



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGeo

NIELSON PEREIRA DA SILVA BONFIM

**CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIO CATOLÉ – BAHIA: BASES PARA O PLANEJAMENTO E GESTÃO
TERRITORIAL**

Vitória da Conquista
2020

NIELSON PEREIRA DA SILVA BONFIM

**CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIO CATOLÉ – BAHIA: BASES PARA O PLANEJAMENTO E GESTÃO
TERRITORIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO-UESB) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) para a obtenção do título de Mestre em Geografia

Área de concentração: Produção do espaço geográfico
Linha de pesquisa: Dinâmicas da natureza e do território

Orientador: Prof. Dr. Espedito Maia Lima
Coorientador: Prof. Dr. Edvaldo Oliveira

Vitória da Conquista
2020

NIELSON PEREIRA DA SILVA BONFIM
Título da Dissertação: Caracterização ambiental do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé – Bahia: Bases para o planejamento e gestão territorial

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, para a obtenção do título de Mestre

Aprovado em: _____ / _____ / _____

Banca examinadora:

Prof. Dr. Espedito Maia Lima (PPGEO/UESB)
Orientador
Presidente

Prof. Dr. Edvaldo Oliveira (PPGEO/UESB)
Coorientador

Prof^a Dra. Meirilane Rodrigues Maia (PPGEO/UESB)
Membro interno

Prof. Dr. Marco Antônio Tomasoni (UFBA)
Membro externo

Vitória da Conquista
2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pelo atendimento aos pedidos de forças, diante das dificuldades existentes ao longo desta jornada.

Agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo fomento à pesquisa expressa através do Programa de Pós-Graduação em Geografia, e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pelo apoio aos trabalhos realizados e à ação de colaborar com o ensino e a pesquisa acadêmica do Estado da Bahia.

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UESB (PPGEO/UESB), representada pelo Prof. Dr. Mário Rubem Costa Santana.

Ao orientador, Prof. Dr. Espedito Maia Lima, pela amizade e contribuição a este trabalho. Humildade, força, bom humor e profissionalismo o resumem e contagia, em especial, a quem tem o prazer de sua convivência.

Ao coorientador, Prof. Dr. Edvaldo Oliveira pelo compartilhamento dos ricos conhecimentos na área de geoprocessamento e Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

Ao Laboratório de Cartografia e Fotointerpretação da UESB (LABCART/UESB) pelo apoio aos mapas produzidos e compartilhamento dos materiais digitais (arquivos vetoriais e *raster*) de forma gratuita. Em especial a Rozinéia (Rosa), estudante de Agronomia e funcionária do laboratório, que esteve sempre disponível para ajuda na concretização deste trabalho.

À Professora Geisa Flores Mendes, pela convivência durante a disciplina “Tópicos Especiais: Espaço Geográfico e Memória Social”. Os conhecimentos adquiridos, concebidos e vividos jamais serão esquecidos.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), pelo acolhimento desde 1998, fornecendo uma base sólida de conhecimento, seja no campo técnico e social.

Aos amigos Wagnervalter Dutra Júnior (Duda) e Wilson Santos, pelo estímulo no momento do processo seletivo e pelos materiais de estudos disponibilizados, que contribuíram para os conhecimentos teóricos sobre espaço geográfico.

Aos amigos e colegas de profissão: Engenheiros Agrônomos Alan Oliveira, Pablo Rocha e José Olímpio. Cada um de vocês, em momentos distintos, foram instrumentos de Deus para apoio nesta jornada.

Ao amigo e colega de profissão, Engenheiro Agrônomo Crésio Lima Júnior, pela orientação em campo no município de Barra do Choça. Sua amizade e disponibilidade de tempo geraram frutos de eterna gratidão.

À toda comunidade discente e docente do Instituto Federal Baiano – IFBAIANO *Campus* Guanambi, em especial aos colegas da sala 14: Joabson, Gentil, Nilton, Marília, Romeu e Crislene.

À toda família Pereira e em especial a minha mãe (Zoraide), sempre uma fonte inspiradora para que eu continue nesta luta diária, tendo como ferramenta a educação, religiosidade e cultura.

À família Matos, pela consideração e carinho ao longo dos anos, em especial a Marlene, Marileide e Valclei, Ana Clara (filha de coração) e Guilherme, Maria Aurinda (carinho eterno), Arnaldo Matos (*in memoriam*), Ronaldo e Amanda, Eliane e Rogério, Ronivon e Renata.

RESUMO

O trabalho tem como objetivo principal estabelecer uma caracterização ambiental do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé – Bahia, identificando as situações de riscos e conflitos socioambientais, associados a oferta de água e ao uso e ocupação do solo. O estudo teve o referencial teórico pautado na categoria Paisagem e na análise geossistêmica aplicada aos estudos socioambientais em bacias hidrográficas. A metodologia envolveu a avaliação integrada dos elementos socioambientais da área de estudo, a partir do geoprocessamento e uso de Sistemas de Informações Geográficas com imagens orbitais, para avaliação morfométrica e caracterização de elementos como: declividade, hipsometria, Índice de Vegetação por Diferença Normalizada e uso dos solos. Os trabalhos de campo foram realizados a partir de eixos temáticos e roteiros preestabelecidos. A etapa final constou da análise das interações dos elementos do meio físico e biótico com os elementos socioambientais. Como resultados da pesquisa, são apresentados vários produtos cartográficos que expressam os principais componentes geoambientais e as pressões antrópicas sobre os recursos naturais, assim como o comportamento dos órgãos ambientais fiscalizadores no processo de gestão e fiscalização do uso dos solos e das águas. As ações de exploração forçam a adoção de práticas para controle e gestão, como a criação do Comitê e Plano Diretor da bacia hidrográfica do rio Catolé, e ações fiscalizatórias mais eficientes por entidades públicas, para garantia da recarga dos recursos hídricos, conservação das áreas de preservação permanente e reservas florestais.

Palavra-chave: Bacia hidrográfica. Geossistema. Geoprocessamento.

ABSTRACT

The main objective of this work is to establish an environmental characterization of the high course of the Catolé - Bahia river basin, identifying the situations of risks and socio-environmental conflicts, associated with the supply of water and the use and occupation of the soil. The study had the theoretical framework based on the landscape category and the geosystemic analysis applied to socio-environmental studies in hydrographic basins. The methodology involved the integrated evaluation of the socio-environmental elements of the study area, from the geoprocessing and use of Geographic Information Systems with orbital images, for morphometric evaluation and characterization of elements such as: slope, hypsometry, Normalized Difference Vegetation Index and land use. The fieldwork was carried out based on thematic axes and re-established scripts. The final stage consisted of analysis of interactions of the elements of the physical and biotic environment with the socio-environmental elements. As results of the research, several cartographic products are presented that express the main geoenvironmental components and anthropic pressures on natural resources, as well as the behavior of environmental inspection agencies in the process of management and supervision of soil and water use. The exploration actions force the adoption of practices for control and management, such as the creation of the Committee and Master Plan of the Catolé river basin, and more efficient inspection actions by public entities, to ensure the recharge of water resources, conservation of permanent preservation areas and forest reserves.

Keyword: River Basin. Geosystem. Geoprocessing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Delimitação da bacia hidrográfica do rio Catolé, 2019.....	19
Figura 2	Fluxograma do procedimento metodológico da pesquisa.....	23
Figura 3	Bacia hidrográfica – Reconhecimento do ambiente físico.....	48
Figura 4	Fluxograma da metodologia de NDVI e SAVI.....	66
Figura 5	Fluxograma de processamento das imagens – LANDSAT 5 e 8....	67
Figura 6	Índice vegetativo do Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé (NDVI), 2009.....	68
Figura 7	Índice vegetativo do Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé (NDVI), 2019.....	69
Figura 8	Utilização de SAVI com fator de correção “L” – Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, 2009.....	73
Figura 9	Utilização de SAVI com fator de correção “L” – Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, 2019.....	74
Figura 10	Localização das barragens para abastecimento humano – Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé.....	78
Figura 11	Imagem SRTM reprojeta da – Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, 2019.....	83
Figura 12	Sombreamento de relevo – Alto curso da bacia do rio Catolé, 2019.....	85
Figura 13	Representação tridimensional do relevo – Alto curso da bacia do rio Catolé, 2019.....	85
Figura 14	Mapa de declividade do Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, 2019.....	88
Figura 15	Mapa hipsométrico do Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, 2019.....	89
Figura 16	Hipsometria do Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, 2019.....	90
Figura 17	Classificação supervisionada (Micro classes) – Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, 2019.....	92

Figura 18	Trabalho de campo – Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, 2019.....	96
Figura 19	Mapa geológico do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé..	101
Figura 20	Mapa de solos do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé....	104
Figura 21	Cotas altimétricas do Alto Curso da Bacia do rio Catolé.....	106
Figura 22	Ordem ou hierarquia das bacias hidrográficas, conforme Horton...	107
Figura 23	Ordem ou hierarquia das bacias hidrográficas, conforme Strahler.	109
Figura 24	Hierarquia fluvial do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé.	111
Figura 25	Forma da bacia de drenagem – Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé.....	112
Figura 26	Expansão urbana do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé.....	126

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 1	Trecho do rio Catolé com depósito de entulho, Vitória da Conquista – Bahia, 2019.....	72
Foto 2	APP do rio dos Porcos, Barra do Choça – Bahia, 2019.....	79
Foto 3	Construção da barragem do rio Catolé, Barra do Choça – Bahia, 2019.....	80
Foto 4	Placa da EMBASA, manancial Catolé, Barra do Choça – Bahia, 2019.....	84
Foto 5	Irrigação de olerícolas, Bairro Lagoa das Flores, Vitória da Conquista – Bahia, 2019.....	115
Foto 6	Adutora da Barragem Água Fria II, Barra do Choça – Bahia, 2019...	117
Foto 7	Área de pastagem em sequeiro, Povoado do Cafezal (Barra do Choça/BA), 2019.....	119
Foto 8	Cultivo de olerícolas, Bairro Lagoa das Flores, Vitória da Conquista/Bahia, 2019.....	120
Foto 9	Cultura do café, Povoado do Santo Antônio I, Barra do Choça – Bahia, 2019.....	120
Foto 10	Cultivo de eucalipto, Planalto – Bahia, 2019.....	122

Foto 11	Produção de morango, Povoado do Santo Antônio 2, Barra do Choça – Bahia, 2020.....	123
Foto 12	Produção de morango, Povoado da Estiva, Vitória da Conquista – Bahia, 2019.....	124
Foto 13	Sede municipal, Barra do Choça – Bahia, 2019.....	127
Foto 14	Esgoto a céu aberto, Povoado do Cafezal (Barra do Choça/BA), 2019.....	128
Foto 15	Nascente Olho d'água das Malvinas, Povoado de São Sebastião (Vitória da Conquista/BA), 2019.....	129
Foto 16	Área de APP do Olho d'água das Malvinas, Povoado de São Sebastião (Vitória da Conquista/BA), 2019.....	129
Foto 17	Trecho urbano do rio Catolé, Barra do Choça – Bahia, 2019.....	130

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Unidades de paisagem superiores e inferiores.....	30
Quadro 2	Divisão de Planejamento e Gestão das Águas/Estado da Bahia..	38
Quadro 3	Largura mínima para preservação de APP com mata já existente (Artigo 4º, Lei Federal nº 12.651/2012).....	43
Quadro 4	Largura mínima para recomposição de APP (Artigo 61º, Lei Federal nº 12.651/2012).....	44
Quadro 5	Lista de parâmetros ambientais.....	52
Quadro 6	Uso das barragens no alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé.....	79
Quadro 7	Intervalos de classe de declividade.....	86
Quadro 8	Eixos temáticos para pesquisa de campo e coleta de dados.....	93
Quadro 9	Identificação e características da área – Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé.....	97
Quadro 10	Identificação geológica do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé.....	102
Quadro 11	Caracterização das outorgas – Módulo de Monitoramento SEIA, 2019.....	117
Quadro 12	Dimensões do Módulo Fiscal por municípios.....	118
Quadro 13	Fungicidas e inseticidas utilizados para cultura do morango.....	123

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Classes e caracterizações de NDVI – LANDSAT 5 (2009)	70
Tabela 2	Classes e caracterizações de NDVI – LANDSAT 8 (2019)	70
Tabela 3	Classes e caracterizações de SAVI – LANDSAT 5 (2009)	71
Tabela 4	Classes e caracterizações de SAVI – LANDSAT 8 (2019)	71
Tabela 5	Estimativa populacional nos municípios com abastecimento de água do Alto Curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, Estado da Bahia, 2011 – 2019.....	77

LISTA DE SIGLAS

A4jc3	Domínio Bahia Oriental; Complexo Jequié; Olivina charnockito alcalino.
A4jo	Domínio Bahia Oriental; Complexo Jequié; Biotita-hornblenda ortognaisse
A4PP1cm	Grupo Contendas – Mirante; Formações Rio Gavião e Mirante; Filito e metagrauvaca
A4PP2t	Domínio Bahia Oriental; Complexo Itapetinga; Biotita ortognaisse e níveis de anfibolito e biotito
ANA	Agência Nacional de Águas
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
ARVI	Índice de Vegetação Resistente à atmosfera
APP	Área de Preservação Permanente
BH	Bacia Hidrográfica
CHESF	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
COOPERBAC	Cooperativa Mista dos Cafeicultores de Barra do Choça e Região LTDA
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
EMBASA	Empresa Baiana de Águas e Saneamento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
EVI	Índice de Vegetação Melhorado
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEMA	Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPF	Integração-Pecuária-Floresta
GEMI	Índice Global de Monitoramento Ambiental
GPS	<i>Global Positioning System</i>
LABCART	Laboratório de Cartografia e Fotointerpretação da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

LAd	Latossolo Amarelo distrófico
LVAd	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDE	Modelo Digital de Elevação
MDS	Modelo Digital de Superfície
MDT	Modelo Digital de Terreno
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NDVI	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada
NDWI	Índice de Diferença Normalizada de Água
NIR	Infravermelho próximo
nm	Nanômetro
NPbt	Domínio Bahia Central; Xistos Bate Pé - Tremedal
NQdl	Coberturas detrito-lateríticas
PDDU	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
PVe	Argissolo Vermelho eutrófico
PVAe	Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico
PVI	Índice de Vegetação Perpendicular
R	Reflectância no vermelho
RL	Reserva Legal
RPGA	Regiões de Planejamento e Gestão das Águas
SAVI	Índice de Vegetação Ajustado ao Solo
SBPC	Sociedade Brasileira Para o Progresso da Ciência
SEI/BA	Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia
SEIA	Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SR	Índice de Vegetação da Razão Simples
SRTM	<i>Shuttle Radar Topographic Mission</i>
TAC	Termo de Ajuste de Conduta
TGS	Teoria Geral dos Sistemas
TVA	<i>Tennessee Valley Authority</i>
TXp	Luvissolo Héptico Pálico

UESB	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
UFPR	Universidade Federal do Paraná
USGS	<i>United States Geological Survey</i>
UTM	<i>Universal Transversa de Mercator</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	A PAISAGEM COMO CATEGORIA GEOGRÁFICA.....	24
2.1	As sínteses naturalistas.....	25
2.2	O conceito de paisagem e sua importância para estudos ambientais.....	26
3	BACIAS HIDROGRÁFICAS COMO UNIDADE DE GESTÃO: DIRETRIZES GERAIS.....	33
3.1	Alguns aspectos normativos do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH).....	35
3.2	Bacias hidrográficas como unidade territorial de gestão das águas.....	37
3.3	Código Florestal Brasileiro e sua eficiência para conservação de Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal.....	39
3.4	Planejamento ambiental em bacias hidrográficas.....	44
3.5	Diagnóstico ambiental como subsídio ao planejamento territorial em bacias hidrográficas.....	50
4	UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO PARA CARACTERIZAÇÃO DO ALTO CURSO DA BACIA DO RIO CATOLÉ.....	55
4.1	Sistemas de Informações Geográficas.....	57
4.2	Modelos Digitais de Elevação (MDE).....	60
4.3	Índice de vegetação para monitoramento da cobertura florestal.....	62
5	CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS DO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CATOLÉ.....	76
5.1	Cartografia e Geoprocessamento para estudos do alto curso da bacia do rio Catolé: Ferramentas e procedimentos para análise ambiental.....	81
5.2	Diagnóstico ambiental do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé.....	90
5.3	Aspectos geológicos e pedológicos da área de estudo.....	100
5.4	Análise morfométrica do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé.....	105
5.5	Hierarquia fluvial.....	107
5.6	Outorga de uso de recursos hídricos: Instrumento necessário para controle qualitativo e quantitativo dos usos da água.....	113
5.7	Atividades agropecuárias no alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé.....	118
5.8	Expansão urbana: Análise socioambiental nas sedes municipais e povoados.....	125
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	131
	REFERÊNCIAS.....	133
	APÊNDICE.....	141
	ANEXO.....	146

1 INTRODUÇÃO

Em todo o planeta, o ser humano tem utilizado os recursos naturais, promovendo alterações no ambiente e recebendo benefícios pela sua exploração, através do uso das águas subterrâneas e/ou superficiais para diversas finalidades, sendo prioritárias as irrigações de culturas, dessedentação de animais e abastecimento humano de populações; uso e exploração do solo para atividades agropecuárias; ocupação do solo para expansão de áreas urbanas e extração mineral para aproveitamento do material extraído em emprego nos mais diversos setores industriais, como: construção civil, setores automotivos e inovações tecnológicas.

Os ambientes naturais que, via de regra, mostravam-se em equilíbrio pela ausência de ações antrópicas e com interações e fluxos dinâmicos de matéria e energia, passaram a sofrer alterações produzidas pela ação humana, que se não realizada com o princípio da sustentabilidade, podem causar pressões negativas, com resultados que não promovam a capacidade regenerativa do ambiente, como: supressões florestais, emissão de efluentes líquidos contaminantes em corpos hídricos, excesso de captação de água subterrânea e que não permita a recarga hídrica no lençol freático, bem como a deposição de sedimentos em calhas de mananciais.

A crescente demanda por recursos naturais através do aumento das áreas agricultáveis e de pastagens, a expansão urbana através de surgimento de novos bairros, fracionamento do solo para loteamentos rurais, o aumento populacional e paralelamente, o aumento pelo consumo da água doce em grandes centros urbanos, tem a cada ano provocando as mudanças na paisagem e a degradação ambiental ao qual se sujeita. Esta situação traz consigo o desequilíbrio dos ambientes e, conseqüentemente, uma diminuição da sustentabilidade ambiental, visto que as transformações na natureza tem se dado numa velocidade jamais percebida (MAIA, 2012).

As interações socioambientais, sendo estudadas de forma específica em bacias hidrográficas caracterizadas como um sistema aberto, expõe o grau de importância dos elementos naturais existentes, seja na percepção da água como um elemento essencial e insubstituível, a cobertura florestal em diferentes estágios sucessionais como fator de proteção do solo aos riscos de erosão e permitindo a maior

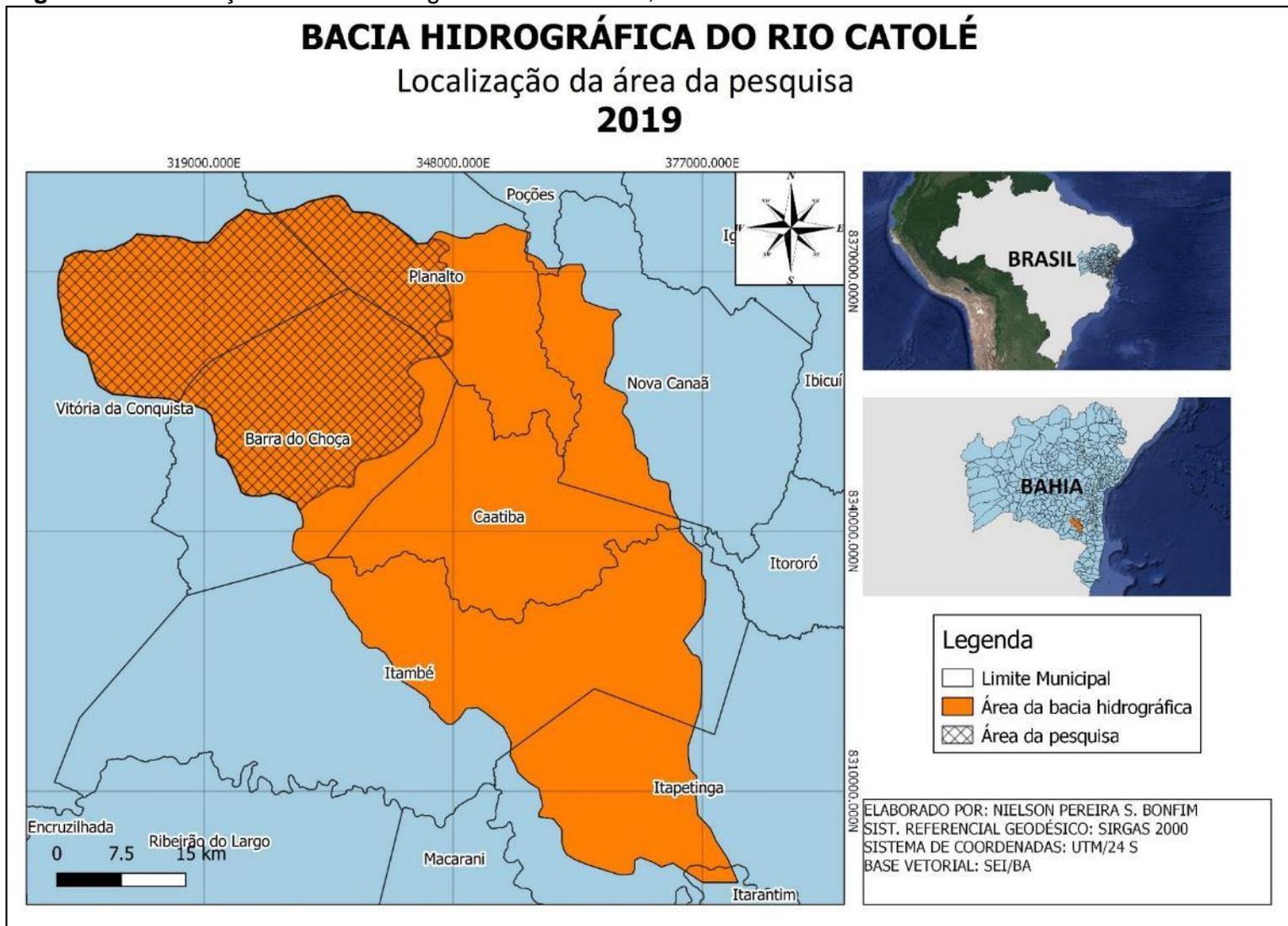
recarga dos mananciais existentes; uso adequado das terras, conforme classificação voltada às suas capacidades de utilização agrícola e exploração mineral.

Caso as degradações ocasionadas pelas ações antrópicas forem superiores a capacidade de regeneração, podem influenciar diretamente no processo de escoamento superficial com produção de sedimentos e crescente processo erosivo (erosão hídrica); alterações na composição florestal, em especial nas áreas classificadas como Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL), responsáveis respectivamente, na manutenção e maior capacidade de recarga dos leitos dos rios e nascentes, bem como o fluxo gênico de fauna e flora.

Somando-se a estes fatores, deve-se considerar para estudos ambientais em bacias hidrográficas o clima e seus elementos: precipitação pluviométrica (mm), umidade relativa (%) e temperatura (°C); a descarga e vazão ecológica dos mananciais existentes, a geologia, pedologia e o tamanho da bacia de drenagem.

A bacia hidrográfica do rio Catolé está localizada no Sudeste do Estado da Bahia e abrange sete municípios: Barra do Choça, Caatiba, Itambé, Itapetinga, Nova Canaã, Planalto e Vitória da Conquista (Figura 1). O rio Catolé é um dos principais afluentes do rio Pardo, possui uma área total de 3.102,089 km², é utilizado para abastecimento hídrico de vários municípios da região, com estimativa de benefício direto aproximado para 506 mil habitantes, onde destaca-se o município de Vitória da Conquista, com população estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no ano de 2019, em 338.480 habitantes e o município de Itapetinga, com população estimada em 2019 em 76.147 habitantes.

Figura 1 – Delimitação da bacia hidrográfica do rio Catolé, 2019.



Fonte: Autor, 2019.

A população estimada para os municípios que compõem o alto curso da bacia hidrográfica do Rio Catolé (Barra do Choça, Planalto e Vitória da Conquista) em 2019 é de 396.348 habitantes, e estes consomem água captada de cinco barragens localizadas na região, sob responsabilidade da Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA). Além destes municípios, a EMBASA ampliou a sua rede de abastecimento para as cidades de Belo Campo e Tremedal, que não integram a região da bacia hidrográfica do rio Catolé. Este incremento aumentou a demanda por recurso hídrico na região estudada e passou a beneficiar uma população estimada em 429.953 habitantes em 2019.

A agricultura da região estudada depende da água proveniente do rio Catolé e seus afluentes, e o déficit hídrico ocasionado pela sua escassez provocaria queda da produção agrícola e prejuízo financeiro, sentido, principalmente, pelos agricultores familiares da região; desemprego de famílias que desprendem sua mão-de-obra para colheita de café e tratos culturais em atividades olerícolas, e possível redução do rebanho bovino por morte dos animais.

Apesar de sua dimensão, importância e gestão, a bacia hidrográfica do rio Catolé não possui comitê de bacias, como forma de gerenciar o bom uso dos recursos hídricos e resolução de conflitos pelo uso da água. No campo ambiental e de degradação, boa parte das suas matas remanescentes sofreram sérias atividades antrópicas, com a introdução de culturas agrícolas, como a atividade cafeeira nos municípios de Barra do Choça e Planalto e a intensa ação de desmatamento para introdução de pastagens e bovinocultura de corte, em especial nos municípios de Itambé, Itapetinga e Caatiba.

As atividades como as pastagens, geralmente, possuem manejos inadequados, tendo como realidade o uso intensivo do fogo para renovação das gramíneas, alta compactação dos solos devido ao pisoteio intensivo do gado, ausência de contenção natural ou artificial para diminuição da velocidade do escoamento superficial da água de chuva, tendo como consequência a erosão hídrica e degradação do solo.

Destaca-se, ainda, como atividades agrícolas na região: Olericultura, com produção de alface, coentro, couve, cebolinha, cenoura e beterraba no Bairro de Lagoa da Flores, em Vitória da Conquista e silvicultura no município de Planalto.

Para esta dissertação, foram utilizadas ferramentas de trabalho para identificar as situações de riscos e conflitos socioambientais, associados a oferta de água e ao

uso e ocupação do solo no alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, objetivo geral do trabalho. Para a concretização e êxito da pesquisa, seguiu-se como princípios norteadores os seguintes objetivos específicos:

- a) Analisar a caracterização e estudos socioambientais em bacias hidrográficas como unidade territorial;
- b) Ilustrar a morfometria da bacia hidrográfica do rio Catolé em seu alto curso, para caracterização da região estudada, determinação de potencialidades e limitações quanto ao uso e ocupação do solo;
- c) Identificar os riscos e conflitos ambientais existentes, localizados na bacia hidrográfica do rio Catolé em seu alto curso;
- d) Classificar as condições de cobertura vegetal em escala temporal, através de indicadores pelo Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI);
- e) Representar o uso do solo, através de classificação dos tipos de solo, suas formações geológicas e determinação de suas classes de aptidão de uso agrícola.

O trabalho apresentado está estruturado em seis seções. A seção 1 consiste no contexto introdutório do trabalho, desenvolvimento da pesquisa e seus objetivos. Na seção 2 é realizado o referencial teórico da pesquisa, destacando a categoria Paisagem e a importância de seu estudo na Geografia Física através da Teoria Geral dos Sistemas (TGS), que fundamentou os estudos propostos por Sotchava e as contribuições de Bertrand, através do estudo ambiental em diferentes escalas e unidades (inferiores e superiores), com relação dinâmica entre elementos físicos, biológicos e antrópicos, de forma indissociável e integrada, principalmente nas unidades inferiores (Geossistema, Geofáceis e Geótopo).

Na seção 3 é abordado a importância da bacia hidrográfica como unidade territorial para análise das dinâmicas e diretrizes gerais, a partir de instrumentos de gestão e controle, como o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e as normativas legais, para o correto uso dos elementos físicos e biológicos; estabelecimento de hierarquia fluvial (rio principal e seus afluentes); mudanças no Código Florestal Brasileiro em 2012, avanços e retrocessos para conservação ou recuperação de áreas que contribuem no processo de troca de matéria e energia, como as Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL), destacando a necessidade dos estudos ambientais, como forma de avaliação do grau das ações antrópicas que causem pressão negativa ou positiva ao meio.

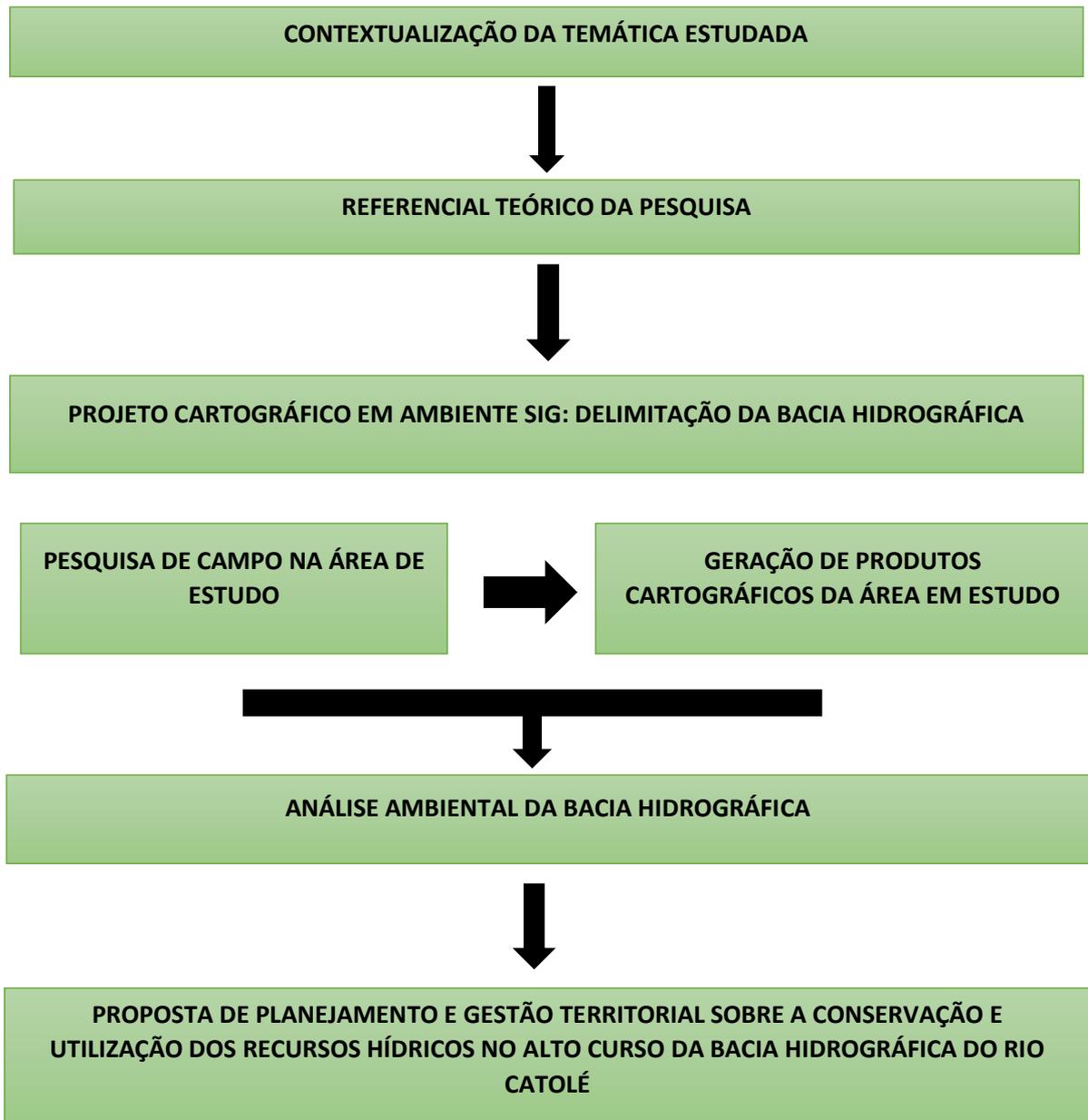
Na seção 4 aborda-se questões específicas sobre a importância e uso do Geoprocessamento, como ferramenta de análise geomorfológica. Neste, destaca-se a importância do programa *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) para definição da hipsometria e declividade, e como seus resultados podem definir diversas delimitações na paisagem estudada, seja para memoriais e projetos hidráulicos de irrigação e adutoras, alocação de poços tubulares, aptidão agrícola dos solos, entre outros. Também é de extrema importância os estudos realizados sobre índices vegetativos ou cobertura florestal, e como a área estudada se modificou em escala temporal de 10 anos, graças a utilização de imagens obtidas nos anos de 2009 e 2019.

Na seção 5, com embasamento teórico e atividades de campo, é apresentado o diagnóstico da região e as formas de ocupação do solo, considerando toda a caracterização atual de uso agrícola e não agrícola, bem como os potenciais conflitos existentes na gestão e fiscalização do uso da água, desenvolvimento urbano e atividades agrícolas, que contribuem positivamente para geração de emprego e renda as populações existentes, porém repercutem negativamente em áreas que deveriam ser conservadas, como APP e RL, em detrimento da supressão florestal para expansão de áreas agrícolas.

Na seção 6 são realizadas as considerações finais do trabalho e a necessidade posterior, de aprofundamento de dados e novas pesquisas.

A organização do trabalho obedeceu as seguintes ordens para melhor entendimento (Figura 2).

Figura 2 – Fluxograma do procedimento metodológico da pesquisa.



Fonte: Autor, 2019.

2 A PAISAGEM COMO CATEGORIA GEOGRÁFICA

A origem do termo paisagem conforme Zacharias (2006) originou-se do latim *pagus* (país), com sentido de lugar, unidade territorial. Nas línguas derivadas do latim surgiram os significados *paisaje* (do espanhol), *paysage* (do francês) e *paesaggio* (do italiano). A noção de paisagem, designada com o termo alemão *Landschaft* foi desenvolvida por Humboldt e posteriormente pelos sábios Dokuchaev, Passarge e Berg no século XIX e nos primeiros anos do século XX (RODRIGUEZ; SILVA, 2002). As escolas alemãs e russo-soviéticas embasaram a definição de paisagem, e na concepção de Augusto (2016) definiram-na como um complexo integrado formado por diferentes elementos, e tiveram importantes pensadores como Passarge (1919), Troll (1950), Riábchicov (1976), Sotchava (1978), dentre outros.

Nos anos 60, Sotchava utilizou a Teoria Geral dos Sistemas (TGS) como elemento para formulação da proposta de estudos dos geossistemas. Conforme Rodriguez e Silva (2002), a paisagem era considerada como uma formação sistêmica, formada por cinco atributos fundamentais: estrutura, funcionamento, dinâmica, evolução e informação. Desse modo, as diversas categorias dimensionais do geossistema – planetário, regional, topológico e intermediários – obedecem a critérios da espacialização geográfica e submetem-se às suas próprias escalas e peculiaridades qualitativas da organização geográfica (ROSS, 2006).

Especificamente, se tratando de estudo de paisagem, Bernardino *et al.* (2018) enfatiza as concepções naturalistas de Humboldt e Dokuchaev, pois representam sínteses naturalistas mais rebuscadas e que influenciaram mais diretamente as concepções Bertrandianas. Sobre a síntese naturalista e suas interações no estudo da paisagem como categoria, Zacharias destaca que:

Em sua abordagem naturalista, Humboldt destacava que a paisagem deveria ser observada, numa primeira escala, pelos “aspectos da vegetação”, denominado por ele de “fisionomia dos *pays*”, como o dado mais significativo para caracterizar a sua tipologia espacial, a qual era determinada pelo agrupamento fisionômico e natural da vegetação. E, numa segunda escala, observar até que ponto o clima influenciava as condições naturais do solo e, conseqüentemente, na cobertura vegetal (ZACHARIAS, 2006, p. 40 – 41).

O fato da análise integrada da paisagem considerar a dimensão natural e social dos sistemas paisagísticos, possibilita avaliar como acontece a interação sociedade-

ambiente nos diferentes espaços (DIAS; SANTOS, 2007). Para Rodriguez e Silva (2002) a análise das interações da Natureza tiveram concepções, principalmente, de Humboldt e posteriormente do russo Dokuchaev, firmando as bases para a Geografia Física e a Ecológica Biológica; uma visão centrada no Homem e na Sociedade, que foi a concepção da Geografia Humana ou a Antropogeografia de Karl Ritter.

2.1 As sínteses naturalistas

Inicialmente, pode-se tratar do desenvolvimento de sínteses naturalistas que se constitui de forma gradual/profunda como uma sequência de perspectivas que deram base ideológica para a própria síntese naturalista Bertrandiana (Bernardino *et al.*, 2018). As unidades dos sistemas naturais, conforme Ross (2011) guardam um certo grau de homogeneidade fisionômica. Essa homogeneidade é dada pelos elementos que se revelam as vistas humanas mais concretamente na paisagem, ou seja, no relevo e na vegetação.

Cavalcanti e Correa (2014) mencionam que um olhar mais atento sobre a essência da ideia de área natural, em distintas propostas, nos indica pelo menos três concepções distintas quanto as sínteses naturalistas:

a) Uma concepção biocêntrica, no sentido de que tem seu foco na busca da representação de áreas homogêneas do ponto de vista das biocenoses, mas cujo fundamento explicativo seria as relações ecológicas entre os seres vivos e destes com o seu ambiente (CAVALCANTI; CORREA, 2014);

b) A concepção do conceito do sistema terrestre ou *Land Systems*, que representa o chamado Sistema Terra, e que na visão de TURNER *et al. apud* BRANCO *et al.* Conceitua-se como:

Ciência do sistema terrestre direcionada a abordagem de sistemas socioambientais de integração das dinâmicas do uso da terra (social) e cobertura terrestre (ambiental), incluindo invariavelmente o uso de dados e frequências de sensoriamento remoto, e muitas vezes explicitando os modelos espaciais de mudanças terrestres (TURNER *et al. apud* BRANCO *et al.*, 2017, p. 114).

c) Uma terceira concepção, talvez intermediária entre as propostas biocêntricas e aquelas mais pragmáticas, busca as relações entre os componentes da natureza, sem privilegiar qualquer de seus atributos, sendo policêntrica (CAVALCANTI; CORREA, 2014).

2.2 O conceito de paisagem e sua importância para estudos ambientais

Hoje em dia o conceito de “paisagem” em Geografia está presente na ciência e na arte e consiste em uma categoria que contribui no entendimento das relações sociais e naturais em um determinado espaço, e que por meio das atividades humanas pode-se observar as transformações físicas e antrópicas na natureza vivida. Paisagem sob a ótica dos estudos ambientais, trata de uma caracterização física e humana, onde Maximiano (2004) afirma que a paisagem resulta da relação dinâmica de elementos físicos, biológicos e antrópicos, e que ela não é apenas um fato natural, mas inclui a existência humana. Sua concepção como uma totalidade dialética de base natural foi desenvolvida principalmente na União Soviética (RODRIGUEZ; SILVA, 2002). Conforme Bertrand:

É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução (BERTRAND, 2004, p. 141).

Em uma abordagem sistêmica, as informações temáticas como vegetação, relevo, aspectos edáficos e pedológicos, substrato geológico, isoladamente, não ajudam muito na compreensão das Unidades de Paisagem (AMORIM; OLIVEIRA, 2008). Será necessário realizar estudos isolados sobre as diversas temáticas e estabelecer análises e interpretações separadamente, porém para compreensão de seu funcionamento é necessário estudar estes elementos e suas conexões.

Segundo Santos e Souza (2011), ao considerar o estudo integrado dos componentes da paisagem, a análise geoambiental preconiza a avaliação da dinâmica dos ambientes naturais e dos transformados pelas intervenções das atividades antrópicas. O sistema Geossistema – Território – Paisagem tem-se apresentado como uma importante ferramenta nesta análise. Conforme Zacharias:

As diferentes teorias, paradigmas e procedimentos metodológicos utilizados pela Geografia para estudo e análise das paisagens culminam na Teoria Geral dos Sistemas – TGS, formalizada por Bertalanffy (1968) e ampliada por Chorley e Kennedy (1971) que trouxe o olhar sobre a paisagem analisando-a pela funcionalidade sistêmica (ZACHARIAS, 2006, p. 42 – 43).

O Paradigma Geossistêmico proposto por Sotchava toma, como base, os princípios da TGS e traz a necessidade de se analisar a paisagem pelas escalas taxonômicas, chegando-se a sua representação, através da chamada cartografia das paisagens (ZACHARIAS, 2006). Para o uso das tecnologias de representação, utiliza-se os produtos obtidos pelas Geotecnologias de informação, entre este, o uso de sensoriamento remoto, ferramenta indispensável para estudo prático da representação da paisagem. Augusto informa que:

Com grande potencial de aplicabilidade na temática ambiental, os produtos obtidos por meio da tecnologia do Sensoriamento Remoto, como imagens de radar e imagens multiespectrais, vêm sendo extensamente utilizados nos últimos anos, tendo apresentado um grande crescimento em razão da expansão dos meios de processamento, dos baixos custos de capital, e pelo fato das imagens possuírem variadas escalas de tempo e de detalhamento espacial (AUGUSTO, 2016, p. 146).

Para entender o risco como elemento resultante desse processo morfodinâmico e matriz da formação de paisagens (CRUZ; COSTA, 2010), a Fisiologia de Paisagem proposto por Ab'Sáber insere as ações cumulativas do homem como formadora da conjuntura dinâmica do espaço total.

Para Souza (2017), a Ecologia de Paisagem representa os avanços metodológicos e técnicos nos estudos da paisagem, assumindo concepções de análise multidisciplinar e integrada, incorporando as categorias estrutura, função e mudança.

Estudar a paisagem é antes de tudo apresentar um problema de método (BERTRAND, 2004). Cavalcanti e Viadana afirmam que paisagem podem ser analisada:

Como formação natural, pela interação de componentes e elementos naturais, ocorrendo concepções distintas: como conceito de gênero de qualquer nível, utilizando-se como sinônimo os termos, complexo territorial natural ou geossistema natural; como interpretação regional, concebida como uma unidade taxonômica da regionalização físico-geográfica; e como interpretação tipológica compreendida como um território com traços comuns (CAVALCANTI; VIADANA, 2007, p. 25 – 26).

Realizando a análise das três concepções apresentadas, Zacharias afirma que:

Mesmo apresentando concepções diferentes entre si, principalmente no que concerne ao enfoque da dinâmica da paisagem e sua representação cartográfica, todas essas teorias convergem para um ponto comum, a busca para sua explicação e sustentabilidade. Em todos os casos, a noção de espaço - e da inter-relação do homem com seu ambiente - está inculcada na maior parte das definições (ZACHARIAS, 2006, p. 43).

A polissemia da noção de paisagem apresenta a possibilidade de leitura da expressão da interação sistemas naturais-sociais através da abordagem sistêmica (DIAS; SANTOS, 2007). Os estudos visam não só os componentes da natureza em si mesmos, mas também as conexões a eles inerentes e estas conexões se estabelecem por interações entre os componentes do meio físico, e conforme os pensamentos de Sotchava, os geossistemas são formados por estas conexões e sem restrição, onde o autor formula os principais problemas caracterizando as atuais tarefas deste ramo:

a) Modelização de geossistemas à base de sua dinâmica espontânea e antropogênica e do regime natural a ela correspondente; b) Análise de axiomas e outros princípios de uma teoria especial de geossistemas como parte da teoria geral (metateoria) dos sistemas; c) Investigação de métodos racionais para a avaliação quantitativa de geossistemas e processos formadores da paisagem, particularmente do *aparatus* matemático adequado à sua descrição; d) Análise sistêmica das conexões espaciais no âmbito geográfico, a níveis planetários, regional ou topológico; e) Pesquisas sobre a condição (ou o estado) espacial-temporal dos geossistemas e montagem dos seus modelos geográficos, principalmente dos mapas do ambiente em conexão com os problemas de sua conservação e otimização; f) Estudo da influência dos fatores socioeconômicos no ambiente natural e prognose dos geossistemas do futuro; g) Exame geográfico de projetos para o complexo utilização-conservação do ambiente geográfico; h) Seleção, processamento e sistematização de informações referentes à paisagem natural para fins educacionais ou de pesquisa (SOTCHAVA, 1977, p. 03 – 04).

Embora os geossistemas sejam fenômenos naturais, todos os fatores econômicos e sociais, influenciando sua estrutura e peculiaridades espaciais, são tomados em consideração durante o seu estudo e suas descrições verbais ou matemáticas (SOTCHAVA, 1977). Por sua vez, a categoria paisagem é tratada como base para compreensão dos processos transformadores do espaço, em função dos interesses e das necessidades dos indivíduos e comunidades (LIMA, 2012).

Quando analisa-se as paisagens sob influências antropogênicas, demonstram-se a complexidade dos estudos pelo dinamismo das mobilidades biológicas e também

pelo que Bertrand (2004) cita de evolução própria do potencial ecológico que precede (geomorfogênese e degradação antrópica). Ainda segundo o autor, por essa dinâmica interna, o geossistema não apresenta, necessariamente, uma grande homogeneidade fisionômica.

Se em um ecossistema se altera ou se destrói a vegetação como consequência de um fato natural ou artificial, de uma forma espontânea modifica-se toda a estrutura geográfica e todas as interações dos elementos da paisagem (TROLL, 1997). Amorim e Oliveira (2008) tratam este fenômeno como degradação geoecológica, que define-se como a perda de atributos e propriedades sistêmicas que garantem o cumprimento das funções geoecológicas e a atividade dos mecanismos de auto regulação. Este processo de degradação se subdivide em processos geoecológicos naturais (erosão, degradação de pastagens, perda da biodiversidade) e processos geoecológicos de interação (contaminação do solo, contaminação das águas, alteração dos recursos hídricos).

Referente a escala de análise da paisagem, Bertrand (2004) propõe a hierarquização dos elementos em unidades superiores e unidades inferiores, de onde comporta seis níveis temporo-espaciais; de uma parte a zona, o domínio e a região; de outra parte, o geossistema, o geofáceis e o geótopo, sintetizados no Quadro 1:

Quadro 1 – Unidades de paisagem superiores e inferiores.

UNIDADES DA PAISAGEM	ESCALA TEMPORO-ESPACIAL (A. CAILEUX, J. TRICART)	EXEMPLO TOMADO NUMA MESMA SÉRIE DE PAISAGEM	UNIDADES ELEMENTARES				
			RELEVO (1)	CLIMA (2)	BOTÂNICA	BIOGEOGRAFIA	UNIDADE TRABALHADA PELO HOMEM
ZONA	G. I	Temperada		Zonal		Bioma	Zona
DOMÍNIO	G. II	Cantábrico	Domínio estrutural	Regional			Domínio Região
REGIÃO NATURAL	G. III – IV	Picos da Europa	Região estrutural		Andar Série		Quarteirão rural ou urbano
GEOSSISTEMA	G. IV – V	Atlântico Montanhês (calcário sombreado com faia higrófila a <i>Asperula odorata</i> em “terra fusca”	Unidade estrutural	Local		Zona equipotencial	
GEOFÁCEIS	G. VI						Exploração ou quarteirão parcelado (pequena ilha ou cidade)
GEÓTOPO	G. VII						Parcela (casa em cidade)

Fonte: Bertrand (2004)

Com a base teórica de Bertrand, Bernardino *et al.* (2018) destaca que essa taxonomia permite identificar, nas unidades inferiores, a relação entre o potencial ecológico (geomorfologia, clima e hidrologia), exploração biológica (vegetação, solo e fauna) e ação antrópica (ação humana). O qualificativo de “zona” deve ser imperativamente ligado ao conceito de zonalidade planetária (BERTRAND, 2004), em que Conti (2001) destaca que a Geografia moderna desenvolvida a partir do século XIX reforçou esta tese, demonstrando que a distribuição desigual da energia solar pela superfície do planeta em função das diferenças de latitude é o primeiro dado de macro-escala que deve ser considerado para entender zonalidade.

Troll (1997) destaca que as unidades de paisagem no mundo são de tamanho muito variado. Na escala do conjunto da terras emersas distinguem-se cinturões ou zonas de paisagens que correspondem espacialmente às zonas climáticas e de vegetação.

Rosolém e Archela ressaltam que:

As unidades inferiores são classificadas em geossistema, definidos como unidades fisionômicas homogêneas, sendo um complexo geográfico e a dinâmica do conjunto; as geofácies que representa uma subdivisão destas unidades com seus aspectos fisionômicos; e o geótopo, a menor unidade geográfica homogênea classificada e o último nível de escala espacial. (ROSOLÉM; ARCHELA, 2010, p. 5).

O geossistema é o resultado da combinação de fatores geológicos, climáticos, geomorfológicos, hidrológicos e pedológicos associados a certo(s) tipo(s) de exploração biológica (DIAS; SANTOS, 2007). Geossistemas abrangem complexos biológicos, possuem uma organização de sistemas mais complicada e, em comparação com os ecossistemas, tem capacidade vertical consideravelmente mais ampla (SOTCHAVA, 1977).

O estudo sobre geossistemas requer o reconhecimento e a análise dos componentes da natureza, sobretudo através das suas conexões (AMORIM; OLIVEIRA, 2008). Em condições normais deve estudar, não os componentes da natureza, mas as conexões entre eles; não se deve restringir à morfologia da paisagem e suas subdivisões mas, de preferência, projetar-se para o estudo de sua dinâmica, estrutura funcional, conexões, etc. (SOTCHAVA, 1977).

Bertrand (2004) resalta que o geossistema resulta da combinação de fatores geomorfológicos (natureza das rochas e dos mantos superficiais, valor do declive,

dinâmica das vertentes), climáticos (precipitações, temperatura) e hidrológicos (lençóis freáticos epidérmicos e nascentes, pH das águas, tempos de ressecamento do solo). Ainda segundo o autor, o geossistema trata de uma unidade dimensional compreendida entre alguns quilômetros quadrados e algumas centenas de quilômetros quadrados.

Nessa escala, situa-se a maior parte dos fenômenos de interferência entre os elementos da paisagem e da evolução das combinações dinâmicas, conformando uma boa base para os estudos da organização do espaço porque é compatível com a escala humana (BERTRAND, 2004; DIAS e SANTOS, 2007).

O geofáceis se situa na 6ª grandeza de escala e a partir dos estudos de Bertrand (2004) corresponde então a um setor fisionomicamente homogêneo onde se desenvolve uma mesma fase de evolução geral do ecossistema. Encobre algumas centenas de Km² em média. Segundo o autor, o geofáceis representa assim uma malha na cadeia das paisagens que se sucedem no tempo e no espaço no interior de um mesmo geossistema.

O geótopo integrante da 7ª grandeza definida por Bertrand, contempla a análise ao nível das microformas no interior do geossistema e dos geofáceis. É a menor unidade geográfica homogênea na escala do metro quadrado ou mesmo do decímetro quadrado. A menor unidade geográfica homogênea diretamente discernível no terreno; os elementos inferiores precisam da análise fracionada de laboratório (BERTRAND, 2004).

3 BACIAS HIDROGRÁFICAS COMO UNIDADE DE GESTÃO: DIRETRIZES GERAIS

A drenagem fluvial é composta por um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados que formam a bacia de drenagem, definida como a área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial (CHRISTOFOLETTI, 1980). A estes canais dado como um recorte representado por vários elementos que integram os afluentes e demais sistemas hidrológicos existentes chamamos de bacia hidrográfica (BH).

Esta pode ser entendida, na visão de Tucci *apud* Fraga *et. al.* (2014) como uma área definida topograficamente, drenada por um curso de água ou um sistema conectado de cursos de água, de forma que toda a vazão efluente seja descarregada por uma única saída. As bacias hidrográficas se apresentam como unidades da paisagem ideais para estudos ambientais, pois além de apresentarem características sistêmicas que integram os fatores ecológicos, socioeconômicos e culturais, são consideradas como unidades de planejamento e gestão territorial (SOUZA, 2017).

Esta área é composta basicamente de um rio principal e seus afluentes, com relação sociedade – natureza, que possa haver alterações e interações de energia no espaço geográfico, através de presença dos diversos elementos físicos, biológicos e antrópicos existentes, não se reservando ao estudo da calha dos mananciais.

Descrito por Tomasoni (2008) e para outros estudiosos, a bacia hidrográfica é uma unidade espacial que permite visualizar quase todos os fenômenos responsáveis por sua dinâmica. O comportamento hidrológico da bacia hidrográfica pode ser avaliado através dos atributos fisiográficos inerentes à sua área e aferido através dos registros fluviométricos (ROCHA, 2008).

Para Pires *et al.* (2002), a utilização do conceito de bacia hidrográfica consiste na determinação de um espaço físico-funcional, sobre o qual devem ser desenvolvidos mecanismos de gerenciamento ambiental na perspectiva do desenvolvimento ambientalmente sustentável (utilização - conservação de recursos naturais). O gerenciamento ambiental proposto deve considerar semelhanças e diferenças existentes dentro de um determinado espaço físico e que, conforme Silva *et al.* (2007) costuma ser orientado por instrumentos de planejamento como planos diretores ambientais, planos de manejo ou planos de bacias hidrográficas nas áreas de interferência.

De acordo com Christofolletti (1980) a quantidade de água que atinge os cursos fluviais está na dependência do tamanho da área ocupada pela bacia, da precipitação total e do seu regime, e das perdas devidas à evapotranspiração e à infiltração.

Enquanto entidade geográfica para classificação como unidade territorial, a bacia hidrográfica atende os princípios defendidos por Becker e Egler (1997), que deve possuir contiguidade espacial, serem georreferenciadas e pertencerem a uma classificação tipológica que permita seu agrupamento em diversas ordens de grandeza.

É o testemunho de todo um processo geomorfológico em que relevo, solo, topografia, clima, vegetação e intemperismo interagem levando sua modelagem (TOMASONI, 2008). A bacia hidrográfica traz consigo as mudanças existentes através da expropriação dos recursos naturais através da intervenção antropogênica, onde Tomasoni ressalta que:

Na bacia, também, estão guardados os processos históricos de ocupação com testemunhos pretéritos da intervenção humana e, ainda, pode-se depreender formas integradas de ação presente e futura projetando cidades, áreas agrícolas, de preservação, de industrialização, e outras (TOMASONI, 2008, p. 85).

Com a promulgação da Lei Federal nº 9.433/1997, conforme Morais *et al.* (2018) o Brasil adota o modelo de bacia hidrográfica, e a gestão da água passa a ter essas bacias como âmbito territorial e não as fronteiras administrativas e políticas dos entes federados. Há certamente dificuldades em se lidar com esse recorte geográfico, uma vez que os recursos hídricos exigem a gestão compartilhada com a administração pública, órgãos de saneamento, instituições ligadas à atividade agrícola, gestão ambiental, entre outros (PORTO; PORTO, 2008).

Conforme descrição de Pires *et al.*:

A utilização do conceito de bacia hidrográfica como unidade de estudo, direcionada à conservação dos recursos naturais, deve estar agregada ao conceito Desenvolvimento Sustentável, na perspectiva de atingir três metas básicas: (a) o desenvolvimento econômico; (b) a equidade social, econômica e ambiental, e (c) a sustentabilidade ambiental (PIRES *et al.*, 2002).

O Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) do ponto de vista operacional em bacias hidrográficas, deve seguir as fases descritas por Tomasoni (2008):

diagnose, prognose e ação. O PNRH ocorre como modelo de gestão baseado na descentralização, participação e a instituição da cobrança pelo uso da água, e que na visão de Morais *et al.* (2018) deverá ser feita por comitês de bacias hidrográficas, que são unidades descentralizadas do poder central, nacional e do subnacional, e devem funcionar em gestão colegiada e participativa, com poder de decisão.

3.1 Alguns aspectos normativos do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH)

No Brasil, o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) é um dos instrumentos instituídos pela Lei Federal nº 9.433/1997, que trata do uso racional da água e gestão e que se assegure para as gerações presentes e futuras a boa quantidade e qualidade dos recursos hídricos, pela via de captação superficial ou subterrânea e seu correto manejo para as diversas finalidades a ela destinadas, preservando prioritariamente a sua quantidade e qualidade, para fins de abastecimento humano e dessedentação animal em regime de escassez, como forma de evitar maiores conflitos sob a ótica do desenvolvimento sustentável e da inclusão social.

Além do PNRH (elaborados por Comitês de Bacias Hidrográficas), outros instrumentos de gestão das águas devem ser considerados, como a outorga do direito do uso da água, a cobrança e o enquadramento dos corpos d'água em classes de uso e o Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos (JACOBI, 2010). A criação da Agência Nacional das Águas (ANA) pela Lei Federal nº 9.984 de 2000 também serve como instrumento de gestão, tendo em vista que é a agência que regula o cumprimento da Lei das Águas (Lei Federal nº 9.433/1997).

Ao reconhecer a água como um bem escasso, dotado de valor econômico, transita-se da percepção d'água como bem em abundância na natureza, para a percepção da sua finitude (WOLKMER; PIMMEL, 2013). Embora a dimensão econômico-produtiva da água seja estrategicamente fundamental para o desenvolvimento sustentável, não se pode esquecer que a água é, acima de tudo, um recurso natural, e que de acordo com Paula Júnior e Modaelli:

Temos uma relação de uso: poluição, desperdício e concorrência com outras atividades humanas, igualmente importantes, contaminação de lençóis freáticos, assoreamento de leitos de cursos superficiais de água, destruição e descaracterização de suas margens, entre tantos e diferentes exemplos (PAULA JUNIOR; MODAELLI, 2013, p. 33)

Dentro do contexto de uso e suas relações sociedade – natureza, faz-se necessário ter envolvimento da população nas políticas de conservação dos elementos naturais existentes. Como forma de trazer novamente as relações harmoniosas para o seu uso, que possa atender o capital e a conservação, Wolker e Pimmel relatam os princípios de governança dos recursos hídricos.

a) Participação: todos os cidadãos, diretamente ou através de representantes em todas as etapas do processo de formulação, bem como nos espaços de decisão. Isso requer que o governo atue, em todos os níveis, a partir de um enfoque inclusivo; b) Transparência: a informação deve fluir democraticamente dentro da sociedade. Os diferentes processos e decisões devem ser transparentes e suscetíveis a críticas; c) Equidade: todos os grupos da sociedade devem ter a oportunidade de melhorar o acesso aos bens comuns; d) Responsabilidade: as organizações do governo, o setor privado e a sociedade civil devem ser responsáveis diante dos interesses que representam; e) Coerência: a crescente complexidade das questões vinculadas aos recursos hídricos requer políticas apropriadas e coerentes; f) Sensibilidade: as instituições e processos devem atender a todos e responder apropriadamente às mudanças que se fizerem necessárias; g) Integração: a governança da água deve promover enfoques integrais e holísticos; h) Ética: a governança da água necessariamente deverá estar assentada nos princípios éticos que fundamentam as sociedades na qual é aplicada; i) Sustentabilidade: requer na sua aplicabilidade uma visão ecossistêmica, pois a manutenção dos ecossistemas aquáticos é imprescindível para continuidade da vida (WOLKMER; PIMMEL, 2013, p. 171).

O sistema baseado na tríade descentralização, participação e integração, considera, principalmente, a qualidade e a quantidade das águas através de ações que promovam os usos múltiplos dos recursos hídricos (JACOBI, 2010).

Outras questões levantadas e discutidas para o correto uso e relação com os recursos hídricos está na desigualdade social e a disponibilidade. Paula Junior e Modaelli ressaltam que:

Há uma diferença do valor que o elemento água assume em diferentes culturas e grupos humanos. “Nossa” relação com a água é tão diferente que poderíamos dizer que a água tem valores totalmente distintos para distintos seres humanos. Água como: “recurso”, que é pago, portanto, usado como quiser; “elemento natural”, desenvolvendo inúmeras funções nos ecossistemas naturais e antropizados; “bem para fruição” ligado ao lazer; “recurso econômico” que define e é definido pela sua apropriação e pelas relações de poder econômico e água como “elemento cultural”, religioso e espiritual, ligado aos valores

e origens de diversos povos (PAULA JUNIOR; MODAELLI, 2013, p. 34).

É necessário a fiscalização de investimentos públicos para garantia da aplicação das normas vigentes, previstas na Lei das Águas (Lei Federal nº 9.433/1997) e no Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/2012) referentes as bacias hidrográficas, sob o risco de não possuir futuramente os bens disponibilizados, através de um modelo de governança que garanta, segundo Morais *et al.* (2018) a preservação e a universalização da água, o envolvimento da sociedade no processo de cogestão, evitar a apropriação por agentes econômicos nacionais e estrangeiros de forma exclusiva e garantir os usos múltiplos da água.

As ações de gestão ambiental direcionadas à conservação e/ou preservação dos recursos naturais em bacias hidrográficas devem ser realizadas ou mediadas pelo Poder Público e o terceiro setor. É de responsabilidade do Estado, em seus diferentes níveis hierárquicos, decidir sobre as formas de uso do espaço e dos recursos naturais de um território (PIRES *et al.*, 2002).

O PNRH é considerado um instrumento orientador da gestão das águas, com um caráter de construção permanente, fruto da participação e do diálogo multidisciplinar (WOLKMER; PIMMEL, 2013). As relações com o seu uso, muitas vezes complexas por se instituir a água como um insumo econômico ou como essencial para o equilíbrio dos ecossistemas, deve ser realizada como instrumento para utilização racional em nível nacional, estadual e local, priorizando sempre a qualidade e quantidade nas suas mais diversas finalidades.

3.2 Bacias hidrográficas como unidade territorial de gestão das águas

A gestão com o uso de bacia tem como benefício a integração multidisciplinar entre diferentes sistemas de planejamento e gerenciamento. As vantagens apontadas para a bacia hidrográfica como unidade de gestão são também descritas por Nascimento e Vilaça (2008), onde a delimitação física com fronteiras que podem estender-se por várias escalas espaciais, um ecossistema ecologicamente integrado com componentes e subsistemas interativos.

Para gestão administrativa do uso dos recursos hídricos, as Unidades Federativas fizeram divisões hidrográficas utilizando metodologias próprias de

definição. Porto e Porto (2008) menciona que o Estado de São Paulo está dividido em 22 unidades de gestão hidrográficas; o Estado do Paraná, em 15; o Estado de Minas Gerais, em 36, e assim por diante.

O Estado da Bahia está dividido em 02 regiões nacionais de gestão das águas ou regiões hidrográficas, e para gestão administrativa estadual em 25 Regiões de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA), divididos conforme o Quadro 2.

Quadro 2 – Divisão de Planejamento e Gestão das Águas/Estado da Bahia.

RPGA	Nome	Região Hidrográfica Nacional
I	RPGA do Riacho Doce	Atlântico Leste
II	RPGA do Rio Mucuri	Atlântico Leste
III	RPGA dos Rios Peruípe, Itanhém e Jucuruçu	Atlântico Leste
IV	RPGA dos Rios dos Frades, Buranhém e Santo Antônio	Atlântico Leste
V	RPGA do Rio Jequitinhonha	Atlântico Leste
VI	RPGA do Rio Pardo	Atlântico Leste
VII	RPGA do Leste	Atlântico Leste
VIII	RPGA do Rio das Contas	Atlântico Leste
IX	RPGA do Recôncavo Sul	Atlântico Leste
X	RPGA do Rio Paraguaçu	Atlântico Leste
XI	RPGA do Recôncavo Norte e Inhambupe	Atlântico Leste
XII	RPGA do Rio Itapicuru	Atlântico Leste
XIII	RPGA do Rio Real	Atlântico Leste
XIV	RPGA do Rio Vaza-Barris	Atlântico Leste
XV	RPGA do Riacho do Tará	Rio São Francisco
XVI	RPGA dos Rios Macururé e Curaçá	Rio São Francisco
XVII	RPGA do Rio Salitre	Rio São Francisco
XVIII	RPGA dos Rios Verde e Jacaré	Rio São Francisco
XIX	RPGA do Lago de Sobradinho	Rio São Francisco
XX	RPGA dos Rios Paramirim e Santo Onofre	Rio São Francisco
XXI	RPGA do Rio Grande	Rio São Francisco
XXII	RPGA do Rio Carnaíba de Dentro	Rio São Francisco
XXIII	RPGA dos Rio Corrente e Riachos do Ramalho, Serra Dourada e Brejo Velho	Rio São Francisco
XXIV	RPGA do Rio Carinhanha	Rio São Francisco
XXV	RPGA do Rio Verde Grande	Rio São Francisco

Fonte: INEMA (2018) adaptado pelo autor.

Segundo o INEMA (2018), os critérios determinantes para elaboração do planejamento das 25 RPGA's no Estado da Bahia foram:

- a) Eficiência da gestão das águas, a exemplo da socioeconômica e dos usos da água mais homogêneos;
- b) Distância de deslocamento dos membros dos Comitês;

c) Capacidade de mobilização em uma região e o número de municípios envolvidos.

Soma-se a isto o problema das bacias de grandes dimensões serem de difícil negociação, tornando-se necessário subdividi-las para que se possam tomar decisões de forma articulada entre as partes integrantes (TOMASONI, 2008).

3.3 Código Florestal Brasileiro e sua eficiência para conservação de Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal

A discussão sobre o Código Florestal Brasileiro (Lei Federal nº 12.651, de 25 de Maio de 2012) para esta pesquisa é importante, pois esta legislação dispõe sobre a proteção das florestas existentes em Áreas de Preservação Permanente (APP), estabelece a quantidade mínima de mata caracterizada como Reserva Legal (RL) no interior de propriedades rurais e estabelece restrições de ocupação e uso, em áreas urbanas e/ou rurais, nos locais estabelecidos, visando o controle da origem de produtos florestais e recursos econômicos para fomento à recuperação e preservação de áreas de APP e RL.

O Código Florestal Brasileiro (Lei Federal nº 12.651/2012) tem como um dos seus princípios para a promoção do desenvolvimento sustentável, a afirmação do compromisso soberano do Brasil com a preservação das suas florestas e demais formas de vegetação nativa, bem como da biodiversidade, do solo, dos recursos hídricos e da integridade do sistema climático, para o bem estar das gerações presentes e futuras. Silva *et al.* (2016) destaca que a aplicação do Código Florestal é basicamente para propriedades privadas, com a finalidade de recuperar áreas vegetais, por meio da manutenção de áreas de preservação permanente (APP) e reserva legal (RL).

Segundo Fonseca (2014), o Código Florestal Brasileiro possui o desafio de promover a compatibilização da questão ambiental, econômico, social e cultural, e ainda, é considerado como norma geral, visto que não pode esgotar a regulamentação do tema de proteção de florestas e demais tipos de vegetação. Deve fixar o padrão mínimo ambiental, e caberá aos estados legislar para atender suas especificidades, sem contrariar a norma geral. De acordo com a Sociedade Brasileira Para o Progresso da Ciência (SBPC):

Os fundamentos lógicos de diversas figuras jurídicas do Código Florestal guardam relação causal entre a sua instituição e a proteção de elementos do meio ambiente natural (solo, ar, águas, flora, fauna, assim como suas relações funcionais) e incorporam uma percepção antropocêntrica de proteção à vida e das atividades produtivas, em perpetuidade (SBPC, 2011, p. 20).

A manutenção das áreas florestadas ou sua recomposição em seu estado original, tem efeitos práticos positivos na proteção do solo, regularização das recargas dos rios, na diminuição do escoamento superficial, diminuição do assoreamento dos mananciais existentes, redução da lixiviação superficial e enriquecimento de nutrientes. Para a SBPC:

Apesar de as estimativas do custo da erosão terem sido baseadas quase sempre no valor dos nutrientes retirados da camada superficial do solo ou do custo de reposição desses nutrientes na forma de adubos e corretivos, outros custos devem ser considerados, como a degradação da própria camada superficial, onde ocorre o crescimento das raízes e as principais trocas de gases e de água, limitantes para o atingimento de altas produtividades econômicas e sustentáveis (SBPC, 2011, p. 40).

As áreas de Preservação Permanente (APP) são importantes provedoras de serviços ecossistêmicos, principalmente por proteger os recursos hídricos, evitar erosões em áreas ribeirinhas e a consequente colmatagem dos rios, razão pela qual são objetos de tratados internacionais de que o Brasil tem sido signatário (SBPC, 2012).

Sobre as APPs previstas na Lei Federal nº 12.651/2012, estas são áreas cobertas ou não por vegetação, com finalidade específica de proteger os recursos hídricos existentes em nascentes, rios e riachos perenes e intermitentes (excluindo os efêmeros), veredas, lagos e lagoas, topos de morros e áreas com declividade superior a 45°. Sua função segundo Laudares *et al.* (2014) é de preservar os recursos hídricos, a paisagem¹, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Para Borges *et al.* (2011) a preservação das APPs é de fundamental importância na gestão de bacias hidrográficas, pois contribuem para a estabilidade

¹ A paisagem, segundo Laudares *et al.* (2014) refere-se a tudo que é sentido e percebido em um determinado ambiente, no caso em questão, a vegetação ao entorno dos rios, riachos e nascentes, que se constituem segundo a Lei Federal nº 12.651/2012, como Área de Preservação Permanente.

dos ciclos hidrológicos e biogeoquímicos visando a dar condições de sustentabilidade à agricultura. Tal afirmação fundamenta-se no fato de que, em terras sob cobertura florestal, o sistema radicular, serapilheira e vegetação adensada das mata conseguem, juntos, reter em média 70% do volume das precipitações, regularizando a vazão dos rios, contribuindo para a melhoria na qualidade da água (SBPC, 2011).

Para Schäffer *et al.* (2011) o Código Florestal prevê faixas e parâmetros diferenciados para as distintas tipologias de APP's, de acordo com a característica de cada área a ser protegida. No caso das faixas mínimas a serem mantidas e preservadas nas margens dos cursos d'água (rio, nascente, vereda, lago ou lagoa), a norma considera não apenas a conservação da vegetação, mas também a característica e a largura do curso d'água, independente da região de localização, em área rural ou urbana. Para topos de morros com altitudes superiores a 1.800 metros e áreas com declividades superiores a 45º, deve-se evitar o uso para atividades agrícolas que causem a supressão florestal, sendo consolidada as atividades já implantadas antes de 22 de Junho de 2008, conforme a Lei Federal nº 12.651/2012.

Sua preservação é imprescindível, pois são estas áreas que garantem a sustentabilidade e a biodiversidade, especialmente em bacias hidrográficas, contribuindo juntamente com a Reserva Legal (RL) para absorção das águas das chuvas, diminuição da velocidade do escoamento superficial e evita assoreamento dos rios, atuando como um regulador do fluxo de água e maior oferta dos recursos hídricos em níveis de classificação de uso, para as mais diversas finalidades.

A Reserva Legal são áreas previstas no Artigo 12 do Código Florestal Brasileiro (Lei Federal nº 12.651/2012), que estabelece percentuais mínimos para sua preservação e recomposição, garantindo o mínimo de cobertura vegetal associada a produção agropecuária existente em determinada região, que pode contemplar um ou mais domínios. A mudança da legislação ambiental trouxe avanços e retrocessos, se compararmos a visão de conservação e preservação ambiental, e uma das vantagens trazidas pela nova legislação foi o tempo de reconstituição da RL pelos proprietários rurais. Laudares *et al.* informa que:

Pela Lei nº 4.771/65, a reconstituição da RL deveria ser feita, independente do tamanho da propriedade, mediante o plantio, a cada três anos, de no mínimo 1/10 da área total necessária à sua complementação com espécies nativas, de acordo com critérios estabelecidos pelo órgão ambiental estadual competente. Esta medida poderia levar trinta anos para ser concluída. Um aspecto

positivo referente à Lei nº 12.651/12 é que o prazo para a recomposição da RL possui um limite menor que vinte anos, ou seja, o plantio deverá ser feito no mínimo em 1/10 da área total necessária à sua complementação a cada dois anos (LAUDARES *et al.*, 2014, p. 114).

Este avanço na legislação ambiental brasileira pode permitir a médio e longo prazo, a recuperação antecipada de florestas nativas desmatadas, que foram substituídas por plantios agrícolas (agricultura e pastagens) e exploração de madeira. Deve-se pontuar também as vitórias obtidas pela bancada ruralista com a promulgação da Lei nº 12.651/2012, de onde podemos citar:

a) O texto que trata da possibilidade de recuperação da Reserva Legal com 50% de espécies nativas da região e 50% de espécies exóticas, intercaladas ou não dentro da propriedade. Este dispositivo possibilita que produtores rurais utilizem espécies florestais que não contribuam com a biodiversidade de flora em uma determinada região;

b) Recomposição florestal de um imóvel rural com RL em percentuais inferiores ao previsto no Art. 12 da Lei nº 12.651/2012, com a aprovação do Art. 67 da mesma lei que estabelece áreas menores de RL do que o previsto no Art. 12 da mesma legislação, desde que o imóvel rural detenha área de até 04 módulos fiscais² e percentuais de RL inferiores ao previsto, em 22 de julho de 2008, vedadas novas conversões para o uso do solo. Conforme Laudares *et al.* (2014) se um imóvel abaixo de quatro módulos fiscais – que, em algumas regiões do Brasil, pode atingir até quatrocentos hectares – não possuir sequer 1% de vegetação nativa para compor a Reserva Legal, poderá ele ser dispensado de cumprir com tal obrigação.

c) Sistema de compensação de RL em outro imóvel pertencente ao mesmo proprietário ou terceiros, dentro do mesmo domínio. A delimitação do recorte territorial em domínio, pode não acarretar em benefícios de compensação florestal para a região onde a propriedade rural passível de preservação esteja localizada. Caso o recorte territorial considerasse uma escala menor de estudo, como a sub-bacia de localização

² Unidade de medida, definida por hectare, que estabelece a área mínima necessária para que uma propriedade rural seja economicamente viável. É definida pela Instrução Especial/INCRA/nº 20, de 28 de Maio de 1980 para cada município, sendo utilizado como parâmetro para classificação dos imóveis rurais no Brasil: Minifúndio (abaixo de 1 Módulo Fiscal), pequena propriedade (1 a 4 Módulo Fiscal), média propriedade (5 a 15 Módulos Fiscais) e grandes propriedades ou latifúndios (acima de 15 Módulos Fiscais).

da propriedade degradada, haveria mais detalhamentos espaciais e melhores resultados ambientais, com efeitos positivos para todo o ambiente;

d) Possibilidade de conversão das Áreas de Preservação Permanente em áreas de Reserva Legal, para efeito de cômputo, vedado novas conversões para uso do solo. Esta prática não contribui para aumento da área de vegetação nativa, pois apenas substitui o caráter de uma área com funções de recuperação hidrológica específica (APP) para atendimentos legais do Art. 12 da Lei Federal nº 12.651/2012. Para Metzger:

Em termos de conservação biológica, essas áreas se complementam, pois são biologicamente distintas, e seria um grande erro ecológico considerá-las como equivalentes. Todo planejamento territorial deveria considerar a heterogeneidade biológica, e um dos primeiros passos neste sentido é distinguir RL e APP, mantendo estratégias distintas para a conservação nestas duas situações (METZGER, 2010, p. 95).

A diminuição da recomposição de mata ciliar implica por consequência menor área florestada, com menor absorção de água pelo solo e maior taxa de escoamento superficial, aumentando o risco da erosão hídrica. Estudos realizados por autores mencionados por Metzger (2010), referem-se a importância da funcionalidade biológica dos corredores ecológicos, em função da largura com valores mínimos superiores a 100 metros, porém o Código Florestal Brasileiro estabelece áreas com valores mínimos menores, seja para preservação da APP já existente (Quadro 3) ou para recuperação de áreas de APP degradadas.

Para as áreas de APP nas margens do rio a ser recuperada em áreas consolidadas, a largura mínima para recuperação pode ser diminuída, apenas quando os limites estabelecidos ultrapassarem o limite máximo da propriedade, que pode variar de 10% para áreas de 0 a 2 Módulos Fiscais, 20% para áreas entre 2 a 4 Módulos Fiscais e 100% para áreas acima de 4 Módulos Fiscais (Quadro 4).

Quadro 3 – Largura mínima para preservação de APP com mata já existente (Artigo 4º, Lei Federal nº 12.651/2012).

Tamanho do leito regular do rio	Área da Preservação Permanente
Menos de 10 metros de largura	30 metros
10 a 50 metros de largura	50 metros
50 a 200 metros de largura	100 metros
200 a 600 metros de largura	200 metros
Superior a 600 metros	500 metros

Fonte: BRASIL (2012)

Quadro 4 – Largura mínima para recomposição de APP (Artigo 61º, Lei Federal nº 12.651/2012).

Tamanho da propriedade (Módulo Fiscal)	Em rios com menos de 10 metros de largura	Em rios com mais de 10 metros de largura	Limite máximo da propriedade
De 0 a 1	5 metros de cada lado	5 metros de cada lado	10% da propriedade
De 1 a 2	8 metros de cada lado	8 metros de cada lado	10% da propriedade
De 2 a 4	15 metros de cada lado	15 metros de cada lado	20% da propriedade
De 4 a 10	20 metros de cada lado	Metade de largura do curso d'água, observado o mínimo de 30 metros e o máximo de 100 metros de cada lado	100% da propriedade
Acima de 10	Metade de largura do curso d'água, observado o mínimo de 30 metros e o máximo de 100 metros de cada lado	Metade de largura do curso d'água, observado o mínimo de 30 metros e o máximo de 100 metros de cada lado	100% da propriedade

Fonte: BRASIL (2012)

Larguras adequadas para determinados domínios, estabelecem acumulações de espécies da fauna e maior diversidade de árvores e arbustos, e que corredores com delimitação curta tem menor proporção de biodiversidade. As APP's e as RL's existentes em bacias hidrográficas e com cobertura florestal suficiente, são importantes, pois além de facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, aumentam as recargas dos rios e colaboram no ciclo hidrológico, com benesses para todo o ambiente envolvido.

3.4 Planejamento ambiental em bacias hidrográficas

O termo planejamento ambiental é utilizado de forma abrangente e pode ser utilizado para definir todo e qualquer projeto de planejamento de uma determinada área que leve em consideração fatores físicos-naturais e socioeconômicos para a avaliação das possibilidades de uso do território e/ou dos recursos naturais

(BOTELHO, 1999). O planejamento ambiental engloba diversas áreas do conhecimento para se referir a processos e mecanismos de sistematizações de ações, priorizam valorizar e conservar a biodiversidade, onde os impactos que afetam de forma negativa, o ambiente, sejam minimizados e os impactos positivos sejam maximizados.

Para isto, torna-se necessário a organização do espaço com o planejamento físico territorial, buscando prever as ações antrópicas a serem implantadas em determinada região, atenuando os impactos decorrentes da expropriação do espaço pela sociedade, em determinado setor e numa determinada época.

Conforme Rocha (2008), o planejamento numa proposição dialética, implica a compreensão do ambiente, de forma ampla e holística, de modo que as ações sejam visualizadas no todo, porém, detalhável ao nível necessário para enfrentar os problemas diagnosticados. O planejamento é feito para melhor se apropriar dos recursos naturais, para se utilizar a natureza com mais racionalidade, evitando-se usos inadequados, ou seja, predatórios, tanto no âmbito da exploração dos recursos quanto no destino dos recursos (ROSS, 2011).

No Brasil, a ideia do planejamento do espaço (organicamente) surge nos anos 60 (Século XX), com a construção de Brasília e de outras cidades planejadas na Amazônia (SILVA; RODRIGUEZ, 2011). Para Santos e Ferreira:

Na década de 1980, contrário a uma visão histórica muitas vezes positivista e progressista, atreladas a um desenvolvimento econômico desenfreado como se as fontes de recursos naturais fossem inesgotáveis, cresce a ideia de um planejamento racionalizando as ações antrópicas dentro das limitações de cada ecossistema (SANTOS; FERREIRA, 2011, p. 15).

A utilização da bacia hidrográfica como unidade de planejamento formal ocorre nos Estados Unidos, com a criação da *Tennessee Valley Authority* (TVA), em 1933, e a partir de então é adotada no Reino Unido, França, Nigéria e restante do mundo (OYEBANDE; AYOADE, 1986; ZINCK, 1996 *apud* BOTELHO, 1999). Ressalte-se que o estudo de bacias hidrográficas vem ganhando espaço em várias ciências, especialmente na Geografia e tem se apresentado, paulatinamente como um caminho concreto para o planejamento ambiental (LIMA, 2012). Neste contexto, para Rocha:

As bacias hidrográficas facilitam essa proposição, na medida em que consegue integrar diversas especificidades das relações sociedade-natureza. Uma delas é o processo de urbanização, principalmente

quando esse processo concentra-se em bacias hidrográficas de grande relevância, neste caso, há um grande confronto de problemas a serem analisados (ROCHA, 2008, p. 75).

Sobre a importância do planejamento ambiental e a sua correta aplicação nas suas inter-relações sociedade-natureza, observar-se nos escritos de Rocha (2008), que este deve ser visto como um agente diferenciado e integrador, que promove a equidade social e as práticas culturalmente adequadas e que privilegie a qualidade de vida. A ausência do planejamento causa sérios impactos no uso eficiente do solo, na ocupação desordenada e exploração imediata, sem qualquer processo de tomada de decisões, necessários nas seguintes situações.

1 – Desmatamento para aumento de áreas agricultáveis: Esta prática consiste na supressão de vegetação nativa de uma determinada região para a exploração imediata de culturas agrícolas. O planejamento agropecuário envolve fases como a escolha e aptidão da cultura implantada, local adequado para supressão de vegetação e plantio, práticas agrícolas para conservação e produção. Uma das consequências que demonstram a ausência de planejamento ambiental seriam a supressão de vegetação das matas ciliares, delimitadas pelas Áreas de Preservação Ambiental (APP) e em áreas classificadas como Reserva Legal (RL), preconizadas pela Lei Federal nº 12.651/2012 – Código Florestal Brasileiro; erosão hídrica e perda de solos agrícolas por falta de práticas conservacionistas;

2 – Preparo de áreas potencialmente agrícolas: Técnicas que consistem no uso de maquinários agrícolas específicos para desmatamento de áreas, destocamento, aração e destorroamento (gradagem). A introdução destas práticas sem o planejamento de ação, como: marcação em curvas de nível, dimensionamento do maquinário adequado para o serviço e épocas corretas, seguindo o planejamento agrícola da cultura a ser implantada, podem gerar exposição excessiva e perda de solo através de erosão hídrica;

3 - Equilíbrio ecológico: Ocasionado pela manutenção da cobertura vegetal dentro das áreas protegidas pelo Código Florestal Brasileiro (APP e RL), com delimitação de 20% da área total para a Reserva Legal e larguras mínimas no entorno dos rios, nascentes, lagos, veredas, topos de morros para Áreas de Preservação Permanente. A mudança abrupta do espaço existente causa nas lavouras implantadas um maior problema de pragas e doenças agrícolas, e por consequência a adoção de medidas de aplicação de agrotóxicos para combate.

Sem adoção de medidas adequadas no campo, estes produtos podem causar poluição ambiental, através do efeito residual nos alimentos produzidos, efeitos de derivação pelo vento por meio da aplicação por pulverizadores costais ou por implementos acoplados em tratores e percolação através do solo e águas.

Algumas medidas adotadas em campo para diminuição dos impactos do uso de agrotóxicos: Barreiras de contenção da área de aplicação, diminuição de deriva de agrotóxicos pulverizados, com escolha do maquinário específico; inutilização e descarte de embalagens; respeito ao período de carência, principalmente, no período de colheita e pós-colheita, conversão da agricultura convencional para sistemas de agricultura viáveis ecologicamente, a exemplo de sistemas agroecológicos de plantio e produção;

4 – Ordenamento dos espaços urbanos: A ausência de um Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) e um cenário propositivo para expansão nos municípios brasileiros, causa a ocupação habitacional em áreas com potenciais impactos ambientais, como construções habitacionais ou comerciais em veredas, lagoas (aterramentos) e Área de Preservação Permanente (APP).

O processo de construção da cidade comprometem as condições e a qualidade de vida de seus habitantes por condições de moradia e infraestrutura, bem como impactos socioambientais em que estão inseridas estas comunidades: alagamentos, desmoronamento de encostas por meio do deslocamento de solo, diminuição de áreas vegetativas, rachaduras e desabamento de residências edificadas em solo inapropriado, impermeabilização do solo por asfaltamento de vias e passagem de veículos. Para Albuquerque (2012) a propósito deste tema é pertinente contextualizar a importância do uso e aplicação da bacia hidrográfica como unidade territorial nas questões associadas a três parâmetros expostos a seguir:

a) A delimitação da área e reconhecimento do ambiente físico da bacia como visão estratégica do planejamento. Esta delimitação da bacia hidrográfica ocorre geralmente com a utilização de uso de geoprocessamento - ferramentas de sensoriamento remoto e ferramentas SIG para armazenamento e contorno da área de estudo;

Após a delimitação do espaço a ser estudado, escolheu-se o método mais eficiente para busca das informações em campo. Para caracterização de problemas ambientais, teve-se o método da Matriz de Campo como base de critérios de avaliação

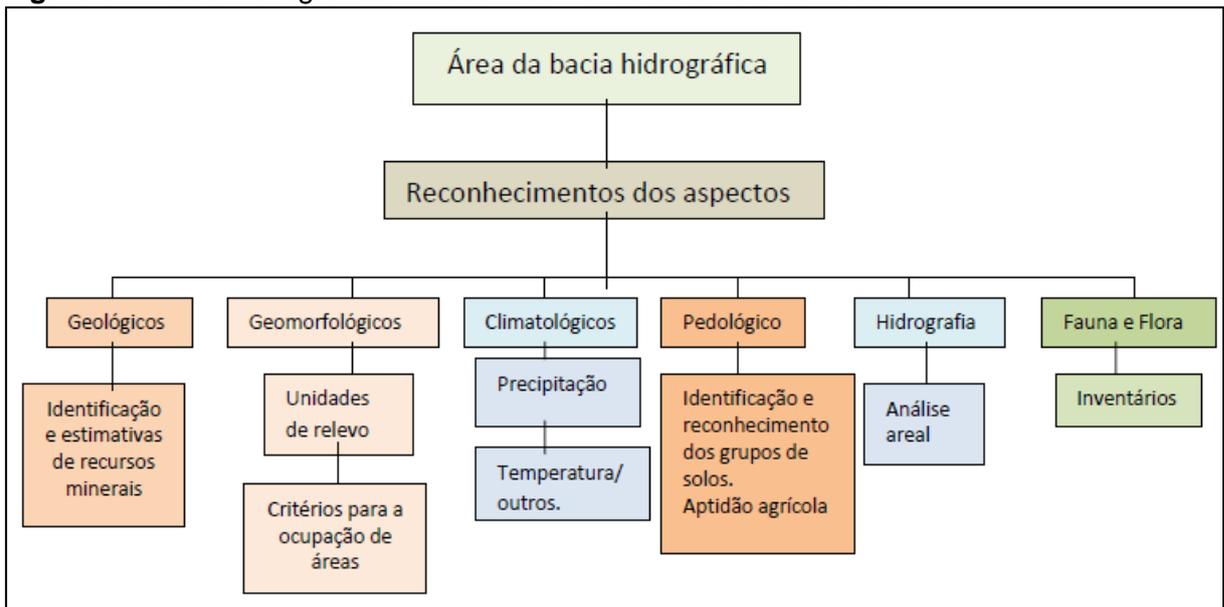
de problemas ambientais, com informações coletadas em campo de atuação e as observações pertinentes.

Com o auxílio desta delimitação e escolha do procedimento, buscou-se o trabalho de campo para reconhecer as interações socioambientais existentes, formas de utilização das ações modificadoras e análise do grau de efeitos positivos ou negativos que estas modificações impactaram no ambiente estudado. Recomenda-se retirar pontos georreferenciados dos locais estudados, com uso de equipamentos receptores de satélites. Com as delimitações existentes, conforme Albuquerque:

Podem ser realizados estudos de caracterização do meio físico, tornando possível, formatar um conjunto de informações sobre estudos específicos das ciências: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Hidrografia, Climatologia, Fauna e Flora locais (ALBUQUERQUE, 2012, p. 202).

Este reconhecimento é apresentado de forma esquemática no trabalho (Figura 3).

Figura 3 – Bacia hidrográfica – Reconhecimento do ambiente físico.



Fonte: Albuquerque (2012).

- b) A bacia como célula de análise integrada, que permite a conexão entre a organização espacial dos grupos sociais e os aspectos do ambiente físico;
- c) A aplicabilidade de legislação específica, para esta unidade hidrográfica quanto à gestão e gerenciamento: No caso específico, a Lei Federal nº 9.433/97 (Lei das

Águas) para a correta utilização dos recursos hídricos existentes, seja em quantidade e qualidade. Para Silva e Silva (2014) a integração do planejamento ambiental para gestão dos recursos hídricos, tornou-se estratégico possibilitando em um reorganização das inter-relações de maneira sistêmica sob a perspectiva da sustentabilidade no âmbito econômico, social e ambiental.

A Lei nº 9.433/1997 baseia-se no fundamento descrito em seu Art. 1º, inciso V, que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997). Outro importante estabelecimento para integração entre ocupação antrópica e preservação ambiental está na Lei nº 12.651/2012 (Código Florestal) para conservação de áreas como APP e RL e ocupação do solo no meio rural.

Sobre as áreas de APPs que garantem o nível de vazão adequada ao manancial protegido e maior capacidade de recarga, percebe-se que, comparado a legislação ambiental anterior (Lei Federal nº 4.771/65 ou antigo Código Florestal Brasileiro), há divergências de entendimento, onde para alguns a adequação por meio de nova legislação, conforme Silva *et al.* (2016) e as reduções das áreas de preservação não contribuem para uma degradação, e sim, possibilitam de forma amena a recomposição de áreas anteriormente degradadas. O mesmo autor também enfatiza as consequências da adequação das áreas de APP com o novo Código Florestal Brasileiro:

A nova lei, definiu que áreas de preservação já alteradas e em uso anterior a julho de 2008, seriam consideradas áreas consolidadas e abriu precedentes para recomposição de mata ciliar com tamanhos inferiores aos valores apresentados no art. 4º, definindo medida inicial em 5 metros para terrenos com até 1 módulo fiscal, e o tamanho deste módulo varia de acordo com cada município (SILVA *et al.*, 2016, p. 172).

Em entendimento, percebe-se que as recuperações realizadas em valores inferiores ao disposto no art. 4ª da Lei Federal 12.651/2012 diminuem a cobertura vegetal e comprometem a interação do ambiente com a recarga dos rios. O problema existente não está, exclusivamente, no tamanho da APP a ser preservada e/ou recuperada, e sim no poder de fiscalização de órgãos ambientais existentes, como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (IBAMA) e órgãos

ambientais estaduais, nas propriedades rurais e reservas ambientais, fazendo-se cumprir o previsto em lei, no que concerne a manutenção destas áreas, independentemente de seu tamanho. Para Ross (2011), planejar e gerenciar a utilização das águas é importante tarefa a ser desempenhada pelas instituições públicas responsáveis pelo desenvolvimento econômico, social e de conservação/preservação ambiental.

3.5 Diagnóstico ambiental como subsídio ao planejamento territorial em bacias hidrográficas

O diagnóstico ambiental consiste na realização de estudo de impacto ambiental de uma determinada área, apontando as suas vulnerabilidades por diversos fatores encontrados, como tipo de solo, vegetação, clima, geologia da área de estudo e relevo. As análises ou estudos ambientais propostos a partir de um diagnóstico ambiental realizado pela ciência geográfica prescindem, conforme Ross (2011), de atender as relações das sociedades humanas de um determinado território (espaço físico) com o meio natural, ou seja, com a natureza deste território.

Cruz (2003) destaca que a elaboração de um estudo de impacto ambiental compreende um conjunto de atividades, pesquisas e tarefas técnicas realizadas com a finalidade de dar conhecimento as principais consequências ambientais de um projeto. Os estudos apontam a vulnerabilidade ambiental, obedecendo diversas metodologias como a de Beltrame (1994) que utiliza os parâmetros de vegetação, clima, geologia, pedologia e relevo; Ross (1994) considera declividade, tipos de solos, clima, dissecação do relevo e a proteção dos solos através da cobertura vegetal; Crepani *et al.* (2001) que promovem o cruzamento entre geologia, morfometria, formas de relevo, declividade, tipos de solos, vegetação e clima.

Em bacias hidrográficas, estes estudos tem se firmado cada vez mais como uma importante ferramenta do planejamento e ordenamento territorial, uma vez que as direções preferenciais dos fluxos superficiais definem os mecanismos erosivo-deposicionais preponderantes e são resultados da interação do uso e ocupação do solo, clima, aspectos geológicos, tipo de solo, relevo e cobertura vegetal (Lima, 2012; Bueno *et al.*, 2010; Veríssimo *et al.*, 1996). Conforme Lima:

Se por um lado os seus limites podem recortar unidades de paisagem dotadas de certa homogeneidade em seus parâmetros

geomorfológicos, pedológicos e fitoclimáticos, por outro lado as bacias hidrográficas são dotadas de mecanismos mais lógicos de fluxos de matéria e energia (LIMA, 2012, p. 22).

Na bacia hidrográfica como unidade espacial de gestão permite reconhecer e estudar as inter-relações existentes entre os diversos elementos da paisagem e os processos que atuam na sua esculturação (BOTELHO, 1999). Sobre a análise para a autora, a bacia hidrográfica passa, também, a representar uma unidade de planejamento de uso das terras. Este planejamento pode envolver a ação de exploração dos recursos naturais para fins econômicos, porém com respeito a vegetação nativa existente, e que, segundo Pinto *et al.* (2014) mantém uma relação com o processo de erosão natural, atenuando a ação das chuvas no solo. As mudanças de coberturas vegetais das margens de um curso d'água produzem um encadeamento de fenômenos que mudam completamente o habitat (ODUM, 1988), pois a vegetação tem um papel fundamental no balanço de energia e no fluxo de volumes de água. A parcela inicial da precipitação é retida pela vegetação: quanto maior for a superfície de folhagem, maior a área de retenção da água durante a precipitação (TUCCI; CLARKE, 1997). Para Tundisi e Tundisi:

O ciclo da água, a composição química da água de drenagem, o transporte de matéria orgânica para os rios, lagos, represas e a intensidade do escoamento superficial e da descarga dos aquíferos dependem diretamente da vegetação ripária, sua preservação e suas diversidades e densidade (TUNDISI; TUNDISI, 2010, p. 68).

A supressão da vegetação ripária de forma não controlada interfere negativamente na paisagem existente, sendo o processo erosivo uma das principais manifestações da ausência de uma cobertura vegetal eficiente. A erosão, conforme Pinto *et al.* (2014) tem como principais consequências o assoreamento de cursos d'água, degradação do solo, maior frequência e intensidade de enchentes e alterações ecológicas que afetam a fauna e a flora. A eliminação da cobertura florestal de uma bacia hidrográfica pode aumentar a vazão momentânea dos rios, pois analisado sob o ponto de vista de economia d'água, esta diminui as perdas por evapotranspiração e infiltração do sistema (VALCARCEL, 1985).

No aspecto econômico-social os danos são verificados pela perda de terras usadas para agropecuária na região inundada e pela diminuição de emprego na área rural (ABDON, 2004). A erosão hídrica é a mais presenciada em estudos e avaliações

ambientais, que ocorre por precipitação pluviométrica em ação da chuva, com escoamento superficial potencializado ou reduzido, sob interferência da cobertura vegetal existente ou inexistente, tipos de solo (permeabilidade) e declividade existente. Todos estes fatores trazem o conceito de estudo e integralização dos componentes avaliados, mensurando o grau de vulnerabilidade que determinada paisagem é exposta, seja por fenômenos naturais ou por atividades antrópicas.

Na visão de Lima (2012), quando uma determinada unidade de paisagem é submetida a uma pressão antrópica superior a sua capacidade de sustentação e assimilação, pode haver ruptura do equilíbrio ecológico, dando início aos mecanismos de degradação da qualidade ambiental. Os ritmos e as intensidades de exploração dos recursos não renováveis devem ser pequenos em comparação com as quantidades totais disponíveis (SANTOS; SOUZA, 2008).

Algumas técnicas de apoio para o estudo de impactos ambientais e descritas por Cremonez *et al.* (2014), Rodrigues (2005), Abdon (2004), BRASIL (1995):

- Método *Ad hoc*: se baseiam na criação de um grupo de especialistas de diversas disciplinas que discutem, com base na experiência profissional de cada um, os impactos ambientais prováveis que o projeto causará ao meio-ambiente (ABDON, 2004). Normalmente, empregam-se em situações nas quais as informações preliminares são parcas e quando a experiência passada é insuficiente para uma sistemática organização das informações com métodos mais objetivos (RODRIGUES, 2005).

- Lista de Checagem ou *Checklist*: Conforme BRASIL (1995) serve de guia para o levantamento dos dados e informações necessários ao estudo, podendo ser acompanhada ou não de uma caracterização de cada indicador listado (base científica de sua escolha e relação com os demais indicadores). Os impactos potenciais são listados e cada impacto identificado é associado a uma lista de parâmetros ambientais (ABDON, 2004). Existem vários tipos de listas, a saber, conforme Quadro 5:

Quadro 5 – Lista de parâmetros ambientais.

LISTAS	CARACTERÍSTICAS
Listas simples	São aquelas que contém uma lista de fatores que variam com o impacto ambiental, uma lista de característica da ação que vão impactar, ou ambas. Permitem que não seja esquecido nenhum fator das análises.
Listas descritivas	Fornecem uma orientação para uma avaliação dos parâmetros ambientais impactados. Podem indicar, por exemplo, possíveis medidas de mitigação, dados sobre os grupos afetados.

Listas escalonadas	Estabelecem critérios para avaliar um conjunto de elementos ambientais, comparando seus valores mínimos aceitáveis (estabelecidos por normas) e a variação de seus valores frente à três alternativas de projeto, sem ação, com alteração média e com alteração grande, para cada caso se indica se houve impacto ambiental negativo.
Questionários	Faz-se um grupo de perguntas sistemáticas sobre os fatores ambientais. Obtêm-se três tipos de respostas sobre os impactos: sim, não e não sabe.

Fonte: Finucci (2010) adaptado pelo autor.

- Rede de interação: De acordo com o BRASIL:

As Redes de interação são construídas para identificar a totalidade das conexões entre vários efeitos ambientais que podem resultar das intervenções humanas (como causas). Através de esquemas ou de equações matemáticas, podem ser mostrados os efeitos diretos e os efeitos sequenciais (efeitos em cadeia) dessas intervenções. O grande problema na sua aplicação é que o conhecimento científico disponível ainda não permite identificar e descrever com precisão todas as características naturais do meio e suas inter-relações (BRASIL, 1995, p. 90).

Os métodos de redes de interações estabelecem relações do tipo causa-condição-efeito, propiciando, relativamente, uma apreciável e sucinta identificação dos impactos e suas inter-relações, assim como a identificação dos impactos indiretos e suas inter-relações (CREMONEZ *et al.*, 2014).

- Superposição de cartas: Técnica inclusa no método cartográfico. O procedimento mais utilizado é a de *overlay* dos diversos mapas sobrepostos que estabelecem os impactos individuais de uma região para obtenção de um impacto global (FINUCCI, 2010). Cremonez *et al.* afirma que:

A metodologia consiste na montagem de uma série de mapas temáticos, sendo que em cada mapa indica-se uma característica cultural, social e física que refletem um impacto. Esses mapas quando integrados produzem a síntese da situação ambiental de uma determinada área geográfica, podendo ser elaborados de acordo com os conceitos de vulnerabilidade ou potencial dos recursos ambientais (conforme a necessidade de obtenção de cartas de restrição ou de aptidão do solo). Nestes mapas, a intensificação das cores é entendida como áreas com impactos ambientais mais intensos (CREMONEZ, *et al.*, 2014, p. 3824).

O avanço tecnológico ao longo dos anos permite que os papéis, até então utilizados para superposição de dados gráficos sobre mapas ou fotografias sejam

substituídos por sistemas computacionais de informação, com uso de satélites e mapas gráficos, facilitando o serviço e tornando-o mais ágil, acessível e preciso, com o uso de aparelhos de posicionamento geográfico por sistema de coordenadas geográficas.

- Método da Matriz: Consiste em um quadro de dupla entrada, matriz, no qual duas listas distintas são organizadas ao longo dos eixos perpendiculares (ABDON, 2004). Segundo BRASIL (1995) é uma forma de organização de informações, que permite a visualização, em uma mesma estrutura, das relações entre indicadores relativos ao meio natural e indicadores relativos ao meio antrópico.

Sobre sua importância, este passa pela responsabilidade de se elaborar novas metodologias que busquem mensurar a evolução dos processos de degradação ambiental no âmbito maior da sustentabilidade, enfocando o envolvimento da sociedade e dos gestores quanto as políticas públicas adotadas (SANTOS; SOUZA, 2008).

A matriz mais empregada para estudos de impactos ambientais e suas relações de causa e efeito tem sido a Matriz de Leopold, idealizada em 1971 por Leopold para o *United States Geological Survey* ou Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Este sistema consiste em uma matriz de informação e que conforme BRASIL (1995) contém, na sua concepção original, uma centena de ações relativas ao entendimento e oitenta e oito características e condições ambientais.

As matrizes permitem incorporar a quantificação dos impactos, com a entrada de números que representam a sua intensidade, sendo então denominadas matrizes escalares (RODRIGUES, 2005). Em cada uma das quadrículas da matriz são determinados um peso numérico específico e que varia entre 1 e 10, correspondendo a magnitude e a importância do impacto. O número 1 corresponde a menor magnitude e menor alteração ambiental e de menor importância, enquanto que o número 10 corresponde os valores máximos de magnitude e de maior importância. O Sinal (+) ou (-) significa se o efeito dos impactos é benéfico para o ambiente ou adverso, respectivamente. A magnitude é colocada no canto superior esquerdo de cada célula e, a significância, no canto inferior direito.

4 UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO PARA CARACTERIZAÇÃO DO ALTO CURSO DA BACIA DO RIO CATOLÉ

O Geoprocessamento pode ser definido como um conjunto de tecnologias voltadas ao tratamento de informações espaciais para um objetivo específico, fazendo parte deste conjunto, tecnologias como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), o Sensoriamento Remoto, entre outros (AUGUSTO, 2016).

Conforme Pires *et al.*:

Entre as metodologias voltadas à gestão de BH estão aquelas que empregam o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e a análise de imagens orbitais para auxiliar na determinação de medidas de manejo ambiental. Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) têm sido muito utilizados devido a sua flexibilidade e disponibilidade, consistindo de sistemas computadorizados que permitem sobrepor diversas informações espaciais da bacia hidrográfica (PIRES, *et al.*, 2002, p. 19).

Um dos enfoques do Geoprocessamento está na Cartografia de Paisagens, que, aproveitando as possibilidades de aplicação do aparato teórico-metodológico da Geoecologia das Paisagens, possui grande potencial de contribuição à temática ambiental (AUGUSTO, 2016). Conforme Souza:

Os estudos ambientais de análise da paisagem em bacias hidrográficas tem utilizado amplamente os recursos das geotecnologias, como o uso de imagens orbitais, para diagnosticar o estado fitossanitário da vegetação e técnicas de geoprocessamento, na espacialização de dados levantados em campo, para a compreensão do comportamento espacial das características ambientais da superfície (SOUZA, 2017, p. 1).

A delimitação espacial de uma bacia hidrográfica e suas diversas informações necessárias, como geologia, geomorfologia, hidrografia, áreas de cobertura vegetal, uso do solo, hipsometria e relevo, são visualizadas através de produtos cartográficos relacionados a sistemas de coordenadas ou localizações geográficas, tendo como base teórica os estudos relacionados à Cartografia das paisagens, com princípios metodológicos, técnicas de representação e critérios para a observação da paisagem. Conforme Botelho:

A Bacia hidrográfica é uma célula natural que pode, a partir da definição do seu *outlet* ou ponto de saída, ser delimitada sobre uma base cartográfica que contenha cotas altimétricas, como as cartas topográficas, ou que permita uma visão tridimensional da paisagem, como as fotografias aéreas (BOTELHO, 1999, p. 269).

A delimitação espacial de determinada bacia colabora no estudo específico das diversas mudanças das paisagens vivenciadas e concebidas no local, com a perda ou recuperação de vegetação remanescente ao longo de um espaço temporal, ocasionado através de processos transformadores de espaço de impactos positivos ou negativos, representados pela: urbanização (criação/ampliação de cidades), distritos e povoados; introdução ou avanço das atividades agropecuárias; construção de barragens e hidrelétricas, para abastecimento humano ou geração de energia elétrica (inundação de grande áreas); ações de reflorestamento e revitalização de áreas protegidas por legislações e decretos federais e estaduais, a exemplo de APP e RL.

A delimitação deste espaço, a partir de imagens de satélites é possível, contudo sua maior ou menor precisão fica a cargo não só do tamanho da bacia a ser mapeada, como, principalmente, da qualidade e riqueza de informações da imagem considerada (BOTELHO, 1999). Um dos métodos mais adequados remete à análise morfométrica da bacia, pois é nela que são estabelecidos os seus limites, a área ocupada, os principais cursos d'água, sub-bacias, hierarquia fluvial, as formas de relevos predominantes, municípios e/ou estados inseridos, entre outros (COELHO, 2007).

As áreas passíveis de recuperação e conservação florestal são importantes para a observância da dinâmica da bacia em estudo, a partir do monitoramento da cobertura vegetal ao longo dos anos e sua importância. Souza (2017) destaca o elevado impacto da vegetação na conservação dos corpos hídricos, nas mudanças no comportamento do ciclo do carbono e nas mudanças climáticas.

Para realizar a identificação e a caracterização dos impactos ambientais em uma bacia é necessário trabalhar com um conjunto de informações, que geram análises espaciais e temporais, para melhor entender os processos e fenômenos de ocorrência dos impactos (CRUZ, 2003). Para Augusto (2016) a retratação dos diferentes ecossistemas e das fronteiras proporciona uma capacidade de quantificar a estrutura da paisagem, que é um pré-requisito para o estudo de sua função e mudança.

4.1 Sistemas de informações geográficas

O uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) permitem o desenvolvimento e gerenciamento de grandes quantidades de informações, através das suas diversas ferramentas disponíveis, que vão desde a obtenção de posicionamento global de constelação de satélites disponíveis, através de feições oriundas do sistema *Global Positioning System* (GPS).

O uso do SIG constitui em uma ferramenta que permite visualizar várias possibilidades de situações em um determinado espaço geográfico, através da sobreposição de diferentes arquivos em diferentes formatos aceitáveis, com o objetivo de integrar e oferecer suporte no planejamento da organização socioespacial em diferentes camadas ou *layers*: Hidrografia, imagens de satélites, vegetação, contorno espacial da área em estudo, malha viária, áreas urbanas, micro-bacias, limite municipal, entre outros.

Destaca-se ainda, que a tecnologia do SIG automatiza tarefas que eram feitas manualmente, facilitando complexas análises, através da integração de dados de diversas fontes (ROCHA, 2008). O SIG permite ainda, conforme Pires *et al.* (2002) a elaboração e manutenção de um banco de dados geocodificados, de onde são retiradas as diversas informações estatísticas sobre características da unidade de estudo (tipos de solos, usos da terra, hidrologia, vegetação etc.).

Assim como nos estudos de cartas topográficas, os produtos gerados por meio do SIG devem respeitar, conforme Granell-Pérez (2004) os princípios básicos da cartografia:

a) **Generalização:** Consiste na adaptação dos elementos qualitativos e quantitativos para uma escala menor, através da seleção e simplificação de detalhes oriundos de uma carta básica originária, de forma tal que a generalização aumenta à proporção que a escala diminui;

b) A seleção é a eliminação de detalhes irrelevantes ou inúteis, que não comportam símbolos, no processo de redução da escala e de generalização;

c) A abstração ou simbolização é a representação dos elementos geográficos, através de símbolos e sinais convencionados padronizados que, recolhidos na legenda, possibilitam a leitura das cartas.

Sem a observância e a correta operacionalização, pode-se comprometer a qualidade do produto no momento da manipulação e análise dos dados espaciais e a saída deste produto. Para definição da estratégia adotada pelo usuário é necessário:

1 - Precisão de bancos de dados espaciais: Uso de equipamentos específicos para a atividade realizada, por conta da precisão em campo; diferentes escalas de trabalho, que podem não caracterizar particularmente alguns importantes cenários, como solo, clima e relevo; sistemas de referência de coordenadas geocêntricas ou topocêntricas, que se não especificadas podem resultar em erros de localização.

Erros comumente vistos e que expressam a situação levantada está na definição do Sistema geodésico de referência adotado nos levantamentos de campo. Desde 2005 o SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas) é o sistema oficial adotado no Brasil, estabelecendo um período de transição de 10 anos para sua exclusiva implantação em produtos cartográficos, conforme RPR/IBGE 01/2005. O emprego de outros sistemas que não seja o oficial, pode provocar inconsistências e imprecisões nas diferentes bases de dados georreferenciadas.

2 - Representações múltiplas: Representações que devem ser fidedignas à área de estudo, serem obedecidos o mesmo sistema métrico (metros ou quilômetros), tenham representações através de legendas com seus atributos especificados, e que correspondam os mesmos dados informados em diferentes camadas.

3 - Arquitetura de banco de dados espaciais complexos: De uma forma geral, as funções de processamento de um SIG operam sobre dados em uma área de trabalho em memória principal (CÂMARA; QUEIROZ, 2015). Em análise de paisagem de uma bacia hidrográfica, esta função é realizada através da restrição da área no contorno da bacia, que podem determinar informações relevantes para estudo e planejamento ambiental, como a distância total do rio principal, quais municípios são cortados por este rio, área de cobertura vegetal, população atingida pelos impactos antrópicos como um represamento de um determinado curso d'água, entre outros.

4 - Visualização da qualidade do dado espacial: Estabelecer através de representações visuais com cores e símbolos, a melhor simbologia que possa facilitar a visão do usuário do mapa elaborado e que represente as diversas situações em análise ambiental. Para bacia hidrográfica do rio Catolé interpretamos os rios em linhas de cor azul, a mata existente em cor verde, os limites entre municípios com linhas em preto, etc.

5 - Instituições que compartilham informação geográfica: Para análise ambiental, busca-se alguns dados em formato de arquivo *Shapefile* (dados vetoriais) e dados matriciais em formato GeoTIFF, que correspondam ao ambiente estudado, como arquivos de hidrografia brasileira, disponibilizados pela ANA; Unidade de Conservação Ambiental (Federal e Estadual) disponibilizadas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA); limites municipais da Bahia, disponibilizados pela Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI/BA); cartas imagens, imagens aéreas e orbitais, através do IBGE; imagens orbitais dos mais diversos satélites através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e USGS;

6 - A relação espaço-tempo no SIG: Conforme Serra (1984), da prática humana emergem três modos como o espaço-morada do homem tem sido conceituado e assim considerado pelos geógrafos: espaço absoluto, espaço relativo e espaço relacional.

Para estudos de SIG em uma bacia hidrográfica, tomemos, como exemplo, o espaço absoluto a ser o recorte espacial da bacia hidrográfica, as suas representações hidrológicas respeitando as hierarquias fluviais, os limites municipais e pontos de captação de uso de recursos hídricos existentes; espaço relativo exemplificado pela baixa cobertura vegetal existente em determinado recorte, ocasionando mudanças na vazão ecológica de determinadas nascentes, e por consequência a mudança no ciclo hidrológico, como limitações no uso e consumo das águas em suas mais diversas finalidades.

Estas mudanças podem ser observadas em uma escala dimensional (passado ao futuro) através de histórico de imagens orbitais e observância do espaço geográfico em suas mudanças na interação natureza – sociedade.

7 – Integração de sensoriamento remoto e SIG: Utilização das imagens aéreas ou orbitais para caracterização, estudo e planejamento urbano e rural sob determinada característica de interesse do usuário. O uso desta informação torna-se limitado, pois conforme Câmara *et al.*:

Na atual geração de GIS, podemos caracterizar adequadamente a forma de organização do espaço, mas não a função de cada um de seus componentes; podemos ainda estabelecer qual a estrutura do espaço, ao modelar a distribuição geográfica das variáveis em estudo, mas não capturarmos, em toda a sua plenitude, a natureza dinâmica dos processos de constante transformação da natureza, em consequência das ações do homem (CAMARA *et al.*, 2015, p. 7).

8 - Interface para usuário de SIG: Espaço de interação entre o ser humano operante de um determinado recurso SIG e o *feedback* do sistema operacional, que auxilia o operador na tomada de decisões operacionais e posterior planejamento e execução. Exemplo destas ações é a utilização de imagens orbitais com boa resolução, para medição através de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI) ou Índice de Diferença Normalizada de Água (NDWI). Estes índices utilizados em uma escala temporo-espacial adequada permite ao usuário a interpretação sobre a cobertura vegetal e o recurso hídrico disponível em quantidade, preservação ou desmatamento das florestas existentes e medidas adotadas através de planejamento ambiental embasado nas relações ambientais em um determinado espaço, seguindo os princípios da Geoecologia de paisagens.

A visualização e análise dos mapas gerados podem ser realizados através de *Softwares* como o QGIS, ArcGIS, gvSIG, *MapView*, *Global Mapper*, *Trackmaker*, SPRING (disponibilizado pelo INPE), entre outros, que permitem a organização de dados e contextualização também com auxílio por imagens orbitais por satélite. Para Miranda (2015) não se pode dizer que, dos sistemas disponíveis, exista algum que sirva de exemplo acabado. Sempre novas funções podem ser, e na realidade são, implementadas.

4.2 Modelos Digitais de Elevação (MDE)

Os estudos aplicados à caracterização da paisagem com variáveis morfológicas têm sido favorecidos com o desenvolvimento de métodos automáticos de extração de variáveis topográficas (VALERIANO, 2004). Dentro deste contexto insere-se a Cartografia Geomorfológica, que possui o papel de representar as feições da superfície da Terra, bem como, demonstrar a gênese e os processos formadores do relevo de determinada região geográfica.

A representação tridimensional de fenômenos terrestres são objeto de estudo de diversos ramos da ciência como o Sensoriamento Remoto, Geomorfologia, Cartografia, Meteorologia, Hidrologia, Geologia, Topografia, Engenharia e outras áreas (CAMARGOS *et al.*, 2015).

Segundo Luiz *et al.* (2007), o Modelo Digital de Elevação (MDE) é uma representação digital de uma seção da superfície, dada por uma matriz de *pixels* com

coordenadas planimétricas (x,y) e um valor de intensidade do pixel, correspondente à elevação. Para Florenzano (2008) esses dados permitem visualizar o espaço geográfico e três dimensões e, com o uso do SIG, obter, de forma automática, variáveis morfométricas (altitude, declividade, orientação de vertente, etc.). Este modelo vem sendo formado a partir do processamento de dados, através dos trabalhos desenvolvidos pela missão *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM).

No Brasil e na União Europeia é comum tratar o Modelo Digital de Elevação (MDE) e Modelo Digital de Terreno (MDT) como sinônimos, sendo MDE/MDT considerado como a representação de superfície com coordenadas tridimensionais (x, y e z) considerando apenas as suas altitudes ou o relevo da superfície terrestre. O modelo que considera não somente o relevo da superfície terrestre, e também todas as edificações e coberturas vegetais é o Modelo Digital de Superfície (MDS).

A utilização crescente destas representações se deve a maior facilidade de acesso a ferramentas SIG de análise digital do terreno e de base de dados digitais disponibilizadas por *sites* governamentais, como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e do *United States Geological Survey* (USGS). Porém é necessário cautela no uso destes dados, em observações mencionadas por Oliveira *et al.*:

Tratando-se da necessidade de alta precisão de dados de elevação para atender às demandas de projetos que necessitam de detalhamento, pode-se dizer que informações provenientes de sensores orbitais, aéreos e terrestres possuem considerável limitação, originadas principalmente da resolução espacial e temporal. Além disso, vários dos dados citados geram Modelos Digitais de Superfície (MDS) e não de terreno (MDT), pois consideram alvos que se localizam acima do terreno, tais como feições antrópicas (edificações, rodovias) e vegetação (OLIVEIRA *et al.*, 2017, p. 1144).

Esta interpretação não é aceita em todos os países, sendo que nos Estados Unidos MDE não é sinônimo de MDT. Em trabalho publicado pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), Silveira e Silveira (2015) adota a interpretação de El-Sheimy *et al.* (2005), em que os Modelos Digitais de Elevação (MDE) referem-se aos valores altimétricos do terreno, desconsiderando qualquer objeto na superfície (como árvores ou construções). Já os Modelos Digitais de Terreno (MDT) pode ser definido como um modelo mais completo, considerando objetos existentes na superfície terrestre. O MDT seria um complemento de informações do MDE.

4.3 Índice de vegetação para monitoramento da cobertura florestal.

O primeiro grande levantamento sistemático da cobertura vegetal no Brasil remonta à década de 1970, com o intuito de conhecer principalmente a cartografia, a vegetação, a geologia e a natureza dos solos da Amazônia e do Nordeste brasileiro (FERREIRA *et al.*, 2008). A análise da vegetação e a detecção de mudanças são realizadas com o intuito de avaliar os recursos naturais e monitorar a cobertura vegetal (ZANZARINI *et al.*, 2013), para garantia do componente fundamental no ciclo hidrológico da água através da evapotranspiração da vegetação existente. Para Tundisi e Tundisi (2010) a evapotranspiração da vegetação repõe para a atmosfera, água sob forma gasosa que é o resultado do papel ativo da vegetação no ciclo. Para Lima:

Quando se trata da dinâmica dos recursos hídricos, a vegetação exerce importante papel regulador, amortizando os fluxos de água, facilitando a infiltração da água no solo e a consequente alimentação dos aquíferos subterrâneos e superficiais. A retirada da cobertura vegetal implica em imediata modificação no comportamento hídrico do solo. Aumenta o *runoff*, diminuindo a quantidade de água disponível no solo, seja para consumo das plantas, seja para alimentação dos cursos d'água. (LIMA, 2012, p. 73).

É possível o monitoramento da cobertura vegetal e ações de estudos, diagnósticos, prevenção e planejamento ambiental, através do sensoriamento remoto, uma das ferramentas de geoprocessamento. Este monitoramento e estudo tem quatro diferentes níveis possíveis de coleta de dados, descritos por Ponzoni (2002): Em laboratório, em campo, no nível de aeronave e no nível orbital. Para entender a importância dos diferentes níveis, Novo e Ponzoni (2001) esclarecem que:

Em laboratório comumente são consideradas as folhas, partes de plantas ou até alguns arranjos de plantas, dos quais são coletados dados radiométricos com o objetivo de caracterizar espectralmente fenômenos e/ou aspectos relacionados ao processo de interação entre a REM e a vegetação. Em campo, os dados podem ser coletados diretamente das folhas ou através de dispositivos como plataformas (móveis ou fixas), teleféricos, etc; que permitem a colocação dos sensores imediatamente acima dos dosséis vegetais segundo as mais diferentes disposições. Na coleta de dados em aeronave, estão incluídas as máquinas fotográficas, os radiômetros e os sensores eletro-ópticos, assim como no nível orbital (NOVO; PONZONI, 2001, p. 52).

Com relação às características da área de estudo para o mapeamento de feições erosivas, da cobertura vegetal e do uso da terra em áreas de relevo muito acidentado, é recomendável o uso de imagens ópticas obtidas no verão (FLORENZANO, 2008), pois nesta época costuma-se a ter menor perda de imagens por sombreamento e nuvens.

A nível orbital, a análise da vegetação e as respostas espectrais com as mudanças da paisagem ao longo dos anos, tem sido sentida com as comparações de imagens captadas e estudos no tema pretendido através do comportamento espectral da vegetação, por meio de diversos índices, como: Índice de Vegetação da Razão Simples (SR), Índice de Vegetação Perpendicular (PVI), Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI), Índice de Vegetação Resistente à atmosfera (ARVI), Índice Global de Monitoramento Ambiental (GEMI), Índice de Vegetação Melhorado (EVI) e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada ou *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Para Albuquerque *et al.*:

Os índices de vegetação, associados às diversas técnicas de processamento digital de imagens, às metodologias mais aprimoradas de classificação e à modelagem de dados ambientais, tem proporcionado maior detalhamento e precisão nos mapeamentos de uso e cobertura do solo (ALBUQUERQUE *et al.*, 2010, p. 1)

Devido as características como alta periodicidade na aquisição de imagens e possibilidade de imageamento de grandes áreas, as imagens de satélite permitem monitorar alterações na vegetação de forma contínua no tempo e no espaço (BAYMA; SANO, 2015).

Conforme Novo *et al.* (2010) o conceito de NDVI foi introduzido em 1973, tendo por base o fato de que toda a vegetação verde tem um aumento brusco da reflectância na transição entre a região espectral do vermelho e a do infravermelho próximo, em torno de 700 nm.

O NDVI, índice proposto por Rouse *et al.* (1973) é o mais difundido e utilizado atualmente, sendo obtido de acordo com Corazza *et al.* (2015) pela razão entre a reflectância no infravermelho próximo (NIR) e a reflectância no vermelho (R), variando entre -1 e +1. As áreas de vegetação mais densas se aproximam dos limites superiores, enquanto que áreas com maior degradação florestal e pouca cobertura se aproximam de zero. Esta é expressa pela seguinte fórmula:

$NDVI = (P_{IVP} - P_V) / (P_{IVP} + P_V)$, onde:

P_{IVP} - Banda do Infravermelho próximo e comprimento de onda = 0,8 micrômetros.

P_V - Banda do Vermelho e comprimento de onda = 0,6 micrômetros

Apesar de sua alta aplicabilidade em trabalhos de extensão rural e atividades acadêmicas, deve-se considerar suas limitações por fatores adversos. Ponzoni e Shimabukuro *apud* Guedes e Silva (2018) citam exemplos destes fatores limitantes, como: pontos de saturação que se manifestam de forma diferenciada na faixas espectrais do vermelho e do infravermelho próximo, interferência atmosférica, posicionamento do centro e largura de cada banda que varia entre os sensores remotos.

Para correção destes fatores limitantes, Huete (1988) propôs o índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI), com um fator “L” de correções. Guedes e Silva ressaltam que:

Huete *et al.*, (1985) verificaram que a sensibilidade dos índices de vegetação em relação ao material de fundo (solo) é maior em dosséis com níveis médios de cobertura vegetal (50% de cobertura verde) através de uma constante “L” introduzidas pelos mesmos nas medições experimentais das reflectâncias, calculadas para as bandas do infravermelho próximo e do vermelho. A constante “L” tem como função minimizar o efeito do solo no resultado final do índice, com valores que variam entre -1,5 para áreas sem vegetação à 1,5 em áreas com presença de alguma vegetação (GUEDES; SILVA, 2018, p. 139).

Para os mesmos autores, a fórmula de cálculo do SAVI assume a seguinte forma:

$SAVI = [(P_{IVP} - P_V) / (P_{IVP} + P_V + L)] \times (1 + L)$, onde:

P_{IVP} - Banda do Infravermelho próximo

P_V - Banda do Vermelho

L – Constante que minimiza o efeito do solo e pode variar de 0 a 1, sendo utilizados preferencialmente o valor 1 para densidades baixas de vegetação; 0,5 para densidades médias e 0,25 para densidades altas.

Este índice pode ser analisado por meio da interpretação de imagens de sensores remotos e, em particular, por valores obtidos em diferentes datas, que

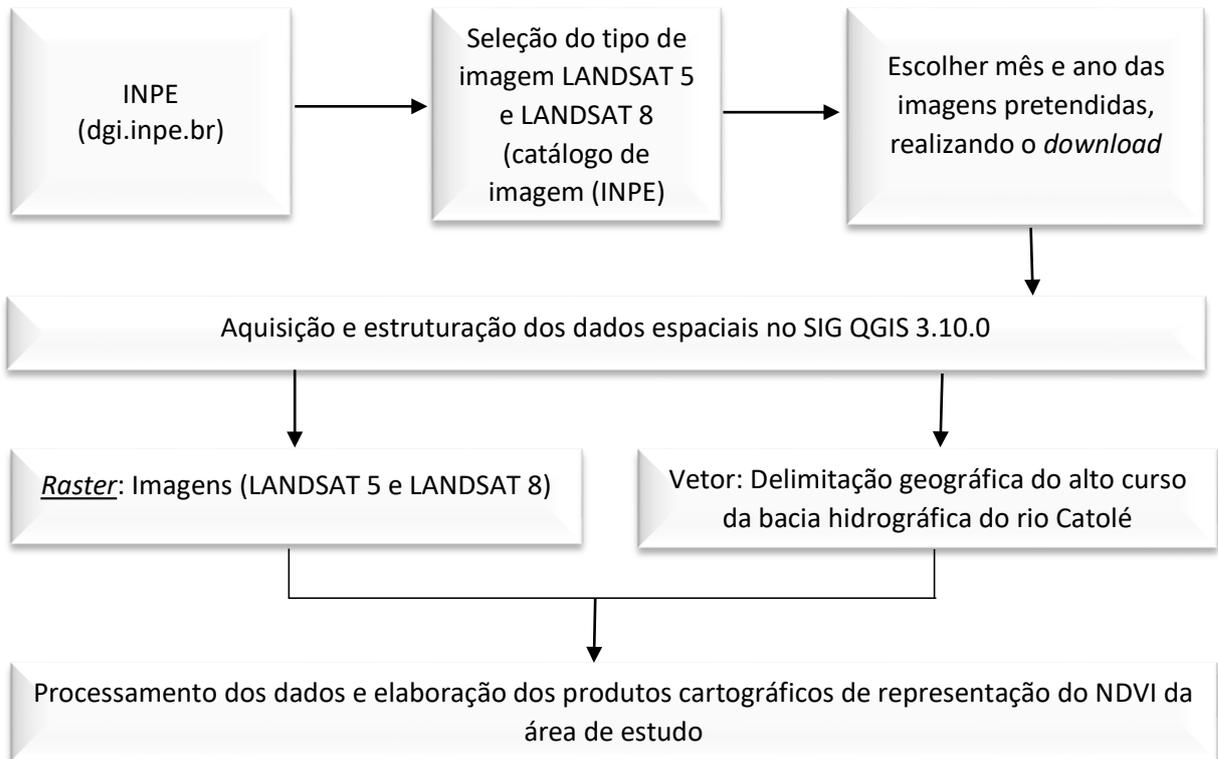
permitem avaliar a variação da área verde em certo período de tempo (ZANZARINI *et al.*, 2013). Estes índices avaliam a cobertura vegetal existente através da comparação do comportamento espectral em relação ao solo e a outros alvos da superfície terrestre.

Para calcular o NDVI e o SAVI da área objeto de estudo e por apresentar bandas que favorecem a elaboração dos mapas espectrais, as imagens utilizadas foram captadas através dos satélites:

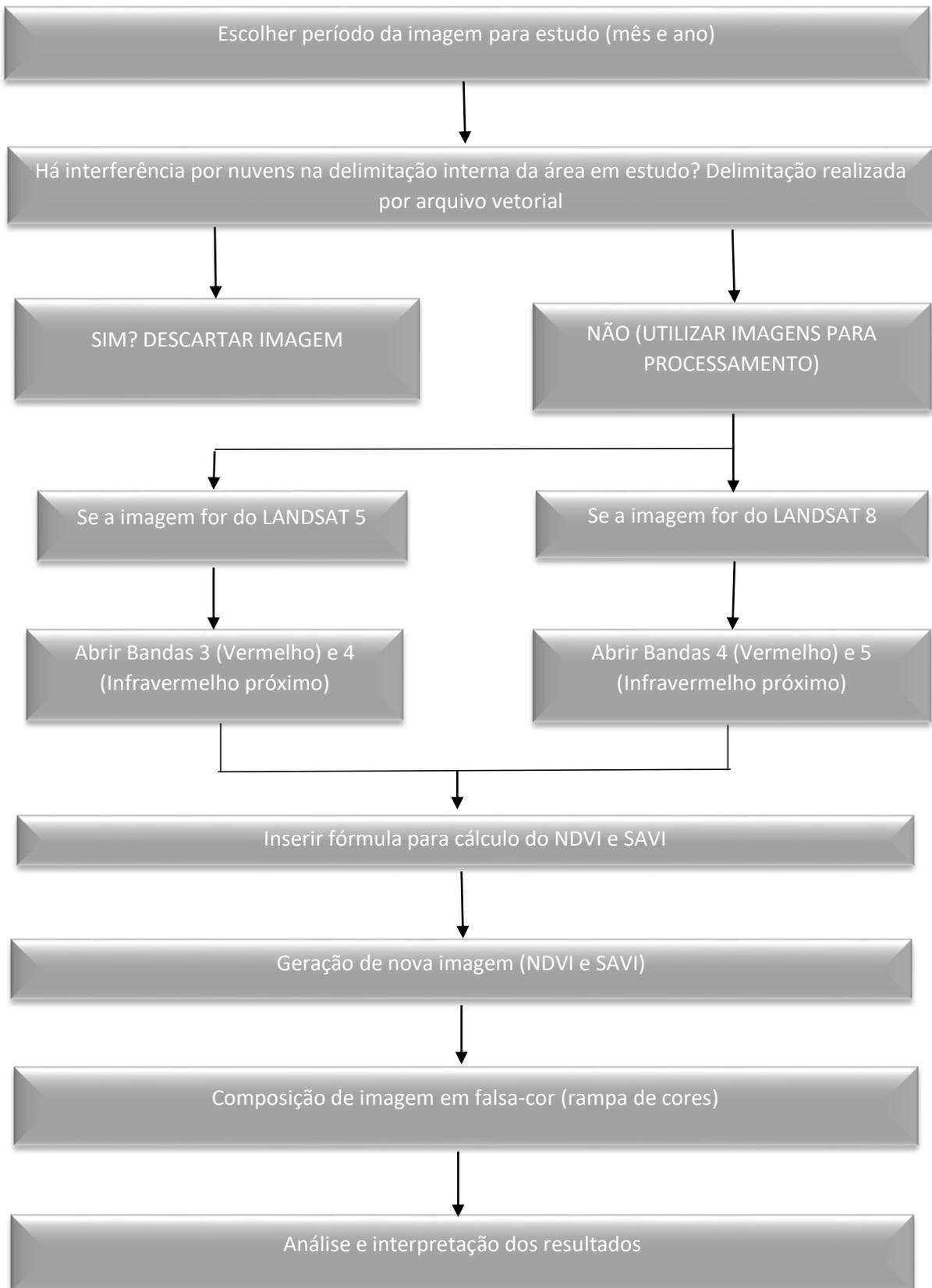
- a) LANDSAT 5, equipado com o sensor LANDSAT *Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+) de 15 a 30 metros de resolução;
- b) LANDSAT 8 com imagens ortorretificadas e todos os produtos em formato GEOTIFF.

Para contemplar a área de estudo, utilizou-se as imagens da órbita 216/70, referente aos dias 13 de junho de 2009 (LANDSAT 5) e 24 de maio de 2019 (LANDSAT 8). Todo o processamento da imagem e o cálculo dos índices NDVI e o SAVI foram feitos utilizando o *software* QGIS 3.10.3, de forma a realizar a comparação entre os índices escolhidos na mesma escala temporal, bem como a comparação entre o cenário em um intervalo de 10 anos, com o intuito de avaliar a correlação do estágio vegetativo e cobertura vegetal, por comportamento espectral da vegetação. O procedimento utilizado neste estudo, estão descritos nos fluxogramas (Figura 4 e Figura 5), bem como as representações utilizando o NDVI (Figura 6 e Figura 7):

Figura 4 – Fluxograma da metodologia de NDVI e SAVI.

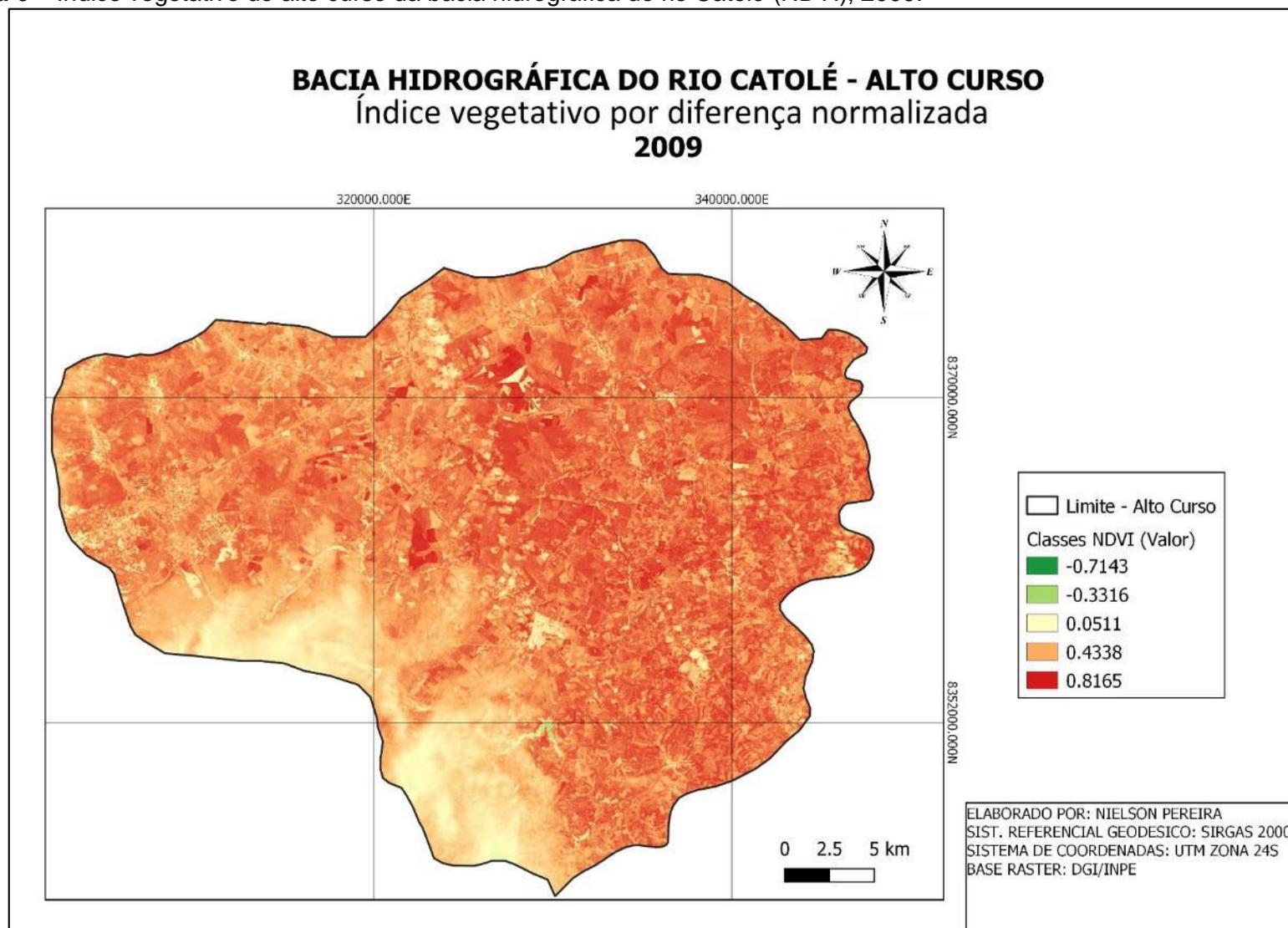


Fonte: Autor, 2019.

Figura 5 – Fluxograma de processamento das imagens – LANDSAT 5 e 8.

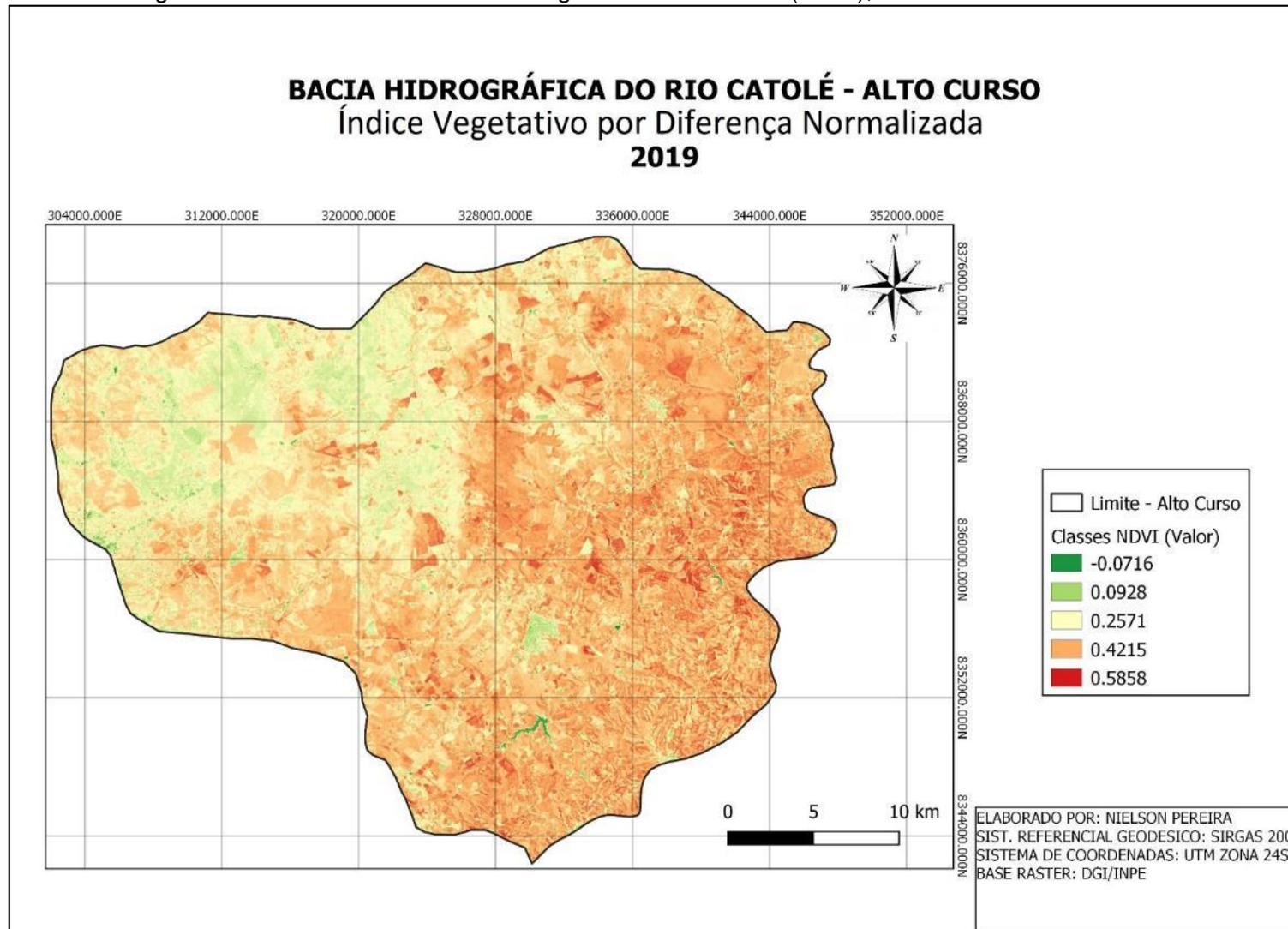
Fonte: Autor, 2019.

Figura 6 – Índice vegetativo do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé (NDVI), 2009.



Fonte: Autor, 2019.

Figura 7 – Índice vegetativo do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé (NDVI), 2019.



Fonte: Autor, 2019.

Comparando os dois mapas (Figura 6 e Figura 7) e os índices estabelecidos para o NDVI, observou-se que as mudanças foram estabelecidas em todas as classes, com destaque para mudanças na região noroeste do mapa. Nesta região, em 2009, predominava os índices vegetativos caracterizados com laranja (agricultura) e vermelho (vegetação densa, florestas plantadas); após 10 anos, a caracterização cedeu espaço para a predominância de caracterização do verde claro (área urbana) e amarelo (solo exposto).

Em visitas ao local, percebe-se que houve um aumento na supressão florestal para fracionamento do solo, com vistas à venda de lotes rurais, colheita de áreas de plantio de eucalipto e o avanço da urbanização da sede municipal de Vitória da Conquista para esta área.

Na Tabela 1 e Tabela 2, expõe-se as escalas de índices estabelecidos para o NDVI, sendo que quanto mais perto de +1, maior a densidade de cobertura vegetal existente na área, devido a intensa absorção de clorofila na região do vermelho e por intensa energia refletida na região do infravermelho próximo. A água tem reflectância na banda do vermelho maior do que na banda do infravermelho próximo, por esta razão apresenta valores próximos a -1.

Tabela 1 – Classes e caracterizações de NDVI – LANDSAT 5 (2009)

Caracterizações - NDVI	NDVI Classes	NDVI 13/06/2009
Verde escuro (presença de água)	-1	-0,7143
Verde claro (presença de água)	-0,5	-0,3316
Amarelo (nuvem, solo exposto)	0	0,0511
Laranja (agricultura)	0,5	0,4338
Vermelho (vegetação densa, florestas plantadas)	1	0,8165

Fonte: Autor (2019)

Tabela 2 – Classes e caracterizações de NDVI – LANDSAT 8 (2019)

Caracterizações - NDVI	NDVI Classes	NDVI 24/05/2019
Verde escuro (presença de água)	-1	-0,0716
Verde claro (área urbana)	-0,5	0,0928
Amarelo (solo exposto)	0	0,2571
Laranja (agricultura)	0,5	0,4215
Vermelho (vegetação densa, florestas plantadas)	1	0,5858

Fonte: Autor (2019)

Os dados presentes nas tabelas (Tabela 1 e Tabela 2) mostram que houve uma diminuição da cobertura florestal ao longo dos 10 anos, pois os valores

encontrados distanciaram-se do valor de +1. A mudança da caracterização na região noroeste do mapa; diminuição da cobertura vegetal em áreas de APP e condições relativas ao balanço hídrico da área estudada, podem explicar esta mudança. Torna-se preocupante este dado de diminuição florestal, uma vez que esta cobertura tem papel fundamental na consolidação e na interação da manutenção dos rios existentes e equilíbrio ecológico e no fluxo gênico de fauna e flora previsto na Lei Federal nº 12.651/2012.

A maior mudança no entanto está na presença de água, representada pela cor verde escuro nos mapas entre 2009 e 2019. A diferença constatada reflete a diminuição da quantidade de água ofertada no rio Catolé e seus afluentes, ocasionada por diminuição das APP's existentes e que mantém a perenidade de trechos dos rios, riachos, nascentes e lagoas. Ainda, soma-se o aumento do uso da água para as mais diversas finalidades e assoreamento dos rios, que transformam alguns riachos antes perenes durante todo o ano, em trechos intermitentes.

Para o Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI), com o fator "L" de correção proposto por Huete (1988), sobre o valor de 0,5 (densidade média), os índices encontrados para 2009 e 2019 e com a minimização dos efeitos do solo no resultado final do índice encontra-se na Tabela 3 e Tabela 4.

Tabela 3 – Classes e caracterizações de SAVI – LANDSAT 5 (2009)

Caracterizações - SAVI	SAVI Classes	SAVI 13/06/2009
Verde escuro (presença de água, área urbana)	-1,5	-1,0345
Verde claro (solo exposto)	-0,75	-0,4711
Amarelo (atividade agrícola)	0	0,0924
Laranja (vegetação esparsa)	0,75	0,6558
Vermelho (vegetação densa, florestas plantadas)	1,5	1,2192

Fonte: Autor (2019)

Tabela 4 – Classes e caracterizações de SAVI – LANDSAT 8 (2019)

Caracterizações - SAVI	SAVI Classes	SAVI 24/05/2019
Verde escuro (presença de água, área urbana)	-1,5	-0,1074
Verde claro (solo exposto)	-0,75	0,1392
Amarelo (atividade agrícola)	0	0,3857
Laranja (vegetação esparsa)	0,75	0,6322
Vermelho (vegetação densa, florestas plantadas)	1,5	0,8787

Fonte: Autor (2019)

As tabelas acima trazem valores corrigidos com resultados de caracterização semelhantes aos índices encontrados no NDVI: Maior mudança de caracterização na cor verde escuro (presença de água), provavelmente ocasionada pelo assoreamento dos afluentes e alguns trechos do rio Catolé, por conta de ações antrópicas de desmatamento de APP, assoreamento de rios e nascentes, captação de água para atividades agropecuárias e abastecimento humano acima do limite de recarga dos mananciais.

A mudança da cobertura florestal pode ser comprovada nos índices constantes na Tabela 3 e Tabela 4, onde o valor em 2019 distancia-se mais do valor +1,5 em comparação ao valor encontrado em 2009; o assoreamento é constatado principalmente no trechos do rio e seus afluentes as margens da BR-116 (Foto 1) e no trecho urbano do município de Barra do Choça.

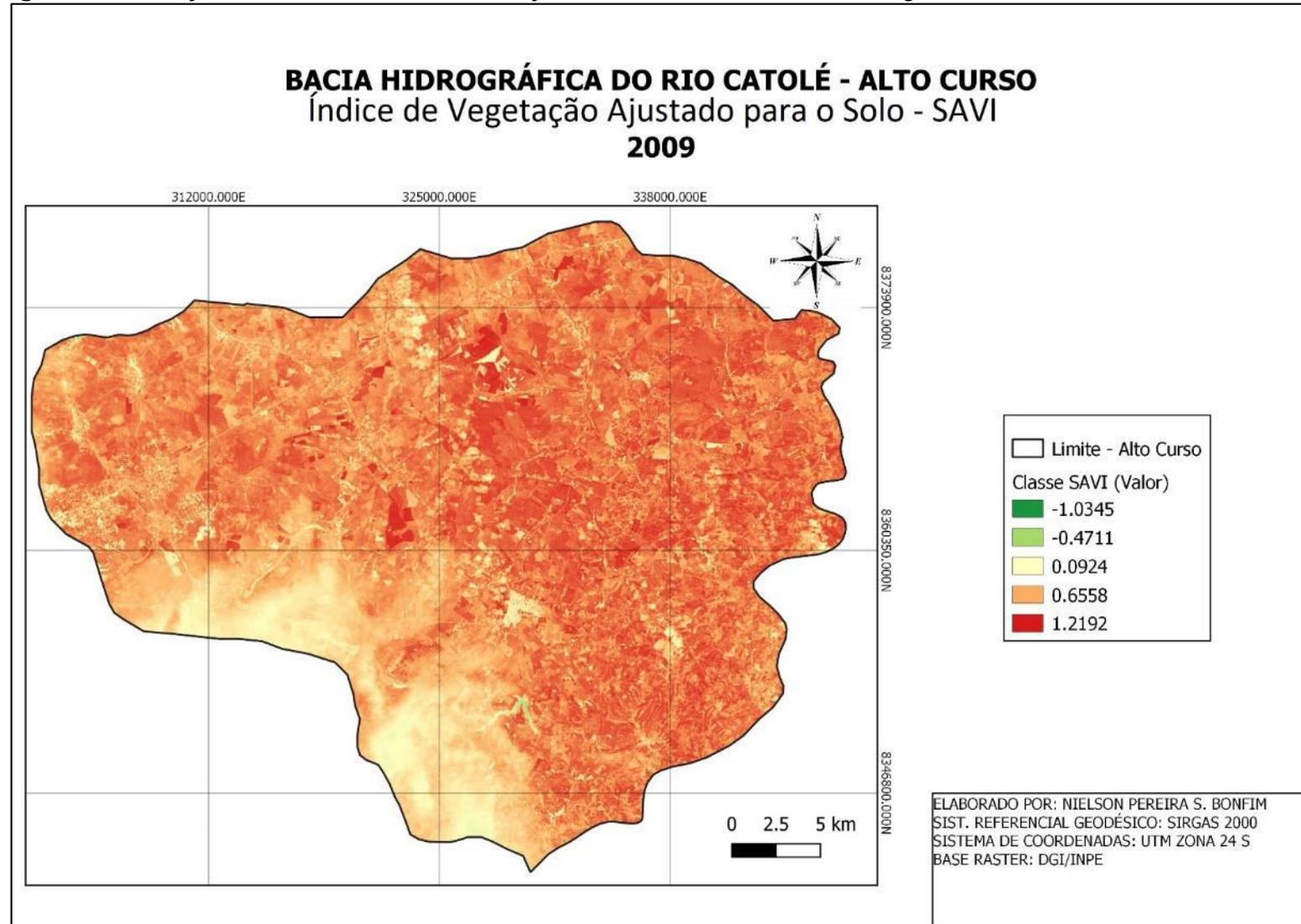
Foto 1 – Trecho do rio Catolé com depósito de entulho, Vitória da Conquista –Bahia, 2019.



Fonte: Pesquisa de campo, 2019. Foto: Nielson Pereira

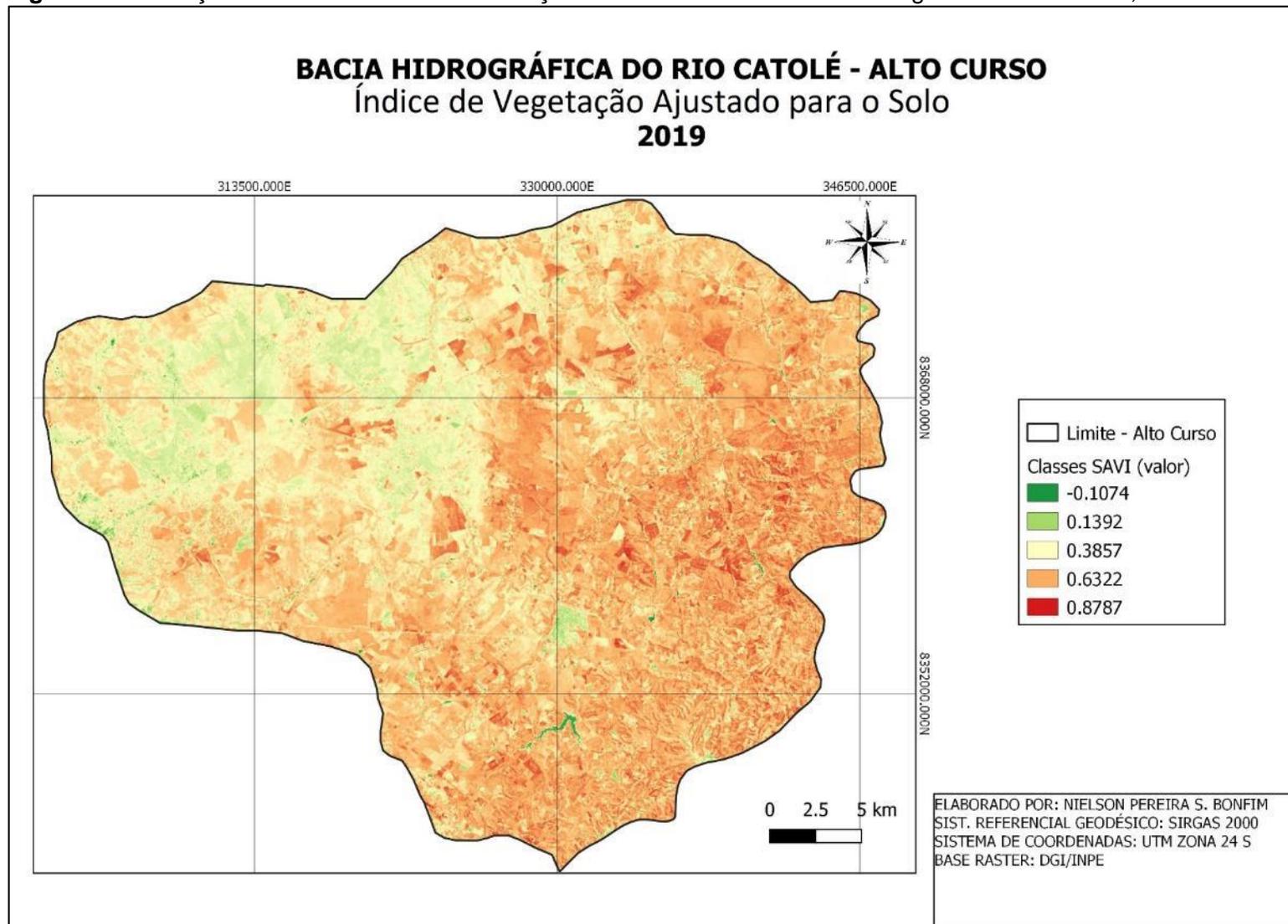
As representações do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI) com o fator de correção “L” estão representados nos mapas realizados com os satélites LANDSAT – 5, no ano de 2009 (Figura 8) e LANDSAT – 8, no ano de 2019 (Figura 9).

Figura 8 – Utilização de SAVI com fator de correção “L” – Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, 2009.



Fonte: Autor, 2019.

Figura 9 – Utilização de SAVI com fator de correção “L” – Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, 2019.



Fonte: Autor, 2019.

Independente do índice utilizado, observa-se uma diminuição dos valores próximo a +1 (NDVI) e +1,5 (SAVI), devido a menor cobertura vegetal existente na região de estudo. Há um aumento visual e nos índices na cor verde claro (solo exposto), principalmente em regiões onde houve supressão significativa de vegetação nativa, para a introdução da silvicultura e pastagem, sendo comprovada esta similaridade nos trabalhos de campo realizados durante a pesquisa.

5 CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS DO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CATOLÉ

O alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé está localizado na porção superior da bacia hidrográfica do rio Catolé e possui área de 1.066,628 Km², contemplando três municípios: Barra do Choça, Planalto e Vitória da Conquista. Destaca-se que Vitória da Conquista e Barra do Choça são os principais municípios no interior do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé. Vitória da Conquista tem a maior população de todos os municípios da região, e por consequência consome a maior parte da água captada, quando se trata de abastecimento humano. Para Barra do Choça, as principais barragens que abastecem a população local, além das populações dos municípios de Vitória da Conquista, Planalto, Belo Campo e Tremedal encontram-se dentro dos seus limites municipais, sendo as barragens de Água Fria I e II, barragem da Biquinha, barragem de Serra Preta e a área de captação emergencial do rio Catolé.

Para o município de Planalto, destaca-se no interior da área estudada a supressão florestal de mata nativa ao longo dos anos e intenso plantio de eucalipto para fins comerciais. A madeira extraída serve de matéria-prima para indústrias de movelarias da região, carvão vegetal para fornos de olarias e padarias, papel e celulose para indústrias do setor, construção civil e mourões de cercas para propriedades rurais. A água fornecida pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA), para abastecimento da população de Planalto (sede municipal e o Distrito de Lucaia) tem origem na barragem de Serra Preta.

A região do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé concentra suas atividades produtivas, lastreadas na agropecuária, com base na produção leiteira e atividades agrícolas como a cafeicultura, a silvicultura e olericultura. Todas as atividades requerem o uso de água para irrigação, seja por via de captação superficial ou subterrânea, evitando o *stress* hídrico das plantas até o ponto de murcha permanente ou a morte de gados por sede.

O aumento da necessidade hídrica para maior produção e o desrespeito a conservação e supressão florestal em APP e RL tem contribuído negativamente como pressão antrópica na disponibilidade hídrica, causando no geossistema estudado um processo de desequilíbrio ecológico, resultando em diminuição da cobertura vegetal e aumento dos processos erosivos – alterações morfológicas significativas, conhecido

como geossistema em resistasia – que são aqueles que a geomorfogênese domina a dinâmica das paisagens.

Como diagnóstico e planejamento, a pesquisa foca na análise geoambiental do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, pois este recorte espacial contempla a análise de diversos fatores importantes, tais como:

a) Captação de água para abastecimento humano por meio de três barragens já existentes: Barragem de Água Fria I, barragem de Água Fria II, Barragem da Biquinha e a Barragem de Serra Preta. Além destas, há em operação a área de captação emergencial do rio Catolé, utilizada para normalização de vazão de abastecimento humano para o município de Vitória da Conquista, Belo Campo e Tremedal. As sub-bacias do rio Água Fria e o rio dos Monos localizam-se na porção superior e em sua totalidade no município de Barra do Choça, abastecendo a barragem Água Fria I e II. No Vale do rio Gaviãozinho foi instalada a barragem de Serra Preta, para amenizar os efeitos da estiagem e diminuir os racionamentos de oferta de água à população no ano de 1998, em especial no município de Vitória da Conquista. Tem como principais rios que abastecem esta barragem o rio Saco Grande e o rio Serra Preta. A barragem da Biquinha localiza-se na zona urbana do município de Barra do Choça e, atualmente, é responsável apenas pelo abastecimento humano deste município. A estimativa de abastecimento e o número de habitantes atendidos, encontra-se na Tabela 5.

Tabela 5 – Estimativa populacional nos municípios com abastecimento de água do Alto Curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, Estado da Bahia, 2011 – 2019.

MUNICÍPIOS	POPULAÇÃO ESTIMADA (Nº habitantes)		
	2011	2015	2019
Barra do Choça	35.084	34.853	31.603
Belo Campo	15.915	18.383	17.211
Planalto	24.694	26.632	26.265
Tremedal	16.796	18.187	16.394
Vitória da Conquista	310.129	343.230	338.480
TOTAL	402.618	441.285	429.953

Fonte: IBGE – Estimativa de população, 2019

A localização das barragens está representado no Mapa de localização das barragens (Figura 10), com pontos georreferenciados em visitas de campo.

Sobre o uso e finalidades principais, as barragens estão representadas no Quadro 6, baseadas no informativo semanal de monitoramento de barragens, realizado pelo INEMA em 16 de dezembro de 2019 (barragem de Água Fria II e barragem de Serra Preta), visitas em *in loco* e constatação da finalidade principal de barragens não monitoradas pelo INEMA (barragens de Água Fria I, barragem emergencial do rio Catolé, barragem da Biquinha), realizado em 2019.

Quadro 6 – Uso das barragens no alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé

NOME DA BARRAGEM	MUNICÍPIO	OPERADOR	USO
Água Fria I	Barra do Choça	EMBASA	Abastecimento e irrigação
Água Fria II	Barra do Choça	EMBASA	Abastecimento e irrigação
Biquinha	Barra do Choça	EMBASA	Abastecimento
Católé (emergencial)	Barra do Choça	EMBASA	Abastecimento
Serra Preta	Barra do Choça	EMBASA	Abastecimento

Fonte: INEMA (2019), adaptado pelo autor.

b) Modo de preservação e de recarga do rio Catolé e seus afluentes, através da existência ou não de conservação florestal em Áreas de Preservação Permanente – APP (Foto 2). A existência de mata em estágio médio e/ou avançado de recuperação exige a preservação e enriquecimento florestal, conforme o Código Florestal Brasileiro ou Lei Federal nº 12.651/2012, enquanto que para as áreas sem cobertura florestal, deve-se promover a restauração e recuperação de áreas alteradas e degradadas, através de estratégias previstas no Plano de Recuperação Ambiental (PRA), com a participação do responsável técnico habilitado e agricultores.

Foto 2– APP do rio dos Porcos, Barra do Choça – Bahia, 2019.



Fonte: Pesquisa de campo, 2019. Foto: Nielson Pereira

c) Utilização do recurso hídrico para regularização do múltiplo uso (agricultura, abastecimento humano e dessedentação animal), de forma a resolução de conflitos nos municípios abrangentes do alto curso, conforme previsto na Lei Federal nº 9.433/1997. Esta resolução de conflitos para usos múltiplos tem sido realizada com a participação do Ministério Público Estadual do Estado da Bahia, Associação dos Irrigantes de Barra do Choça e INEMA, através de Termo de Ajuste de Conduta (TAC) para regularização ambiental de propriedades e solicitação de outorga de uso dos recursos hídricos.

d) Possíveis impactos ocasionados pela construção da barragem do rio Catolé e planos ambientais, para garantia da qualidade e quantidade de água necessária às populações da zona urbana e rural do entorno de toda a bacia hidrográfica; manutenção de vazão mínima necessária para irrigação de culturas e para o curso natural do leito d'água do rio Catolé (Foto 3).

Foto 3 – Construção da barragem do rio Catolé, Barra do Choça – Bahia, 2019.

Foto 3a



Foto 3b



Foto 3c



Foto 3d



Fonte: Pesquisa de campo, 2019. Foto: Nielson Pereira

Conforme placa da obra, constante no canteiro central erguido próximo a construção da barragem, os serviços ambientais para elaboração do projeto executivo são orçados em R\$ 2.436.942,21 (dois milhões, quatrocentos e trinta e seis mil, novecentos e quarenta e dois reais e vinte e um centavos), com conclusão para início em novembro/2019.

5.1 Cartografia e Geoprocessamento para estudos do alto curso da bacia do rio Catolé: Ferramentas e procedimentos para análise ambiental.

Para realização dos trabalhos relacionados a análise ambiental geossistêmica, deve-se obedecer a critérios importantes, para busca de resultados de análise que possam contribuir, significativamente, para um diagnóstico integrado às ações que acontecem na região de estudo. Estas análises foram comparadas com vários produtos cartográficos gerados e visitas *in loco*, obedecendo os critérios descritos a seguir:

a) Objeto de pesquisa: Dentro dos estudos e conhecimentos ligados à Geografia Física, há um grande acervo bibliográfico disponibilizado e ligado à temática “bacia hidrográfica”, que deram enormes contribuições teóricas e a importância de aprofundamento desta porção de área previamente delimitada;

b) Importância do estudo de bacia hidrográfica: Como trata-se de uma porção de área com interação dinâmica e indissociável entre os componentes existentes, foi necessário entender todas as modificações ocorridas nos últimos 10 anos e o planejamento da ocupação dos solos, em especial do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé;

c) Escolha do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé: Esta região foi escolhida para estudo, pois atualmente é responsável, pelo abastecimento humano de aproximadamente 430 mil habitantes. Continuamente, é necessário analisar este importante espaço, de forma a contribuir para conservação em qualidade e quantidade dos recursos hídricos disponibilizados.

Com a escolha do local a ser estudado e os métodos de estudos, foi dividido a área total da bacia hidrográfica do rio Catolé em três unidades de gerenciamento: Alto, médio e baixo curso.

A delimitação destas áreas já havia sido realizada pelo Laboratório de Cartografia e Fotointerpretação da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (LABCART/UESB) e disponibilizada gratuitamente, em arquivo com formato

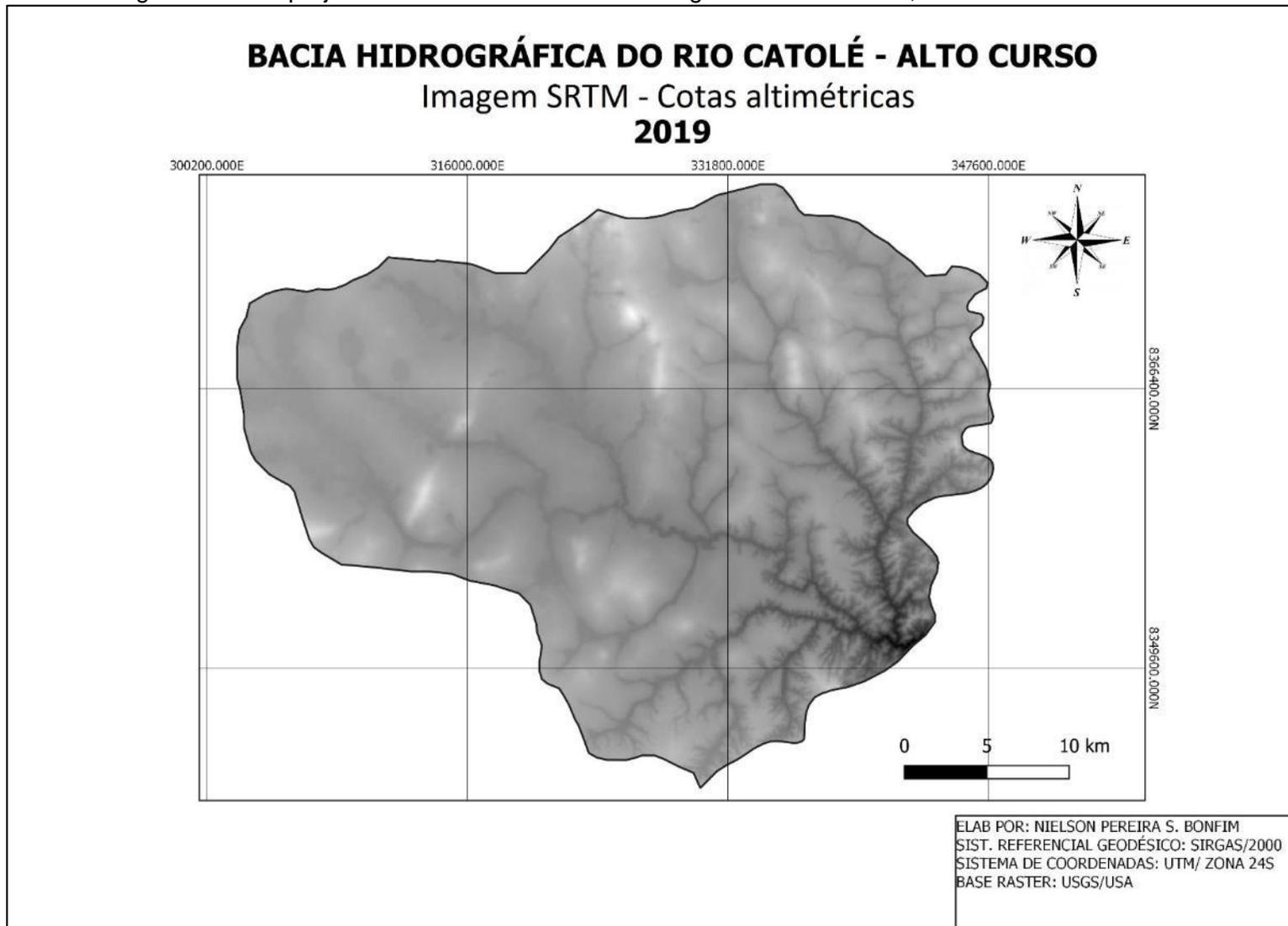
compatível ao *software* MAPVIEWER 8, para manuseio e alterações necessárias, como vetorização de calhas ou leitos naturais de rios de ordens inferiores, não constantes no arquivo disponibilizado.

Após visualização e tratamento das informações no arquivo, realizou-se a conversão deste para o formato *Shapefile* e operação de funções no *software* QGIS 3.10.3, realizando sobreposições de camadas existentes, uso de imagens de satélites LANDSAT 5 e LANDSAT 8.

Para a definição dos municípios envolvidos diretamente pela bacia hidrográfica estudada, de forma geral, e especificamente pelo seu alto curso, utilizou-se o arquivo *shapefile* disponibilizado pelo Governo do Estado da Bahia, através da Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI/BA), na seção “Divisão Político Administrativa” – Arquivos Vetoriais.

Para identificar o leito natural do rio principal e seus afluentes, foram utilizados arquivos em formato vetorial a partir de imagem *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) – *raster*. As imagens SRTM obtidas correspondem as imagens de satélites ortorretificadas, conforme folhas de Mapeamento Topográfico Sistemático Terrestre SD-24-Y-A e SD-24-Y-B, reprojctadas e recortadas dentro da área de interesse, através do *software* QGIS 3.10.3 (Figura 11).

Figura 11 – Imagem SRTM reprojeta – Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, 2019.



Fonte: Autor, 2019.

Na imagem de satélite ortorretificadas e representada no mapa (Figura 11), observa-se a menor cota altimétrica de 592 metros, localizada na confluência entre o rio Catolé e o rio Gaviãozinho, local onde está sendo construída a barragem do rio Catolé. Para as maiores altitudes, com cerca de 1.124 metros, estas localizam-se próximas aos Povoados da Choça e de São Sebastião, ambos localizados no município de Vitória da Conquista.

Esta imagem de satélite sendo sobreposta a outros arquivos *shapefile* disponíveis, permite a identificação de elementos naturais e antrópicos, como o rio Catolé e seus afluentes, vegetação, rodovias, barragens para abastecimento humano/irrigação, conforme informativo semanal de monitoramento de barragens (2019), disponível no *site* do INEMA, e visitas *in loco* nas barragens existentes (Foto 4).

Foto 4 – Placa da EMBASA, manancial Catolé, Barra do Choça –Bahia, 2019.

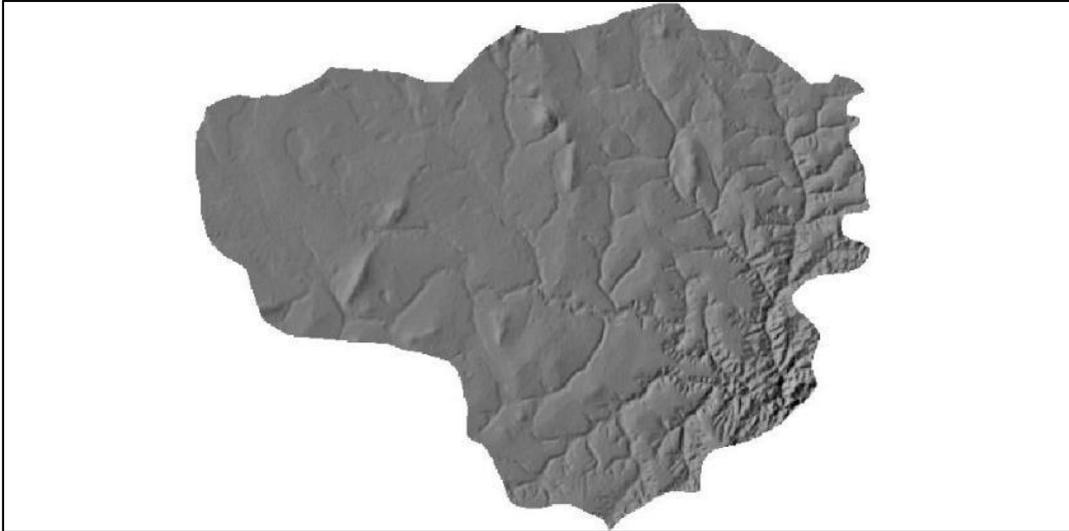


Fonte: Pesquisa de campo, 2019. Foto: Nielson Pereira

A partir do produto cartográfico reprojeto, tornou-se possível estabelecer diversos produtos cartográficos para estudo, como: Sombreamento de relevo (Figura 12), que cria uma imagem utilizando a luz e a sombra para uma representação tridimensional; representação tridimensional do relevo, com utilização do *Software*

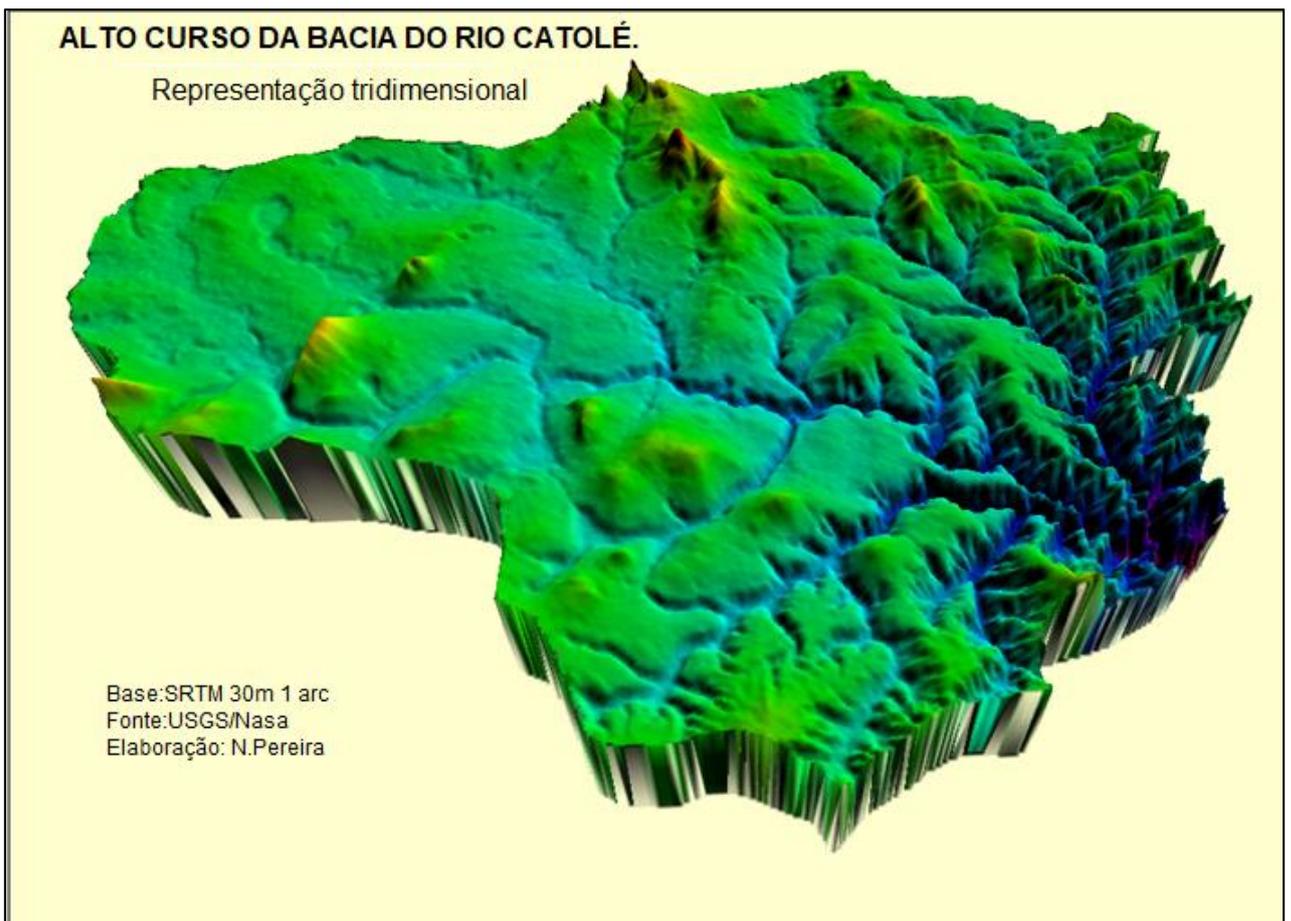
Global Mapper (Figura 13); mapa de declividade (Figura 14), mapa hipsométricos (Figura 15 e Figura 16).

Figura 12 – Sombreamento de relevo – Alto curso da bacia do rio Catolé, 2019.



Fonte: Autor, 2019.

Figura 13 – Representação tridimensional do relevo – Alto curso da bacia do rio Catolé, 2019.



Fonte: Autor, 2019.

Para o mapa de declividade, os índices informados (%) tiveram como base os estudos de Ross e a distribuição de classes de declividade elaborados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Para classe de declividade, Ross afirma:

Os levantamentos geológicos são básicos para o entendimento da relação relevo/solo/rocha, as informações climáticas, sobretudo as de chuvas (intensidade, volume, duração), também se prestam tanto para a análise da potencialidade agrícola como para avaliação da fragilidade natural dos ambientes, a rugosidade topográfica do relevo (índice de dissecação) e declividade das vertentes, bem como os levantamentos dos tipos de Uso da Terra, manejo dos solos para agricultura, tratados integradamente, possibilitam chegar a um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais (ROSS, 1994, p. 66).

Os intervalos de classe utilizados para determinação associam, conforme Ross (1994) com valores limites críticos da geotecnia, indicativos respectivamente do vigor dos processos erosivos, dos riscos de escorregamento/deslizamentos e inundações frequentes, representados no Quadro 7, conforme distribuição de classes da EMBRAPA (1979). A conversão dos intervalos de declividade de porcentagem para graus ocorreu no *site Calcunation* e permite uma melhor interpretação da declividade do terreno e as delimitações de APP para áreas com classe de relevo montanhosas ou escarpadas, que possuem declividade superior a 45°, conforme o Código Florestal Brasileiro.

Quadro 7 – Intervalos de classe de declividade.

CLASSE DE RELEVO	DECLIVIDADE (%)	DECLIVIDADE (GRAUS)
PLANO	0 – 3%	0 – 1,72°
SUAVE ONDULADO	3 – 8%	1,72 – 4,57°
ONDULADO	8 – 20%	4,57 – 11,31°
FORTE ONDULADO	20 – 45%	11,31 – 24,23°
MONTANHOSO	45 – 75%	24,23 – 36,87°
ESCARPADO	75 – 100%	36,87 – 45°

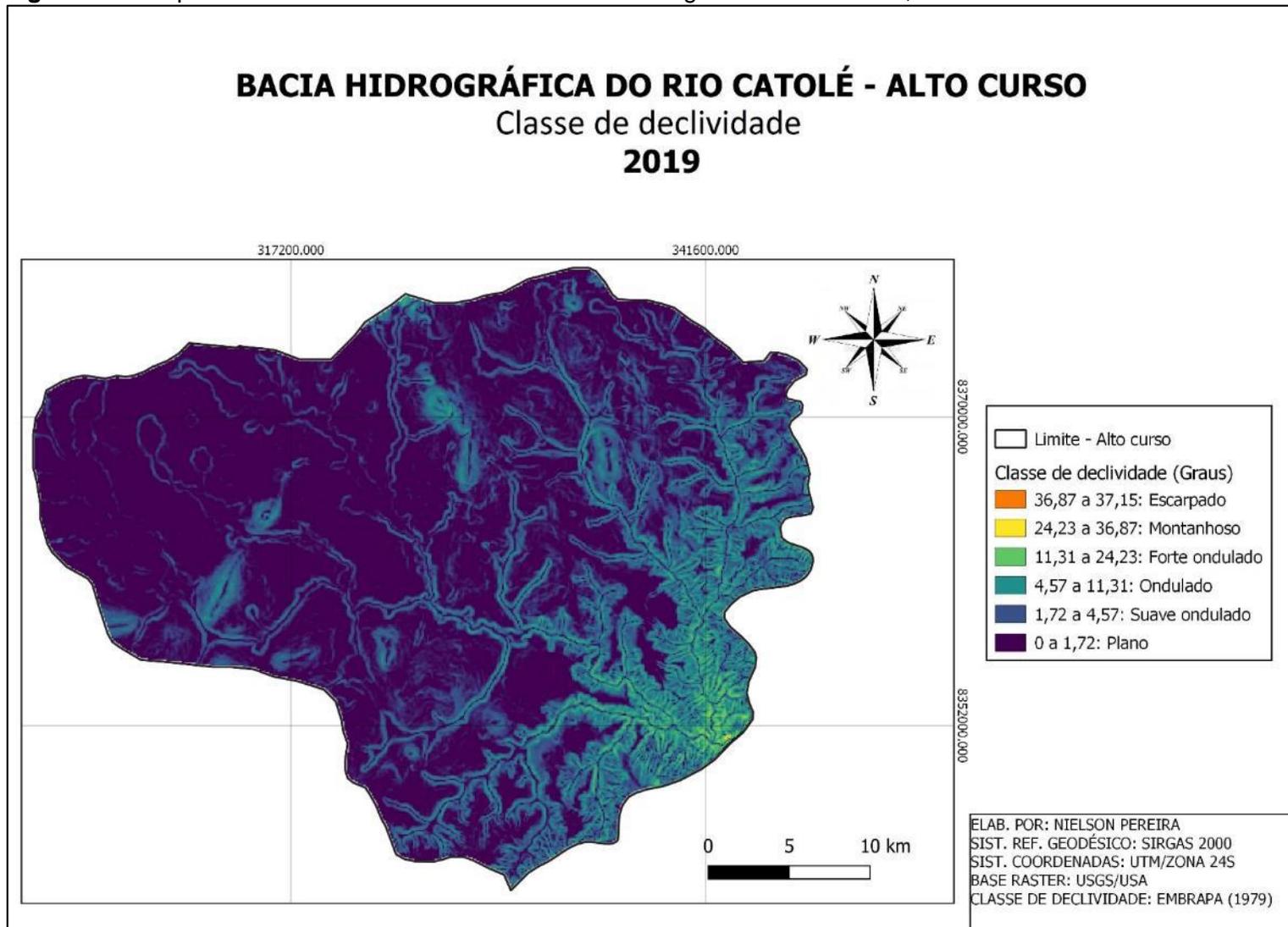
Fonte: EMBRAPA (1979); Calcunation (2019).

Conforme classificação realizada através do *Software* QGIS, por meio da ferramenta “Análise de Declividade”, observou-se classes de relevo que variam entre 0° (plano) a 37,15° (escarpado). Conforme o Código Florestal Brasileiro, não há nenhuma área de APP por declividade no domínio estudado, devendo apenas resguardar, conforme Ross (1994) os estudos de Capacidade de Uso/Aptidão Agrícola, associados com aqueles conhecidos como valores limites críticos da

geotecnia, indicativos respectivamente do vigor dos processos erosivos, dos riscos de escorregamento/deslizamentos e inundações frequentes.

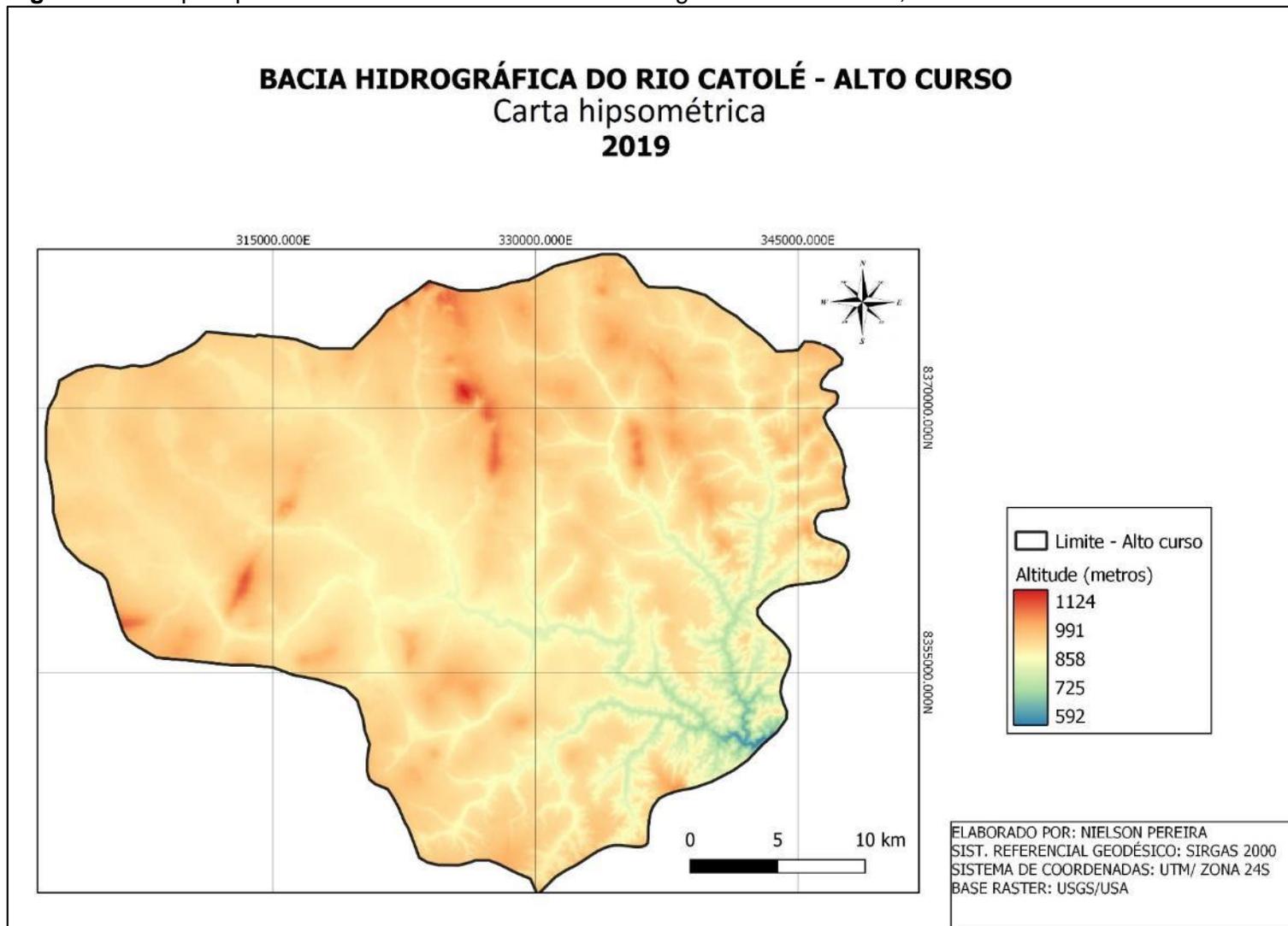
Para as áreas caracterizadas como planas e suave ondulado, encontra-se o plantio de eucalipto, cultura cafeeira, olericultura, fruticultura e pastagem para alimentação extensiva de bovinos leiteiros. As áreas caracterizadas como onduladas, fortemente onduladas e escarpadas localizam-se na região sudeste do mapa, onde em visitas ao local, constatou-se atividades de mineração e pastagem (Figura 14).

Figura 14 – Mapa de declividade do Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, 2019.



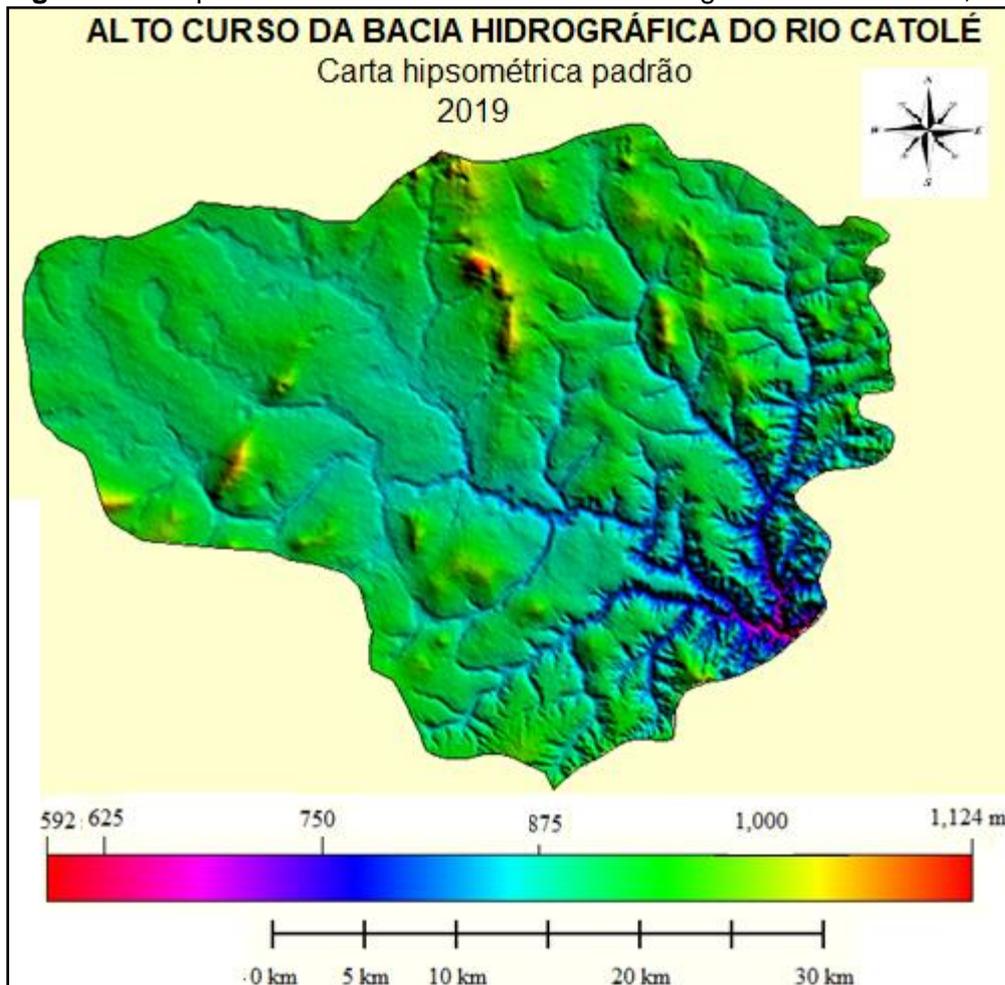
Fonte: Autor, 2019.

Figura 15 – Mapa hipsométrico do Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, 2019.



Fonte: Autor, 2019.

Figura 16 – Hipsometria do Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, 2019.



Fonte: Autor, 2019.

Sobre os resultados obtidos através do estudo dos mapas hipsométrico (Figura 15 e Figura 16), Asp *et al.* (2009) ressalta que a análise hipsométrica e das dimensões e características hidrológicas das bacias permite uma abordagem mais objetiva de aspectos geomorfológicos subjetivos das bacias de drenagem.

5.2 Diagnóstico ambiental do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé

Os fatores de degradação ambiental que, empiricamente se constatam em visitas a área de estudo, e que impactam a qualidade e quantidade dos mananciais são: Irrigação de áreas para produção agrícola, sem a devida autorização de captação de água através de emissão de outorga de uso de recursos hídricos pelo INEMA (rios estaduais e poços subterrâneos); despejo de esgotos domésticos diretamente no rio Catolé e seus afluentes; supressão florestal em APP e RL sem autorização do órgão

estadual competente (INEMA) e manejo inadequado do solo e expansão urbana desordenada, nas sedes municipais e distritos.

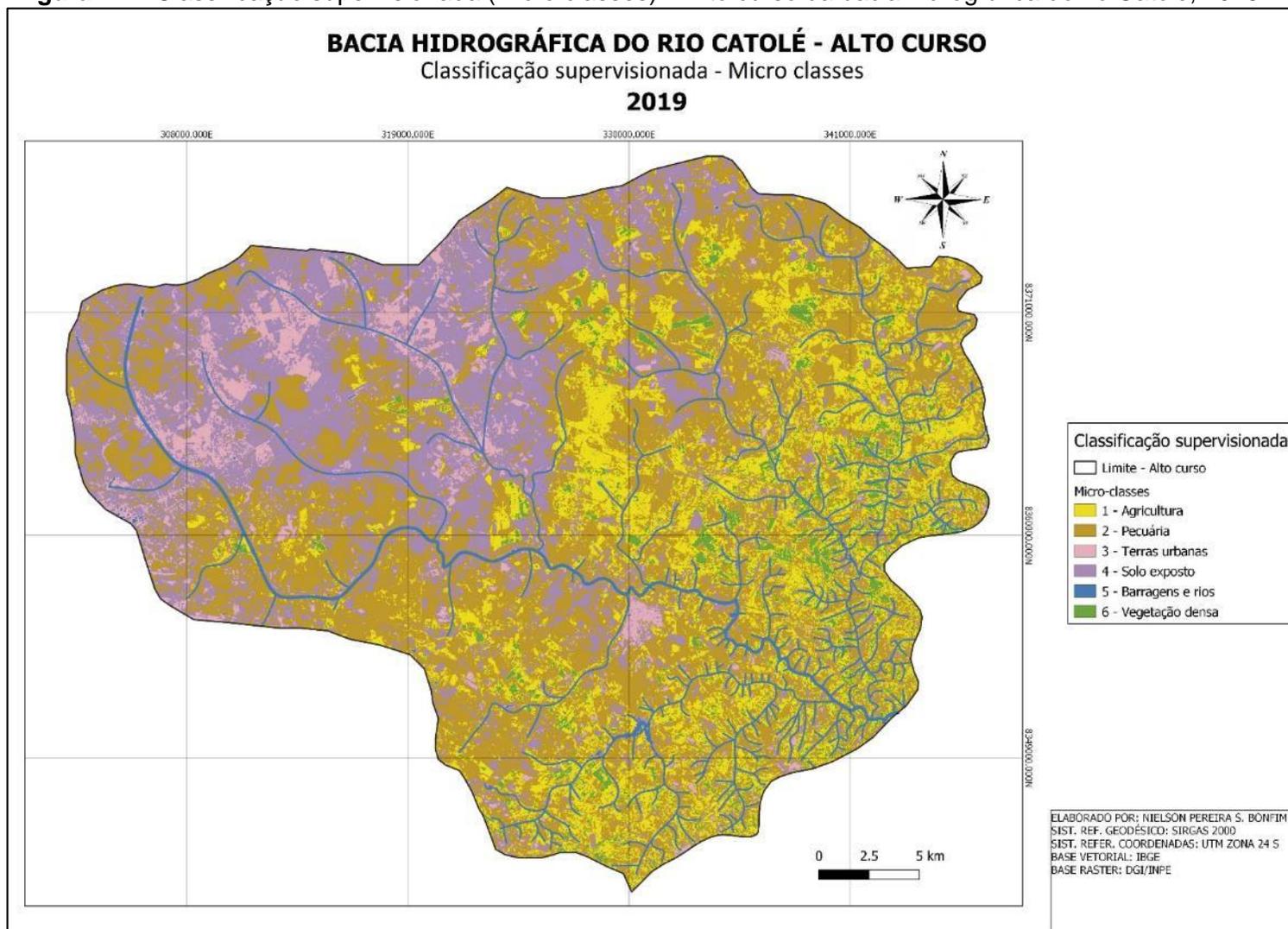
Para observância da existência destes fatores e do seu real impacto nos componentes bióticos e abióticos como interação sociedade – natureza, utilizou-se o método da Matriz, com o diagnóstico local dos impactos ambientais diretos e obtenção de dados associativos entre ações x impactos transformadores do espaço, sejam estes positivos ou negativos.

No diagnóstico dos problemas ambientais decorrente do uso deste espaço, pôde-se realizar trabalho de campo nos municípios de Vitória da Conquista, Barra do Choça e Planalto, com preenchimento da Matriz de Campo dos principais problemas observáveis. O município de Planalto recebeu menor quantidade de visitas de campo, pois algumas área de interesse da pesquisa, como sua sede municipal e áreas agrícolas com plantio de café, com fácil acesso para carros e motos, encontra-se fora das delimitações do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé.

Para esse tipo de estudo, uma das formas de esquematização metodológica é o zoneamento das atividades e dos atores que atuam no entorno das nascentes e mananciais, expandindo essa análise para todo o espaço urbano (ROCHA, 2008). Para atendimento aos objetivos da pesquisa em campo, realizou-se a classificação supervisionada de microclasses do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, com as caracterizações das seguintes categorias apresentadas na Figura 17:

- a) Agricultura, com predominância ao leste e ao centro da área estudada, com a presença da cultura do café como área dominante;
- b) Pecuária, com introdução de pastagens para alimentação de bovinos leiteiros, em sistema de pastejo extensivo;
- c) Terras urbanas, que são representadas pelas áreas de expansão urbana, como sedes municipais, Povoados e Distritos;
- d) Solo exposto, que são áreas localizadas na região oeste do alto curso, representadas por áreas pós-corte de florestas plantadas e áreas para loteamentos rurais. Áreas de extração mineral também são representadas nesta categoria;
- e) Barragens e rios, representadas pelo rio Catolé e seus afluentes, barragens existentes;
- f) Vegetação densa, que são consideradas aquelas em estágio médio ou avançado de preservação e/ou recuperação ambiental, em APP ou Reserva Legal.

Figura 17 – Classificação supervisionada (Micro classes) – Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, 2019.



Fonte: Autor, 2019.

Foi proposto a Matriz de campo, aplicadas em 36 pontos de coleta de informações e divididas em 5 eixos (Quadro 8).

Quadro 8 – Eixos temáticos para pesquisa de campo e coleta de dados.

<p>EIXO 1: AGRICULTURA E PECUÁRIA Avaliação do sistema agrícola adotado e práticas de manejo 1 – Olericultura (Povoado de Lagoa das Flores – Vitória da Conquista/BA) 2 – Cafeicultura 1 (Distrito de Barra Nova – Barra do Choça/BA) 3 - Cafeicultura 2 (Povoado do Cafezal – Barra do Choça/BA) 4 – Silvicultura (Povoado do Cafezal – Barra do Choça/BA) 5 – Criação de bovinos (Povoado do Cafezal – Barra do Choça/BA) 6 – Fruticultura – morango (Povoado da Estiva – Vitória da Conquista/BA) 7 – Fruticultura – morango (Povoado do Santo Antônio 2 – Barra do Choça/BA) 8 – Criação de bovinos (BR-116 – Vitória da Conquista/BA) 9 – Silvicultura (BR-116 – Planalto/BA)</p>
<p>EIXO 2: EXPANSÃO URBANA 1 – Sede municipal (Barra do Choça/BA) 2 – Povoado do Cafezal (Zona Rural – Barra do Choça/BA) 3 – Implantação de loteamentos (Povoado do Cafezal – Barra do Choça/BA) 4 – Distrito de Lucaia (Zona Rural – Planalto/BA) 5 – Distrito de José Gonçalves (Zona Rural – Vitória da Conquista/BA) 6 – Distrito de Barra Nova (Zona Rural – Barra do Choça/BA)</p>
<p>EIXO 3: EXTRAÇÃO MINERAL Impactos e transformações na paisagem: 1 – Região de Morro de São Paulo (Zona Rural – Barra do Choça/BA) 2 – Região da Baixa da Taquara (Zona Rural – Barra do Choça/BA)</p>
<p>EIXO 4: REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL Avaliação do estágio de conservação e recuperação dos recursos naturais: 1 – Conservação da APP do rio Catolé (Lagoa das Flores – Vitória da Conquista/BA) 2 - Conservação da APP do rio Catolé (sede municipal – Barra do Choça/BA) 3 – Conservação da APP do riacho da Choça (sede municipal – Barra do Choça/BA) 4 – Conservação da APP do riacho da Choça – confluência com o rio Catolé Grande (sede municipal – Barra do Choça/BA) – Ponto 1 5 – Conservação da APP do riacho da Choça – confluência com o rio Catolé Grande (sede municipal – Barra do Choça/BA) – Ponto 2 6 - Conservação da APP do rio dos Porcos (Povoado da Muritiba – Barra do Choça) 7 – Conservação da APP do riacho Serra Preta – confluência com o rio dos Porcos (BA-641 – Barra do Choça/BA) 8 – Conservação da APP da nascente (Povoado de São Sebastião – Vitória da Conquista/BA) 9 – Conservação da APP da nascente (Povoado de Vila Nova – Barra do Choça/BA) 10 – Conservação da APP do afluente do riacho Guigó (BR 116, Vitória da Conquista/BA) 11 – Conservação da APP do ribeirão da Água Fria (Zona rural, Barra do Choça/BA) 12 – Conservação da APP do riacho do Meio (Zona rural, Barra do Choça/BA) 13 – Afluente do riacho Serra Preta (Povoado do Santo Antônio 2 – Barra do Choça/BA) 14 – Aterro sanitário de Barra do Choça (Zona rural, Barra do Choça/BA)</p>
<p>EIXO 5: BARRAGENS PARA ABASTECIMENTO HUMANO E IRRIGAÇÃO Avaliação do estágio de conservação / Impactos e transformações na paisagem: 1 – Barragem de Serra Preta (Zona Rural – Barra do Choça/BA) 2 – Barragem emergencial do rio Catolé (Zona Rural – Barra do Choça/BA) 3 – Barragem de Água Fria II (Zona Rural – Barra do Choça/BA) 4 – Barragem da Biquinha (sede municipal – Barra do Choça/BA) 5 – Barragem de Água Fria I (Zona Rural – Barra do Choça/BA)</p>

Fonte: Autor, 2019

Com a definição de pontos a serem coletados, foi traçado rotas de viagens com o intuito de maximização dos trabalhos a serem realizados, otimização dos recursos

disponibilizados e maior eficiência. Todas as atividades de campo foram georreferenciadas através de receptor de satélite modelo Garmin 64s, fotos para registro da atividade e preenchimento da Matriz de Campo.

Itinerário para visitas de campo:

Itinerário 1: Conservação da APP riacho da Choça/confluência com o rio Catolé (sede municipal – Barra do Choça/BA) – Ponto 1 e Ponto 2/ Conservação da APP do rio dos Porcos (Povoado da Muritiba – Barra do Choça/BA)/ Conservação da APP do riacho Serra Preta (BA-641 – Barra do Choça/BA)/ Expansão Urbana (Distrito de Lucaia – Planalto/BA)/ Silvicultura – plantio de eucalipto (BR-116 – Planalto)/ Conservação da APP do afluente do riacho Guigó (BR-116)/ Expansão urbana (Distrito de José Gonçalves)/ Criação de bovinos (BR-116 – Vitória da Conquista/BA)/ Implantação e condução da olericultura (Povoado de Lagoa das Flores – Vitória da Conquista/BA)/ Conservação da APP do rio Catolé (Povoado de Lagoa das Flores).

Itinerário 2: Conservação da APP do ribeirão da Água Fria (Barra do Choça/BA)/ Conservação da APP do riacho do Meio (Barra do Choça/BA)/ Estágio de conservação da Barragem da Biquinha (sede municipal – Barra do Choça).

Itinerário 3: Fruticultura: Morango – plantio agroecológico (Povoado da Estiva)/ Expansão Urbana (Povoado do Cafezal – Barra do Choça)/ Silvicultura – plantio de eucalipto (Povoado do Cafezal)/ Implantação e condução da cafeicultura (Povoado do Cafezal – Barra do Choça)/ Loteamentos implantados (Povoado do Cafezal – Barra do Choça)/ Área de pastagem (Povoado do Cafezal)/ Conservação da APP do rio Catolé (sede municipal – Barra do Choça)/ Conservação da APP do riacho da Choça (sede municipal – Barra do Choça)/ Expansão urbana (sede municipal – Barra do Choça/BA)/ Conservação da APP da nascente no Povoado Vila Nova (Barra do Choça/BA)/ Implantação e condução da cafeicultura (Distrito de Barra Nova – Barra do Choça)/ Expansão urbana (Distrito de Barra Nova – Barra do Choça)/ Estágio de conservação da Barragem de Água Fria II (Barra do Choça).

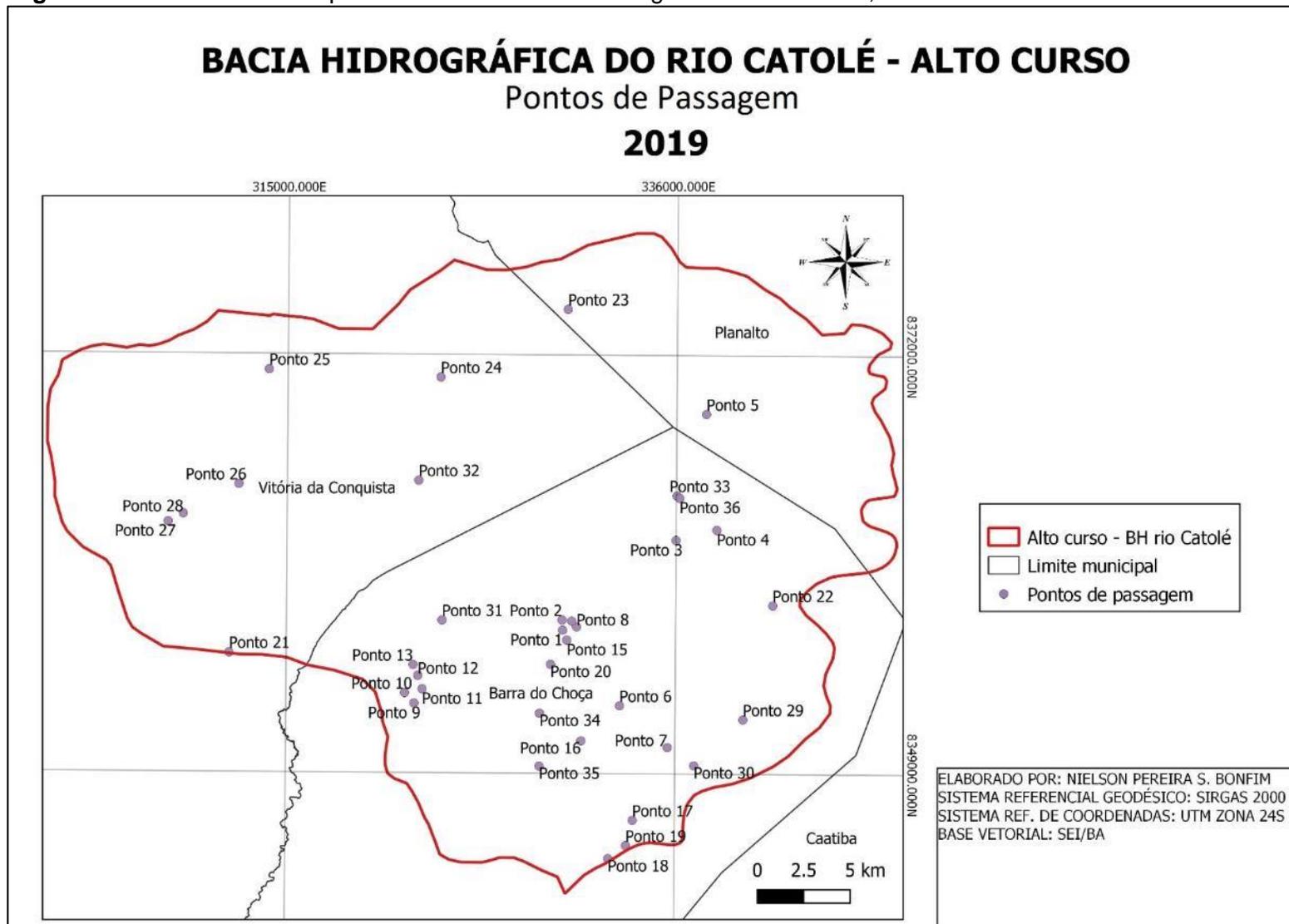
Itinerário 4: Extração mineral (região da Baixa da Taquara – Barra do Choça)/ Extração mineral (região de Morro de São Paulo – Barra do Choça)/ Estágio de conservação da Barragem emergencial do rio Catolé (Barra do Choça)/ Estágio de conservação da Barragem de Serra Preta (Barra do Choça).

Itinerário 5: Conservação da APP da nascente (Povoado de São Sebastião, Vitória da Conquista/BA).

Itinerário 6: Fruticultura: Morango – plantio convencional (Povoado do Santo Antônio 2, Barra do Choça/BA)/ Afluente do riacho Serra Preta (Povoado do Santo Antônio 2, Barra do Choça/BA)/Aterro sanitário de Barra do Choça (Zona rural de Barra do Choça/BA)/Estágio de conservação da Barragem de Água Fria I (Barra do Choça).

Os pontos georreferenciados e os locais das visitas estão constantes no mapa – Trabalho de campo (Figura 18) e suas características principais constam no Quadro 9, com o número do ponto, coordenadas em *Universal Transversal de Mercator* (UTM) com Fuso 24 Sul, e identificação da área.

Figura 18 – Trabalho de campo – Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, 2019.



Fonte: Autor, 2019.

Quadro 9 – Identificação e características da área – Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé.

EIXO	IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA	PONTO	Leste	Norte	Fuso	Características
Regularização ambiental	Conservação da APP rio da Choça/confluência com o rio Catolé (sede municipal – Barra do Choça/BA) – Ponto 1	Ponto 1	329904,890	8356871,149	24 S	Localiza-se no entorno da sede municipal do município de Barra do Choça, com APP degradada e forte ação antrópica por parte da pecuária em seu entorno e descarga de esgoto, causando mal odor na água, neste ponto estudado.
Regularização ambiental	Conservação da APP rio da Choça/confluência com o rio Catolé (sede municipal – Barra do Choça/BA) – Ponto 2	Ponto 2	329868,790	8357425,338	24 S	Presença de planta invasora no interior da calha do rio (Taboa), sem vegetação nativa na área de APP, água com odor característico de esgoto doméstico e odor de animais mortos no ambiente. Área de pastagem no entorno do rio da Choça.
Regularização ambiental	Conservação da APP do rio dos Porcos (Povoado do Santo Antônio I – Barra do Choça)	Ponto 3	335988,506	8361837,122	24 S	Área no entorno do rio com vegetação parcialmente degradada, com presença de mata nativa em alguns pontos do leito. Presença de pontos de captação subterrânea para irrigação da cultura do café e abastecimento humano.
Regularização ambiental	Riacho Serra Preta, próximo a confluência com o rio dos Porcos, Zona Rural de Barra do Choça/BA	Ponto 4	338190,166	8362410,624	24 S	Região conhecida por apresentar um grande índice de acidentes automobilísticos, devido a “curva da morte”. Água contaminada por óleo, oriunda de um caminhão-tanque que capotou recentemente no local, com vazamento. Região com forte ação antrópica devido as atividades agropecuárias no entorno.
Expansão Urbana	Expansão urbana (Distrito de Lucaia, Zona Rural – Planalto/BA)	Ponto 5	337593,608	8368773,113	24 S	Distrito localizado na BA-641, que liga Barra do Choça a BR-116. Possui ruas asfaltadas, comércio com lojas de confecções, bar, minimercados e equipamentos públicos, como: escola municipal, praça e igreja católica.
Regularização ambiental	Ribeirão da Água Fria (Barra do Choça/BA)	Ponto 6	332997,256	8352730,080	24 S	Área com supressão florestal intensa em área de APP, para implantação de pastagem. No ponto estudado há a implantação de manilhas para direcionamento da água, evitando o carreamento de materiais da estrada vicinal, em chuvas torrenciais.
Regularização ambiental	Riacho do Meio, estrada para o Povoado Morro de São Paulo, Barra do Choça/BA	Ponto 7	335588,426	8350455,835	24 S	: Área com mata nativa preservada no entorno do riacho, porém o mesmo apresenta-se assoreado e com presença de plantas invasoras no seu leito
Barragens para abastecimento humano e irrigação	Barragem da Biquinha (Barra do Choça/BA)	Ponto 8	330655,489	8357056,108	24 S	Barragem para abastecimento humano e gerenciada pela EMBASA. Barragem abastece apenas a sede municipal de Barra do Choça, próximo ao rio Catolé Grande.
Expansão Urbana	Povoado do Cafezal (Barra do Choça/BA)	Ponto 9	321906,330	8352809,686	24 S	Aglomerado urbano, com sistema de abastecimento de água fornecido pela EMBASA. Há problema de despejo de efluente líquido a céu aberto, ocasionando contaminação de águas superficiais e do solo.
Agricultura e pecuária	Silvicultura (Povoado do Cafezal, Barra do Choça/BA)	Ponto 10	321396,882	8353378,731	24 S	Condução de cultura do eucalipto, com idade de implantação de 1 – 2 anos
Agricultura e pecuária	: Implantação e condução da cafeicultura (Povoado do Cafezal, Barra do Choça/BA)	Ponto 11	322340,170	8353597,521	24 S	Café implantado com média de 10 anos, bom estágio vegetativo e sem frutificação. Café variedade <i>Coffea arábica</i> .
Expansão Urbana	Implantação de loteamentos (Povoado do Cafezal, Barra do Choça/BA)	Ponto 12	322103,822	8354342,765	24 S	Parcelamento de área, com fins de loteamento rural com área de 800 m ² /lote
Agricultura e pecuária	Área de pastagem (Povoado do Cafezal, Barra do Choça/BA)	Ponto 13	321846,250	8354930,175	24 S	Área de pastagem implantada com capim <i>Brachiaria</i> e sem mata nativa para cobertura florestal.

Regularização ambiental	Conservação da APP do rio Catolé (sede municipal, Barra do Choça/BA)	Ponto 14	330389,512	8357372,919	24 S	Rio localizado nas proximidades da sede municipal de Barra do Choça
Expansão Urbana	Expansão urbana (sede municipal, Barra do Choça/BA)	Ponto 15	330131,932	8356328,158	24 S	Sede municipal de Barra do Choça, contendo todos os equipamentos públicos básicos, para atendimento da população, como: Hospital municipal, escolas de 1º e 2º grau, Prefeitura e Câmara municipal. A sede também é dotada de supermercados, postos de combustível e centro comercial (restaurantes, lojas, bancos, farmácias)
Barragens para abastecimento humano e irrigação	Barragem de Água Fria II (Barra do Choça/BA)	Ponto 16	330927,610	8350792,879	24 S	Barragem destinada a abastecimento humano e irrigação, conforme relatório de monitoramento/ INEMA
Regularização ambiental	Nascente - Povoado de Vila Nova, antigo Povoado do Desce-sobe (Barra do Choça/BA)	Ponto 17	333728,793	8346439,391	24 S	Nascente localizada em área particular, sem APP com espécies vegetais nativas, há no entorno um plantio de banana e capim tolerante a encharcamento.
Expansão Urbana	Expansão urbana (Distrito de Barra Nova, Barra do Choça/BA)	Ponto 18	332423,752	8344323,804	24 S	Aglomerado urbano contendo centro comercial e equipamentos públicos, como escola, quadra de esporte, ruas pavimentadas
Agricultura e pecuária	Cafeicultura implantada – Distrito de Barra Nova (Barra do Choça/BA)	Ponto 19	333370,289	8345048,412	24 S	Cafezais antigos, devido a tradição de cultivo da região. Café variedade <i>Coffea arábica</i> , com boa aclimação e produção. A maioria do café plantada é em sistema de sequeiro com colheita manual.
Regularização ambiental	Conservação da APP do riacho da Choça (sede municipal, Barra do Choça/BA)	Ponto 20	329262,233	8354986,941	24 S	Riacho da Choça, que é um dos afluentes do rio Catolé Grande, com APP degradada e represamento de água em alguns pontos. Fica na entrada da cidade, no acesso Vitória da Conquista x Barra do Choça.
Agricultura e pecuária	Fruticultura – morango (Povoado da Estiva, Vitória da Conquista/BA)	Ponto 21	311910,717	8355551,290	24 S	Cultura do morango em sistema agroecológico, em área de 0,5 hectares e irrigado. Todas as práticas para adubação e controle de pragas e doenças são feitas com inseticidas e fungicidas não sintéticos. Possui orientação técnica de dois agrônomos, que são os proprietários. A água é captada de forma subterrânea – poço tubular.
Barragens para abastecimento humano e irrigação	Barragem de Serra Preta (Barra do Choça/BA)	Ponto 22	341227,884	8358275,960	24 S	Barragem que abastece os municípios de Planalto e Barra do Choça, com água apresentando salobridade, através da palatabilidade conferida no local.
Agricultura e pecuária	Silvicultura (Plantio de eucalipto, Planalto/BA)	Ponto 23	330082,214	8374502,836	24 S	Plantio de eucalipto com idade aproximada de 2 anos (sistema agrossilvipastoril) e eucalipto em idade de 6 anos com corte para comercialização
Regularização ambiental	Conservação de APP do afluente do riacho Guigó (BR – 116, Vitória da Conquista/BA)	Ponto 24	323238,172	8370736,389	24 S	Afluente do riacho Guigó, sem APP preservada em todo trecho estudado
Expansão Urbana	Expansão urbana (Distrito de José Gonçalves, Vitória da Conquista/BA)	Ponto 25	313971,460	8371128,048	24 S	Expansão urbana em zona rural, com sub-prefeitura para atendimento da região, pavimentação asfáltica e centro comercial
Agricultura e pecuária	Criação de bovinos (BR-116, Vitória da Conquista/BA)	Ponto 26	312375,506	8364814,919	24 S	Propriedade com criação de bovinos da raça holandês e Girolando, com alimentação em sistema extensivo e intensivo. Proprietário não estava e não foi permitido entrada para fotos da Reserva Legal. Propriedade possui Reserva Legal conservada
Agricultura e pecuária	Implantação e condução da olericultura/ Bairro Lagoa das Flores	Ponto 27	308569,338	8362733,496	24 S	Cultivo de hortaliças no bairro Lagoa das Flores, zona urbana de Vitória da Conquista, com plantio predominante de alface, beterraba, couve, cebolinha e coentro

Regularização ambiental	Conservação da APP do rio Catolé (Bairro Lagoa das Flores)	Ponto 28	309388,623	8363167,999	24 S	Leito do rio Catolé, sem presença de escoamento superficial, sendo cortada pela BR-116
Barragens para abastecimento humano e irrigação	Barragem emergencial do rio Catolé (Comunidade de Morro de São Paulo, Zona Rural, Barra do Choça/BA)	Ponto 29	339658,754	8351995,202	24 S	Área composta por vegetação e atividades agrícolas, sendo cortada pelo rio Catolé Grande, e instalada a barragem emergencial do rio Catolé para abastecimento humano
Extração mineral	Extração mineral de areia – Comunidade de Morro de São Paulo (Zona Rural, Barra do Choça/BA)	Ponto 30	337024,027	8349462,632	24 S	Extração de areia em localidade conhecida como “areal de Gesiel”. Areia utilizada para comercialização na região, com licenciamento ambiental concedido pela Prefeitura Municipal de Barra do Choça
Extração mineral	Extração mineral (região da Baixa da Taquara, Zona Rural, Barra do Choça/BA)	Ponto 31	323392,252	8357388,817	24 S	Empresa privada realizando extração de areia, através de supressão florestal de mata nativa e abertura de pátio de trabalho
Regularização ambiental	Conservação da APP da nascente (Povoado São Sebastião)	Ponto 32	322086,391	8365064,428	24 S	Nascente localizada no interior do Povoado de São Sebastião, com séria ação de pressão antrópica, derivado de esgoto via fossa séptica, desmatamento e captação de água subterrânea para diversos fins, que diminuem o poder de recarga.
Regularização ambiental	Afluente do riacho Serra Preta (Zona Rural, Barra do Choça/BA)	Ponto 33	336031,396	8364285,254	24 S	Afluente do riacho Serra Preta, com índice de degradação em sua APP, sendo substituída a vegetação nativa por pastagem. Na área de estudo na margem esquerda há uma APP bem preservada.
Regularização ambiental	Aterro sanitário de Barra do Choça/BA	Ponto 34	328690,774	8352295,713	24 S	Aterro sanitário localizado a 2 km de distância da sede municipal. Área com 123.700 m ² , com forte degradação ocasionado pelo despejo de resíduos sólidos, oriundos de residências localizadas prioritariamente na zona urbana.
Barragens para abastecimento humano e irrigação	Barragem de Água Fria I (Barra do Choça/BA)	Ponto 35	328679,381	8349391,712	24 S	Barragem que abastece os municípios de Vitória da Conquista, com água apresentando turbidez e inodora. Possui em seu entorno fazendas, com cultivo do café e pastagem, para criação de bovinos leiteiros. Possui vegetação degradada na maior parte da área visitada, com algumas áreas com vegetação em estado avançado de conservação.
Agricultura e pecuária	Fazenda Gaviãozinho: Plantio de morango em sistema convencional (Zona Rural, Barra do Choça/BA)	Ponto 36	336169,044	8364163,487	24 S	Propriedade caracterizada como agricultura familiar, com produção de morango para a empresa Peter Frut; café variedade <i>Coffea arabica</i> . Toda a produção é em sistema convencional de tratamentos culturais, com aplicação de agrotóxicos para controle de pragas e doenças

Fonte: Autor, 2019

O mapa constante e o quadro elaborado, sendo analisados conjuntamente, ajuda a entender a dimensão espacial do trabalho realizado e suas descrições vistas no trabalho de campo.

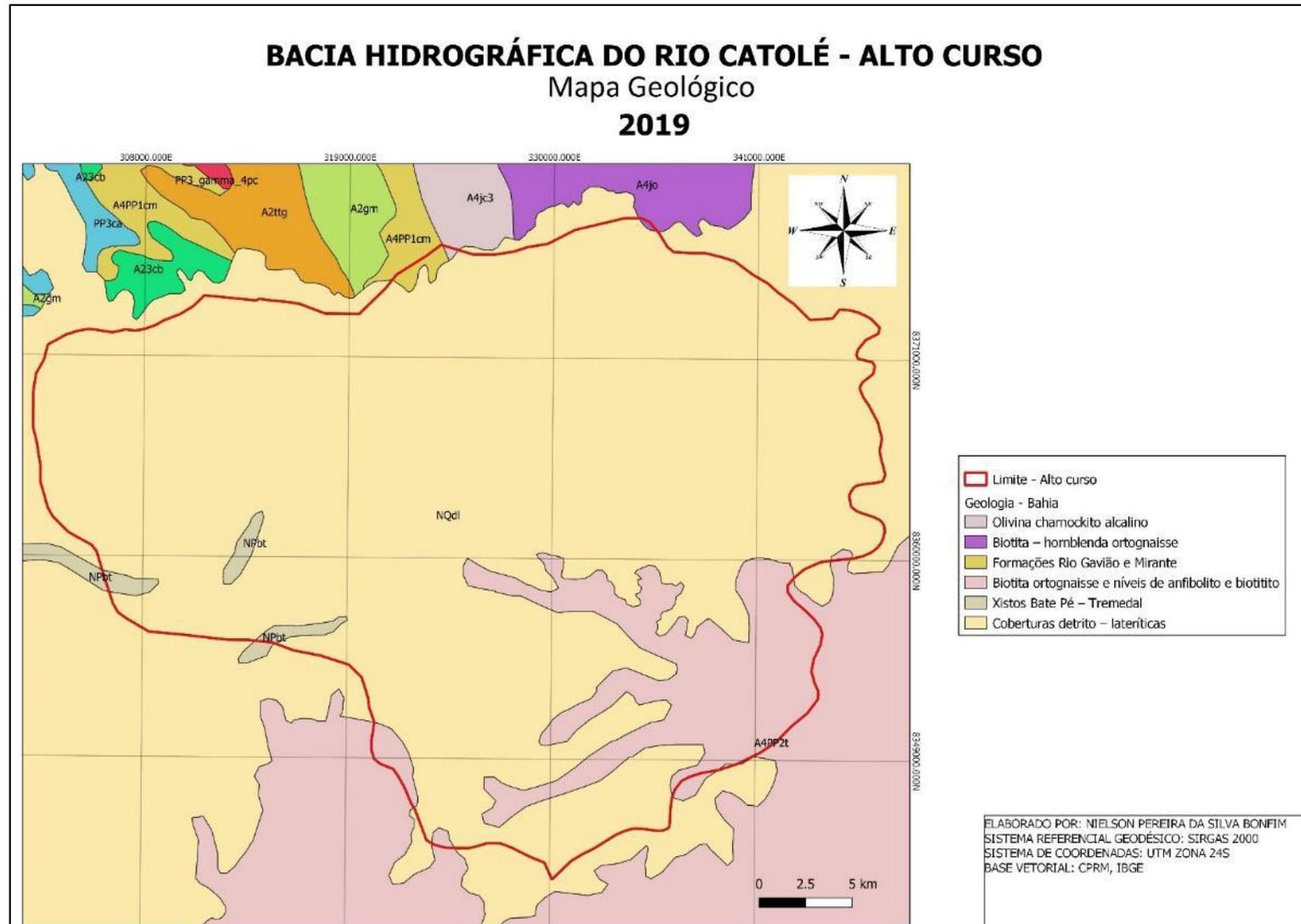
5.3 Aspectos geológicos e pedológicos da área de estudo.

Na delimitação do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, conforme base cartográfica digital compatibilizada em escala de 1:1.000.000 e obtidas por generalização, o mapa identifica as seguintes unidades geológicas: A4PP2t, NQdl, NPbt, A4PP1cm, A4jc3, A4jo. Em estudos na região de abrangência, Teles afirma que:

Os levantamentos geológicos até então executados na região proposta, apesar de sua boa qualidade, não foram homogeneizados em termos de cartografia geológica, restando, portanto, dúvidas sobre limites e relações de contato entre importantes unidades tectono-geológicas do embasamento Pré-cambriano baiano, conhecidas como Bloco Gavião, que inclui na região restos de sequências de rochas vulcano-sedimentares do tipo *greenstone-belts* integrantes do Grupo Contendas Mirante. O Bloco Jequié é formado principalmente por rochas granulíticas orto e paraderivadas de idade arqueana (Complexo Granulítico Jequié), além de rochas granito-gnáissicas associadas ao Complexo Itapetinga e demais feições estruturais que se destacam na região em pauta. (TELES, 2016, p. 14).

A maior porção da área em estudo possui formações superficiais cenozóicas, formados *in situ* (areias graníticas, argilas lateríticas) ou transportados das rochas (regolitos). As coberturas detrítico-lateríticas (NQdl) são características de climas tropicais e propícias à concentração de ouro, manganês, alumínio e outros metais pouco solúveis, porventura presentes no substrato (FUNATURA, 2012), conforme mapa geológico do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé (Figura 19) e caracterização detalhada encontra-se no Quadro 10:

Figura 19 – Mapa geológico do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé.



Fonte: Autor, 2019.

Quadro 10 – Identificação geológica do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé

FORMAÇÕES SUPERFICIAIS CENOZÓICAS	
Quaternário Neógeno – quaternário (< 23,5 Ma)	
NQdl	Coberturas detrito – lateríticas: Areia com níveis de argila e cascalho e crosta laterítica
PROVÍNCIA SÃO FRANCISCO	
DOMÍNIO BAHIA CENTRAL	
Toniano – criogeniano (1000 – 650 Ma)	
NPbt	Xistos Bate Pé – Tremedal: Xisto com estauroilita e/ou cianita e quartzito micáceo com magnetita e cianita
Neoarqueano – paleoproterozóico (Sideriano) (2800 – 2300 Ma)	
Grupo Contendas – Mirante	
A4PP1cm	Formações Rio Gavião e Mirante: Filito e metagrauvaca; xisto, por vezes noduloso e localmente migmatizado (2012 Ma Rb-Sr) com intercalações de metabalsato e metandesito calcialcalinos (2509 – 2490 Ma Pb – Pb) e metarcóseo/metagrauvaca
DOMÍNIO BAHIA ORIENTAL	
Neoarqueano – paleoproterozóico (Riaciono) (2800 – 2300 Ma)	
Complexo Itapetinga	
A4PP2t	(Hornblenda) – Biotita ortognaisse e níveis de anfibolito e biotitito, em geral miloníticos (2674 Ma Rb – Sr), e hornblenda – biotita ortognaisse migmatítico (2124 Ma U – Pb)
Neoarqueano (2800 – 2500 Ma)	
Complexo Jequié	
A4jc3	Olivina charnockito alcalino, retrometamofizado à fácies anfibolito (2660 Ma Pb – Pb)
A4jo	Biotita – hornblenda ortognaisse, calcialcalino de baixo K, às vezes migmatizado

Fonte: CPRM (2003), adaptado pelo autor.

Para o solo existente na região de estudo, apresenta-se como cobertura superficial predominante o Latossolo Amarelo distrófico (LAd), podendo encontrar-se também Latossolo Vermelho-amarelo Distrófico (LVAd), Argissolo Vermelho-amarelo Eutrófico (PVAe), Argissolo Vermelho Eutrófico (PVe), Luvisolo Háptico Pálico (TXp), conforme mapa de solos do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé (Figura 20).

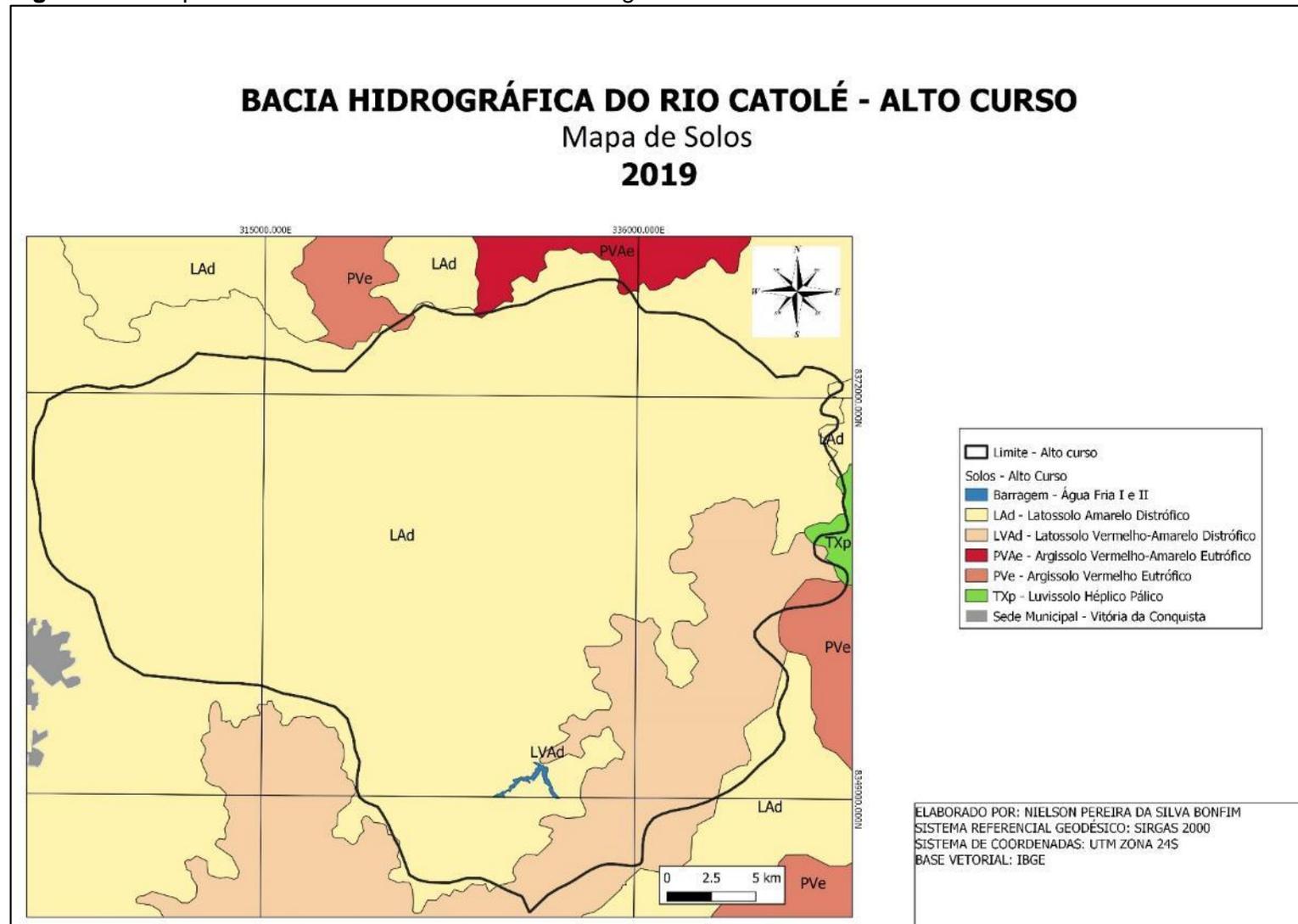
Como solo predominante, o Latossolo Amarelo Distrófico (LAd) apresenta saturação por bases baixa ($V < 50\%$) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, inclusive BA (EMBRAPA, 2006). Por estas condições, apresenta-se com baixa fertilidade, sendo necessário tratamentos culturais para adubação e calagem. Para Ronquim:

Alguns solos distróficos podem ser muito pobres em Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ e apresentar teor de alumínio trocável muito elevado, chegando a apresentar saturação em alumínio (m%) superior a 50% e nesse caso são classificados como solos álicos (muito pobres): Al trocável $\geq 3 \text{ mmolc dm}^{-3}$ e m% $\geq 50\%$ (RONQUIM, 2010, p. 9).

Além da baixa fertilidade, este tipo de solo são profundos, ocupando áreas de relevo plano ou suave ondulado. É sempre importante atentar-se para práticas conservacionistas do solo, como marcação em curvas de nível, rotação de culturas e plantio direto.

De acordo com a aptidão agrícola, podem ser cultivados culturas perenes e anuais, pastagens, florestas e refúgio para a flora e fauna silvestre, podendo ser classificadas conforme capacidade de uso do solo, na maioria das áreas em Classe II – Terras próprias para culturas com práticas simples de conservação ou Classe III – Terras próprias para culturas com práticas intensivas ou complexas de conservação do solo (LEPSCH *et al.*, 2015). São passíveis de utilização na área de estudo, predominantemente, as culturas agrícolas como café da variedade *coffea arabica*, pastagens com predominância do capim *brachiaria*, para alimentação de bovinos e reflorestamento com eucalipto.

Figura 20 – Mapa de solos do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé

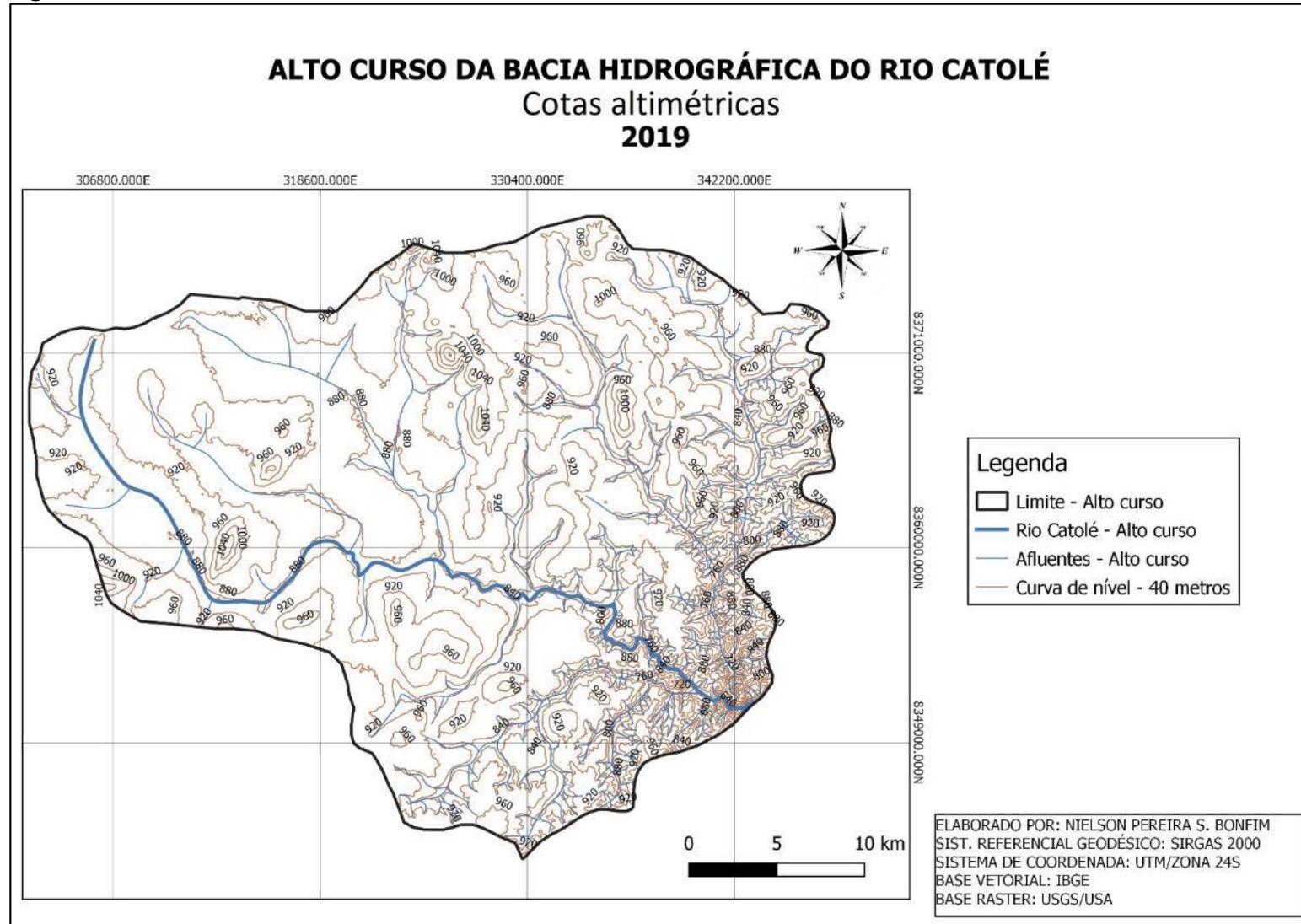


Fonte: Autor, 2019.

5.4 Análise morfométrica do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé

Para descrever os padrões de drenagem do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, utilizou-se a base teórica de Christofolletti (1980) e imagens SRTM (MDE), para descrição, conforme conceituação clássica. A distribuição do rio Catolé e seus afluentes com cotas altimétricas está ilustrado na Figura 21.

Figura 21 – Cotas altimétricas do Alto Curso da Bacia do rio Catolé.



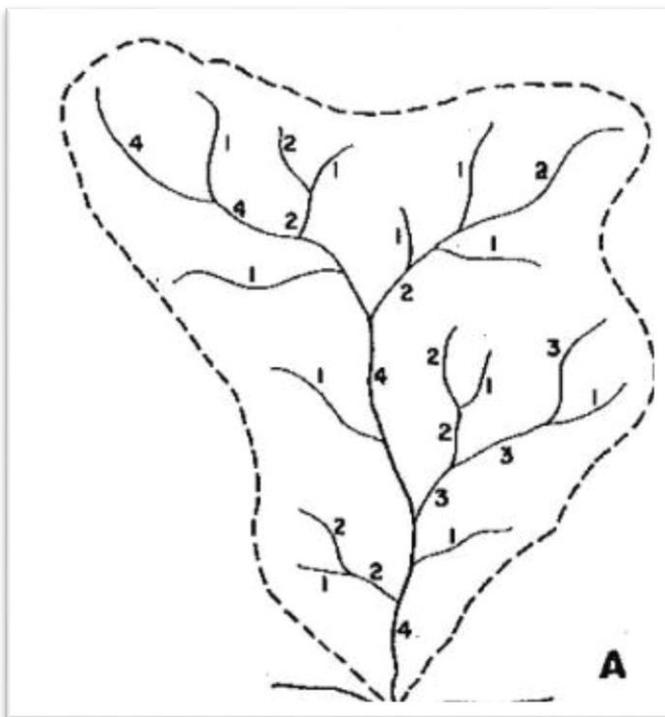
Fonte: Autor, 2019.

A drenagem da área estudada é do tipo drenagem dendrítica ou arborescente. O nome deriva da forma da drenagem estudada se assemelhar com uma árvore e, conforme Christofolletti (1980), utilizando-se dessa imagem, a corrente principal corresponde ao tronco da árvore, os tributários aos seus ramos e as correntes de menor categoria aos raminhos e folhas. Observa-se que os ramos distribuídos formam ângulos agudos variados, sem confluências em ângulos retos. Os padrões dendríticos subsidiários são descritos como pinados, com tributários paralelos e unindo-se ao rio Catolé em ângulos agudos, com graduações variadas.

5.5 Hierarquia fluvial

A hierarquia fluvial consiste no processo de se estabelecer a classificação de determinado curso de água (ou da área drenada que o pertence) no conjunto total da bacia hidrográfica no qual se encontra (CHRISTOFOLETTI, 1980). Os primeiros estudos de hierarquia fluvial foram propostos por Robert E. Horton em 1945 (Figura 22).

Figura 22 – Ordem ou hierarquia das bacias hidrográficas, conforme Horton.



Fonte: CHRISTOFOLETTI, 1980.

Horton estabelece que os canais de primeira ordem não possuem afluentes; os canais de segunda ordem somente recebem tributários de primeira ordem; os de terceira ordem podem receber tributários de segunda ordem (um ou mais); os de quarta ordem podem receber tributários de terceira ordem ou de ordem inferior. Conforme Horton e citado por Christofolletti (1980), para se determinar qual o afluente e qual o canal principal a partir da última bifurcação, podem ser usadas as seguintes regras:

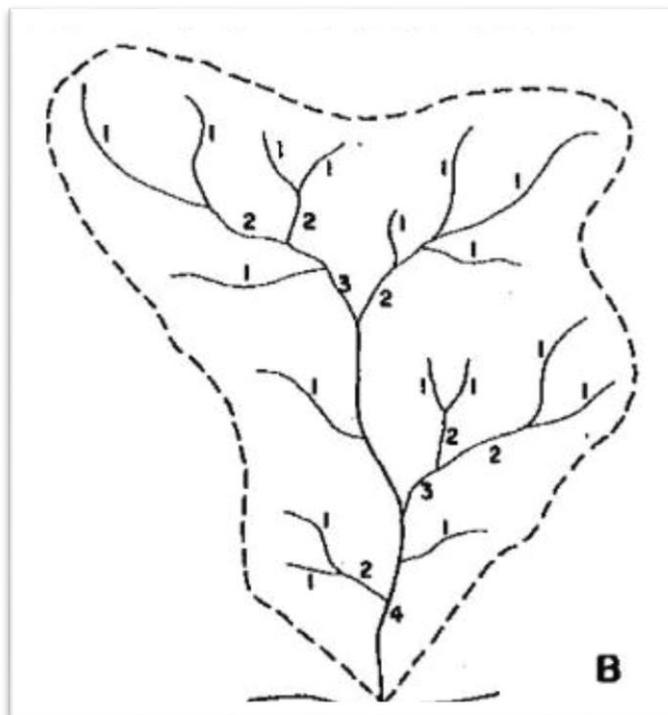
a) Partindo da jusante da confluência, estender a linha do curso de água para montante, para além da bifurcação, seguindo a mesma direção. O canal confluyente que apresenta maior ângulo é o de ordem menor;

b) Se ambos os cursos possuem o mesmo ângulo, o rio de menor extensão é geralmente designado de ordem mais baixa. O processo de refazer a numeração deve ser efetuado a cada confluência com ordem mais elevada, até que o canal de n-ésima ordem se estenda desde a confluência final até a nascente do tributário mais longo.

Outra metodologia utilizada para hierarquia fluvial foi proposta por Strahler em 1952 (Figura 23). Christofolletti (1980) destaca que:

Para Strahler, os menores canais, sem tributários, são considerados como de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de primeira e de segunda ordem; os canais de quarta ordem surgem de confluência de dois canais de terceira ordem, podendo receber tributários de ordens inferiores. E assim sucessivamente (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 106 – 107).

Figura 23 – Ordem ou hierarquia das bacias hidrográficas, conforme Strahler.



Fonte: CHRISTOFOLETTI, 1980.

Independente das críticas que se estabeleçam em relação à escolha da bacia hidrográfica ou outra unidade ambiental qualquer, a unidade escolhida sempre irá ser apenas um fragmento do ambiente e não o ambiente como um todo (TOMASONI, 2008). A representação dos estudos ambientais em uma determinada bacia hidrográfica não pode mensurar um estudo territorial que ultrapasse os limites geográficos do recorte estudado, pois características físicas do ambiente em uma escala de trabalho e que contemplem apenas uma porção menor da área, podem não representar na totalidade as características de uma área maior, que tenham abrangência em duas ou mais bacias hidrográficas, com outras interações e trocas de matéria e energia entre os elementos compostos.

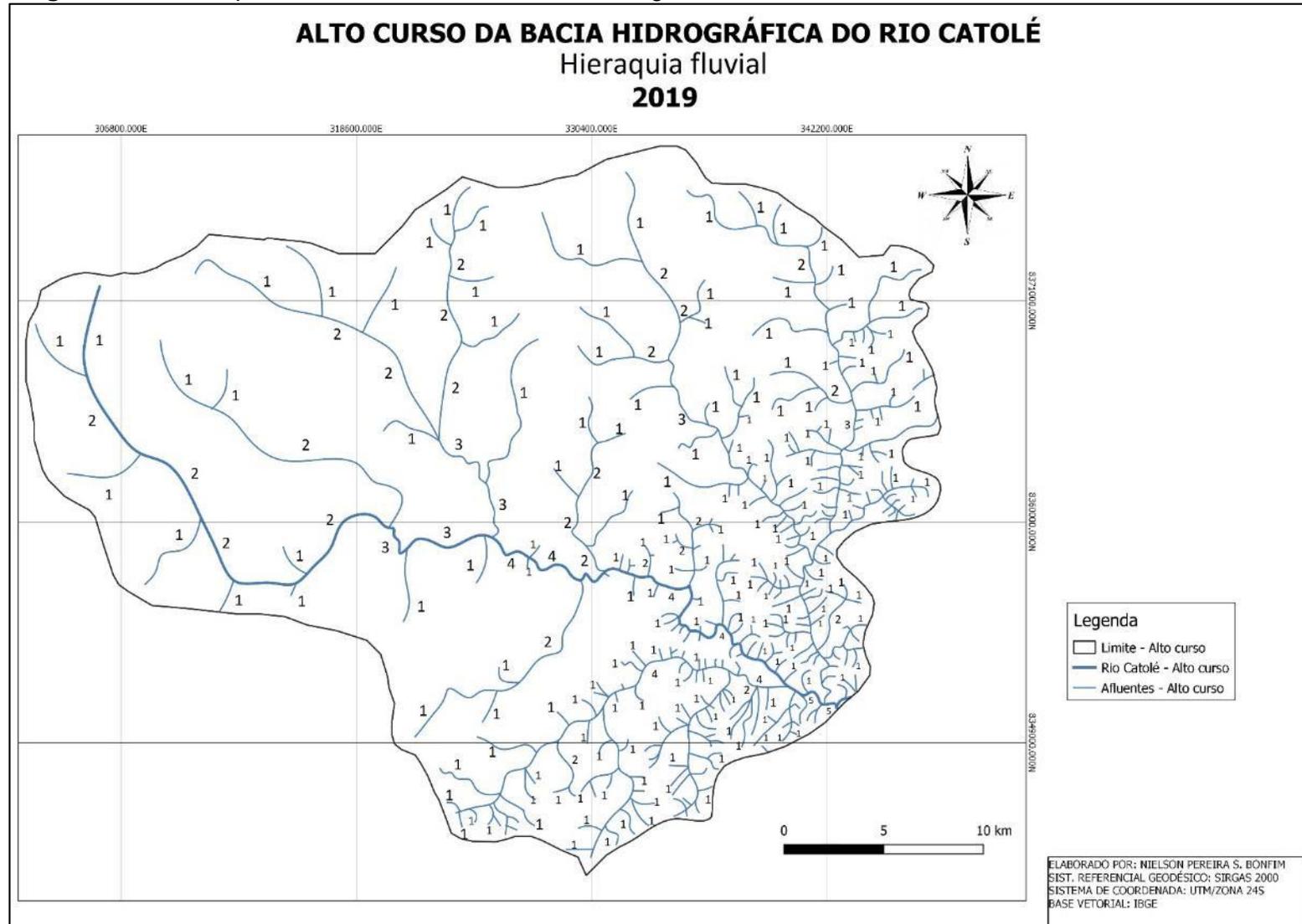
Para análise baseada na hierarquia fluvial, a classificação utilizada para a região de estudo baseou-se no sistema proposto por Strahler (1952), citado por Christofolletti (1980) e Florenzano (2008). Este método substitui o sistema proposto por Horton (1945), diminuindo a subjetividade na definição da hierarquia fluvial da bacia hidrográfica.

Para os autores mencionados, as microbacias seriam todas canais de primeira ordem, pois destas se originam as nascentes, responsáveis pela perenidade do fluxo

de base da bacia. A partir da confluência entre dois canais de primeira ordem, surgem os canais de segunda ordem; os canais de terceira ordem surgem a partir da confluência entre dois canais de segunda ordem; enquanto os canais de quarta ordem são formados a partir da junção de dois canais de terceira ordem, e assim sucessivamente (Figura 24).

A hierarquia fluvial nos ajuda a determinar os principais pontos com nascentes e a preservação de sua APP, como locais para recarga dos canais e aumento da vazão em canais de ordens superiores. Para determinação dos locais das barragens existentes no alto curso da bacia, observa-se que a escolha baseou-se em trechos com maior volume de água, devido ao maior número de confluências de primeira e segunda ordem, originando as confluências de terceira e quarta ordem.

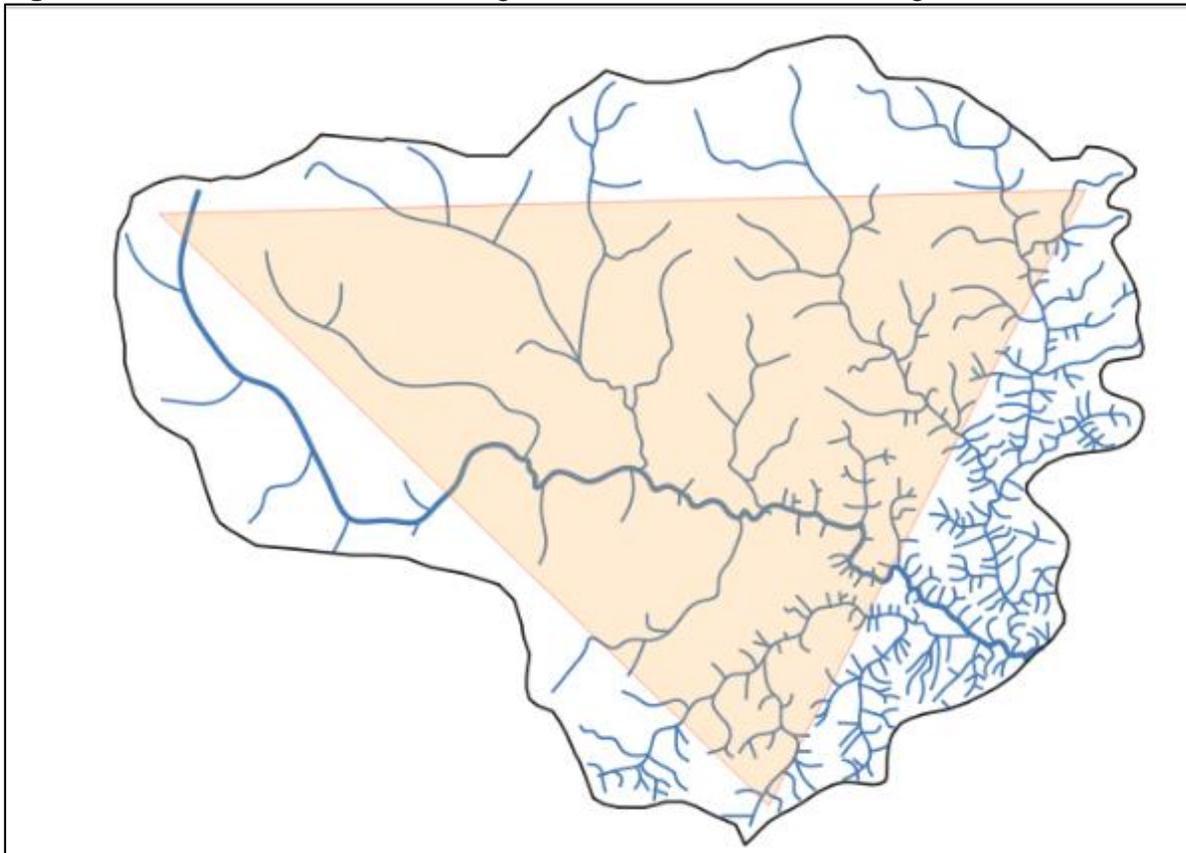
Figura 24 – Hierarquia fluvial do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé.



Fonte: Autor, 2019.

Para forma da bacia de drenagem, o método adotado para definição é o de Lee e Salle (1970), onde traça-se uma figura geométrica, independentemente da escala, podendo ser um triângulo, círculo ou quadrado (CHRISTOFOLETTI, 1980). Para o alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, a forma que mais assemelha-se ao contorno é a triangular (Figura 25).

Figura 25 – Forma da bacia de drenagem – Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé.



Fonte: Autor, 2019.

Para determinação do comprimento do rio principal, adotou-se os seguintes critérios definidos por Shreve *apud* Christofolletti:

- a) aplicar os critérios estabelecidos por Horton, pois o canal de ordem mais elevada corresponde ao rio principal; b) em cada bifurcação, a partir da desembocadura, optar pelo ligamento de maior magnitude; c) em cada confluência, a partir da desembocadura, seguir o canal fluvial montante situado em posição altimétrica mais baixa até atingir a nascente do segmento de primeira ordem localizada em posição altimétrica mais baixa, no conjunto da bacia; d) curso de água mais longo, da desembocadura da bacia até determinada nascente, medido como a soma dos comprimentos dos seus ligamentos (SHREVE *apud* CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 111).

O comprimento do rio Catolé, desde a nascente localizada no oeste da área até a saída da delimitação do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé é de 55.041,845 metros (55,04 km), determinada pelo SIG QGIS 3.10.3.

5.6 Outorga de uso de recursos hídricos: Instrumento necessário para controle qualitativo e quantitativo dos usos da água.

A outorga dos direitos de uso de recursos hídricos é um instrumento atualmente instituído pela Lei Federal nº 9.433/1997, que visa assegurar as atuais e as futuras gerações o controle qualitativo e quantitativo do uso da água, bem como a sua universalização para as mais diversas finalidades.

Este ato autorizativo permite que o usuário dos recursos hídricos explorem, por um determinado período os recursos hídricos, seja por via subterrânea ou superficial, sem o direito de propriedade do bem explorado (bem não susceptível a apropriação). Na prática, nenhuma pessoa, seja física ou jurídica, pode se apropriar exclusivamente da água, bem como a União, Estados ou Distritos Federais, que passam a ser gestores deste bem, garantindo o acesso a todos os usuários.

A outorga de uso de recursos hídricos pode ser concedida através da Agência Nacional de Águas (ANA) para rios e aquíferos federais ou transfronteiriços, barragens e açudes sobre responsabilidade da Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF) ou do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), órgãos federais com exceção dos casos em que houver acordos entre União e Estados, para transferência de competências, quando a análise dos processos e emissão de atos autorizativos não ficam a cargo do órgão federal.

Para captação superficial em rios, riachos e córregos estaduais, barragens sob responsabilidade do Governo do Estado da Bahia e captação subterrânea de água na zona urbana ou rural, a responsabilidade em acolher os processos, análises de viabilidade técnica e deferimento/indeferimento dos pedidos fica sobre responsabilidade do INEMA no Estado da Bahia, conforme a Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei Estadual nº 11.612, de 08 de outubro de 2009), tendo como embasamento jurídico o que determina em seu artigo 2º:

- I – Todos tem direito ao acesso a água, bem de uso comum do povo, recurso natural indispensável à vida, a promoção social e ao desenvolvimento;
- II – Em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- III – A gestão de recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- IV – A água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- V – O gerenciamento do uso das águas deve ser descentralizado, com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades;
- VI – A bacia hidrográfica é a unidade territorial definida para o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos, devendo ser articulada com a política de Territórios de Identidade;
- VII – Do usuário-pagador, considerando que aquele que utiliza a água para fins econômicos deve estar sujeito a aplicação do instrumento da cobrança pela utilização de recursos hídricos;
- VIII – Da responsabilidade e da ética ambiental (BAHIA, 2009, p. 1).

As visitas em diversos pontos e as observâncias através da Matriz de campo para análise ambiental, demonstraram que para todos os eixos da pesquisa, o uso dos recursos hídricos tem uma importância primária para definição da atividade econômica a ser instalada, desenvolvimento e políticas de manutenção e/ou regeneração ambiental, como a preservação ou recuperação de matas existentes, principalmente em bordas de APP.

As visitas constataram, especialmente na zona rural, o uso de água através de captação subterrânea ou superficial para abastecimento humano e irrigação, dessedentação animal, sem a devida regulamentação através da concessão de outorga de direito de recursos hídricos. Na prática, isto implica que os agricultores e demais usuários determinam, sem nenhum respaldo técnico, qual a quantidade de água a captar em mananciais existentes, sem qualquer ato fiscalizatório por parte do órgão ambiental estadual competente (INEMA), fato corriqueiro em todo o estado da Bahia, conforme conhecimento de campo em trabalhos de assistência técnica e consultoria ambiental.

Tem-se como exemplo o bairro de Lagoa das Flores, localizado em Vitória da Conquista e integrante da bacia hidrográfica do rio Catolé. Em visitas realizadas no local e em conversas informais com moradores residentes, estima-se que há cerca de 200 a 300 poços tubulares na área, perfurados por empresas não credenciadas ao INEMA, e sem prévia autorização concedida pelo mesmo órgão para perfuração. O tempo disponível para pesquisa, acesso aos locais das propriedades, a solicitação prévia para autorização de entrada nas propriedades rurais, e a realização da identificação dos poços perfurados por georreferenciamento através de pontos de

passagem, não permitiu um mapeamento completo dos poços nesta localidade para confirmação da estimativa levantada. É importante mencionar as afirmações de Lima, em estudos relacionados a bacia hidrográfica do rio Catolé, no mesmo local da visita:

Na comunidade de Lagoa das Flores verificou-se que cada lote de produção de hortaliças (com dimensões relativamente pequenas) possui um poço artesiano. Isso porque o lençol freático situa-se bem próximo da superfície e os produtores de hortaliças utilizam a água diariamente e em grande quantidade. Muitos deles relatam que o nível da água vem baixando paulatinamente. Entretanto, somente alguns relacionam tal fato ao uso intenso (no tempo e no espaço) da água subterrânea. A grande maioria indica a carência de chuvas como o real motivo (LIMA, 2012, p. 231).

Para estes poços não há atuação de responsável técnico habilitado para serviços como: alocação do poço, estudos geológico do local a ser perfurado, teste de bombeamento para determinar a vazão real do poço perfurado ($m^3/hora$), dimensionamento do conjunto moto bomba através de cálculos realizados por projetos agrônômicos de irrigação. Nesta localidade, muitos dos poços perfurados tem como uso principal a irrigação em sistema de aspersão fixa convencional, com eficiência de 80% do aproveitamento da água captada (foto 5).

Foto 5 – Irrigação de olerícolas, Bairro Lagoa das Flores, Vitória da Conquista – Bahia, 2019.



Fonte: Pesquisa de campo, 2019. Foto: Nielson Pereira

Para a região do bairro de Lagoa das Flores, em Vitória da Conquista, não há qualquer ação do INEMA na região para monitoramento e fiscalização da situação, destacando que a sede da UR-Sudoeste (INEMA) localiza-se em Vitória da Conquista, distante cerca de 15 km do local mencionado.

Após a perfuração dos poços, não há relatório geológico produzido e assinado por profissional tecnicamente habilitado, testes de bombeamento, perfil litológico e Anotação de Responsabilidade Técnica (ART).

Estas peças técnicas são indispensáveis para solicitação de dispensa ou outorga de uso de recursos hídricos, a depender da vazão requerida (m^3/dia), anexando ao Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos (SEIA) outras documentações exigidas pelo INEMA, a depender da finalidade do uso e que constam na Portaria INEMA nº 11.292 de 13/02/2016 e alterações previstas na Portaria INEMA nº 17.651 de 11/01/2019 (procedimentos de renovação de outorga de direito de uso de recursos hídricos). O Anexo IV da Portaria (documentos e estudos necessários à instrução dos processos de outorga do uso de recursos hídricos) constam no Anexo I desta Dissertação e a Portaria nº 17.651/2019 consta no Anexo II.

Não há qualquer ação fiscalizatória, de monitoramento ou de educação ambiental na região de estudo e em curso, presenciada ou relatada por conversas informais durante o período de pesquisa. A única ação de conhecimento, com base em noticiários da época e que envolve o controle e uso racional da água monitorada pelo INEMA na região ocorreu entre 2016 - 2018, envolvendo o uso da água da barragem de Água Fria I e II para fins de irrigação de culturas.

Entre os anos de 2013 – 2018, a ausência de chuvas regulares na região provocou um rebaixamento na capacidade destas barragens, comprometendo o fornecimento de água para consumo humano, em Vitória da Conquista e Belo Campo. O INEMA ciente da situação e com respaldo técnico através do informativo semanal de monitoramento de barragens (INEMA) e jurídico (Lei Federal nº 9.433, Art. 1º, Inciso III), realizou diligências em toda região, com o intuito de impedir um rebaixamento maior no volume de água, notificando e autuando agricultores que utilizassem a água para outras finalidades que não fossem o abastecimento humano e dessedentação de animais.

Atualmente, conforme visitas as barragens, não há um rebaixamento de água expressivo e que justifique racionamento de água para uso agrícola ou para abastecimento de grandes populações por meio de adutoras (Foto 6), porém independente do fato, é importante a ação ambiental fiscalizatória para coibir o uso irracional de água e seu desperdício.

Foto 6 – Adutora da Barragem Água Fria II, Barra do Choça – Bahia, 2019.



Fonte: Pesquisa de campo, 2019. Foto: Nielson Pereira

Através do Módulo de monitoramento do Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos (SEIA) em consulta no dia 26 de dezembro de 2019, constata-se na região de entorno do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, apenas o registro de 11 outorgas emitidas para uso dos recursos hídricos, classificadas como: Autorização, Dispensa, Concessão e tipos de outorga sem informação. As caracterizações de cada outorga emitida está detalhada no Quadro 11.

Quadro 11 – Caracterização das outorgas – Módulo de Monitoramento SEIA, 2019.

Ponto	USO	PORTARIA	VAZÃO (m ³ /dia)	Tipo de outorga	Tipo de captação
Ponto 1	Abastecimento humano	2941/2012	6,40	Autorização	Subterrânea
Ponto 2	Irrigação	2763/2010	Sem informação	Dispensa	Superficial (Manancial: Riacho do Saquinho)
Ponto 3	Irrigação	8477/2014	1076,28	Autorização	Superficial
Ponto 4	Abastecimento humano	242/04	13219,00	Concessão	Superficial (EMBASA - Barragem de Água Fria II)
Ponto 5	Abastecimento humano	442/98	1572,00 (Rio Saco Grande)	Concessão	Superficial (manancial: Riacho da Mumbuca, rio Serra Preta e Rio Saco Grande). EMBASA (Barra do

					Choça/Planalto. Barragem de Serra Preta)
Ponto 6	Abastecimento humano	442/98	2515,00 (Rio Serra Preta)	Concessão	Superficial (manancial: Rio Gaviãozinho). EMBASA (Barra do Choça/Planalto. Barragem de Serra Preta)
Ponto 07	Abastecimento Industrial	3204	5,00	Dispensa	Sem informação
Ponto 08	Abastecimento Industrial	632/11	38,00	Dispensa	Subterrânea
Ponto 09	Sem informação	APPO-0162 (1)	Sem informação	Sem informação	Sem informação
Ponto 10	Sem informação	APPO-0162 (2)	Sem informação	Sem informação	Sem informação
Ponto 11	Abastecimento humano	DISP-0104	5,00	Dispensa	Subterrânea

Fonte: SEIA (2019) – Adaptado pelo autor.

Ressalta-se que a água como “um bem de domínio público”, termo previsto no inciso I, artigo 1º da Lei Federal nº 9.433/1997, deve passar por análise técnica através do órgão ambiental competente, de forma a garantir a todos o exercício de acesso à água.

5.7 Atividades agropecuárias no alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé.

Os sistemas agrícolas que dominam a região de estudo, caracterizam-se por apresentar, em sua maioria, Unidade de Produção Familiar (UPF) com até 04 Módulos Fiscais, classificando-as como unidades da agricultura familiar, como preconiza a Lei Federal nº 11.326, de 24 de julho de 2006 ou Lei da Agricultura Familiar. A quantidade de módulos fiscais para um município é determinada pela Instrução Especial/INCRA/nº 20, de 28 de maio de 1980, e para os municípios de Barra do Choça, Vitória da Conquista e Planalto, a quantidade de módulos fiscais está informada no Quadro 12.

Quadro 12 – Dimensões do Módulo Fiscal por municípios

CÓDIGO	MUNICÍPIO	UF	MÓDULO FISCAL
315028	BARRA DO CHOÇA	BA	35
315109	PLANALTO	BA	35
315125	VITÓRIA DA CONQUISTA	BA	35

Fonte: INCRA (1980) – Adaptado pelo autor.

Conforme Lima (2012) a utilização agrícola das terras é baixa e está voltada a culturas como mandioca, feijão e milho, muitas vezes com parte expressiva da propriedade destinada à pecuária (foto 7).

Foto 7 – Área de pastagem em sequeiro, Povoado do Cafezal (Barra do Choça/BA), 2019.



Fonte: Pesquisa de campo, 2019. Foto: Nielson Pereira

Em locais com maior facilidade de obtenção de água, através de poços perfurados e escoamento da produção de forma imediata, há o intenso plantio de culturas olerícolas, como exemplo: alface crespa, couve, beterraba, cenoura, couve-flor, coentro e cebolinha. É o caso do bairro Lagoa da Flores em Vitória da Conquista, que possui proximidade com o centro de abastecimento de Vitória da Conquista e estradas transitáveis para transporte dos produtos através de caminhões (Foto 8).

Foto 8 – Cultivo de olerícolas, Bairro Lagoa das Flores, Vitória da Conquista/Bahia, 2019.



Fonte: Pesquisa de campo, 2019. Foto: Nielson Pereira

Para a atividade cafeeira, o município de Barra do Choça é destaque na produção, em especial nos Povoados de Santo Antônio 1, Santo Antônio 2, Muritiba e Distrito de Barra Nova (Foto 9). A cafeicultura ainda ocupa boa parte das áreas agricultáveis nestas regiões, empregando mão-de-obra familiar e terceirizada para atividades de adubação da cultura, roçagem nas ruas do café e coleta do grão. Muito deste produto primário é beneficiado dentro do próprio município, através do comércio dos grãos via Cooperativa Mista dos Cafeicultores de Barra do Choça e Região LTDA (COOPERBAC).

Foto 9 – Cultura do café, Povoado do Santo Antônio I, Barra do Choça – Bahia, 2019.



Fonte: Pesquisa de campo, 2019. Foto: Nielson Pereira

Em demais visitas a área de estudo, também foram observados outros sistemas produtivos, como: Plantio de eucalipto na zona rural de Planalto, especialmente próximo ao Posto Turbo (BR-116) e no Povoado do Cafezal (Barra do Choça). Esta atividade vem ganhando força na região, pois há uma forte demanda de material lenhoso para diversas atividades e que antes era abastecida com supressões florestais de matas nativas. Outra vantagem encontrada para os produtores que escolhem o eucalipto para plantio comercial é o baixo emprego de mão-de-obra ao longo do ciclo da cultura, reservando-se ao plantio das mudas, controle de formigas cortadeiras nos dois primeiros anos, detecção e controle de cupim, prevenção de incêndio. Dependendo do manejo, pode-se adotar o sistema de Integração-Pecuária-Floresta (IPF), com plantio de fileiras de eucalipto em talhões e a introdução do pasto entre estes talhões.

Apesar das vantagens destacadas, o plantio de eucalipto na região é motivo de discussões e debates entre as empresas que necessitam de matéria-prima originária deste segmento, movimentos sociais, sindicatos de produtores rurais e entidades governamentais. Devido ao longo tempo que permanecem no solo até o primeiro corte e a dificuldade de intercalação com outras culturas agrícolas, o plantio de eucalipto não se representa ou se identifica com a agricultura familiar, que possuem identificações próprias e que não atendem as exigências da cultura, em termos de grandes áreas para cultivo, gastos elevados para plantio e tratos culturais (especialmente no primeiro ano) e investimento a longo prazo que varia com a cultivar implantada – 5 a 7 anos.

Esta realidade foi constatada no trabalho de campo, onde não foi encontrado nenhuma propriedade abaixo de quatro módulos fiscais com plantio comercial para produção de madeira (Foto 10). Esta realidade tem fundamento no pensamento de Oliveira:

Apresentam, ainda, algumas razões porque a grande plantação de madeira acaba nas mãos dos ricos: primeiro, consideram que os custos são elevados para grandes projetos; a propriedade e o controle da produção não costumam ficar nas mãos dos pobres; o horizonte e o longo prazo são arriscados e poucos atrativos para os pequenos produtores e, por fim, os grandes operadores do mercado acabam atraindo investimentos para madeira de alto valor (OLIVEIRA, 2012, p. 80-81).

Foto 10 – Cultivo de eucalipto, Planalto – Bahia, 2019.



Fonte: Pesquisa de campo, 2019. Foto: Nielson Pereira

Em todos os municípios visitados foram encontrados áreas de pastagem para criação de bovinos leiteiros; culturas temporárias e intercaladas para subsistência, como milho, feijão, abóbora, mandioca e frutíferas.

Para o município de Barra do Choça, há o fomento para a introdução da cultura do morango, com subsídios da empresa PeterFrut Agrícola LTDA. Através de contratos prévios, a empresa fornece ao agricultor mudas de morango, agrotóxicos para combate de pragas e doenças, acompanhamento técnico e garantia de compra do produto produzido, mediante padrões de conformidade da empresa (foto 11).

Foto 11 – Produção convencional de morango, Povoado do Santo Antônio 2, Barra do Choça – Bahia, 2020.



Fonte: Pesquisa de campo, 2020. Foto: Nielson Pereira

O morango é comercializado por atacado entre agricultor – empresa, sendo novamente embalado em unidades menores, para posterior comercialização entre empresa – centros consumidores. Todo o morango é classificado como produção convencional, ou seja, produzidos a partir de pacote tecnológico, sem base agroecológica ou orgânica de produção.

O morango é produzido em pequenas estufas, em leiras, e o controle químico é realizado com o uso de inseticidas e fungicidas sintéticos relatados no Quadro 13.

Quadro 13 – Fungicidas e inseticidas utilizados para cultura do morango.

Nome comercial	Titular do registro	Classe	Cor da faixa/classe
ACTARA® 250 WG	Syngenta Proteção de cultivos LTDA	Inseticida sistêmico	Azul intenso (Classe III – Medianamente tóxico)
AMISTAR® TOP	Syngenta Proteção de cultivos LTDA	Fungicida sistêmico	Azul intenso (Classe III – Medianamente tóxico)
APPROVE®	IHARABRAS S.A. Indústrias químicas	Fungicida/Acaricida sistêmico	Verde (Produto não classificado)
COSTAR®	IHARABRAS S.A. Indústrias químicas	Inseticida microbiológico	Sem faixa (Classe I – Extremamente tóxico/irritação ocular)

SCORE®	Syngenta Proteção de cultivos LTDA	Fungicida sistêmico	Vermelho vivo (Classe I – Extremamente tóxico)
KARATE ZEON® 250 CS	Syngenta Proteção de cultivos LTDA	Inseticida de contato e ingestão	Azul intenso (Classe III – Medianamente tóxico)
SUMILEX® 500 WP	Sumitomo Chemical do Brasil Representações LTDA	Fungicida sistêmico	Amarelo (Classe II – Altamente tóxico)

Fonte: ADAPAR (2020) – Adaptado pelo autor.

Todos os agrotóxicos listados tem a condição de causar sérios índices de contaminação do ambiente, se não utilizados com as devidas precauções informadas na bula. Um possível derramamento ou efeito de derivação pelo vento da calda preparada, pode contaminar o solo e as águas, comprometendo o abastecimento humano, contaminação de solo e intoxicação aguda ao homem. Muito dos produtos utilizados tem efeito sistêmico e com isso alta absorção pela pele humana, daí a necessidade emergencial da orientação para uso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI).

Apesar deste amplo sistema produtivo adotado pela empresa fomentadora, há a presença de um agricultor, localizado no Povoado da Estiva (Vitória da Conquista), que produz morango sem a utilização de agrotóxicos de origem sintética (Foto 12).

Foto 12 – Produção de morango agroecológico, Povoado da Estiva, Vitória da Conquista – Bahia, 2019.



Fonte: Pesquisa de campo, 2019. Foto: Nielson Pereira

Segundo relato, as mudas são adquiridas no município de Morro do Chapéu/Bahia, através de um grupo de agricultores que utilizam este mesmo sistema de produção, organizados em grupos e com certificação agroecológica de produção, sob auditoria da Rede Povos da Mata/Núcleo Raízes do Sertão, com sede do núcleo em Irecê/Bahia.

Toda a produção, embalagem e comercialização não passa pela figura do atravessador. O morango é colhido pelo próprio produtor e sua venda é realizada através de Redes Sociais, com entrega a domicílio.

A área produtiva ocupa menos de 0,5 hectares e é irrigada com a água de um poço perfurado por sistema de gotejamento (eficiência de 95% da água captada), com uso de pequenas estufas e controle de pragas e doenças, com calda bordalesa³, manipueira, urina de vaca, babosa, óleo de mamona, biofertilizantes, caldas a base de pimenta e alho, com adição de manipueira e gergelim. Além destas, foram citados o controle biológico com micorrizas e o fungo *Beauveria bassiana*, agindo como parasita para variadas pragas agrícolas.

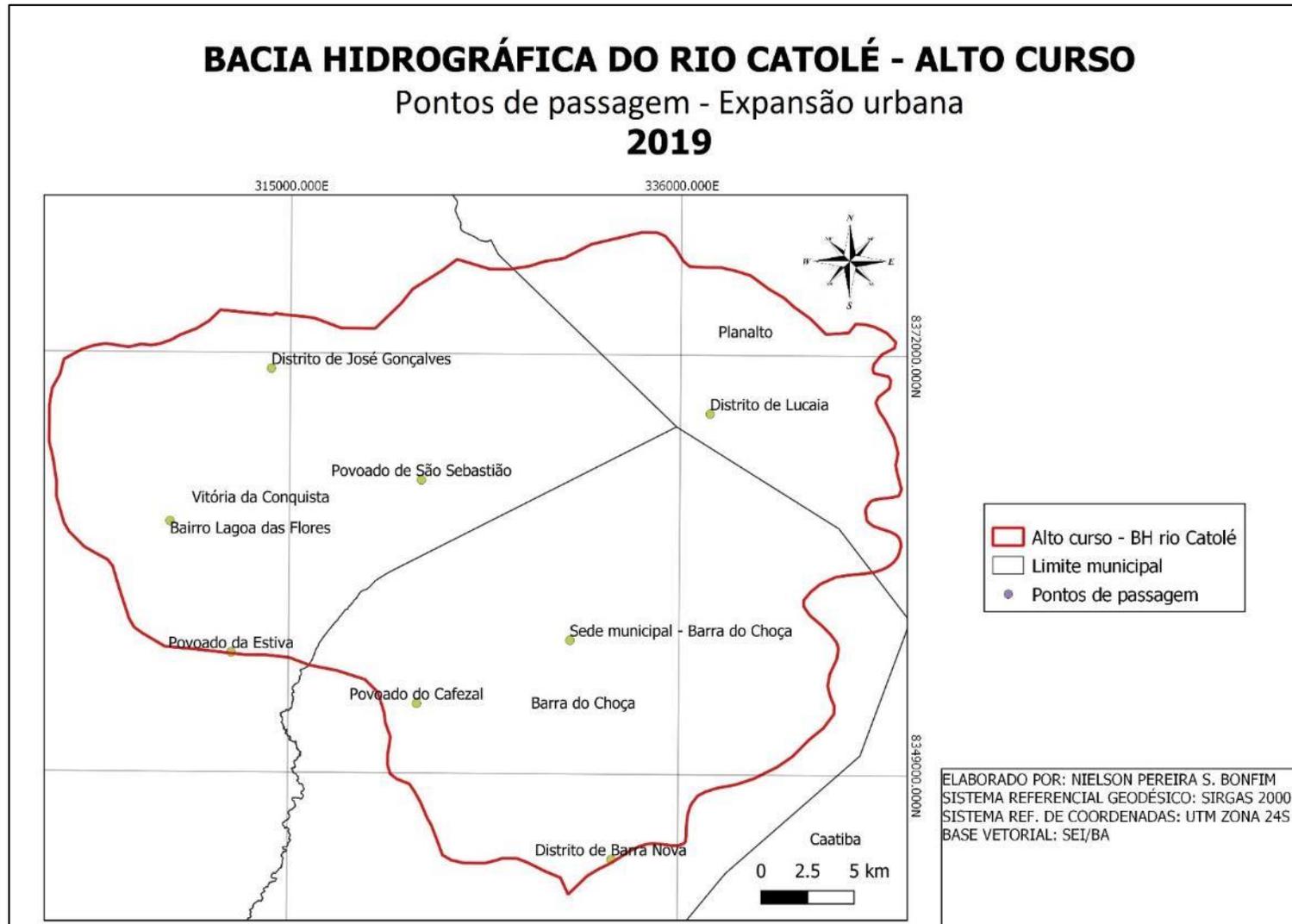
5.8 Expansão urbana: Análise socioambiental nas sedes municipais e povoados

A expansão urbana ocasionada e o processo histórico de ocupação territorial, apropriação e uso dos recursos naturais vem sendo tema de diversos trabalhos, principalmente por analisar e categorizar as diferentes consequências da apropriação do espaço e mudança da paisagem, ocasionando alterações antrópicas que repercutem nos córregos e nascentes, em muitas vezes com modificações irreversíveis.

Além da sede municipal de Barra do Choça, o estudo contemplou também o Distrito de Barra Nova (Barra do Choça), Povoado do Cafezal (Barra do Choça), Distrito de Lucaia (Planalto), Bairro Lagoa das Flores (Vitória da Conquista), Distrito de José Gonçalves (Vitória da Conquista), Povoado da Estiva (Vitória da Conquista) e Povoado de São Sebastião (Vitória da Conquista), conforme Figura 26.

³ Fungicida utilizado na cultura do morango para controle de patógenos, como ácaros e fungos. É a mistura de sulfato de cobre e cal virgem, a ser diluído em água. Insumo muito utilizado para culturas olerícolas e frutíferas em sistema agroecológico, cujo uso é permitido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Figura 26 – Expansão urbana do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé.



Fonte: Autor, 2019.

Na categorização dos problemas levantados, dentro do eixo “Expansão Urbana”, todos os locais visitados contam com uma estrutura mínima para satisfazer o bem-estar da população residente, como: energia elétrica, ruas principais pavimentadas, escolas com ensino fundamental, posto médico, água encanada, igrejas, praças, quadras poliesportivas, campos de futebol (várzea) e centro comercial para atendimento às necessidades básicas.

O acesso rodoviário para todos os locais visitados é transitável durante todo o ano, o que garante mobilidade à população para centros comerciais, como as sedes municipais de Barra do Choça (Foto 13) e Vitória da Conquista, principalmente.

Foto 13 – Sede municipal, Barra do Choça – Bahia, 2019.



Fonte: Pesquisa de campo, 2019. Foto: Nielson Pereira

A expansão urbana acaba por contribuir com os mais diversos problemas ambientais, principalmente por poluição ambiental ocasionada por descarte de lixo inadequado, contaminação das águas superficiais e subterrâneas através de despejo de esgoto a céu aberto ou por vazamentos em fossas sépticas localizado nas residências, que atingem o lençol freático.

Para questões de esgoto a céu aberto, os maiores problemas observados estão no Povoado do Cafezal (Barra do Choça), Povoado de São Sebastião (Vitória da

Conquista) e sede municipal de Barra do Choça. No Povoado do Cafezal não há esgotamento sanitário, e algumas saídas de esgotos de residências estão direcionadas para as ruas, ocasionando em situações típicas, o acúmulo de efluente na rua, proliferação de mosquitos e odor característico (foto 14).

Foto 14 – Esgoto a céu aberto, Povoado do Cafezal (Barra do Choça/BA), 2019.

Foto 14a



Foto 14b



Fonte: Pesquisa de campo, 2019. Foto: Nielson Pereira

Para o Povoado de São Sebastião, a problemática está na infiltração de esgoto doméstico no lençol freático, contaminando uma nascente importante para a região, denominada de “Olho d’água das Malvinas”. Não há odor característico na água presente na nascente, há desmatamento no entorno e o processo de captação de água subterrânea no entorno compromete nitidamente o poder de recarga do manancial (Foto 15 e Foto 16).

Foto 15 – Nascente Olho d'água das Malvinas, Povoado de São Sebastião (Vitória da Conquista/BA), 2019.



Fonte: Pesquisa de campo, 2019. Foto: Nielson Pereira

Foto 16 – Área de APP do Olho d'água das Malvinas, Povoado de São Sebastião (Vitória da Conquista/BA), 2019.



Fonte: Pesquisa de campo, 2019. Foto: Nielson Pereira

Para a sede municipal de Barra do Choça, trecho urbano do rio Catolé e seus afluentes, o que se presenciou foram fatores em completo desacordo com a Lei Federal nº 12.651/2012, como: Supressão total da Área de Preservação Permanente (APP), assoreamento, despejo de efluente líquido (esgoto doméstico) sem qualquer

tratamento no leito do rio Catolé, causando odor característico nas proximidades (foto 17).

Foto 17 – Trecho urbano do rio Catolé, Barra do Choça – Bahia, 2019.



Fonte: Pesquisa de campo, 2019. Foto: Nielson Pereira

Em muitos trechos do rio Catolé não se percebe praticamente a água que corre na calha, devido a infestação de vegetação conhecida popularmente na região, como taboa (*Typha domingensis*). Planta hidrófita, de disseminação alargada e dominante, de difícil controle e requer em casos mais drásticos, o controle químico, o que não é desejável pela importância deste manancial, principalmente para suas finalidades ao longo de seu trecho: abastecimento humano de agricultores residentes próximo ao leito do rio em seu trecho; dessedentação de animais no alto, médio e baixo curso; recarga hídrica da barragem emergencial do rio Catolé.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados ao longo do trabalho demonstraram que esta área apresenta alta intensidade das ações de uso e ocupação do solo, definidas por suas características morfométricas, tipos de solo e sua capacidade de uso, bem como o mercado e os preços pagos aos produtos agropecuários, em especial o café como primeira grande cultura implantada na região.

Para a caracterização morfométrica destaca-se a hierarquia fluvial, pois as cinco barragens mapeadas e construídas pelo poder público para abastecimento humano e irrigação encontram-se em hierarquias 4 e 5, seguindo o método de Strahler (1952) e obedecendo uma hierarquia fluvial na faixa entre 1 a 5. Na prática, percebe-se que estes locais recebem águas de muitos tributários existentes e em ordem inferiores, aumentando a vazão (m^3/dia) para captação e, conseqüentemente, o nível das barragens.

Além da detecção e análise da paisagem com suas caracterizações, é interessante que trabalhos futuros abordem questões mais complexas, como a coleta de água e análise, para verificação das condições físicas e químicas da água consumida, pois a primeira vista, percebe-se um frágil tratamento de esgoto nos aglomerados urbanos, bem como a aplicação de agrotóxicos em culturas agrícolas próximas aos cursos d'água. Há preocupação iminente de se conhecer a qualidade dos mananciais existentes, e se os mesmos tem condições mínimas de potabilidade e atendimento pleno as suas finalidades.

Observou-se, também, que o processo histórico de formação dos aglomerados urbanos foi influenciado pela facilidade de acesso rodoviário, condições de solos mais planos e maior facilidade de acesso à água. Como exemplo de maior expressão da expansão urbana está na região conhecida como Lagoa das Flores, que ao longo das imagens de satélites estudadas (2009 e 2019), foi a que mais sentiu os impactos da expansão urbana. A região é favorecida pelo excelente acesso rodoviário pela BR-116, possuindo solos com um índice de declividade menor que 3%, apresentando um lençol freático raso, o que induz a maior facilidade de captação subterrânea de água.

Estas condições trazem uma série de alterações nas paisagens analisadas, através do aumento crescente de desmembramento de propriedades, tornando-se loteamentos rurais, aumento da área agricultável e melhores condições de moradia, pois, a área apesar de se tornar urbana do município de Vitória da Conquista, ainda

carrega consigo toda as características de um Povoado rural, com poucos aglomerados edificados e numerosos lotes agrícolas.

Em toda as área de estudo foram observados um intenso desmatamento de áreas protegidas anteriormente pela Lei Federal nº 4.771/65 e, atualmente, pela Lei Federal nº 12.651/2012, conhecida como Código Florestal Brasileiro. Em locais com menores declividades, que são representadas na área de estudo pela BR-116, Bairro Lagoa das Flores, Distrito de José Gonçalves, Itapirema, Povoado de São Sebastião (todos em Vitória da Conquista), as ações antrópicas avançaram nas nascentes, rios e riachos existentes, tendo apenas estes pontos sensíveis com atividades de curso de água classificados como intermitentes ou efêmeros. Atualmente não se reconhece com clareza a nascente e os primeiros quilômetros do rio Catolé nesta região, resultado da baixa recarga de água por ausência de APP no entorno.

Para áreas com maiores declividades e com maior restrição agrícola, o avanço do desmatamento e a supressão de florestas cedeu lugar as pastagens como atividade predominante. Estas áreas são representadas pelo Povoado de Morro de São Paulo e Distrito de Barra Nova (todos em Barra do Choça). Este avanço agrícola desrespeita, com omissão do órgão estadual ambiental, a preservação de áreas protegidas por lei, sendo muito comum, a identificação de imóveis rurais com inexistência de APP em mananciais que cortam a propriedade, ou áreas de RL com percentuais inferiores a 20%, determinado através de lei.

Mesmo com todos os conflitos pelo uso do solo e dos recursos hídricos existentes, chama atenção a ausência de um Comitê Gestor da bacia hidrográfica do rio Catolé, e que possa gerenciar o uso e conservação dos recursos naturais em toda a bacia.

A fiscalização eficiente, o uso da cartografia, conjuntamente com as atividades de campo, ajudam a estabelecer seu grau de impacto e possível reversibilidade, como forma de garantir a sustentabilidade e conservação ambiental, indispensáveis para manutenção das atividades econômicas e sociais presentes, priorizando sempre o cumprimento das legislações pertinentes à conservação e/ou preservação dos recursos hídricos e a manutenção ou recomposição das áreas de preservação permanente e reservas florestais.

REFERÊNCIAS

- ABDON, M. M. **Os impactos ambientais no meio físico – erosão e assoreamento na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari, MS, em decorrência da pecuária**. 2004. 297f. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos: USP, 2004.
- ALBUQUERQUE, A. R. C. Bacia hidrográfica: Unidade de planejamento ambiental. **Revista GEONORTE**, Edição Especial, v. 4, n. 4, Manaus - AM: 2012.
- ALBUQUERQUE, C. K.; CRUZ, C. B. M.; BARROS, R. S. Comparação do comportamento do NDVI e do EVI2 – Um novo índice de vegetação. In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação - SIMGEO, III, 2010, Recife. **Anais...** Recife, 2010.
- 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**, Ano 20, n. 2, Uberlândia - MG: 2008.
- ASP, N. E.; SIEGLE, E.; SCHETTINI, C. A. F.; LOSSO, A. P.; KLEIN, A. H. F. Geologia e hipsometria de bacias de drenagem do centro-norte catarinense (Brasil): implicações para a zona costeira. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 1, n. 2, Curitiba, 2009.
- AUGUSTO, R. C. A cartografia de paisagens e a perspectiva geossistêmica como subsídios ao planejamento ambiental. **Revista Tamoios**, Ano 12, n. 1, São Gonçalo – RJ, 2016.
- BAHIA, Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. RPGA. **Governo do Estado da Bahia – Meio Ambiente**, Salvador, BA, 2018. Disponível em: <http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/rpgas/>. Acesso em: 24 Jul 2019.
- BAYMA, A. P.; SANO, E. E. Séries temporais de índice de vegetação (NDVI e EVI) do sensor MODIS para detecção de desmatamento no bioma Cerrado. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 21, n. 4, Curitiba, 2015.
- BECKER, B. K.; EGLER, C. A. G. **Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológico econômico pelos estados da Amazônia Legal**. Brasília: MMA/SAE, 1997. 43 p.
- BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1994. 112 p.
- BERNARDINO, D. S. M.; OLIVEIRA, A. M.; DINIZ, M. T. M. Georges Bertrand e a análise integrada da paisagem em Geografia. **REGNE**, v. 4, n. 2. Caicó – RN, 2018.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia física global. Esboço metodológico. **Revista RA'E GA**, n. 8, Curitiba – PR, 2004.

BORGES, L. A. C.; REZENDE, J. L. P de; PEREIRA, J. A. A.; JUNIOR, L. M. C.; BARROS, D. A. de. Áreas de Preservação Permanente na legislação ambiental brasileira. **Ciência Rural**, vol. 41, n. 7, Santa Maria – RS, 2011.

BOTELHO, R. G. M. **Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações** / In: GUERRA, A. J. T; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (Org.) – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 340 p.

BRANCO, E. A.; ROQUETTI, D. R.; MORETTO, E. M. O sistema terrestre (*land system*) como plataforma de integração e interpretação das complexas relações ambiente-sociedade. **Sustentabilidade em debate**, v. 8, n. 3, Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação de impacto ambiental: agentes sociais, procedimentos e ferramentas**. Brasília, DF, 1995. 134 p.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Presidência da República** – Meio Ambiente, Brasília, 08 jan. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/Leis/L9433.htm. Acesso em: 03 mar. 2019.

www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/tamoios/article/download/22644/17710

"

BUENO, C. R. P.; ARRAES, C. L.; PEREIRA, G. T.; CORA, J. E.; CAMPOS, S. Análise multivariada na determinação do risco de erosão em solos sob irrigação. **Irriga**, v. 15, n. 1, Botucatu, 2010.

CAMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V.; MEDEIROS, J. S. de. **Fundamentos epistemológicos da ciência da geoinformação, Geoinformática: Teoria e Aplicações**. Divisão de Processamento de Imagens – DPI/INPE, 2015.

CAMARA, G.; QUEIROZ, G. R. de. Arquitetura de sistemas de informação geográfica. **Fundamentos de Geoprocessamento**. Divisão de Processamento de Imagens – DPI/INPE. 2015.

CAMARGOS, L. A.; SILVA, C. C.; MORAES, M. F.; PRUDENTE, C. N. Aplicação do Modelo Digital de Terreno (MDT) Advanced Elevation Series (AES) em parte do município de Formosa, GO. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, XVII, 2015, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2015.

CAVALCANTI, L. C. de S.; CORREA, A. C. de B. Da descrição de áreas às sínteses naturalistas: Uma abordagem historiográfica sobre a ideia de áreas naturais. **Espaço & Geografia**, v. 17, n. 2, Brasília, 2014.

CAVALCANTI, A. P. B.; VIADANA, A. G. **Organização do espaço e análise da paisagem**. Rio Claro: UNESP – IGCE, 2007.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

COELHO, A. L. N. Aplicações de Geoprocessamento em Bacias de Médio e Grande Porte. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XIII, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007.

CONTI, J. B. Resgatando a “Fisiologia da paisagem”. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 14, São Paulo – SP, 2001.

CORAZZA, R.; PEREIRA FILHO, W.; BASSO, L. A. Índices de vegetação aplicados ao mapeamento de um episódio de florações de algas no lago Guaíba – RS. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, XVII, 2015, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: INPE, 2015.

CREMONEZ, F. E.; CREMONEZ, P. E.; FEROLDI, M.; CAMARGO, M. P. de; KLAJN, F. F.; FEIDEN, A. Avaliação de impacto ambiental: Metodologias aplicadas no Brasil. **Revistas Monografias Ambientais – REMOA**, v. 13, n. 5, Santa Maria, 2014.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001. 124 p.

CRUZ, D. R.; COSTA, R. C. Fisiologia da paisagem e riscos. In: Seminário Latino-Americano de Geografia Física, VI Seminário Ibero-Americano de Geografia Física, II, 2010, Coimbra. **Anais...** Coimbra: Universidade de Coimbra, 2010.

CRUZ, L. B. S. **Diagnóstico ambiental da Bacia Hidrográfica do rio Uberaba – MG**. 2003. 181f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade de Campinas, UNICAMP, Campinas, 2003.

DIAS, J.; SANTOS, L. A paisagem e o geossistema como possibilidade de leitura da expressão do espaço sócio-ambiental rural. **Revista Franco-brasileira de Geografia**, v. 1, n. 1, 2007.

EMBRAPA. **Súmula da 10ª reunião técnica de levantamento de solos**. Rio de Janeiro – RJ. EMBRAPA, 1979.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação do solo**. 2. ed. – Rio de Janeiro – RJ. EMBRAPA, 2006.

FERREIRA, L. G.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, M. E. Sensoriamento remoto da vegetação: evolução e estado da arte. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. n. 4, v. 30, Maringá, 2008.

FINUCCI, M. **Metodologias utilizadas na avaliação do impacto ambiental para a liberação comercial do plantio de transgênicos – uma contribuição ao estado da arte no Brasil**. 2010. 114f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) –

Programa de Pós Graduação em Saúde Pública da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2010.

FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais** / In: FLORENZANO, T. G. (Org.) – São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 318 p.

FRAGA, M. S.; FERREIRA, R. G.; SILVA, F. B.; VIEIRA, N. P. A.; SILVA, D. P. da; BARROS, F. M.; MARTINS, I. S. B. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Catolé Grande, Bahia, Brasil. **Nativa**, v. 02, n. 04, Sinop, 2014.

FONSECA, L. C. da. O Código Florestal e a competência legislativa concorrente dos Estados para regulamentar a reserva legal e a APP. In: DIAS, J. C.; GOMES, M. A. M. (Coord.). **Direito e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Forense; São Paulo: Método, 2014.

GRANELL-PÉREZ, M. D. C. **Trabalhar Geografia com as cartas topográficas**, 2. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2004. 128 p.

GUEDES, J. C. F.; SILVA, S. M. P. da. Sensoriamento remoto no estudo da vegetação: Princípios físicos, sensores e métodos. **ACTA Geográfica**, v. 12, n. 29, Boa Vista, 2018.

IBGE. Estimativa de população (EstimaPop), 2006 - 2019. In: **Estimativa de população (EstimaPop), 2006 - 2019**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6579>. Acesso em: 15 jul 2019.

JACOBI, P. R. Aprendizagem social, desenvolvimento de plataformas de múltiplos atores e governança da água no Brasil. **Revista Internacional Interdisciplinar – INTERthesis**, v. 7, n. 1, Florianópolis, 2010.

LAUDARES, S. S. de A.; SILVA, K. G. da; BORGES, L. A. C. Cadastro Ambiental Rural: uma análise da nova ferramenta. **Desenvolv. Meio Ambiente**, v. 31, Curitiba, 2014.

LIMA, E. M. **Interações socioambientais na bacia hidrográfica do rio Catolé – Bahia**. 2012. 280f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão, 2012.

LUIZ, S.; SANTOS, A. R. S.; BRENNER, T. L. Geração de Modelo Digital de Elevação a partir de imagens Reference Stereo do Satélite IKONOS. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XIII, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2007.

MAIA, M. R. **Sustentabilidade e agricultura familiar em Vitória da Conquista – BA**. 2012. 287f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão, 2012.

MAXIMIANO, L. A. Considerações sobre o conceito de paisagem. **Revista RA'E GA**, n. 8, Curitiba, 2004.

METZER, J. P. O Código Florestal tem base científica? **Natureza & Conservação**, 8 (1). Goiânia, 2010.

MIRANDA, J. I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**. 4. ed. – Brasília – DF: EMBRAPA, 2015.

MORAIS, J. L. M.; FADUL, E.; CERQUEIRA, L. S. Limites e desafios na gestão de recursos hídricos por comitês de bacias hidrográficas: Um estudo nos Estados do Nordeste do Brasil. **Revista Eletrônica de Administração – REAd**, v. 24, n. 1, Porto Alegre, 2018.

NASCIMENTO, W. M. do; VILAÇA, M. G. **Bacia Hidrográfica: Planejamento e Gerenciamento**. 20 p. Três Lagoas, 2008.

NOVO, E. M. L. M. N.; STECH, J. L.; ALCÂNTARA, E. H.; LONDE, L. R.; ASSIREU, A.; BARBOSA, C. C.; SOUZA, A. F. de. Integração de dados do sistema de monitoramento automático de variáveis ambientais (SIMA) e de imagens orbitais na avaliação do estado trófico do reservatório da UHE Funil. **Geografia**, v. 35, n. 3, Rio Claro, 2010.

NOVO, E. M. L. M. N.; PONZONI, F. J. **Introdução ao sensoriamento remoto**. São José dos Campos: DPI/INPE, 2001.

ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia**. 6. ed. São Paulo: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.

OLIVEIRA, D. R. de; CICERELLI, R. E.; ALMEIDA, T. de; MAROTTA, G. S. Geração de modelo digital do terreno a partir de imagens obtidas por veículo aéreo não tripulado. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 696/6, Rio de Janeiro, 2017.

OLIVEIRA, E. **Expansão da eucaliptocultura no planalto da Conquista – Singularidade no processo de implantação da monocultura**. 2012. 348f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão, 2012.

PAULA JÚNIOR, F. de; MODAELLI, S. (Org.). **Políticas de água e educação ambiental: processos dialógicos e formativos em planejamento e gestão de recursos hídricos**. Brasília: MMA/SRHU, 2013. 288 p.

PINTO, V. G.; LIMA, R. N. de S.; RIBEIRO, C. B. de M.; MACHADO, P. J. de O. Diagnóstico físico-ambiental como subsídio a identificação de áreas vulneráveis à erosão na bacia hidrográfica do Ribeirão do Espírito Santo, Juiz de Fora (MG), Brasil. **Rev. Ambient. Água**, vol. 9, n. 4, Taubaté, 2014.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E. dos. A Utilização do Conceito de Bacia Hidrográfica para a Conservação dos Recursos Naturais. In: SCHIAVETTI, A; CAMARGO, A. F. M. (Eds.). **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus, BA: Editus, 2002.

PONZONI, F. J. Sensoriamento remoto no estudo da vegetação: Diagnosticando a mata atlântica. In: Moraes, E. C.; AVILA, J. **Curso de uso de sensoriamento remoto no estudo do meio ambiente**. São José dos Campos: DRS/INPE, 2002.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**, v. 22, São Paulo, 2008.

ROCHA, A. A. **Análise socioambiental da bacia do Rio Verruga e os processos de urbanização de Vitória da Conquista – BA**. 2008. 179f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós Graduação em Geografia, UFPB, João Pessoa, 2008.

RODRIGUES, G. S. Avaliação ambiental integrada para licenciamento de operação de áreas de pesquisa (LOAP) com plantas geneticamente modificadas: estudo de caso do mamão geneticamente modificado para resistência ao vírus da mancha anelar/ In: RODRIGUES, G. S.; JESUS, K. R. E. de; CAPALBO, D. M. F.; FILHO, P. E. M. Jaquariúna. **EMBRAPA Meio Ambiente**, 2005.

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 1, n. 1, Fortaleza, 2002.

RONQUIM, C. C. **Conceito de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. 26 p. Campinas, 2010.

ROSS, J. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia - USP**, v. 8, São Paulo, 1994.

ROSS, J. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 208 p.

ROSS, J. L. S. Análises e sínteses na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 9, São Paulo, 2011.

SANTOS, J. O. S.; SOUZA, M. J. N. de. Impactos ambientais e riscos de ocupação na bacia hidrográfica do Rio Cocó - Ceará./ In: SILVA, E. V. da; RODRIGUEZ, J. M. M.; MEIRELES, A. J. A (Org.). **Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas**. Fortaleza: Edições UFC, 2011. 149 p.

SANTOS, J. V.; FERREIRA, R. C. **Planejamento ambiental**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Paraná – Educação à Distância. Sistema Escola Técnica Aberta do Brasil – e-Tec Brasil. 2011.

SANTOS, P. A; SOUZA, R. R. de. Avaliação ambiental utilizando matriz de indicadores: Nossa Senhora das Dores/SE. In. MELO E SOUZA, R.; SOARES, M. N. (Orgs.). **Sustentabilidade, cidadania e estratégias ambientais: A experiência sergipana**. São Cristóvão. Editora UFS, 2008.

SCHÄFFER, W. B.; ROSA, M. R.; AQUINO, L. C. S. de; MEDEIROS, J. D. Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação x Áreas de risco: O que uma coisa tem a ver com a outra? / In: SCHÄFFER, W. B. *et. al.* (Org.). **Relatório de inspeção da área atingida pelas tragédias das chuvas na região serrana do Rio de Janeiro**. Brasília: MMA, 2011.

SERRA, E. Noções de “Espaço” e “Tempo” em Geografia. **Bol. De Geografia – UEM**, v. 2, n. 2, Maringá, 1984.

SILVA, A. P.; SILVA, C. M. Planejamento ambiental para bacias hidrográficas: convergências e desafios na bacia do rio Capibaribe, em Pernambuco-Brasil. **HOLOS**, Ano 30, v. 1, Natal, 2014.

SILVA, E. V. da; RODRIGUEZ, J. M. M. Considerações Iniciais. SILVA, E. V. da; RODRIGUEZ, J. M. M.; MEIRELES, A. J. A. M. (Org.). **Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas**. Fortaleza: Edições UFC, 2011.

SILVA, J. S. V. da; CARVALHO, J. R. P.; SANTOS, R. F. dos; FELGUEIRAS, C. A. Zoneamentos ambientais: quando uma unidade territorial pode ser considerada homogênea? **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 59, n. 1, 2007.

SILVA, M. P. da; CUNHA, Y. M. da; KRINSKI, S. Reforma do Código Florestal e aplicação prática no âmbito da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá – SC. **Revista Tecnologia e Ambiente**, v. 22, Criciúma – SC, 2016.

SILVEIRA, R. M. P.; SILVEIRA, C. T. da. Análise comparativa entre modelos digitais de elevação com distintas características de processamento e aquisição. **Boletim de Geografia**, v. 33, número especial, 2015.

SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA. Academia Brasileira de Ciências. **O Código Florestal e a Ciência: Contribuições para o diálogo**/ Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência/ Academia Brasileira de Ciências. – São Paulo: SBPC, 2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA. Academia Brasileira de Ciências. **O Código Florestal e a Ciência: Contribuições para o diálogo**/ Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Academia Brasileira de Ciências; coordenação, José Antônio Aleixo da Silva; organização Grupo de Trabalho do Código Florestal. 2. Ed. rev. – São Paulo: SBPC, 2012.

SOTCHAVA, V. B. O Estudo de Geossistemas. **Métodos em Questão** (16). São Paulo: IGEO/USP, 1977.

SOUZA, J. C. de. **Metodologia para avaliação ambiental em bacias hidrográficas, utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto**. 2017. 95f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Sorocaba, 2017.

TELES, M. R. L. **Atualização de mapas geológicos do Estado da Bahia, Nordeste do Brasil, com base em gamaespectrometria e magnetometria.** 2016. 102f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Programa de Pós Graduação em Geologia da Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba, 2016.

TOMASONI, M. A. **Análise das transformações socioambientais com base em indicadores para recursos hídricos no cerrado baiano: O caso da Bacia Hidrográfica do Rio de Ondas/BA.** 2008. 295f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão, 2008.

TROLL, C. A paisagem geográfica e sua investigação. **Espaço e Cultura**, n. 4, 1997.

TUCCI, C. E. M.; CLARKE, R. T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: Revisão. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 2, n. 1. Porto Alegre, 1997.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotrópica**, v. 10, n. 4. Campinas, 2010.

VALCARCEL, R. Balanço hídrico no ecossistema florestal e sua importância conservacionista na região ocidental dos Andes venezuelanos. In: Seminário sobre atualidades e perspectivas florestais: “A importância das florestas no manejo das bacias hidrográficas”, XI, 1985, Curitiba. **Anais...**, Curitiba – PR: EMBRAPA/CNPQ, 1985.

VALERIANO, M. M. **Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul.** 2004. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos: 2004.

WOLKMER, M. F. S.; PIMMEL, N. F. Política Nacional de Recursos Hídricos: governança da água e cidadania ambiental. **Revista Sequencia**, v. 34, n. 67, Florianópolis, 2013.

ZACHARIAS, A. A. **A representação gráfica das unidades de paisagem no zoneamento ambiental: um estudo de caso no município de Ourinhos – SP.** 2006. 209f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista, UNESP, Rio Claro, 2006.

ZANZARINI, F. V.; PISSARRA, T. C. T.; BRANDÃO, F. J. C.; TEIXEIRA, D. D. B. Correlação espacial do índice de vegetação (NDVI) de imagem Landsat/ETM+ com atributos do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 17, n. 6, Campina Grande, 2013.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Matriz de campo para análise ambiental e detecção de ações transformadoras do espaço.

MATRIZ DE CAMPO	
AVALIAÇÃO DE RISCOS E CONFLITOS AMBIENTAIS	
IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA: Número do ponto: Data:	
LOCAL:	
COORDENADAS (Coord. Geográficas) COORDENADAS (UTM) Sistema de projeção: SIRGAS 2000/UTM Fuso 24S	
CARACTERÍSTICAS:	
CONDIÇÕES GERAIS	
Vegetação em seu interior e bordas: () Sem vegetação () Vegetação parcialmente degradada () Vegetação degradada () Vegetação conservada	
Proximidade das edificações urbanas: () +500 m () 100 a 500 m () – 100 m () Bordas ocupadas () Sem edificações urbanas	
Densidade das edificações urbanas: () Sem residências () Poucas casas () Aglomerados () Bairro denso	
Situação do escoamento: () Perene () Estacionário ou intermitente () Efêmero () Sem escoamento superficial	
Característica aparente da água (cor): () Transparente () Ligeiramente turva () Turva () Muito turva () Não se aplica	
Característica aparente da água (odor): () Inodoro () Ligeiro odor () Forte odor () Não se aplica	
Estágio de conservação: () Muito bom () Bom () Regular () Ruim () Péssimo () Não se aplica	
PRINCIPAIS PROBLEMAS OBSERVÁVEIS:	
() Lixo () Esgoto () Entulho () Assoreamento () Pisoteio () Erosão () Outros: _____	
Fonte geradora (natureza): _____	
Área de abrangência territorial: () Pequena () Média () Grande	
Área de abrangência territorial: () Pontual () Linear () Areolar	
Repercussões sobre: () Solo () Água () Atmosfera	
Tempo presumido em que o problema vem ocorrendo: () Recente () Antigo () Cronologia: _____	
Magnitude: () Baixa () Média () Alta	
Resiliência: () Curto Prazo () Médio prazo () Longo prazo () Irreversível	
Ações para sua recuperação: _____ _____	

Fonte: Lima (2012) – Adaptado pelo autor.

APÊNDICE B – Metadados das camadas vetoriais e *raster* para elaboração dos mapas.

APÊNDICE B1 - Layers: Limite da bacia hidrográfica do rio Catolé; Layers: Limite – Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé

INFORMAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DO CDG

Título: Delimitação da bacia hidrográfica do rio Catolé, 2019.

Data: 2019-10-11T19:22:00

Resumo: Delimitação da bacia hidrográfica do rio Catolé, conforme recorte territorial definido pelo projeto de pesquisa/ Dissertação de Mestrado em Geografia (PPGEO-UESB).

Contém as camadas (*layers*) do projeto cartográfico/temáticos com mapas gerados a partir de vetores disponibilizados pela Superintendência de Estudos Sociais e Econômicos (SEI), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Critérios: Geração de mapas temáticos

Uso de *software* livre QGIS

Status: Concluído.

METADADOS

Identificação: *Type (dataset)*

Codificação de caracteres: UTF-8: formato de transferência em código de caracteres universal de comprimento variável de 8 bits, baseado na norma ISO 10646

Data dos metadados: 2017-08-16T10:16:00

Norma e perfil dos metadados: ISO 19115:2003/19139

Versão da norma dos metadados: 1.0

Autor do Metadados

Nome: Nielson Pereira da Silva Bonfim

Organização: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Cargo: Discente do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO-UESB)

Função: Autor do recurso

Telefone: (77) 99945-8102

Ponto de entrega: UESB

Cidade: Vitória da Conquista

UF: BA

CEP: 45.083-900

País: Brasil

E-mail: nielsonpereira@gmail.com

APÊNDICE B2 - Layers: Classificação supervisionada (Micro classes); Layers: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI); Layers: Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI).

INFORMAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DO CDG

Título: Imagem LANDSAT-5 e LANDSAT-8, 2019.

Data: 2020-04-03T20:46:00

Resumo: Imagens orbitais obtidas através dos satélites LANDSAT-5 e LANDSAT-8 para comparação das modificações de áreas urbanas e rurais, dentro de um intervalo temporal no alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolés.

Contém as camadas (*layers*) do projeto cartográfico/temáticos com mapas gerados a partir de camadas matriciais (*Raster*) disponibilizados pela Divisão de Geração de Imagem do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DGI/INPE).

Critérios: Geração de mapas temáticos

Uso de *software* livre QGIS

Status: Concluído.

METADADOS

Identificação: GeoTIFF

Tipo de dado: Int32 - Inteiro de 32 bits com sinal; Float32 - Ponto flutuante de 32 bits

Data dos metadados: 2010-06-01T01:58:00 (LANDSAT-5); 2019-06-10T11:02:00 (LANDSAT-8)

Norma e perfil dos metadados: ISO 19115:2003/19139

Versão da norma dos metadados: 1.0

Autor do Metadados

Nome: Nielson Pereira da Silva Bonfim
Organização: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Cargo: Discente do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO-UESB)
Função: Autor do recurso

Telefone: (77) 99945-8102
Ponto de entrega: UESB
Cidade: Vitória da Conquista
UF: BA
CEP: 45.083-900
País: Brasil
E-mail: nielsonpereira@gmail.com

Apêndice B3 – Camada *Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM)*

INFORMAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DO CDG

Título: Imagem SRTM reprojetaada – Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, 2019.

Data: 2020-03-05T10:56:00

Resumo: Imagem recortada a partir de imagem *Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM)*, ortorretificadas, conforme folhas de mapeamento topográfico sistemático terrestre SD-24-Y-A e SD-24-Y-B, conforme área de interesse.

Critérios: Geração de mapas temáticos

Uso de *software* livre QGIS

Status: Concluído.

METADADOS

Identificação: GeoTIFF

Tipo de dado: UInt16 - Inteiro de 16 bits sem sinal

Data dos metadados: 2019-10-17T22:07:00

Norma e perfil dos metadados: ISO 19115:2003/19139

Versão da norma dos metadados: 1.0

Autor do Metadados

Nome: Nielson Pereira da Silva Bonfim
 Organização: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
 Cargo: Discente do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO-UESB)
 Função: Autor do recurso

Telefone: (77) 99945-8102
 Ponto de entrega: UESB
 Cidade: Vitória da Conquista

UF: BA
 CEP: 45.083-900
 País: Brasil
 E-mail: nielsonpereira@gmail.com

APÊNDICE B4 - Rio Catolé (alto curso); Afluentes do rio Catolé (alto curso)

INFORMAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DO CDG

Título: Rio Catolés e seus afluentes – Alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé, 2019.

Data: 2020-03-05T07:26:00

Resumo: Delimitação do rio Catolé e seus afluentes, conforme recorte territorial definido pelo projeto de pesquisa/ Dissertação de Mestrado em Geografia (PPGEO-UESB).

Critérios: Geração de mapas temáticos

Uso de *software* livre QGIS

Status: Concluído.

METADADOS

Identificação: *Type (dataset)*

Data dos metadados: 2019-10-11T20:09:00

Norma e perfil dos metadados: ISO 19115:2003/19139

Versão da norma dos metadados: 1.0

Autor do Metadados

Nome: Nielson Pereira da Silva Bonfim
 Organização: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
 Cargo: Discente do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO-UESB)
 Função: Autor do recurso

Telefone: (77) 99945-8102
 Ponto de entrega: UESB
 Cidade: Vitória da Conquista

UF: BA
 CEP: 45.083-900
 País: Brasil
 E-mail: nielsonpereira@gmail.com

APÊNDICE B5 - Mapa geológico

INFORMAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DO CDG

Título: Mapa geológico do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé.

Data: 2020-02-26T12:32:00

Resumo: Unidades geológicas da região de estudo, conforme base cartográfica digital compatibilizada em escala de 1:1.000.000 e obtidas por generalização.

Critérios: Geração de mapas temáticos

Uso de *software* livre QGIS

Status: Concluído.

METADADOS**Identificação:** *Type (dataset)***Data dos metadados:** 2006-12-18T18:00:00**Norma e perfil dos metadados:** ISO 19115:2003/19139**Versão da norma dos metadados:** 1.0**Autor do Metadados**

Nome: Nielson Pereira da Silva Bonfim
 Organização: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
 Cargo: Discente do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO-UESB)
 Função: Autor do recurso

Telefone: (77) 99945-8102
 Ponto de entrega: UESB
 Cidade: Vitória da Conquista
 UF: BA
 CEP: 45.083-900
 País: Brasil
 E-mail: nielsonpereira@gmail.com

APÊNDICE B6 - Mapa de solos (alto curso)**INFORMAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DO CDG****Título:** Mapa de solos do alto curso da bacia hidrográfica do rio Catolé**Data:** 2020-02-08T17:47:00**Resumo:** Mapa de solo para avaliação de aptidão agrícola das terras existentes na região de estudo.

Critérios: Geração de mapas temáticos

Uso de *software* livre QGIS**Status:** Concluído.**METADADOS****Identificação:** *Type (dataset)***Data dos metadados:** 2006-12-18T17:49:00**Norma e perfil dos metadados:** ISO 19115:2003/19139**Versão da norma dos metadados:** 1.0**Autor do Metadados**

Nome: Nielson Pereira da Silva Bonfim
 Organização: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
 Cargo: Discente do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO-UESB)
 Função: Autor do recurso

Telefone: (77) 99945-8102
 Ponto de entrega: UESB
 Cidade: Vitória da Conquista
 UF: BA
 CEP: 45.083-900
 País: Brasil
 E-mail: nielsonpereira@gmail.com

ANEXO

ANEXO A – Portaria INEMA Nº 11.292 DE 13/02/2016

PORTARIA INEMA Nº 11.292 DE 13/02/2016

ANEXO IV - DOCUMENTOS E ESTUDOS NECESSÁRIOS À INSTRUÇÃO DOS PROCESSOS DE OUTORGA DO USO DE RECURSOS HÍDRICOS

Na eventual hipótese de empreendimentos e atividades não passíveis de licenciamento ou autorização ambiental ou, ainda, sujeitos a licenciamento ambiental por outro ente federativo, deverá ser observado, pelo empreendedor, para fins de instrução dos processos de outorga, os documentos gerais e comuns listados no item 1 do Anexo I desta Portaria.

1. OUTORGA PARA CAPTAÇÃO SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA (INCLUSIVE OUTORGA PREVENTIVA)

- ❖ Formulário de Caracterização do Empreendimento (FCE), conforme modelo fornecido pelo INEMA;
- ❖ Memorial Descritivo do projeto, contendo: justificativa, descrição das demandas hídricas com demonstrativo de cálculo; metodologia e parâmetros usados no cálculo da vazão a ser captada, dados do sistema de recalque e projeto técnico da captação de água (exceto para a finalidade de mineração);
- ❖ Relatório Técnico, contendo croqui do sistema de captação e distribuição;
- ❖ Autorização para Perfuração de Poço, no caso de captação subterrânea, para os poços perfurados após 08/10/2009;
- ❖ Declaração de Conformidade de Poço, no caso de captação subterrânea para poços perfurados antes de 08/10/2009, conforme modelo disponibilizado pelo INEMA;
- ❖ Relatório de Acompanhamento Geológico, contendo: a) município, b) localidade, c) coordenadas do poço, d) profundidade e) níveis estático e dinâmico, f) Vazão, g) tipo de aquífero (Cristalino, Cárstico, Metassedimentar, Granular), h) rocha, i) Responsável Técnico pela perfuração, j) data da perfuração, k) aspectos construtivos, l) uso da água, m) perfil Litológico, n) teste de bombeamento, m) análise físico-química da água, quando se tratar de Captação Subterrânea;
- ❖ Para captação em barramento existente, cópia da Portaria de Licença Ambiental do barramento ou Declaração de Inexigibilidade do Licenciamento;
- ❖ Para captação em barramento existente, cópia da Portaria de Outorga para construção do barramento ou cópia do Ofício/Notificação de Comunicação/Declaração de Dispensa de Outorga.
- ❖ Declaração de cessão de uso do proprietário superficiário ou autorização de passagem, acompanhado do devido documento comprobatório de propriedade ou posse do imóvel, quando o empreendimento implicar em intervenção ou passagem em áreas de terceiros.

1.1 ABASTECIMENTO HUMANO

- ❖ Formulário de Caracterização do Empreendimento (FCE), conforme modelo fornecido pelo INEMA;

- ❖ Contrato de concessão firmado entre a prestadora do serviço de água e a prefeitura, no caso de concessionárias;
- ❖ Projeto executivo do sistema de abastecimento, contendo: população atendida, estudo populacional para o período compreendido entre o ano base para a população atual até o fim de plano (horizonte de projeto), justificativa do consumo *per capita*, metodologia e parâmetros usados no cálculo da vazão a ser captada;
- ❖ Estudo de alternativas para o abastecimento, quando se tratar de abastecimento público;
- ❖ Análises bacteriológicas com as seguintes determinações: a) Coliformes totais (NMP/100 mL), b) Escherichia Coli ou Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL).
- ❖ Análise da água para os parâmetros mínimos de qualidade de água de acordo com o usuário a que se destina, conforme Portaria n° 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

1.2 ABASTECIMENTO INDUSTRIAL

- ❖ Formulário de Caracterização do Empreendimento (FCE), conforme modelo fornecido pelo INEMA;
- ❖ Descrição das tecnologias alternativas para redução do consumo de água que são adotadas no empreendimento, com sistema de reuso de águas e dados do sistema de recalque;

1.3 MINERAÇÃO

- ❖ Formulário de Caracterização do Empreendimento (FCE), conforme modelo fornecido pelo INEMA;
- ❖ Certidão expedida pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), contendo o número e a situação do processo, bem como o regime de exploração mineral ou documento equivalente;
- ❖ Plano de Utilização da Água na Mineração - PUA;
- ❖ Balanço hídrico da área de influência do rebaixamento (estimativas anuais de recarga, vazões de bombeamento e descargas naturais), com modelo numérico de fluxo subterrâneo compatível com o plano de desenvolvimento da mina, e plano de monitoramento hidrológico e hidrogeológico da área de influência do rebaixamento, para os casos de rebaixamento de nível de água subterrânea na mineração;
- ❖ Memorial Descritivo e justificativa técnica, contendo período de bombeio (h/d), vazão captada (m³/d), tratamento (antes do lançamento) e vazão lançada (m³/d).

1.4 IRRIGAÇÃO

- ❖ Formulário de Caracterização do Empreendimento (FCE), conforme modelo fornecido pelo INEMA;
- ❖ Projeto Agronômico com balanço hidroagrícola e dimensionamento hidráulico, contendo informações sobre: a) os dados mensais de precipitação, evapotranspiração potencial, evapotranspiração de referência, evapotranspiração da cultura, necessidade de irrigação líquida e lâmina de irrigação bruta; b) dados da cultura; c) características físico-hídricas do solo; d) dados do sistema de recalque e memorial de cálculo; e) dados do sistema hidráulico da irrigação e memorial de cálculo, para os casos de irrigação;

1.5 PULVERIZAÇÃO AGRÍCOLA

- ❖ Formulário de Caracterização do Empreendimento (FCE), conforme modelo fornecido pelo INEMA;
- ❖ Plano de manejo, com dados da substância aplicada, do equipamento, tecnologia de aplicação e volume da calda;
- ❖ Receituário agrônomo, descrevendo a substância utilizada;

1.6 AQUICULTURA EM VIVEIROS ESCAVADOS RACEWAY OU SIMILARES

- ❖ Formulário de Caracterização do Empreendimento (FCE), conforme modelo fornecido pelo INEMA;
- ❖ Projeto aquícola para tanque-escavado, contendo: balanço hídrico com vazão solicitadas em m³/dia; tipo de criação (piscicultura; carcinicultura; ranicultura; algicultura macroalgas; microalgas; malacocultura, outros); espécie(s) cultivada(s); n° de tanque (unid.); área total ocupada pelo cultivo em m²; volume do tanque em m³; produção anual do cultivo (t/ciclo); características do manejo adotado; n° de ciclos (obs.: n° de vezes/ano); profundidade média em m (obs.: média da profundidade de todos os viveiros); vazão de reposição em m³/dia (obs.: volume médio de água que é trocado no conjunto de viveiros diariamente); n° de dias com renovação de água no ano; vazão recirculada em m³/dia (obs.: vazão proveniente do efluente que retorna ao sistema); esvaziamento dos viveiros em n° de vezes / ano; informação sobre a destinação final da água proveniente do esvaziamento dos viveiros; perda hídrica por evaporação em m³/ano; perda por infiltração em m³/dia; entrada adicional de água da chuva em m³/ano (informar referência dos dados); taxa de renovação diária de água em %.

2. OUTORGA PARA LANÇAMENTO DE EFLUENTES (INCLUSIVE OUTORGA PREVENTIVA)

- ❖ Formulário de Caracterização do Empreendimento (FCE), conforme modelo fornecido pelo INEMA;
- ❖ Memorial descritivo e justificativa técnica do empreendimento, contendo: a) balanço hídrico com as etapas de utilização da água, destacando a vazão do efluente gerado em cada etapa e sua composição identificando a concentração dos parâmetros físico-químicos e biológicos apresentados;
- ❖ Fotos atuais do local de lançamento;
- ❖ Projeto da Estação de Tratamento de Efluente - ETE, contendo: a) dimensionamento de todas as etapas que constituem a ETE; b) vazão média a ser outorgada (m³/dia); c) eficiência na remoção de concentração de DBO5 e Coliformes Termotolerantes em cada etapa da ETE; d) volume útil de cada componente da ETE; e) tempo de detenção do efluente em cada etapa da ETE.

2.1 EFLUENTE DOMÉSTICO

- ❖ Projeto da Estação de Tratamento de Efluente – ETE com memorial descritivo e de cálculo contendo: a) extensão da rede; b) valor do consumo per capita; c) número de população atendida; d) dimensionamento de todas as etapas que constituem a ETE; e) vazão média a ser outorgada (m³/dia); f) eficiência na remoção de concentração de DBO5 e Coliformes Termotolerantes em cada etapa da ETE; g) volume útil de cada componente da ETE; h) tempo de detenção do efluente em cada etapa da ETE.

3. OUTORGA PARA INTERVENÇÕES (INCLUSIVE OUTORGA PREVENTIVA)

❖ Declaração de cessão de uso do proprietário superficiário ou autorização de passagem, acompanhado do devido documento comprobatório de propriedade ou posse do imóvel, quando o empreendimento implicar em intervenção ou passagem em áreas de terceiros;

3.1 EXTRAÇÃO/EXPLOTAÇÃO MINERAL EM LEITO

❖ Formulário de Caracterização do Empreendimento (FCE), conforme modelo fornecido pelo INEMA;

❖ Memorial descritivo e justificativa técnica do empreendimento, contendo: fotos (atuais) do local (trecho do rio) que sofrerá a intervenção; desenho da(s) seção(ões) do rio antes da intervenção; duração e período da intervenção; justificativa técnica do empreendimento; coordenadas geográficas e Datum do trecho (poligonal) da intervenção e do(s) ponto(s) de lançamento (se houver); área da lavra, em hectares; extensão e largura do trecho do manancial; profundidade da escavação;

❖ Projeto executivo da intervenção, contendo: descrição do material a ser retirado, informando características, volume total (m³), volume diário e anual (m³/d e m³/ano), peso (ton). Caso a retirada seja feita junto com água, informar: período de bombeio (h/d), vazão captada (m³/d), tratamento (antes do lançamento) e vazão lançada (m³/d).

3.2 CONSTRUÇÃO DE BARRAGEM

❖ Formulário de Caracterização do Empreendimento (FCE), conforme modelo fornecido pelo INEMA;

❖ Memorial descritivo e justificativa técnica do empreendimento, contendo planta georreferenciada em formato digital, destacando a área a ser alagada, quando atingida a cota de volume útil, mapa do perfil da barragem, tipo de material construtivo, dimensões do maciço, balanço hídrico contendo curva cota-área-volume e definição do dispositivo que irá garantir a manutenção do fluxo a jusante da barragem no momento em que a vida útil do reservatório estiver esgotada;

❖ Estudo de alternativas de utilização da água para as finalidades requeridas;

❖ Simulação hidrológica de operação diária do reservatório para um período crítico de pelo menos 1 (um) ano, obtido a partir de uma série de dados de pelo menos 10 (dez) anos, considerando os usuários de água a montante e a jusante do mesmo, quando for o caso;

❖ Programa de medição de descarga sólida em suspensão e de amostragem do material do leito do reservatório, a fim de se caracterizar o transporte de sedimento de toda a bacia até o local de estudo.

3.3 OUTORGA PARA AQUICULTURA EM TANQUE-REDE

❖ Formulário de Caracterização do Empreendimento (FCE), conforme modelo fornecido pelo INEMA;

❖ Memorial descritivo e justificativa técnica do empreendimento, contendo: a) balanço hídrico; b) nome do reservatório ou do rio onde serão implantadas as gaiolas; c) nome do bacia hidrográfica; d) tipo de criação (piscicultura; carcinicultura; ranicultura; algicultura macroalgas; microalgas; malacocultura, e) espécie(s) cultivada(s); f) fotos atuais do corpo hídrico onde será implantada a aquicultura; g) detalhar o sistema de manejo e materiais utilizados; h) composição da ração.

- ❖ Projeto aquícola para tanque-rede, contendo: espécie cultivada; quantidade de ração fornecida em t/ano; proporção de fósforo na ração em kg P/ton. de ração, proporção de fósforo que fica retido na biomassa em kg P/ton. de peixe, taxa de conversão alimentar em kg de ração/kg de peixe; Produção anual de peixes (ton); volume útil individual das gaiolas (m³); nº de tanques-rede (unidades); área ocupada por tanque-rede (m²); conversão alimentar média; proporção de Fósforo na ração (kg P/ton ração); nº de ciclos por ano; peso individual do alevino (kg); taxa de mortalidade; densidade de estocagem na fase adulta (peixes/m³); área da poligonal do empreendimento (ha); características do manejo adotado (número de vezes em que será fornecida ração por dia, aplicação de vacinas, entre outros); tipo de criação (intensivo, superintensivo, outros); jornada diária em horas; tipo de ração (extrusada ou outros).
- ❖ Para aquicultura em barramento existente, cópia da Portaria de Licença Ambiental do barramento ou Declaração de Inexigibilidade do Licenciamento;
- ❖ Para aquicultura em barramento existente, cópia da Portaria de Outorga para construção do barramento ou cópia do Ofício/Notificação de Comunicação/Declaração de Dispensa de Outorga.

3.4 OUTRAS INTERVENÇÕES QUE INTERFERAM NA QUANTIDADE, QUALIDADE OU REGIME DAS ÁGUAS

- ❖ Memorial descritivo e justificativa técnica do empreendimento;
- ❖ Projeto executivo do empreendimento;
- ❖ Estudos Hidrológicos e Hidráulicos, de acordo com a sua finalidade;

4. AUTORIZAÇÃO PARA PERFURAÇÃO DE POÇO

- ❖ Formulário de Caracterização do Empreendimento (FCE), conforme modelo fornecido pelo INEMA;
- ❖ Declaração da Empresa Perfuradora de Poço de que executará a perfuração objeto da autorização;
- ❖ Comprovante do Cadastro de Pessoa Física e/ou Jurídica Perfuradora de Poços;
- ❖ Declaração de cessão de uso do proprietário superficiário ou autorização de passagem, acompanhado do devido documento comprobatório de propriedade ou posse do imóvel, quando o empreendimento implicar em intervenção ou passagem em áreas de terceiros;

5. DISPENSA DE OUTORGA

- ❖ Formulário de Caracterização do Empreendimento (FCE), conforme modelo fornecido pelo INEMA;
- ❖ Justificativa técnica do empreendimento;
- ❖ Projeto básico do empreendimento acompanhado do Termo de Compromisso e Responsabilidade conforme modelo disponibilizado pelo INEMA.
- ❖ Autorização para Perfuração de Poço, no caso de captação subterrânea, para os poços perfurados após 08/10/2009;
- ❖ Declaração de Conformidade de Poço, no caso de captação subterrânea para poços perfurados antes de 08/10/2009, conforme modelo disponibilizado pelo INEMA;
- ❖ Declaração de cessão de uso do proprietário superficiário ou autorização de passagem, acompanhado do devido documento comprobatório de propriedade ou

posse do imóvel, quando o empreendimento implicar em intervenção ou passagem em áreas de terceiros;

6. OUTORGA PARA APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO

- ❖ Autorização ou concessão da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL para a exploração do potencial hidráulico, no caso de aproveitamento hidrelétrico;
- ❖ Documento oficial do operador responsabilizando-se pela operação do empreendimento, caso o futuro operador do empreendimento não seja o requerente;
- ❖ Lei de criação demonstrando que a empresa controlada/órgão tem, dentre suas atribuições, a de operar os tipos de empreendimentos de infraestrutura hídrica para o qual a Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica - DRDH ou a outorga de direito de uso do recurso hídrico está sendo requerida, caso o futuro operador do empreendimento seja Empresa Controlada ou órgão da Administração Pública;
- ❖ Comprovação do acervo técnico da empresa/órgão/entidade responsável pela operação do empreendimento proposto, apresentando documentos tais como: fichas técnicas das obras de infraestrutura hídrica operadas pela mesma, atestados de capacidade técnica, Anotações de Responsabilidade Técnica (ARTs) ou documentos equivalentes;
- ❖ Balanço hídrico da bacia hidrográfica, acompanhado da ART do responsável técnico, contendo precipitação, evaporação, perdas por infiltração e reposição (m^3/dia);
- ❖ Estudo de inventário hidrelétrico, quando houver;
- ❖ Projeto Básico do Empreendimento, quando se tratar de DRDH;
- ❖ Projeto Executivo do Empreendimento, em caso de empreendimentos já construídos ou em fase de construção;
- ❖ Declaração de cessão de uso do proprietário superficiário ou autorização de passagem, acompanhado do devido documento comprobatório de propriedade ou posse do imóvel, quando o empreendimento implicar em intervenção ou passagem em áreas de terceiros;

7. RENOVAÇÃO DA OUTORGA

- ❖ Cópia do ato autorizativo anterior, conforme o caso;
- ❖ Relatório de Cumprimento de Condicionantes (caso a autorização tenha condicionantes).

8. TRANSFERÊNCIA DE TITULARIDADE

- ❖ Mesma documentação do item 13 do Anexo I (Portaria INEMA nº 11.292/2016).

9. ALTERAÇÃO DE RAZÃO SOCIAL

- ❖ Mesma documentação do item 12 do Anexo I (Portaria INEMA nº 11.292/2016).

ANEXO B – Portaria INEMA Nº 17.651, DE 11/01/2019

PORTARIA INEMA Nº 17.651, DE 11-01-2019

Altera a Portaria nº 11.292, de 13/02/2016, no que se refere aos procedimentos de renovação de outorga de direito de uso de recursos hídricos.

A DIRETORA GERAL DO INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS INEMA no exercício das competências que lhe foram delegadas pela Lei 12.212, de 04 de maio de 2011, e, em especial, pelo artigo 106;

RESOLVE

Art. 1º Os dispositivos da Portaria nº 11.292, de 13/02/2016, abaixo indicados, passam a vigorar com a seguinte redação:

“Art. 29 A solicitação da renovação da outorga em desatendimento ao prazo de 90 (noventa) dias antes da expiração de seu prazo de validade é considerada infração administrativa, acarretando na imputação de multa, conforme disposto no Regulamento das Leis nº 10.431/2006 e nº 11.612/2009, aprovado pelo Decreto nº 14.024/2012 e suas alterações, entretanto a outorga fica automaticamente prorrogada até a manifestação definitiva do órgão ambiental.

Parágrafo único: A solicitação mencionada no caput deve ser formalizada através de abertura de requerimento no sistema SEIA.”

“Art. 29-A O empreendimento ou atividade que tenha a sua outorga vencida por falta de atendimento ao disposto nos artigos 28 e 29 e que solicitar a expedição de outorga equivalente à vencida poderá continuar o uso de recursos hídricos até manifestação definitiva do INEMA, mediante o cumprimento das seguintes condições:

- I- formalização de novo requerimento em até 180 dias após o vencimento da outorga;
- II- assinatura de termo de compromisso com o INEMA, que regule as condições para a continuidade das atividades até a concessão da nova outorga;
- III- o pagamento de multa;
- IV- existência de disponibilidade hídrica conforme o disposto no artigo 29-C, e;
- V- comprovação da efetiva implantação da infraestrutura necessária para a captação dos recursos hídricos.”

“Art. 29-B O empreendimento ou atividade que tenha a sua outorga vencida há mais de 180 dias poderá solicitar a expedição de outorga equivalente à vencida, podendo continuar o uso de recursos hídricos até manifestação definitiva do INEMA, desde que

haja disponibilidade hídrica e mediante o atendimento às condições previstas nos incisos II, III, IV e V do artigo 29-A.

Parágrafo único: O valor da multa a ser aplicada no caso previsto no caput será superior ao da multa prevista no artigo 29-A.”

“Art. 29-C O empreendimento ou atividade que tenha a sua outorga vencida terá garantida a manutenção da disponibilidade da vazão outorgada durante o prazo máximo de um ano após o seu vencimento.

§ 1º A disponibilidade de vazão mencionada poderá ser suspensa antes do prazo previsto no caput nos mesmos termos previstos no artigo 19 da Lei n.º 11.612 de 08 de outubro de 2009.

§ 2º A manutenção da disponibilidade referida no caput não autoriza o uso de recursos hídricos e se dispõe apenas para as possibilidades de solicitação de outorga previstas nos artigos 29-A e 29-B.

§ 3º A manutenção da disponibilidade da vazão outorgada implica na existência de disponibilidade hídrica.”

“Art. 32-A Requerimentos de outorga de direito de uso de recursos hídricos formalizados antes da data de publicação da presente portaria e que ainda estejam em trâmite poderão ser contemplados com o previsto nos artigos 29-A e 29-B, mediante solicitação do requerente.

Parágrafo único: Nos casos de requerimento que tenha formado processo até a data de publicação desta portaria, o interessado também poderá solicitar o enquadramento da solicitação no previsto nos artigos mencionados no caput, o que poderá acarretar no reenquadramento do processo.”

Art. 2º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação, revogando-se as disposições em contrário.

MÁRCIA CRISTINA TELLES DE ARAÚJO LIMA

Diretora Geral