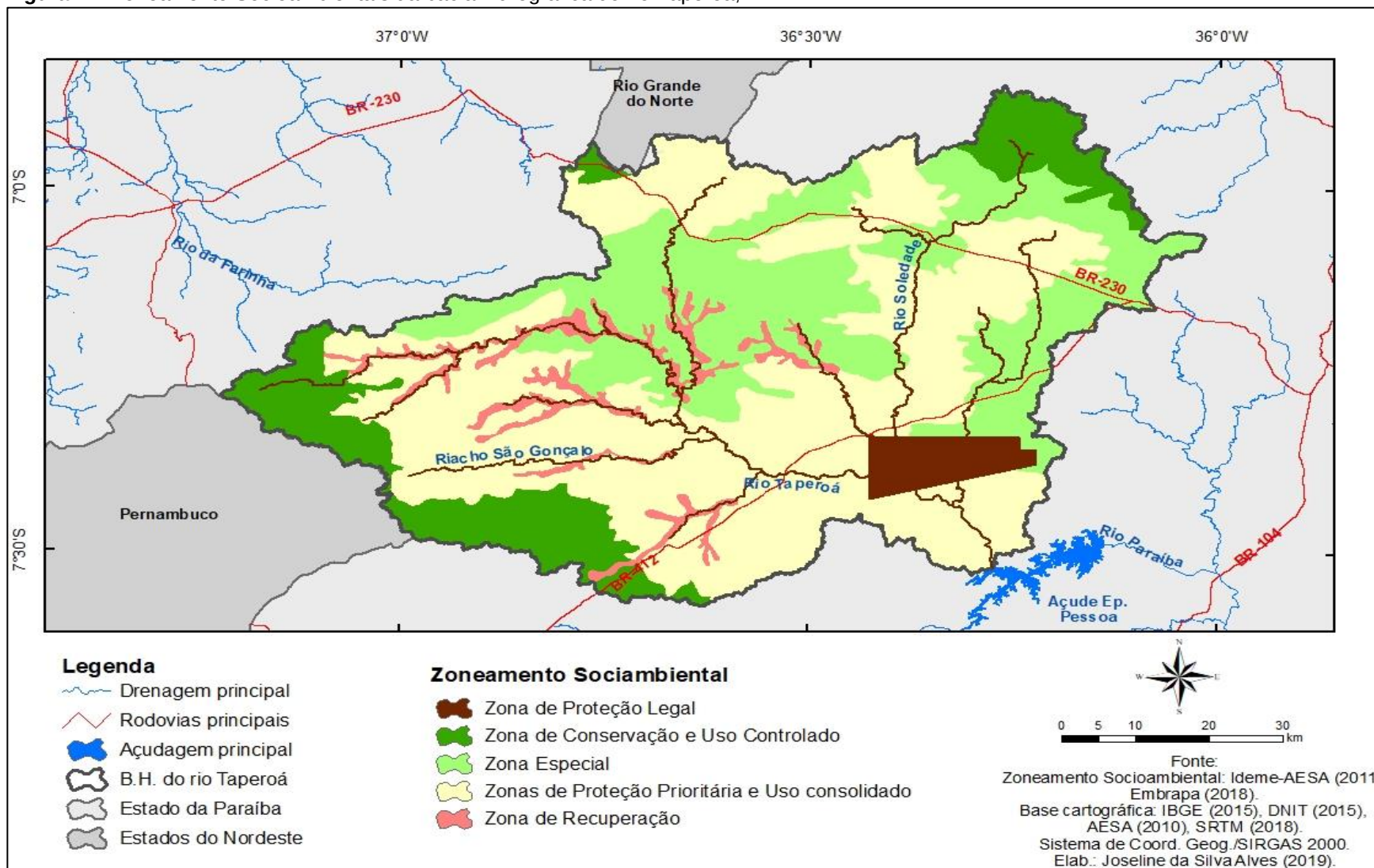
Corresponde as áreas protegidas por lei, seja na esfera Federal, Estadual ou municipal.

De acordo com a Lei nº.12.651/2012, para a região da bacia hidrográfica são protegidas as áreas classificadas com APP (Áreas de Proteção Permanente), sendo aquelas cobertas ou não por vegetação nativa com intuito de proteger e garantir a estabilidade dos recursos físicos-naturais, bem como o bem-estar da população. De acordo com mesma lei, são áreas de APP, tanto em zona urbana ou rural as faixas marginais de qualquer curso hídrico.

Tabela 10: Síntese do Zoneamento Socioambiental

Zonas Socioambientais	Área Km2	Geomorfologia	Geologia	Solos	Pluviosidade	Vigor da Vegetação	Uso e Cobertura da Terra	Fragilidade potencial	Fragilidade Emergente
Zona de Proteção Legal	155,149	Superfície do planalto	cristalina	Afloramento de rochas e Neossolos flúvicos, Luvisolos Crômicos	356,1-732,6	Baixíssimo e baixo vigor	Formação savânica, pastagem e mosaico agricultura-pastagem	Forte e médio	Forte
Zona de Conservação e uso controlado	768,632	Chapada e plâtos, colinas dissecadas e morros baixos, Inselbers, Planaltos	Formação campos novos e litologia cristalina	Luvisolos crômicos; Neossolos Litólicos eutróficos e Neossolos Regolíticos	Todos os valores	Predomínio do alto vigor	Mosaico de agricultura-pastagem, pastagem e vegetação savânica	Média e forte	Média com resquícios de forte
Zona Especial	2989,34	Superfície do planalto	cristalina	Planossolos Nátricos, Luvisolos Crômicos e Neossolos Regolíticos	365,1-550	Alto e médio vigor	mosaico agricultura-pastagem e vegetação savânica	Muito fraca e fraca	Predomínio da fraca
Zona de Proteção Prioritária e Uso consolidado	1632,67	Planalto, inselgers, morros baixos e serras baixas	Depósitos colúvio-eluvial e litologia cristalina	Planossolos Crômicos, Neossolos Litólicos eutróficos, Neossolos Regolíticos, Luvisolos Crômicos e Vertissolos Hidromórficos	365,1-640	Médio e baixo vigor	Predomínio de mosaico agricultura-pastagem, pastagem e poucas áreas com cobertura savânica	Média e fraca	Fraca e média
Zona de Recuperação	283,927	Superfície do planalto	cristalina	Neossolos Flúvicos	365,1-550	Apresenta vigores baixo próximo as áreas urbanas agricultáveis e o alto vigor associado espécies exóticas.	Presença de núcleos urbanos, mosaico de agricultura-pastagem e vegetação savânica	Média	Forte

Figura 14: Zoneamento Socioambientais da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB.



Enquanto na esfera Estadual, encontra-se na porção sul da bacia hidrográfica a APA (Área de Proteção Ambiental) do Cariri, criada pelo Decreto nº. 25.083/2004 (PARAÍBA, 2004), e que se localiza no território dos municípios de Cabaceiras, Boa Vista e São João do Cariri (FIGURA 15).

A APA do Cariri tem como objetivo a conservação da vegetação remanescente de Caatinga e Mata Serrana, assim como a preservação dos recursos hídricos, sítios arqueológicos, paleontológicos, monumentos naturais, além de incentivar o turismo ecológico, a educação ambiental, visando a sustentabilidade dos recursos naturais e qualidade de vida para a população da região.

Figura 15: APA do Cariri apresentando a forte presença de afloramentos rochosos.



Fonte: Trabalho de campo, Município de Cabaceiras, novembro de 2019

A Zona de Proteção Legal apresenta uma fragilidade classificada como forte em decorrência de possuírem solos rasos e bastante suscetíveis a processos erosivos e de salinização, declividades variantes, sendo acentuadas nas cabeceiras de drenagem e, majoritariamente, um baixo vigor da vegetação nas adjacências dos corpos hídricos dado seu uso, principalmente, pela agricultura e pastagem.

Na região da APA do Cariri foi identificada uma declividade suave ao forte ondulado e índices pluviométricos que variam entre 365,1-460 mm, também com presença de solos rasos, e destaque para os afloramentos rochosos que contribuem com a formação nas áreas de bordas de uma vegetação de vigor mais alto dado o acúmulo de água provindo das superfícies impermeáveis dos lajedos durante os episódios de precipitação. Nesses casos, a fragilidade forte dá-se pela necessidade de proteção/manutenção desses sistemas físico-naturais.

Como potencialidades para essa zona da bacia hidrográfica tem-se nas áreas marginais aos rios/riachos atividades que prezam pela conservação da cobertura vegetal, como atividades agroflorestais que possibilitem retorno econômico e ambiental, como também o equilíbrio dos recursos hídricos.

Dentro das limitações impostas pelas leis que a regem e de suas características físico-naturais, para esta zona não são recomendadas as práticas agrícolas ou pecuárias e/ou ocupação humanas que possam impactar negativamente o local, sendo portanto mais indicadas o reflorestamento nas áreas de APP, recuperação de áreas degradadas, proteger as áreas de nascentes, preservação dos resquícios de vegetação nativa, ampliar o sistema de coleta e tratamento do esgotamento sanitário e de resíduos sólidos, incentivar projetos que visem a biotecnologia, como por exemplo, o biogás e o adubo orgânico e as práticas agroecológicas, produção de agricultura perene com o objetivo de manter o solo protegido das intempéries climáticas, promover a pesquisa científica e o turismo ecológico, se valendo da beleza cênica dessas áreas, que podem levar ao desenvolvimento local buscando equilibrar o econômico sem agredir o meio ambiente.

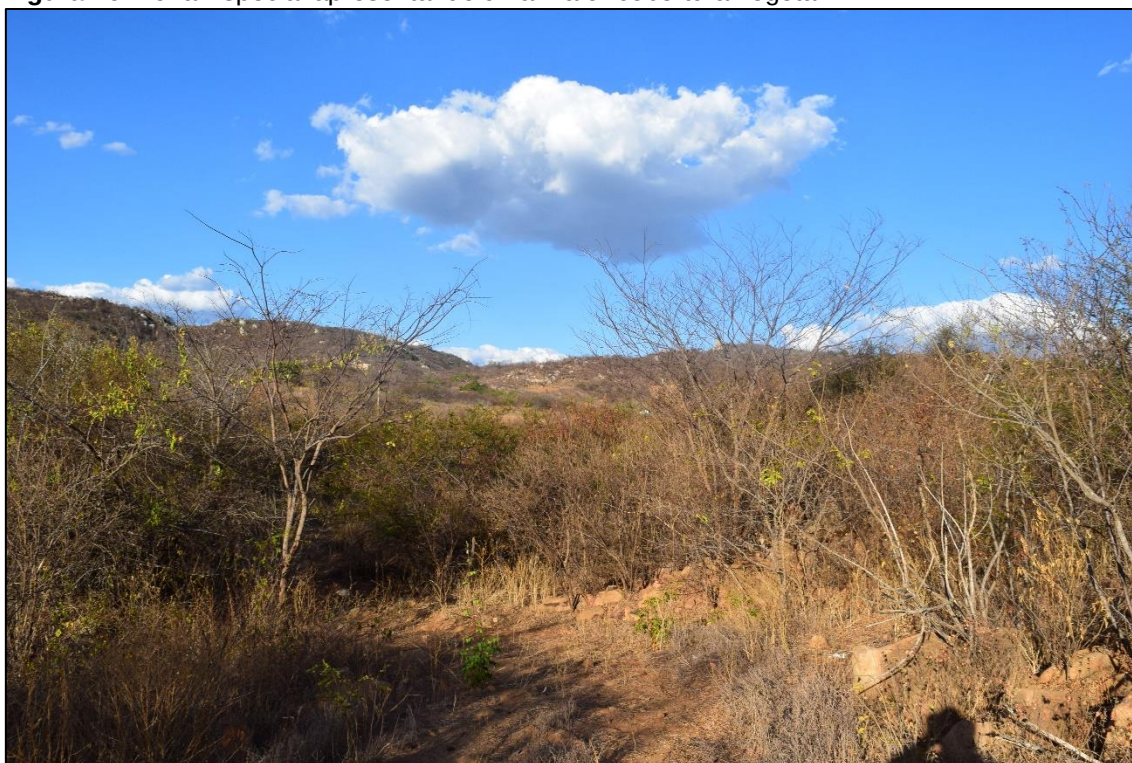
Considerando pois, a beleza natural dessas áreas há uma proposta de criação do Geoparque do Cariri. Esse Geoparque deve se localizar nos territórios dos municípios de Cabaceiras, Boa Vista, Boqueirão e São João do Cariri, de modo a possuir uma área de aproximadamente 2.002 Km² incluído a região onde atualmente se encontra a APA do Cariri (CPRM, 2018).

O Geoparque do Cariri possui além de uma beleza cênica formada pelos inúmeros afloramentos rochosos, a Bacia Sedimentar de Boa Vista com seus depósitos fossilíferos vegetais, um potencial paleontológico e arqueológico, já que foram identificados na região sítios arqueológicos com artes rupestres e registros de fósseis de animais da megafauna, como também atratividade turística (GEOPARQUE CARIRI PARAIBANO, 2020).

6.2.2 Zona Especial

São as áreas que possuem aspectos tanto físico-natural quanto de uso, combinados em uma fragilidade baixa, pois tem um bom equilíbrio dinâmico e apresentam as maiores possibilidades de uso sob a condição de se utilizar técnicas para evitar o aumento da fragilidade na área (FIGURA 16).

Figura 16: Zona Especial apresentando uma maior cobertura vegetal.



Fonte: Trabalho de campo. Município de Taperoá, novembro de 2018.

A Zona Especial encontra-se distribuída na porção central a leste do planalto com predomínio de declividades planas e suaves. Sua geologia é cristalina, pluviosidade é baixa e seus solos são rasos e mal drenados, e a vegetação apresenta variação entre o médio e o alto vigor, este último sendo remanescente da vegetação nativa e divide espaço com desenvolvimento da agricultura e pastagem.

Esta zona apresenta como potencialidade uma maior presença de cobertura vegetal o que favorece a existência de maior variedade da fauna e flora nativa importantes para o equilíbrio ambiental e hídrico local, tornando-se oportuno para a criação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN), além de indicadas

para a produção familiar, sendo mais indicadas aquelas voltadas para cultivos anuais e a pecuária extensiva.

Para esta zona, são recomendados a preservação e recuperação da vegetação nativa, incentivo a criação de RPPN e corredores ecológicos, recuperação das áreas degradadas, prestação de serviços ambientais, apoio técnico para dá suporte no manejo dos solos, utilização de técnicas de irrigação considerando a aptidão do solo para evitar o processo de salinização do solo ou erosão, a utilização da terra em concordância com práticas agrícolas que visem o manejo adequado do solo, práticas agrícolas anuais, pecuária extensiva, pesquisa científica e o turismo.

6.2.3 Zona de Proteção Prioritária e Uso Consolidado

São as unidades da bacia hidrográfica na qual é observada uma forte intervenção antrópica sobre o meio caracterizado pelo uso consolidado das atividades, principalmente aquelas voltadas para a agricultura e pecuária e com baixa cobertura vegetal e por isso apresentam fragilidade média, como visto na FIGURA 17.

Figura 17: Zona de Proteção Prioritária e Uso Consolidado com forte presença da ação humana.



Fonte: Trabalho de campo. Município de São João do Cariri, novembro de 2018.

Essas são as áreas de maior abrangência na bacia hidrográfica, encontradas na sua região central se estendendo pela superfície do planalto como também incorporando as áreas de morros e serras com declividades planas a onduladas sobre rochas cristalinas e sedimentares, esta última localizada ao norte da bacia hidrográfica. Apresenta um baixo índice pluviométrico e sendo composta por solos rasos.

Em função do atual uso dessa zona, a mesma apresenta potencial para a agricultura e a pecuária desde que se respeite os limites de recuperação dos recursos físicos-naturais existentes, principalmente o manejo adequado do solo já em uso.

Logo, são recomendados para essa zona a recuperação das áreas danificadas, estimular o reflorestamento e preservação a vegetação nativa, uso de serviços ambientais, criar e melhorar o sistema da coleta de esgoto e resíduos sólidos, estimular a formação de cooperativas de catadores de resíduos sólidos, apoio técnicos para os pequenos produtores, incentivo à produção agroecológico, bem como a agricultura de sequeiro e a pecuária extensiva, parceira entidades de pesquisa e a iniciativa privada com o intuito de trazer projetos que auxiliem a população local no desenvolvimento ambiental, social, econômico e o turismo.

6.2.4 Zona de Recuperação.

São as zonas de grande importância socioambiental, porém devido o seu atual estágio de uso, necessitam ser recuperadas tendo em vista o equilíbrio socioambiental e apresentam fragilidade entre média e forte, como pode ser observado na FIGURA 18.

São encontradas na região na superfície do planalto, com declividade entre o plana e ondulada e geologia cristalina. A pluviosidade nessa zona é baixa e apresenta todos vigores de vegetação, desde o baixo até alto vigor, no qual é observado o predomínio do baixo vigor próximo as áreas urbanas e áreas destinadas à agricultura e pastagem, enquanto que o alto vigor nos locais associados presença de espécies exóticas, como é o caso da algaroba (*Prosopis juliflora*).

Figura 18: Zona de Recuperação com a forte retirada da vegetação marginal.



Fonte: Trabalho de campo. Município de Cabaceiras, novembro de 2018.

A ocupação humana e o desenvolvimento da agropecuária se tornam inviáveis em grande parte da bacia hidrográfica, justificadas pela ausência de áreas como solos de fertilidade e a presença de água necessária para diversas atividades, o que leva a ocupação principalmente às margens, cursos d'água, na qual as condições anteriormente citadas são mais facilmente encontradas. Porém, a aplicação de tais atividades nesses locais pode aumentar a fragilidade local por meio da retirada da vegetação marginal contribuindo para entrada excessiva de sedimentos, bem como a deposição de efluentes domésticos que podem alcançar os cursos fluviais.

Nessas zonas são recomendadas práticas agroflorestais que evitem o aumento da exposição e carreamento do solo, assim como a adoção do reflorestamento a fim de recuperar os danos já causados.

6.2.5 Zona de Conservação e Uso Controlado

São as áreas que possuem fragilidade média e de grande valor ambiental. Seu uso deve ser controlado ao considerar sua importância para a manutenção do bom

funcionamento dos sistemas físicos-naturais e da qualidade social, conforme mostra a FIGURA 19.

Encontram-se assentados sobre rochas cristalinas, sobre um relevo acentuado, majoritariamente alto e os maiores índices pluviométricos localizados a oeste da bacia hidrográfica e com presença de solos rasos. Nessas zonas uma vegetação de vigor maior acompanhados de atividades que mesclam agricultura e pastagem, além de áreas dedicadas a criação de animais fato que acaba por contribuir para maior exposição dos solos e o desencadeamento de processos erosivos.

A Zona de Conservação e Uso Controlado apresenta como potencialidade uma maior cobertura vegetal justificada, em alguns setores, pela dificuldade de acesso por serem as áreas mais altas da bacia hidrográfica. Nessas zonas existe o potencial para o desenvolvimento de atividades agrícolas perenes com objetivo da constante cobertura do solo.

Figura 19: Zona de Conservação e Uso Controlado apresenta um forte cobertura vegetal em virtude do relevo mais acentuado.



Fonte: Trabalho de campo. Município de Desterro, novembro de 2018.

As recomendações para a Zona de Conservação e Uso Controlado estão entre estimular o reflorestamento e a recuperação das áreas degradadas, preservar a vegetação nativa, evitar expandir as áreas de nascentes, a criação de corredores

ecológicos e de serviços ambientais, incentivar a criação de RPPN tendo em vista a sua importância ambiental, promover a assistência técnica para os pequenos produtores, incentivar a produção agroecológica, evitar atividades que venham a deixar o solo exposto as intempéries climáticas, integração lavoura-pecuária-vegetação, como foco no cultivo de espécies frutíferas que se adequem a realidade ambiental da região, como por exemplo, o umbu (*Spondias tuberosa*) para manter o solo sempre protegido, além do turismo ecológico.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos dados adquiridos, pode-se perceber que na bacia hidrográfica do rio Taperoá são identificadas cinco classes de Fragilidade Potencial (Muito Fraca, Fraca, Média, Forte e Muito Forte), enquanto para a Fragilidade Emergente foram identificadas apenas três (Fraca, Média e Forte), de modo que na referida bacia hidrográfica há o predomínio da classe média para a Fragilidade Potencial, tendo em vista a fragilidade mediana dos elementos físicos-naturais; e para a Fragilidade Emergente, a classe predominante também foi a classe média caracterizada pela presença de atividades como a agricultura e pecuária, vindo a acarretar o desencadeamento de processos que aumentam a fragilidade da área.

A metodologia utilizada na identificação das fragilidades da bacia hidrográfica apresentou-se satisfatória, pois permitiu correlacionar as informações físicos-naturais com o Uso e Cobertura da Terra e quando analisados de forma integrada, permite a visualização de unidades de paisagem que se individualizam pela interação entre seus componentes.

Assim, de acordo com a realidade ambiental da bacia, determinados elementos tendem a se sobressair como os solos e a declividade, sendo estes importantes na identificação dos setores mais propensos a processos erosivos e que levam a limitações do seu uso a fim contribuir efetivamente para a identificação, delimitação e análise das zonas socioambientais.

Portanto, foram identificados na bacia hidrográfica do rio Taperoá cinco zonas socioambientais: Zona de Proteção Legal, Zona de Conservação e Uso Controlado, Zona Especial, Zona Proteção Prioritária e Zona de Recuperação.

Quanto as zonas identificadas deve-se destacar a Zona Especial, por ter apresentado as melhores condições de Uso e Cobertura da Terra, pois nela são encontrados os solos menos frágeis e um relevo mais suave, mas ainda assim, necessita ser utilizada com cautela para que não haja o aumento da fragilidade dessa zona, orientando-se a sua utilização para atividades de agroecológicas que visem minimizar o risco de degradação da área.

Em relação a Zona de Recuperação, esta se apresenta como aquela que possui a maior fragilidade da bacia hidrográfica devido ao uso intenso que ocasionou a supressão de grande parte da sua cobertura vegetal essencial para a manutenção

do bom funcionamento da dinâmica hídrica da bacia hidrográfica, em contrapartida, existe a necessidade de conservá-la, de forma que se priorize alternativas com a intenção de recuperar sua função ambiental e, ao passo que permita seu uso pela população local como possibilidade de geração de renda.

Ainda nesse contexto, retoma-se mais uma vez a importância desses estudos da bacia hidrográfica do rio Taperoá tanto no sentido de buscar conhecer melhor a dinâmica natural ali executada, tendo como intuito fornecer subsídio para o pleno desenvolvimento de sua dinâmica ambiental, como também refletir acerca de mecanismos que visem minimizar os impactos negativos oriundos da ação humana sobre essa porção do espaço geográfico, sobretudo ao considerar a importância dessa bacia hidrográfica no sistema de abastecimento hídrico regional.

Sendo assim, a partir da correlação das informações tanto dos aspectos físicos-naturais quanto socioeconômicos, possibilitou-se a individualização da paisagem da bacia hidrográfica que contribui para a identificação das zonas socioambientais, provenientes da integração dos elementos constituintes e assim, propiciar uma melhor compreensão dos impactos oriundos das diferentes formas de uso em cada setor da bacia hidrográfica do rio Taperoá, de modo que se possa conciliar não apenas a manutenção do equilíbrio ambiental, mas também possibilite o desenvolvimento socioeconômico da área de estudo em questão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. **Os sertões: a originalidade da Terra**. Ciência Hoje Vol.3, nº18. 1992. p.5-13.

AESA, Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Comitê da Bacia hidrográfica do rio Paraíba**, 2010.

AESA, **Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba**, 2011.

ALCANTRA, V. C., TORRES, F. S de M., LIMA, E. de A. M. SILVA, E. P. da. Torres, Fernanda Soares de Miranda. Evolução Geológica do Estado da Paraíba. In: TORRES, F. S de M, SILVA, E. P. **Geodiversidade do estado da Paraíba** – Recife: CPRM, 2016.p. 164.

ALMEIDA, J. D. M. de; SOUZA, J. O. P. de. Processos fluviais em terras secas: uma revisão. **OKARA: Geografia em debate**, v.9, n.1, 2015 p. 108-122.

ALMEIDA, N. V. **Ordenamento territorial geoambiental da bacia hidrográfica do rio Taperoá, semiárido paraibano**. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense Niterói.2012.

AMARAL, R., ROSS, J. As Unidades Ecodinâmicas na análise da fragilidade ambiental do Parque Estadual do Morro do Diabo e entorno, Teodoro Sampaio/SP. GEOUSP: **Espaço E Tempo (Online)**, (26), 2009, p. 59-78.

AMORIM, R. R.; OLIVEIRA, R. C. de. As unidades de paisagem como uma categoria de análise geográfica: o exemplo do município de São Vicente-SP. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, **20** (2): 177-198, DEZ. 2008.

BALLÉN, L. A. C., SOUZA, B. I de, LIMA, E.R.V de. Análise Espaço-Temporal Da Cobertura Vegetal na Área de Proteção Ambiental do Cariri, Paraíba, Brasil ISSN: 1984-8501 Bol. **Goiás. Geogr. (Online)**. Goiânia, v. 36, n. 3, p. 555-571, set./dez. 2016.

BARBOSA, H. A., LAKSHMI, T.V. K., PARADES, F. ELLIOT,S., AVUGA, J.G Avaliação da resposta da Caatinga à seca usando o Índice de Vegetação por Diferenças Normalizadas Meteosat-SEVIRI (2008–2016) **Revista ISPRS de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto**, Volume 148 , p. 235-252Fevereiro de 2019 .

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1950.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. Caderno de Ciências da Terra. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, n. 13, 1972. R. **RA´E GA**, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 1972.

BOLÓS, M. C. Problemática Actual de los Estúdios de Paisaje Integrado. **Revista de Geografia**, Barcelona, v.15, 1-2, 1981.p. 45-68.

BRACKEN, L. J.; WAINWRIGHT, J., Equilibrium in the balance? Implications for landscape evolution from dryland environments. **Geological Society**, London, special publications, v. 296, p.29-46, 2008.

BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 704p.

BRASIL, **Decreto 4.297** Regulamenta o art. 9o, inciso II, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. Brasília, 2002.

BRASIL. LEI Nº 12.651. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**, Brasília, 2012.

CAMPOS, R. R.de. Visão de Vidal de La Blache a respeito de Friedrich Ratzel. **Sociedade e Natureza**.Uberlândia, 26 (3):, set-dez.2014. p.419-432.

CARVALHO, M. G. R.F. **Estado da Paraíba: classificação geomorfológica**. João Pessoa. Editora Universitária-UFPB, 1982. p. 72.

CAVALCANTI, L de S. **Cartografia das Paisagens: fundamentos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. pp 95.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ª Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980, pp 631.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgar Blüncher, 1999. p. 35-50.

CHRISTOFOLETTI, A. L. H. Sistemas dinâmicos: A abordagem da Teoria do Caos e da geometria fractal em Geografia. In: VITTE, A. C. & GUERRA, A. J. T. (org.) **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 2004.

CIRILO, J. A. **Políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido**. Estudos avançados 22 (63), 2008. p. 61-82.

CLAVAL, P. **Epistemologia da Geografia**. 2 ed. ver.-Florianópolis: Ed. da UFSC, 2014. p. 255-319.

COELHO, M. C. N. Impactos ambientais em áreas urbanas: teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. da. **Impactos ambientais Urbanos no Brasil**. 4 ed. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2006, p. 19-46.

CORREA, A.C.B; TAVRES, B.A.C; MONTEIRO, K.A; CAVALCANTI, L.C.S; LIRA, D.R. Megageomorfologia e Morfoestrutura do Planalto da Borborema. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, 2010.

CPRM-Companhia de Recursos Minerais. **Geologia e Recursos Minerais do Estado da Paraíba**. (Org.) SANTOS, E. J dos; FERREIRA, C. A., SILVA JUNIOR, J. M. F. - Recife: CPRM 2002. p.142.

CPRM – Companhia de Recursos Minerais. **GEOBANK -Banco de Dados Geológico da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais**. Serviço Geológico do Brasil. Disponível em: Acesso em: 16 de fev. de 2018.

CPRM- Companhia de Recursos Minerais. **Proposta de Geoparques- Volume II (Relatórios Inéditos)** 2018. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/20244>. Acesso em 25/03/2020.

CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

CUNHA, S. B. da. Geomorfologia Fluvial, in: **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 8ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. pp 211-252.

CUNICO, C. **Zoneamento ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi-PR: perspectivas para a análise e avaliação das condições socioambientais**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós Graduação em Geografia. Setor de Ciências da Terra/UFPR. Curitiba. 2007, p. 193.

CUNICO, C. **Do risco à adaptação: a identificação da vulnerabilidade socioambiental de Curitiba – PR**. Tese (Doutorado) Pós-Graduação em Geografia, Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná. 2013. 238.

DEMARCHI, J. C.; PIROLI, E. L.; ZIMBACK, C. R.L. 234. Análise Temporal do uso do solo e comparação entre os Índices de vegetação NVDI e SAVI no município de Santa Cruz do Rio Pardo – SP usando imagens Landsat-5. **RA'E GA** 21 ISSN: 2177-2738 Departamento de Geografia -UFPR (2011), p. 234-271.

DEMO, Pedro. “Demarcação Científica”. In: **Metodologia científica em ciências sociais**.” São Paulo: Atlas, 1995; pp. 16 - 40.

DIAS, R. L., PEREZ FILHO, A. Novas considerações sobre geossistemas e organizações espaciais em geografia. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, 29 (3): 409-421, set/dez/2017.

DINIZ, M T. M., OLIVEIRA, A. V. L. C. de. Mapeamento das unidades de paisagem do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. ISSN: 1984-8501 Bol. **Goiás. Geogr.** (Online). Goiânia, v. 38, n. 2, p. 119-141, maio/ago. 2018.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 5ªed. 2018.

FÁVERO, O. A. NUCCI. J. C. de BIASE. M. Unidades de paisagem e zoneamento ambiental: subsídios para a gestão da Floresta Nacional de Ipanema – Iperó/SP. R. **RA'E GA**, Curitiba, n. 14, p. 35-53, 2007.

FERREIRA, A, G; MELLO, N. G. S. Principais sistemas atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, Vol. 1, N° 1. Dezembro – 2005.

FIERZ, M. M. **As abordagens sistêmicas e do equilíbrio dinâmico na análise da fragilidade ambiental do litoral do estado de São Paulo: contribuições à geomorfologia das planícies costeiras**. Tese de doutorado. FFLCH/USP. São Paulo. 2008, p. 410.

FIERZ, M. M. A teoria do equilíbrio dinâmico em geomorfologia. **Geosp – Espaço e Tempo** (Online), v. 19, n. 3 ISSN 2179-0892, 2016. p. 605-629.

FLORIANO, E. P. **Planejamento Ambiental**, Caderno Didático nº 6, 1ª Ed. Santa Rosa, 2004. p. 54.

FORTES, E.; OLIVEIRA, R. B. de; VOLKME, S.; COUTO, E. V. do. Unidades Morfodinâmicas e Planejamento Ambiental Urbano: O Caso Da Bacia Do Ribeirão Morangueira – Maringá. **Bol. Geogr., Maringá**, v. 28, n. 1, 2010 p. 29-41.

GARDIMAN JUNIOR. B. S.; MAGALHÃES, I. A; L.; FREITAS, C. A. A. de; CECÍLIO, R. A. **Ambiência** - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais V. 8 N. 1 Jan./Abr. 2012.

GEOPARQUE CARIRI PARAIBANO. Disponível em: <https://geoparquecariri.org.br/>. Acesso em 25/03/2010.

GOMES, R. D.; ESPINDOLA, C. R.; Interdisciplinaridade sistêmica e estudos geográficos ambientais. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, n. 16, p. 95-114. Jun./Dez. 2007.

GRABOIS, J. MARQUES, M. I. M. SILVA, A organização do espaço no baixo vale do Taperoá: uma ocupação extensiva em mudança. **Revista brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro. 53 (4): 81-144 out./dez. 1991.

GRAF, W. L. **Fluvial Process in Dryland Rivers**. Caldwell: The Blackburn Press, 1988.

GUERRA, A. J. T; MARÇAL, M. dos S. **Geomorfologia ambiental**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010, pp. 192.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 6ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008, pp. 652.

HARTSHORNE, R. **Propósitos e Natureza da Geografia**. São Paulo: Hucitec/Universidade de São Paulo, 1978.

HOMAYOUNIA, S.; MCNAIRNB, H.; HOSSEINIC, M.; JIAOB, X., POWERSD, J. Quad and compact multitemporal C-band PolSAR observations for crop characterization and monitoring. **Int J Appl Earth Obs Geoinformation** v.74. pag 78–87 de 2019.

Huete A. R. A. Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI). **Remote Sensing of Environment** 1988. 25:295-309.

IBGE. **Manual técnico de Geomorfologia**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro, 2009.p.182.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Manuais Técnicos de Geociências, Rio de Janeiro: 2 ed. 2012. p, 271.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias**. Coordenação de Geografia. - Rio de Janeiro: IBGE, 2017. p, 82.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Censo demográfico, 2010. Disponível em:<http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados_divulgados/index.php?uf=25> Acesso em: 26/05/2019.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 5. ed. São Paulo: Editora Perspectiva S.A, 1970.

LA BLACHE, P.V. de. Geografia Geral: Os Gêneros de vida na Geografia Humana. **Annales de Geographia**. nº 111. 1911.p, 113-130.

LAGES, G. de A.; BRASILINO, R. G.; MIRANDA, A.W. A.; MARINHO, M. de S.; MEDEIROS, V. C. Caracterização geoquímica dos ortognaisses do complexo Cabaceiras (CCB), no domínio Alto Moxotó, NE do Brasil. In: **Anais, CPRM**, Ouro Preto, MG., 2009.

LAKATOS, Eva Maria. Técnicas de pesquisa. In: _____. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2003. Pp. 174 - 214.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 178 p. 2002.

LIMA, C. O., OLIVEIRA, R. C. de. Proposta de zoneamento geoambiental para o município de Caraguatatuba – SP. **Geosul**, Florianópolis, v. 33, n. 67, p. 140-161, mai./ago. 2018.

LIMA, E. L. de. O mito do fator geográfico no discurso ambiental geográfico. **Mercator**, fortaleza, v. 14, n. 3, p. 109-122, set./dez. 2015.

MASSA, E. M.: ROSS, J. S. Aplicação de um modelo de fragilidade ambiental relevo-solo na Serra da Cantareira, bacia do Córrego do Bispo, São Paulo-SP. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, V. 24, 2012, p. 57-79.

MATHEWSON, K., SEEMANN J. A geografia histórico-cultural da Escola de Berkeley:um precursor ao surgimento da História Ambiental. **Varia Historia**, Belo Horizonte, vol. 24, nº 39: p.71-85, jan/jun 2008.

MATTOS, S. H. V. L de; PEREZ FILHO, A., **Complexidade e Estabilidade em Sistemas Geomorfológicos: uma introdução ao tema**. Revista Brasileira de Geomorfologia, A. 5, Nº1 11-18, 2004.

MAXIMIANO, L. A. Considerações sobre o conceito de paisagem. **Ra'ega**, Curitiba: Departamento de Geografia da UFPR, v.8, 2004.

MELO, M. A. **Adoção de indicadores geoambientais como instrumento de avaliação e monitoramento do Zoneamento Ecológico Econômico no Brasil**. Tese (Doutorado). PPGGF/FFLC-UPS. 2016.

MENDONÇA, F. **Território e Paisagem**: uma articulação moderna conflituosa. In: FRAGA, N. C. (Org.). **Territórios e Fronteiras: (Re) Arranjos e Perspectivas**. Florianópolis: Insular, 2011.

MENDONÇA, F; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MOREIRA, R. **Geografia e práxis**: a presença do espaço na teoria e na prática geográfica.-São Paulo: Contexto, 2012 p. 15-46.

MOREIRA, R. **O pensamento geográfico brasileiro**, vol 1: as matrizes clássicas originárias-2 ed. 3ª reimp.- São Paulo: Contexto, 2015, p.13-37.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 421p.

NOVO, E. M. L. de M. Ambientes fluviais. In: FLORENZANO, T. G. (org). **Geomorfologia**: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo. Oficina de textos, 2008. pp. 219-246.

OKIN, G. S, HERAS, M. M-D L, SACO, P. M, THROOP, H. L, VIVONI, E. R, PARSONS, A J, WAINWRIGHT, J. E PETERS, D. P Conectividade em paisagens de terras áridas: conceitos de mudança de interações espaciais. **Front Ecol Environ**, 13: 20-27. 2015.

PARAÍBA. **Decreto nº 25.083**, de 08 de junho de 2004. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental do Cariri. Diário Oficial do Estado da Paraíba. Publicado no Diário Oficial do Estado da Paraíba, 08 de Junho de 2004.

PEREZ FILHO, A.; QUARESMA, C.C. Ação antrópica sobre as escalas temporais dos fenômenos geomorfológicos. In: **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, nº. 3, p. 83-90, 2011.

PRADO, D. E. As caatingas da América do Sul. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. da (Ed.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Universitária da UFPE, 2003. Cap. 1. p. 3-73. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/203/_arquivos/5_livro_ecologia_e_conservao_da_caatinga_203.pdf>. Acesso em: 14 maio 2018.

MAPBIOMAS-**Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do solo no Brasil** Disponível em: <<http://mapbiomas.org/pages/atbd-steps>>. Acesso em 04/04/2019 às 9:30.

RATZEL, F. O solo, a Sociedade e o Estado. R. **Revista do Departamento de Geografia**; n.º 2 FFLCH/USP, 1983. (Publicada em 1986).

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da. A Classificação das Paisagens a partir de uma visão Geossistêmica. **Mercator** - Revista de Geografia da UFC, ano 01, número 01, 2002.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. **Revista do departamento de Geografia**, nº 8, FFLCH/IUSP, São Paulo. 1994.p.63-74.

ROSS, J. L. S. – Análises e sínteses na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. **Revista do Departamento de Geografia/ FFLCH/USP**, nº 9, p. 65-75,1995.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 6 ed. São Paulo: Contexto, 2001, pp. 84

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: Subsídio para o planejamento ambiental**. São Paulo: oficina de Textos, 2009, pp. 205a.

ROSS, J. L. S. Geografia e as transformações da natureza: relação sociedade-natureza. In: LEMOS, A. I. G. de; GALVANI, E. **Geografia, tradições e perspectivas: interdisciplinaridade e representações**. 1 ed. Expressão Popular. São Paulo, 2009. p. 119-158b.

ROSS, J. L.S; FIERZ, M. de S. M; AMARAL, R do. Da Ecodinâmica à Fragilidade Ambiental: subsídios ao planejamento ambiental. In: LEMOS, A. I. G. de; ROSS, J. L. S; LUCHIARI, A. (org) **America Latina: Sociedade e Meio Ambiente**. 1 ed. São Paulo: Expressão Popular. 2008. p.288.

SANT' ANNA NETO, J. L. Clima e organização do espaço. **Boletim de geografia. Estadual de Maringá**. Departamento de Geografia. Ano 16 – nº 1 – 1998.

SANTOS, J. de O.; SOUZA, M. J.N.de S. Abordagem geoambiental aplicada à análise da vulnerabilidade e dos riscos em ambientes urbanos. ISSN: 1984-8501 Bol. **Goia. Geogr.** (Online). Goiânia, v. 34, n. 2, p. 215-232, maio/ago. 2014

SANTOS, M. **Metamorfose do espaço habitado: fundamentos teóricos e metodológicos da Geografia**. 6ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008, p.127.

SANTOS, M. Espaço e Método. 5 ed., 2 reimp.-São Paulo: **Editora da Universidade de São Paulo**, 2014. p. 120.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de textos, 2004, pp. 71-106.

SANTOS, M. C. **Solos do semiárido do Brasil. Pernambuco**: Crea, 2017. 60 p. (Cadernos do semiárido). Disponível em: <[http://www.creape.org.br/portal/wp-content/uploads/2017/05/Caderno 10 - Solos do Semiárido do Brasil.pdf](http://www.creape.org.br/portal/wp-content/uploads/2017/05/Caderno%2010%20-%20Solos%20do%20Semi%C3%A1rido%20do%20Brasil.pdf)>. Acesso em: 20 maio 2018.

SCHAMA, S. **Paisagem e memória**. Tradução: HILDEGARD, F. São Paulo: Companhia das Letras. 1996. (Original, 1945).

SEABRA, V. da S.; XAVIER, R. A.; DAMASCENO, J.; DORNELLAS, P. da C. Mapeamento do uso e cobertura do solo da bacia do rio Taperoá: região semiárida do

estado da Paraíba. **Caminhos de Geografia Uberlândia** v. 15, n. 50 Jun/2014 p. 127–137 p. 127

SILVA, M. V. R. da; CHAVES, J. M.; VASCONCELOS, R. N. de.; DUVERGER, S. G. Aplicação do índice de vegetação ajustado ao solo-SAVI para a identificação de fragmentos de caatinga em cultivos de Agave sisalana Perrine na região Semiárida do Brasil. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, INPE, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015.

SNELDER, T. H; BIGGS, B. J. F. Multiscale river environment classification for water resources management. **Journal of the american water resources association**. Vol. 38, No. 5. OCTOBER 2002.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo dos geossistemas**. Métodos em Questão. São Paulo, n. 6, 1977. 50p.

SOUZA, B. I. de; SILANS, A. M. B. P. de; SANTOS, J. B. dos. Contribuição ao estudo da desertificação na Bacia do Taperoá. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, DEAg/UFCG, v.8, n.2/3, p.292-298, 2004.

SOUZA, J. O. P. de. Dos sistemas ambientais ao sistema fluvial – uma revisão de conceitos. **Caminhos de Geografia**. Uberlândia v. 14, n. 46 Set/2013 p. 224–233.

SOUZA, J. O. P. de; CORREA, A. A. C. B. Conectividade e área de captação efetiva de um sistema fluvial semiárido: Bacia do Riacho Mulungu, Belém de São Francisco-PE. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, ano 24 n. 2, 319-332, mai/ago. 2012.

SPORL, C. **Análise da fragilidade ambiental relevo - Solo com aplicação de três modelos alternativos nas altas bacias do rio Jaguari-mirim, ribeirão do quartel e Ribeirão da prata**. Dissertação de Mestrado. FFLCH/USP. São Paulo. 2001. p. 165.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambientes fluviais**. 2ed. Florianópolis. Editora da UFSC: Paraná, 1990, pp. 3-24.

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L. de, RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria Da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães – Mg. Sociedade de Investigações Florestais. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.5, p.849-857, 2006.

TORRES, F. T. P; MARQUES NETO, R.; S. de O. **Introdução à Geomorfologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012. pp. 336.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro. IBGE, 1977. p.97.

TROPMAIR, H.; GALINA, M. Geossistemas. **Mercator** - Revista de Geografia da UFC, ano 05, número 10, 2006

TURRA NETO, N. Pesquisa qualitativa em Geografia. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, XVII, 2012, Belo Horizonte/MG. **Anais...**, 2012. Belo Horizonte, 2012. p. 1- 10.

VERDUM, R., VIEIRA, L. de F. dos S., PIMENTEL, M. R. As Múltiplas Abordagens para o Estudo da Paisagem **Espaço Aberto**, PPGG - UFRJ, V. 6, N.1, p. 131-150, 2016.

VITTE, A. C. (org.) **Contribuições á história e á epistemologia da geografia**-- Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007a.

VITTE, A. C. O desenvolvimento do conceito de Paisagem e a sua inserção na Geografia Física. **Mercator** - Revista de Geografia da UFC, ano 06, número 11, 2007b.

VITTE, A. C. FERRAZ, M. K. A pintura de paisagem e a formação da ciência geomorfológica nos Estados Unidos no século XIX. **R. Bras. Geogr.**, Rio de Janeiro, v. 61, n. 2, p. 35-47, jul./dez. 2016.

VITTE, A. C., SILVEIRA, R. W. D. da. Kant, Goethe e Alexander Humboldt: estética e paisagem na gênese da Geografia Física Moderna, **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 4, n. 8, p.07-14, jul./dez. de 2010.