



UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL DA BAHIA - UFSB
CENTRO DE FORMAÇÃO EM CIÊNCIAS AGROFLORESTAIS - CFCAf
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE (PPGBiodiversidade)

THAMIRES OLIVEIRA DA SILVA

**ANÁLISE GEOMORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
ALMADA, SUL DA BAHIA (BRASIL)**

Ilhéus – Bahia

Julho de 2023

THAMIRES OLIVEIRA DA SILVA

**ANÁLISE GEOMORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
ALMADA, SUL DA BAHIA (BRASIL)**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biosistemas da Universidade Federal do Sul da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Biosistemas.

Ihéus – Bahia

Julho de 2

**Catálogo na Publicação (CIP)
Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB)
Sistema de Bibliotecas (SIBI)**

S586a Silva, Thamires Oliveira da, 1990-

Análise geomorfométrica da bacia hidrográfica do Rio Almada, Sul da Bahia (Brasil) / Thamires Oliveira da Silva. – Ilhéus: UFSB, 2023. - 66f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Sul da Bahia, Campus Jorge Amado, Centro de Formação em Ciências Agroflorestais, Programa de Pós-Graduação em Biosistemas, 2023.

Orientador: Dr. Vinicius de Amorim Silva.

1. Geomorfologia - Almada, Rio, Bacia (BA). 2. Bacias hidrográficas.
3. Impacto ambiental – Aspectos sociais. I. Título. II. Silva, Vinicius de Amorim.

CDD – 551.4

Elaborada por Raquel da Silva Santos – CRB-5ª Região/ 1922



UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL DA BAHIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOSISTEMAS



ATA DE BANCA DE DEFESA

Aos dezoito dias do mês de julho de 2023 reuniram-se às 09h:00min, a banca composta pelo Professor Dr. Vinícius de Amorim Silva (orientador e presidente da banca), Professor Dr. Edvaldo Oliveira (membro externo), Professor Dr. Pablo Santana Santos (membro externo) e o Professor Dr. Robson da Silva Magalhães (membro interno) para examinar a dissertação enviada ao Programa de Pós-Graduação em Biosistemas para fins de defesa intitulada: **“GEOMORFOMETRIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ALMADA, BAHIA (BRASIL)”**, desenvolvida pela mestranda **Thamires Oliveira da Silva**. A estudante realizou a apresentação do trabalho desenvolvido durante o mestrado. Após a apresentação, a banca procedeu com a arguição, contribuições e, em seguida, os membros da banca reuniram-se para deliberar decidindo pela aprovação, com a nota 9,0. Para constar, foi lavrada a presente ata assinada pelos examinadores.

Documento assinado digitalmente



VINICIUS DE AMORIM SILVA
Data: 18/07/2023 20:34:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Vinícius de Amorim Silva
PPGBiosistemas UFSB (orientador)

Documento assinado digitalmente



EDVALDO OLIVEIRA
Data: 18/07/2023 17:34:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr Edvaldo Oliveira
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB (membro externo)

Documento assinado digitalmente



PABLO SANTANA SANTOS
Data: 18/07/2023 19:41:23-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr Pablo Santana Santos
Universidade Federal da Bahia - UFBA (membro externo)

Documento assinado digitalmente



ROBSON DA SILVA MAGALHAES
Data: 18/07/2023 23:14:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Robson da Silva Magalhães
Universidade Federal do Sul da Bahia – UFSB (membro interno)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a toda minha família, em especial meus pais por tudo que sempre fizeram por mim, tornando possível que eu chegasse até aqui. Aos meu amores Enzo e Sandro, pelo amor e apoio incondicional. A todos meus amigos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para essa conquista. A Deus, por me dar forças para seguir em frente.

AGRADECIMENTOS

A realização de um curso de mestrado tem como produção final dissertação e exige a capacidade de trabalho concomitante a maturidade científica do candidato a mestre.

É desta forma que encarei esta tarefa, com a plena consciência, porém, que esta dissertação não encerra a discussão sobre o assunto nela abordado, nem teria sido possível sem a contribuição e disponibilidade de diversas pessoas. A todas elas quero expressar o meu reconhecimento e mais sincero agradecimento.

Agradeço primeiramente a Deus por me iluminar, guiar e abençoar toda a minha trajetória de vida.

Aos meus pais Erismar e Fátima, pelo amor irrestrito, por não pouparem esforços para me ajudar ao longo de toda minha vida.

Ao meu marido Sandro, que esteve ao meu lado nas dificuldades e alegrias e que não hesitou em me ajudar ao longo dessa trajetória, respeitano minha vontade de ter uma formação em pós graduação.

A Enzo, meu filho, por tantos sorrisos e pela compreensão meu amor, pois mesmo tão pequenininho ajudou a mamãe nos momentos em que a dedicação aos estudos foi exclusiva. Que eu possa ser sempre para você motivo do seu orgulho.

Aos meus irmãos, Júnior e Gabriel pelo carinho, companheirismo e apoio em todos os momentos.

Aos meus familiares, pela torcida e motivação, em especial minha vó Helena.

Para os meu orientador e coorientador institucional endereço um obrigado muito particular. O meu orientador Doutor Vinícius de Amorim Silva, pela sua orientação científica, desafios e estímulo. A sua crítica construtiva e oportuna constituiu uma mais valia fundamental para o trabalho desenvolvido.

Ao Programa de Apoio à Pesquisa Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahiaum – (FAPESB) e Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB), pelo apoio financeiro e sobretudo o estímulo proporcionado pela seleção do meu projeto.

Aos professores da Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB) - campus Itabuna-Ilhéus, pela dedicação ao ensino.

A todos os colegas que, para além da amizade e estímulo, colaboraram de alguma forma na obtenção de dados fundamentais, discussões temáticas ou somente, mas não menos importante, na criação de um bom ambiente de trabalho, o meu agradecimento, especialmente nas pessoas de: Sival Ribeiro e Paulo Sérgio por apoiarem e ajudarem nessa caminhada.

Um agradecimento especial á Sara Moreno, por todo suporte em todos os momentos da minha vida e da pós graduação.

Para todas estas pessoas e outras que, por lapso ou por limite de escrita, não foram especificamente referidas, simplesmente vos digo:

- Muito obrigado!!!!

EPÍGRAFE

Pois dele, por ele e para ele são todas as coisas.
A ele seja a glória para sempre! Amém”.
(Romanos 11:36)

RESUMO

A geomorfologia fluvial é essencial para entender o comportamento da água no relevo. A água é um elemento essencial para o funcionamento dos ecossistemas e da vida. A vegetação sempre teve uma relação de dependência com a água, tendo-se em vista que a distribuição fitogeográfica se dá em função da disponibilidade hídrica. E quanto se trata da relação entre a água e a vegetação, logo se tem como exemplos os rios e as matas ciliares. O presente trabalho tem como objetivo analisar a geomorfometria e sua influência na dinâmica hidrológica da bacia hidrográfica do Rio Almada (BHRA). Adota-se como procedimento metodológico: as técnicas de geoprocessamento; o processamento de imagens ópticas e de radar e visitas *in loco* para a validação de dados em campo. Na validação de dados em campo se utilizou o aparelho receptor *Global Positioning System* (GPS) e fotografias digitais. Identificou-se que a bacia, em evidência, apresenta uma área de drenagem de 1 567 km², e um perímetro de 336 km. A BHRA apresenta um formato alongado, com a predominância do relevo ondulado, sendo classificada como (de até) 4ª ordem de drenagem. A classificação das suas nascentes é realizada a partir do Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN). Com resultados, espera-se que este trabalho sirva de subsídio para análise e estudos ambientais na área, e sirva de referência para as tomadas de decisões, considerando-se o ponto de vista sustentável.

Palavras chave: Geomorfometria, Características morfométricas, Classes de declividade, Impactos socioambientais.

ABSTRACT

River geomorphology is essential to understand the behavior of water in the relief. Water is an essential element for the functioning of ecosystems and life. Vegetation has always had a dependent relationship with water, given that phytogeographic distribution occurs as a function of water availability. And when it comes to the relationship between water and vegetation, examples include rivers and riparian forests. The present work aims to analyze geomorphometry and its influence on the hydrological dynamics of the Almada River basin (BHRA). The following methodological procedures are adopted: geoprocessing techniques; the processing of optical and radar images and on-site visits to validate data in the field. To validate data in the field, the Global Positioning System (GPS) receiving device and digital photographs were used. It was identified that the basin, in evidence, has a drainage area of 1 567 km², and a perimeter of 336 km. The BHRA has an elongated shape, with a predominance of geometric relief, being consistent with (up to) 4th order of orientation. The classification of its springs is carried out based on the Environmental Impact Index of Springs (IIAN). As a result, it is expected that this work will serve as a basis for environmental analyzes and studies in the area, and serve as a reference for decision-making, considering a sustainable point of view.

Keywords: Geomorphometry, Morphometric characteristics, Slope classes, Socio environmental impacts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ordenação da Rede de Drenagem a Partir do Método de Strahler	26
Figura 2: Modelo de interação mostrando a relação entre as ciências de informação geográfica.	28
Figura 3: Localização da área de estudo.	33
Figura 4: Classificação Koppen para a BHRA.....	34
Figura 5: Fluxograma com as etapas executadas pelo Qgis.....	36
Figura 6: Localização das nascentes	40
Figura 7: Declividade da bacia hidrográfica rio Almada	48
Figura 8: Hipsometria da bacia hidrográfica rio Almada.....	49
Figura 9: Perfil topográfico na porção Oeste da BHRA	50
Figura 10: Hierarquização dos cursos d'água da bacia hidrográfica do rio Almada	53
Figura 11: Nascente 01	54
Figura 12: Nascente 02.....	55
Figura 13: Nascente 03.....	56
Figura 14: Nascente 04.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação do coeficiente de compacidade (Kc).....	22
Tabela 2: Classificação do fator de forma (F).....	22
Tabela 3: Classificação do Índice de circularidade (Ic).....	23
Tabela 4: Classificação da densidade de hidrográfica de bacias.....	23
Tabela 5: Classificação do Índice de rugosidade (IR).....	24
Tabela 6: Classificação da densidade de drenagem (Dd).....	25
Tabela 7: Metodologia utilizada no Índice de Impacto Ambiental.....	41
Tabela 8: Classificação das nascentes quanto aos impactos macroscópicos.....	42
Tabela 9: Coordenadas Geográficas das nascentes.....	42
Tabela 10: Características físicas da bacia hidrográfica do rio Almada.....	44
Tabela 11: Classificação da declividade.....	46

LISTA DE SIGLAS

A – Área de drenagem

ALOS - *Advanced Land Observing Satellite*

APP - Áreas de Preservação Permanente

BH – Bacia hidrográfica

BHRA – Bacia hidrográfica do rio Almada

CFB - Código Florestal Brasileiro

Dh – Densidade hidrográfica

Dd – Densidade de drenagem

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IR – Índice de Rugosidade

F – Fator de forma

Hm – Amplitude altimétrica máxima

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IC – Índice de Circularidade

IIAN - Índice de Impacto Ambiental de Nascentes

Kc – Coeficiente de compacidade

L – Comprimento do eixo da bacia

MDE - Modelo Digital de Elevação

P – Perímetro da bacia

PNHR - Política Nacional dos Recursos Hídricos

Rr – Relação de Relevo

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SR – Sensoriamento Remoto

Sumário

1.	INTRODUÇÃO.....	16
2.	JUSTIFICATIVA.....	17
3.	OBJETIVOS.....	20
3.1	Objetivo geral.....	20
3.2	Objetivos específicos.....	20
4.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
4.1	Bacias Hidrográficas.....	20
4.2	Caracterização Morfométrica.....	21
4.2.1	Características Geométricas.....	21
4.2.2	Características de Relevô.....	23
4.2.3	Características da rede de drenagem.....	25
4.3	Sensoriamento Remoto (SR) e Sistemas de Informações Geográficas (SIG).....	26
5.	Impacto socioambiental em nascentes da BHRA.....	31
6.	MATERIAL E MÉTODOS.....	32
6.1	Localização e caracterização da área de estudo.....	32
6.2	Características Fisiográficas da BHRA.....	33
6.3	Procedimentos metodológicos.....	35
6.4	Obtenção do Modelo Digital de Elevação (MDE) e delimitação da Bacia.....	37
6.5	Determinação dos parâmetros morfométricos.....	38
6.6	Impactos socioambientais em nascentes da BRHA.....	40
7.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	42
7.1	Classificação da Cobertura e uso da Terra.....	42
7.2	Análise Morfométrica.....	43
7.2.1	Características Geométricas.....	44
7.2.2	Características do Relevô.....	46

7.2.3	Características da Rede de Drenagem.....	52
7.3	Análise IIAN.....	53
8.	CONCLUSÃO.....	58
	REFERÊNCIAS.....	59
	ANEXOS.....	67

1. INTRODUÇÃO

Dentre as mais importantes características ambientais que influenciam na configuração territorial está a disponibilidade ou não de recursos naturais. Essa compreensão afirmativa ratifica e expressa o fato de que os recursos naturais são tema articuladores das dimensões sociais e naturais, contribuindo para o entendimento da dinâmica e ordenamento espacial. Nesse contexto, ações antropogênicas promovem interferências na escala de ajustes dos processos naturais em um ritmo superior à capacidade de regeneração da natureza, tendo-se como consequência direta a degradação dos sistemas ecológicos (BRAGA *et al.*, 2005; SILVA; LÄMMLE; PEREZ FILHO, 2021).

Um exemplo disso é uma Bacia Hidrográfica (BH). Em uma BH, os movimentos dos fatores bióticos e abióticos se articulam com as atividades antrópicas, gerando fluxos de matéria e energia, onde o grau de estabilidade é atingido a partir do equacionamento entre as entradas e saídas, o que pode alterar as características do solo, da água e do canal fluvial (CHRISTOFOLETTI, 1990; SILVA *et al.*, 2021).

Considerar a BH como uma unidade de análise não significa que o estudo ficará limitado aos aspectos internos do polígono formado pela delimitação da área de trabalho. Fatores econômicos, políticos e culturais se constituem em uma externalidade que precisa ser levada em conta, já que, a participação da atividade humana representa uma entrada (*input*) de energia no sistema (Silva *et al.*, 2022). Fatores climáticos da circulação geral, que condicionam muitas alterações no interior das bacias hidrográficas são respostas às demandas provocadas por mercados distantes, às vezes até de áreas externas ao território nacional.

A exploração inadequada dos recursos naturais realizada, muitas vezes, de uma forma desordenada, evidencia-se por meio das atividades de desmatamentos, das práticas agrícolas perniciosas, das atividades extrativistas agressivas, por meio da construção indiscriminada de barramentos ou do lançamento de esgotos industriais e domésticos nos rios e lagos. Essas atividades têm promovido inúmeros problemas ambientais (MALAQUIAS; CÂNDIDO, 2013; MELO, 2020).

A eliminação da cobertura vegetal provoca a perda da biodiversidade, afastamento dos animais, morte de espécies da fauna e flora, interrupção de corredores de fluxos gênicos, entre outros problemas (RAMOS, 2018; SILVA *et al.*, 2022). As Alterações físico-químicas no solo causam a perda da fertilidade, a diminuição da matéria orgânica, a compactação de fracionamento dos agregados, erosão e conseqüentemente a redução do armazenamento da água na bacia hidrográfica

(SILVA *et al.*, 2022).

A BH é individualizada pelos seus divisores topográficos, e apresenta uma rede fluvial de drenagem caracterizada pelo escoamento superficial das águas que sustentam um curso d'água. Dentre os elementos que compõem a rede fluvial de drenagem destacam-se as nascentes, que são elementos especialmente vulneráveis, como é o caso do rio do Almada. Esse rio tem como agravante a sua localização próximas às áreas de produção agrícola (cacaueira), e as obras de engenharia nas nascentes do/no trecho a montante.

As nascentes, mesmo as intermitentes, e os olhos d'água têm sua importância reconhecida e assegurada pelo Código Florestal Brasileiro (CFB), estabelecido pela Lei nº 4 771/1965, alterado pela Lei nº 12 727/2012), O CFB determina a preservação de uma área de mata com, no mínimo, 50 metros de raio, na nascente (BRASIL, 2012). No entanto, apesar da legislação restringir o uso da terra nas áreas de nascentes, o mais comum é observarmos o descumprimento da legislação, resultando em uma degradação ambiental.

Diante do exposto, o objeto de estudo é a Bacia Hidrográfica do Rio Almada (BHRA), localizada na Região Sul do Estado da Bahia, que se reveste de grande importância, e será estudada por meio de técnicas de geoprocessamento, com a análise espacial, para a sua caracterização morfométrica e do Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN).

Tal conhecimento é fundamental no processo de gerenciamento dos recursos disponíveis na Bacia hidrográfica do rio Almada aqui abreviadas para BHRA, possibilitando a identificação das áreas passíveis de atividades, tais como a agricultura, obras de engenharia, etc.; e a identificação das áreas a serem preservadas. O estudo possibilitará elementos para verificar se o uso dos recursos disponíveis na BHRA esta em conformidade legal e em consonância com a qualidade dos corpos hídricos, principalmente, quando usados para o abastecimento de água (BRASIL, 1997).

2. JUSTIFICATIVA

O sistema hidrográfico é um agente importante e/como resultado do processo de modelagem da paisagem. A obtenção de suas características morfométricas se torna fundamental no gerenciamento, planejamento e diagnóstico local de uma bacia hidrográfica como a BHRA.

A caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é um dos primeiros e dos principais

procedimentos para o entendimento e a compreensão dos processos hidrológicos e tem como objetivo elucidar as várias questões relacionadas, tais como o entendimento da dinâmica ambiental local e regional (TEODORO *et al.*, 2007).

Dependendo das condições morfométricas, uma bacia pode ser mais propensa a enchentes e apresentar maior vulnerabilidade aos efeitos da erosão, elementos que trazem consequências danosas para a estabilidade dos solos e manutenção da qualidade/quantidade da água no sistema, com reflexos para toda fauna e flora ainda existentes no local. No caso Bacia em estudo, esses efeitos são agravados por se tratar de uma região estratégica para o abastecimento regional de água potável.

Dentre as atividades antrópicas responsáveis por alterações na capacidade de captação de uma bacia, podem ser citadas as queimadas, o desmatamento dos morros e nascentes, a destruição das matas ciliares e o destino irregular dos resíduos sólidos e dejetos. Estas atividades antrópicas têm promovido, ao longo dos anos, o assoreamento e a poluição dos cursos hídricos, o empobrecimento do solo, a aceleração de processos erosivos, o desaparecimento de espécies animais – principalmente da avifauna e ictiofauna e o empobrecimento relativo da população, dentre outros prejuízos ecológicos e sociais (Silva *et al.*, 2021).

Em nível de microbacia hidrográfica, através do uso de técnicas geomorfométricas, é possível identificar a extensão das áreas que são inundadas periodicamente pelo regime de cheias dos rios, e a duração do período de inundações. No processo de recuperação, estas informações serão extremamente importantes na seleção das espécies a serem plantadas, já que muitas espécies não se adaptam às condições de solo encharcado, ao passo que outras só sobrevivem nestas condições (CALHEIROS *et al.*, 2004; BARBOSA; ALMEIDA, 2017).

Um dos motivos que embasam o impedimento das áreas marginais dos rios é o efeito danoso que os diversos usos da terra têm sobre as características físico-químicas do solo e também a maneira como afetam a quantidade e qualidade dos mananciais. Para Oliveira (2006), os constantes manejos vêm afetando as características do solo, tais como: distribuição, tamanho e estabilidade dos agregados; perda de matéria orgânica e com o aumento da densidade do solo e a capacidade de armazenamento da água na bacia hidrográfica.

Considerando-se ainda as práticas usuais da agricultura nas margens dos rios e ao redor das nascentes, ressalta-se que tais práticas nunca estiveram limitadas à área em estudo, mas elas ocorreram em todo o país. O (CFB) restringe o uso do solo em determinadas áreas, visando-se à proteção e ao uso sustentável das florestas, sendo que as áreas marginais de leitos dos rios e nascentes

estão incluídas em tal proteção.

A identificação, a análise e a classificação das nascentes quanto ao seu estado de conservação, tornam-se importantes instrumentos na composição de estudos voltados ao gerenciamento de microbacias, fornecendo dados que subsidiem a tomada de decisão, a definição de áreas prioritárias à conservação e preservação e ainda, a locação de recursos. Uma ferramenta que vem se destacando é o Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN). Este índice está baseado em avaliações macroscópicas das características físicas da água e do entorno que, dentre os parâmetros avaliativos, destaca-se a cor da água, odor, efluentes e vegetação.

As matas ciliares também conhecidas por formações florestais ribeirinhas, matas de galeria, florestas ciliares e matas ripárias. Elas podem ser compreendidas como sendo a cobertura vegetal nativa ou floresta comumente situada em faixas de margens de rios, outros corpos d'água, em volta de nascentes, represas naturais ou artificiais e lagos. Esse modelo de vegetação se baseia no processo de preservação da diversidade do meio ambiente, é também conhecida como uma Área de Preservação Permanente (APP), e é regulamentada pelo Código Florestal Brasileiro. As matas ciliares são importantes por representarem uma proteção natural dos cursos d'água, justificando-se a sua recuperação e conservação. A sua existência é benéfica para a boa qualidade de vida dos seres vivos, tanto vegetais quanto animais. Ela possui funções ecológicas e ambientais importantes tanto para a natureza quanto para a humanidade (PANIZZA, 2016)

Neste contexto a área de estudo (BHRA) faz parte da principal fonte para o abastecimento público das cidades de Almadina, Barro Preto, Coaraci, Itabuna, Itajuípe e Uruçuca; A (BHRA) vem sofrendo impactos de diversas obras de engenharia, tais como o porto, o aeroporto e a ferrovia. Ademais, a BHRA é constituída de belezas cênicas naturais, entre elas a Lagoa Encantada, Parque Estadual da Serra do Conduru, remanescentes florestais de mata atlântica, sítios arqueológicos e paleontológicos.

A região onde está inserido o Parque Estadual da Serra do Conduru é caracterizada pela ocorrência da Floresta Ombrófila Densa, dentro do bioma Mata Atlântica. Essa região possui um alto potencial para conservação da biodiversidade com cerca de 458 espécies arbóreas por hectare, além de elevados índices de endemismo. Ela apresenta um dos mais importantes blocos de remanescentes florestais do litoral nordestino. A Lagoa Encantada, com o magnífico espelho de água possui 6,4 km² cercados por mata nativa de uma Área de Preservação Ambiental (APA). A conservação das florestas das Serras do Conduru e da Lagoa Encantada, ajudará a manter a qualidade e a oferta regular de água

aos municípios da região, uma vez que a região abriga as nascentes de 30 rios e riachos, com uma temperatura média anual é de 23°C e clima tropical super-úmido (BRASIL, 2014).

Visto que a principal fonte de abastecimento de água dos municípios da região é a BHRA, este estudo se caracteriza como uma ferramenta para auxiliar na gestão dos recursos hídricos da região e no uso devido da terra na Bacia em estudo.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Analisar a geomorfometria e sua influência na dinâmica hidrológica da bacia hidrográfica do Rio Almada com destaque para Índice de Impacto Ambiental de Nascentes.

3.2 Objetivos específicos

- ✓ Avaliar as características geomorfométricas da bacia hidrográfica do rio Almada;
- ✓ Identificar as classes de declividade na área de estudo;
- ✓ Avaliar os impactos socioambientais em algumas nascentes localizadas a montante da BRHA.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Bacias Hidrográficas

Conforme Viessman *et al.*, (1977), uma bacia hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água, dispondo de uma simples saída para que toda vazão efluente seja descarregada. De acordo com Lima (1986), “uma bacia hidrográfica compreende toda a área que proporciona escoamento superficial para o canal principal e seus tributários”. As bacias hidrográficas possuem caráter integrador, por isso são consideradas excelentes unidades de gestão dos elementos naturais e sociais. Portanto, é possível acompanhar as mudanças antrópicas e as respectivas respostas da natureza (GUERRA; CUNHA, 1996).

Para Tucci (2004), bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água de precipitação

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

Todas as áreas urbanas, industriais, agrícolas ou de preservação fazem parte de alguma bacia hidrográfica. Portanto é imprescindível conhecer as formas de ocupação do território e a utilização das águas, uma vez que influenciam diretamente no estado de conservação dessa unidade (BH). Desse modo, estudos morfométricos em bacias hidrográficas são fundamentais para a caracterização das mesmas, de forma a se obter um equilíbrio entre a exploração dos recursos naturais e a sustentabilidade ambiental.

4.2 Caracterização Morfométrica

As características físicas de uma bacia se constituem elementos de grande importância para a avaliação de seu comportamento hidrológico, pois, ao se estabelecer as relações e comparações entre esses elementos e os dados hidrológicos conhecidos, pode-se determinar indiretamente os valores hidrológicos em locais nos quais falem dados (VILLELA; MATTOS, 1975).

A caracterização morfométrica de bacias relaciona os aspectos quantitativos de seus sistemas hídricos, permite a identificação de correlações entre propriedades geomorfológicas e possibilita a previsão das respostas hidrológicas, além de possibilitar a comparação entre bacias distintas (DE SCALLY *et al.*, 2001; MOUSSA, 2003). Conforme Tonello *et al.*, (2006) as características morfométricas da BH podem ser divididos em três classes: geométricas, rede de drenagem e relevo.

4.2.1 Características Geométricas

I. Coeficiente de Compacidade (Kc)

O Coeficiente de Compacidade (K_c) é um índice de forma que relaciona o perímetro da bacia com a circunferência de um círculo cuja área seja igual à área de drenagem da bacia em questão. De acordo com Villela e Mattos (1975), este coeficiente é um número adimensional, variando com a forma da bacia, independentemente de seu tamanho. Assim, quanto mais próximo da unidade ($K_c=1$) for este coeficiente, mais a bacia se assemelha a um círculo, ou seja, quanto mais semelhante a um círculo for uma bacia, maior será a sua capacidade de proporcionar grandes cheias (Tabela 1).

Tabela 1: Classificação do coeficiente de compacidade (Kc)

<i>Kc</i>	<i>Formato da bacia</i>	<i>Tendência a enchentes</i>
<i>1,0 – 1,24</i>	Redonda	Alta tendência
<i>1,25 – 1,5</i>	Ovalada	Tendência mediana
<i>1,5 – 1,7</i>	Oblonga	Baixa tendência
<i>> 1,7</i>	Comprida	Tendência a conservação

Fonte: Villela e Mattos (1975).

II. Fator de Forma (F)

O fator de forma (F) relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia. Uma bacia com $F < 0,50$ se encontra menos sujeita a enchentes que uma outra com a mesma área, mas com $F > 0,50$. Isso se deve ao fato de que numa bacia estreita e longa (F baixo), ocorre menor possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo, simultaneamente, toda a sua extensão. De acordo com Silva e Mello (2008), os valores assumidos pelo fator de forma levam as seguintes classificações:

Tabela 2: Classificação do fator de forma (F)

<i>Fator de Forma</i>	<i>Classificações</i>
<i>$F > 0,75$</i>	Bacia sujeitas a enchentes.
<i>$0,50 < F < 0,50$</i>	Bacia com tendência mediana a enchentes.
<i>$F < 0,50$</i>	Bacia não sujeita a enchentes.

Fonte: SILVA; MELLO, 2008.

III. Índice de Circularidade

O índice de circularidade (IC) é obtido a partir da relação entre a área total da bacia e a área de um círculo de perímetro igual ao da área total da bacia (Almeida *et al.*, 2013; Alves *et al.*, 2016). De acordo Calijuri e Cunha (2013), para o índice de circularidade, quanto mais próximo da unidade

1,0, mais se aproximar do formato circular, diminuindo à medida que se transforma em um formato mais alongado (Tabela 3).

Tabela 3: Classificação do Índice de circularidade (Ic)

<i>Ic</i>	<i>Formato da bacia</i>	<i>Tendência a enchentes</i>
1,0 – 0,8	Redonda	Alta tendência
0,8 – 0,6	Ovalada	Tendência mediana
0,6 – 0,4	Oblonga	Baixa tendência
< 0,4	Comprida	Tendência a conservação

Fonte: Villela e Mattos (1975).

IV. Densidade de Hidrográfica (Dh)

Conforme destacam Almeida *et al.* (2013) e Alves *et al.* (2016), a densidade hidrográfica é a relação existente entre o número de cursos de água e a área da bacia, também conhecida como frequência de drenagem. Christofolletti (1980) afirma que o cálculo da densidade hidrográfica é importante por representar o comportamento hidrográfico da área em um de seus aspectos fundamentais: a capacidade de gerar novos cursos hídricos. Lollo (1995) cita uma classificação da densidade hidrográfica em faixas de valores conforme se vê na (Tabela 4).

Tabela 4: Classificação da densidade de hidrográfica de bacias.

Dh (canais.km⁻²)	Denominação
< 3	Baixa
3 - 7	Média
7 - 15	Alta
> 15	Muito Alta

Fonte: LOLLO, 1995.

4.2.2 Características de Relevô

I. Declividade

A declividade do terreno consiste entre variação de altitude entre dois pontos do terreno e a distância horizontal que os separa (CALIJURI; CUNHA, 2013; RIBEIRO ALBUQUERQUE, 2021).

O relevo de uma BH tem grande influência sobre os fatores climáticos e hidrogeográfico, pois a velocidade do escoamento superficial é determinada pela declividade do terreno, enquanto que a temperatura, a precipitação, a evaporação, são funções de altitude da bacia. (VILLELA; MATTOS, 1975; SILVA; FARIAS 2021).

II. Amplitude altimétrica máxima (Hm)

Um dos fatores que contribuem para a análise da BH remete à sua amplitude. Em termos conceituais, a amplitude altimétrica máxima é a diferença entre a cota máxima e mínima (STRAHLER, 1952; ALVES *et al.*, 2016).

III. A relação de relevo (Rr)

O coeficiente da relação de relevo é a relação entre a amplitude altimétrica da bacia e o comprimento do canal principal. Segundo Schumm (1956), quanto maior o valor de Rr, maior será o desnível entre a cabeceira e o exutório, conseqüentemente maior será a declividade média da bacia, propiciando ambiente favorável à ocorrência de inundações à jusante (SANTOS *et al.*, 2012).

IV. Índice de rugosidade (IR)

O índice de rugosidade corresponde ao produto entre a amplitude altimétrica máxima e a densidade de drenagem da bacia (ALMEIDA *et al.*, 2013; FRAGA *et al.*, 2014; SPANGHERO, MELIANI E MENDES, 2015; SAMPAIO, CORDEIRO e BASTOS, 2016).

Tabela 5: Classificação do Índice de rugosidade (IR)

<i>Valor (m)</i>	<i>Classes de rugosidade</i>	<i>Forma de relevo</i>
0 -150	Fraca	Plano com declividade média até 3%
151 - 550	Média	Suave ondulado com declividade média entre 3 e 8%
551 - 950	Forte	Ondulado, com declividade média entre 9 e 20%
> 950	Muito Forte	Forte ondulado a montanhoso escarpado, com declividade média maior que 20%

Fonte: Sousa e Rodrigues (2012).

4.2.3 Características da rede de drenagem

I. Densidade de Drenagem (Dd)

A Densidade de Drenagem é o índice indicativo da maior ou menor velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica, dando uma ideia a respeito do nível de desenvolvimento do sistema de drenagem, ou seja, fornecendo uma indicação da sua eficiência (GUARIZ, 2008; GOMES *et al.*, 2019).

A densidade de drenagem (Dd) é expressa pela relação entre o somatório dos comprimentos de todos os canais da rede com a área da bacia de drenagem. Beltrame (1994) sugeriu uma classificação em faixas para a Dd (Tabela 6).

Tabela 6: Classificação da densidade de drenagem (Dd)

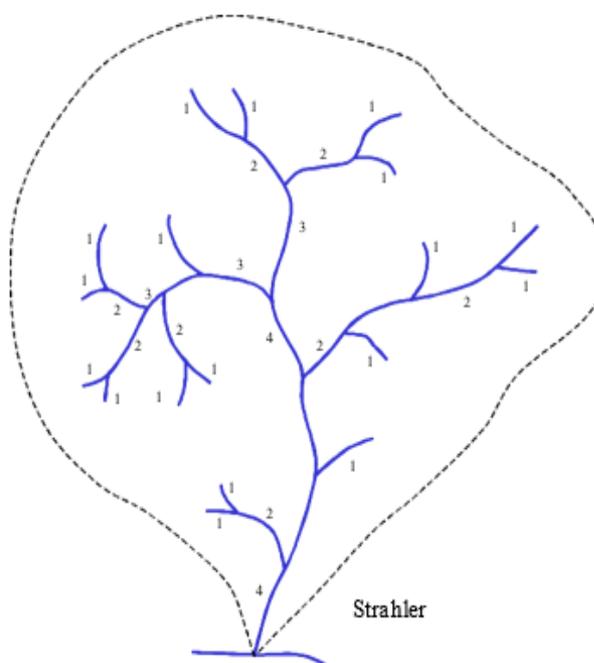
<i>Dd (km/km²)</i>	<i>Denominação</i>
< 0,50	Baixa
0,50-2,00	Mediana
2,01-3,50	Alta
>3,50	Muito Alta

Fonte: BELTRAME, 1994.

II. Ordem dos Cursos de Água

De acordo Tucci (2004), a ordem dos cursos d'água representa o grau de ramificação ou bifurcações do sistema de drenagem da bacia, o grau de ramificação pode ser classificado conforme a metodologia de Strahler (1957), em que os menores canais, sem afluentes são considerados como de primeira ordem, e os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem; os cursos de água de terceira ordem formam-se pela confluência de dois canais de segunda ordem e assim sucessivamente (Figura 1).

Figura 1: Ordenação da Rede de Drenagem a Partir do Método de Strahler



Fonte: RENNÓ; SOARES, 2003

III. Comprimento da bacia (L)

O Comprimento da bacia é determinado a partir do perfil longitudinal do curso d'água medindo-se o comprimento do trecho entre a nascente mais distante e o ponto de interesse ou exutório (TUCCI, 2004). Para Marcuzzo *et al.*, (2012), existem várias maneiras para se definir este parâmetro, sendo citadas quatro maneiras em seu trabalho. Neste trabalho será considerado o parâmetro que expressa o maior comprimento da bacia, optou-se como comprimento da bacia, a distância em linha reta entre a foz e o ponto mais alto situado ao longo do perímetro. Essa escolha, foi devido a melhor objetividade para o cálculo computacional.

IV. Maior comprimento da bacia (Lmax):

O maior comprimento da bacia é também conhecido como comprimento axial da mesma, que significa o comprimento medido do exutório da bacia até o seu ponto mais remoto (PORTO, 1999).

4.3 Sensoriamento Remoto (SR) e Sistemas de Informações Geográficas (SIG)

O Sensoriamento Remoto (SR) e os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) constituem-se em técnicas que são utilizadas de forma conjugada em estudos do uso da terra ao longo do tempo,

com especial atenção para o monitoramento das atividades antrópicas e seus impactos ambientais (PINTO; LOMBARDO, 2003).

O sensoriamento remoto se baseia na aquisição de informações armazenadas pelos sensores, que captam a energia eletromagnética irradiada por um objeto. A energia emitida ou refletida por objetos da superfície física da terra é transmitida aos sensores em forma de ondas eletromagnéticas. A informação recebida pelo sensor pode ser codificada em termos de frequência, intensidade e polarização da onda.

Por volta de 1910, começaram a surgir as primeiras filmagens aéreas. Novo (1989) descreve que, em relação ao seu histórico, o sensoriamento remoto: se inicia em 1860 e vai até 1960, dominada pelo uso de fotografias aéreas, em que as máquinas fotográficas eram acopladas a balões, aviões, edifícios, torres ou outras estruturas altas. Os pombos também foram muito utilizados visando obter imagens aéreas, principalmente durante a Primeira e Segunda Guerra Mundial, pois o voo desses animais era silencioso e dificilmente percebido pelos inimigos. Assim, era possível obter informações sobre territórios inimigos, como posicionamento de tropas, ou realizar espionagem. Já a segunda fase, de 1960 até os dias atuais, é dominada pela multiplicidade de sistemas sensores.

A partir de 1960, o sensoriamento remoto começa a fazer uso de mais tecnologias e conhecimentos extremamente complexos derivados de diferentes campos, da física à botânica, da engenharia eletrônica à cartografia (NOVO; PONZONI, 2001). Durante a Guerra Fria (1947-1991), o uso do sensoriamento remoto cresceu muito, sendo utilizado pelos Estados Unidos e pela União Soviética.

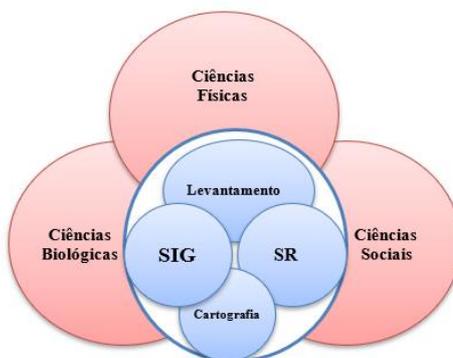
Nos anos 1970 e 1980 o uso do sensoriamento remoto no Brasil teve ênfase através do levantamento de recursos naturais no Projeto Radar da Amazônia (RADAMBRASIL), um marco importante nos mapeamentos de geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra, através do Sensor Radares de Visada Lateral de Abertura Real (SLAR) em banda X. Por conseguinte, consolidou-se o radar como uma ferramenta eficaz para o mapeamento temático por representar, na época, uma nova forma de obtenção de informações da superfície terrestre, sendo complementar ao tradicional método de fotointerpretação baseado na utilização de fotografias aéreas (SILVA; SANTOS, 2007).

Atualmente as técnicas e metodologias de sensoriamento remoto têm evoluído principalmente em relação à qualidade, ampliando-se a sua capacidade de utilização e aplicabilidade, sempre no sentido de racionalizar as soluções e custos dos projetos, apresentando-se como importantes

ferramentas na detecção de danos ambientais, monitoramento de impactos e planejamento da exploração dos recursos naturais (ORTIZ; FREITAS, 2005).

De acordo Gebler; Palhares (2007) e Menezes *et al.*, (2017) o avanço tecnológico e as mudanças ocorridas mundialmente, têm causado uma maior influência na pesquisa geográfica, e estão relacionados aos adventos das geotecnologias, com especial destaque para os SIGs e os avanços na área de SR. Dessa forma, é fundamental que os profissionais busquem conhecer em detalhe estas tecnologias, avaliando os aspectos práticos e teóricos de suas aplicações (FITZ, 2008). Uma das características marcantes das geotecnologias é a possibilidade de suas aplicações em múltiplos campos da ciência (Figura 2), facilitando a integração e a operacionalização de estudos e investigações científicas.

Figura 2: Modelo de interação mostrando a relação entre as ciências de informação geográfica.



*Modelo de interação demonstra a relação entre as ciências de informação geográfica (sensoriamento remoto, cartografia, sistemas de informações geográficas e levantamento) à medida que elas se relacionam com a matemática e a lógica, e com as ciências físicas, biológicas e sociais.

Fonte: JENSEN, 2009.

Nishida (1998) define que o SR pode ser entendido como o meio pelo qual os dados sobre determinado objeto, área ou fenômeno, são obtidos através de dispositivos (sensores) colocados em satélites ou aeronaves. Entretanto, Jensen (1986) enfatiza que a diferenciação do SR de outras técnicas de aquisição de dados de recursos terrestres é à utilização de sensores que não estão em contato físico direto com o alvo sob investigação.

Segundo Novo (1989), os sensores podem ser classificados, quanto à fonte de energia utilizada por eles, em sensores ativos e passivos. Utilizado pelos satélites, os sensores dependem de uma fonte de radiação externa para que possam operar e detectar a radiação solar refletida pela terra ou emitida pelos objetos de sua superfície. Já os ativos, produzem a própria radiação que utilizam, a exemplo dos radares, e para seu funcionamento produzem a energia radiante que interage com os objetos da

superfície terrestre.

De acordo Moraes (2002, p.7):

O Sensoriamento Remoto pode ser entendido como um conjunto de atividades que permite a obtenção de informações dos objetos que compõem a superfície terrestre sem a necessidade de contato direto com os mesmos. Estas atividades envolvem a detecção, aquisição e análise (interpretação e extração de informações) da energia eletromagnética emitida ou refletida pelos objetos terrestres e registradas por sensores remotos. A energia eletromagnética utilizada na obtenção dos dados por sensoriamento remoto é também denominada de radiação eletromagnética.

Para a ciência, sensoriamento remoto significa observar o nosso planeta usando sensores de observação muito acima do solo. Esses sensores podem ser câmeras que “captam” não somente a luz visível, mas também a radiação em outros comprimentos de onda, tais como o infravermelho e as micro-ondas (SOUZA, 2019).

Esses dispositivos, chamados de sensores remotos, são capazes de coletar energia proveniente do objeto, convertê-la em sinal passível de ser registrado e apresentá-lo em forma adequada para a extração de informações sobre o referido objeto. Por essa definição, seriam considerados sensores remotos os sensores que operam com energia acústica (sonares, sismógrafos, sismômetros, etc.), com energia gravitacional (gravímetros) e com energia eletromagnética (radiômetros). Entretanto, costuma-se resringir o uso do termo sensores remotos aos equipamentos que operam apenas pela detecção da energia eletromagnética ou radiação eletromagnética (QUARTAROLI *et al.*, 2014).

Um Sistema de Informação Geográfica é constituído por um conjunto de ferramentas computacionais destinados à aquisição, armazenamento, recuperação, manipulação, transformação e saída de dados espacialmente distribuídos.

Segundo Aspiazú e Brites (1989), os Sistemas de Informações Geográficas são técnicas empregadas na integração e análise de dados provenientes das mais diversas fontes, como imagens fornecidas por satélites terrestres, mapas, cartas climatológicas, censos e outros.

Pereira e Fonseca (1997, p. 241), definem que:

[...] os sistemas de informação (management information systems) são mecanismos de apoio a gestão, desenvolvidos com base na tecnologia de informação e com suporte da informática para atuar como condutores das informações que visam facilitar, agilizar e otimizar o processo decisório nas organizações.

O SIG tem como características principais a capacidade de armazenar e recuperar informações provenientes de fontes e formatos distintos, além de possibilitar a disponibilidade de programas computacionais para edição de mapas, textos e gráficos (MARBLE; PEUQUET, 1983).

O mapa de uso atual da terra tem também no SIGs um forte aliado para sua confecção, por meio de composições coloridas de imagens obtidas por sensoriamento remoto. De acordo com Rodrigues (2001, p. 676), “seu uso ajuda a identificar diferentes alvos relativos à cobertura e, ou, ao uso da terra, submetendo-se a imagem de satélite a um processo de classificação multiespectral”.

Elesbon *et al.*, (2011) menciona que o uso de SIG, é fundamental para obtenção automática das características morfométricas das bacias de drenagem, apresentando uma maior eficiência e confiabilidade nos processos, uma reprodutibilidade dos resultados e uma possibilidade de armazenamento e compartilhamento dos dados digitais.

No campo dos estudos morfométricos, anteriormente, os estudos eram elaborados manualmente, o que tornava o processo moroso e mais suscetível a erros. Com os avanços das suas plataformas, os SIG têm sido muito utilizados devido a sua flexibilidade e disponibilidade. Um SIG é constituído de sistemas computadorizados que permitem sobrepor diversas informações espaciais de uma bacia hidrográfica. A informação é armazenada digitalmente, e é apresentada visual ou graficamente, permitindo-se a comparação e a correlação entre informações. A utilização dos SIG para o gerenciamento ambiental de bacias hidrográficas envolve muitas outras atividades, além da elaboração e manutenção de um banco de dados geocodificados, de onde são retiradas as diversas informações estatísticas sobre as características da unidade de estudo (PIRES *et al.*, 2002).

Através dos dados de sensores orbitais integrados aos SIG, são obtidas as informações quanto à origem e impacto das modificações sobre o uso e ocupação da terra. Os SIG representam uma importante ferramenta para auxiliar na discriminação de elementos da paisagem, no planejamento e regulamentação de alterações ambientais, em levantamentos de uso e ocupação da terra, em

mapeamentos dos recursos naturais, na espacialização de áreas de preservação, etc. (RODRÍGUEZ, 2005).

5. IMPACTO SOCIOAMBIENTAL EM NASCENTES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ALMADA.

Entre os estudos que tratam da avaliação do nível de degradação das nascentes, destaca-se o Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN), elaborado por Gomes *et al.*, (2005); Silva *et al.*, 2022. A aplicação do IIAN consiste na avaliação da qualidade da água a partir de 13 parâmetros macroscópicos que permitem determinar o grau de preservação e a classe em que cada nascente está enquadrada. Entre os parâmetros macroscópicos, estão: a avaliação da cor/odor da água, do material flutuante, da presença de óleo, esgoto e lixo, da quantidade de vegetação existente, do uso por animais e humanos, do tipo ou ausência de proteção, do acesso e da proximidade de residências, entre outros. Tais parâmetros permitem avaliar os impactos socioambientais nas nascentes, uma vez que as variáveis selecionadas para análise dizem respeito ao maior ou menor avanço das atividades agropecuárias e/ou urbanas em direção às áreas de nascentes, que determina o tamanho do impacto nas APPs.

O IIAN tem a finalidade de identificar as principais causas de impactos; analisar o grau de interferência; quantificar os parâmetros macroscópicos e classificar as nascentes quanto ao grau de preservação (MALAQUIAS, 2013).

Felippe define o IIAN como uma técnica de,

[...] avaliação sensorial – macroscópica – e comparativa de alguns elementos-chave na identificação de impactos ambientais e suas consequências sobre a qualidade das nascentes. (2009, p. 130).

No caso específico das nascentes do rio Almada, a presença agropecuária, as obras de engenharias nas proximidades das nascentes são fatores de grande impacto. As áreas próximas às nascentes dos rios são essenciais para a manutenção e o prolongamento da vida útil dos rios correspondentes, sendo que o avanço das atividades agropecuárias ou urbanas contribuem, sobremaneira, para a retirada da proteção adequada desses ecossistemas sensíveis, gerando degradação (EUGENIO *et al.*, 2011).

As nascentes, também chamadas de mananciais, minas ou olhos d'água, são formadas quando o aquífero atinge a superfície, de forma que a água armazenada no subsolo começa a minar, ou seja, a escoar pelo solo. Suas diferentes características estão condicionadas por diversos fatores, tais como: clima, cobertura vegetal, topografia, geologia, assim como o tipo, o uso e o manejo do solo. Podem ser perenes (de fluxo contínuo), temporárias (de fluxo apenas na estação chuvosa) ou efêmeras (quando surgem durante a chuva, permanecendo por apenas alguns dias ou horas) (LOZINSKI *et al.*, 2010).

Segundo as diretrizes estabelecidas pelo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012), a vegetação natural em nascentes e olhos d'água deve ser preservada em um raio de 50 metros, o que representa, em termos de superfície, um valor próximo a um hectare (0,79 ha). Entretanto, o que normalmente se observa é o desrespeito a essa determinação legal, ocasionando a degeneração do local. Em função dessa realidade e da importância da conservação dos recursos hídricos, torna-se necessário realizar diagnósticos das condições das Áreas de Preservação Permanente (APPs) nas nascentes, no intuito de subsidiar as ações de preservação e conservação.

O manejo inadequado da lavoura cacaueira, existente na área de estudo, leva à baixa produtividade, e à derrubada de florestas para novas plantações e, conseqüentemente, contribui para a destruição de ecossistemas, para a perda da biodiversidade, para a erosão do solo e para a sedimentação em córregos.

Em função do contínuo crescimento da população e da escassez de água é urgente a adoção de um manejo racional e sustentável dos recursos naturais, a fim de que se possa garantir que esse bem natural estará disponível, em quantidade e qualidade, nas próximas décadas para as populações dependentes, tanto locais, quanto regionais. Esse manejo é imprescindível, assim como a recomposição das matas ciliares e das nascentes, para o cumprimento das leis ambientais.

6. MATERIAL E MÉTODOS

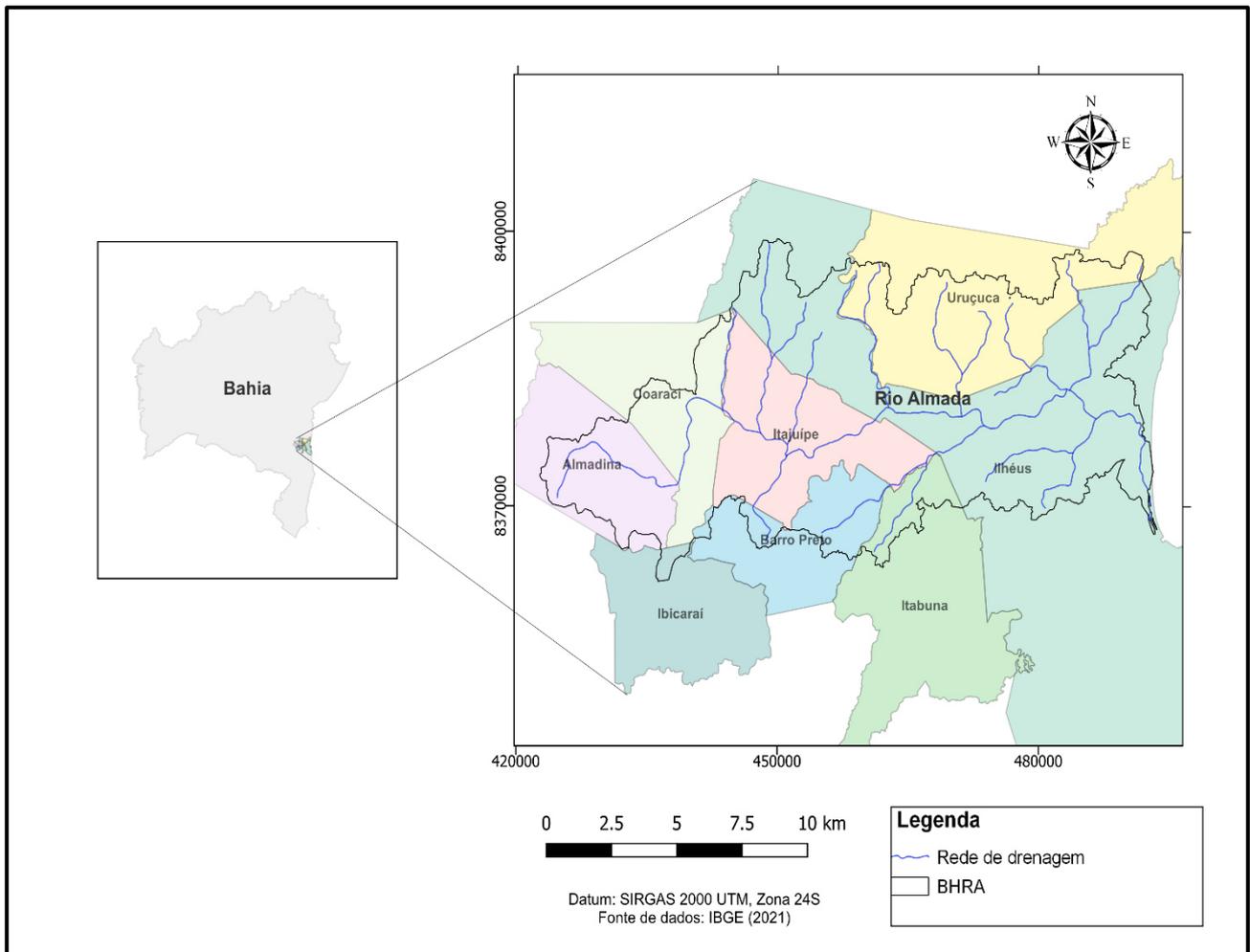
6.1 Localização e caracterização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Almada (BHRA) se destaca como um dos principais sistemas naturais da Região Cacaueira, onde se encontra uma área significativa do bioma Mata Atlântica, além de florestas secundárias, restingas e manguezais (GOMES *et al.*, 2012).

Localizada na região sul do estado da Bahia. Ela é limitada a norte e ao oeste com a Bacia

Hidrográfica do Rio de Contas (BHRC), ao sul pela Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira (BHRC) e a leste com o Oceano Atlântico (OC), englobando área dos municípios de Almadina, Coaraci, Ibicaraí, Barro Preto, Itajuípe, Itabuna, Ilhéus e Uruçuca. Possui uma área de drenagem de 1 566 km² e perímetro de 336 km (Figura 3).

Figura 3: Localização da área de estudo.



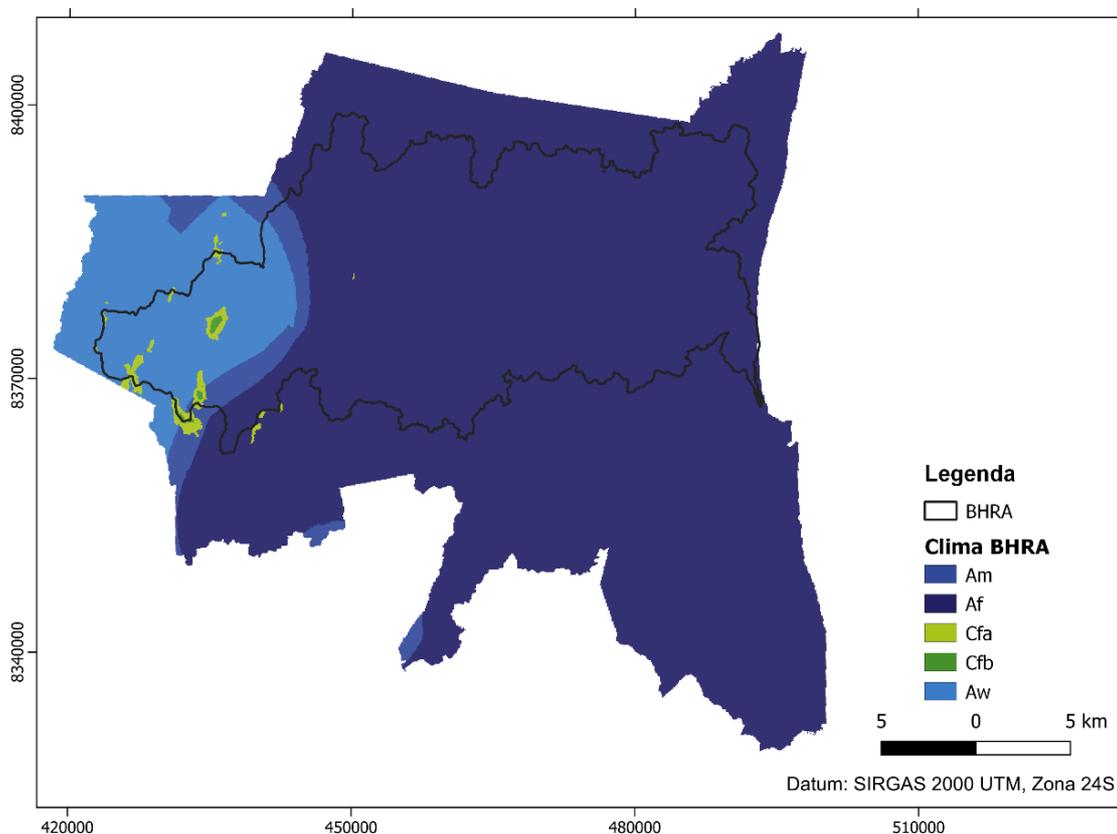
Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

6.2 Características Fisiográficas da BHRA

A BHRA faz parte integrante da Bacia do Hidrográfica Atlântico Leste (BHAL), de acordo com a classificação de Köppen, a área de estudo apresenta cinco domínios climáticos distribuídos na parte leste (Af – clima tropical úmido), na parte central (Am – clima tropical de monção), na parte oeste (Aw – clima tropical com estação seca de inverno), representando uma pequena área de transição entre (Cfa – clima subtropical úmido) e (Cfb – clima subtropical oceânico) localizado a oeste. O clima da região percorrida pelo rio Almada é do tipo tropical úmido, apresentando uma

gradação de clima úmido a sub-úmido, e seco a sub-úmido (Figura 4).

Figura 4: Classificação Koppen para a BHRA



Fonte: Elaborado pelo autor.

O período de maior intensidade pluviométrica vai de março a abril, a média anual de precipitação é de 1 780 mm. A temperatura anual apresenta média em torno de 22,9° C a 25,0° C com valores mínimos em julho e agosto e máximos em janeiro e fevereiro. Já a umidade relativa é máxima nos meses de maio, junho e julho, coincidindo com os períodos de baixas temperaturas e baixo número de horas de insolação.

Já os solos identificados na BHRA distribuem-se em conformidade com as mudanças em seus aspectos litológicos e geomorfológico. De acordo com o mapeamento realizado por Franco (2010), os principais tipos de solo da BHRA, em termos de primeiro nível categórico, são: neossolos, espodossolos, latossolos, argissolos, luvisolos e vertissolos.

A vegetação nativa, na extremidade leste (zona costeira), é do tipo higrófila, enquanto na extremidade oeste (zona de planalto) apresenta características de caatinga ou de mata cipó.

6.3 Procedimentos metodológicos

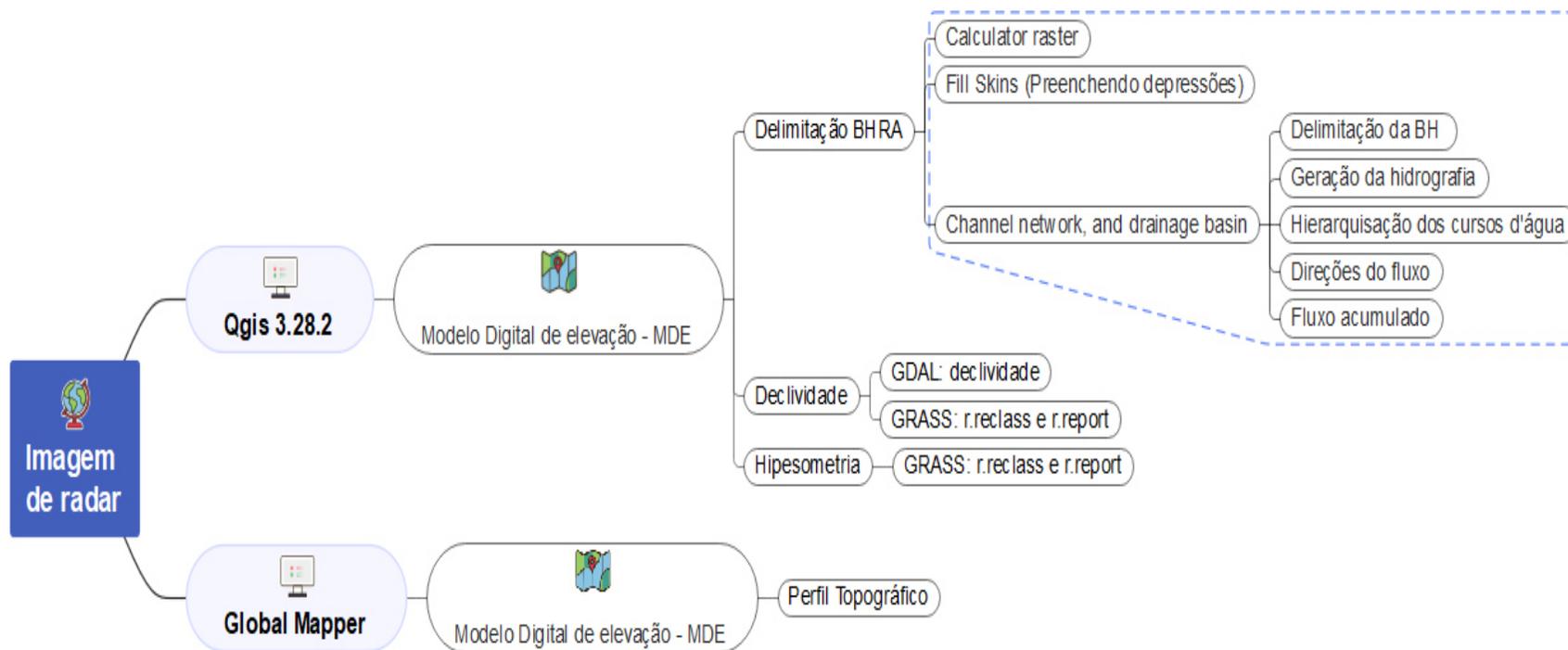
Inicialmente foi feito o levantamento bibliográfico a partir de material publicado, constituído por: artigos científicos, livros e arquivos de mídia digital, sobre os aspectos ligados ao tema e área de estudo.

Como critério de elegibilidade, o presente trabalho é desenvolvido através de pesquisa descritiva e explicativa, com uma abordagem quantitativa e qualitativa (GIL, 1991). Utilizando-se dos seguintes processos:

- Geração dos mapas de uso e cobertura da terra a partir das imagens do sensor Sentinel-2.
- Utilização da imagem de satélite obtida na plataforma *Alaska Satellite Facility* (ASF), considerando-se as imagens com baixa cobertura de nuvens e abrangência de toda a área de estudo, permitindo-se a análise sem as interferências atmosféricas e sem a necessidade de elaboração de mosaico de imagens.
- Pré-processamento da imagem de satélite obtida no software QGIS por meio do complemento SCP. O pré-processamento inclui o ajuste da refletância de superfície e a correção atmosférica antes do início do processo.
- Criação de um “bandset”, com as bandas multiespectrais com o recorte da imagem na delimitação da bacia hidrográfica.
- Aplicação de uma classificação supervisionada por meio do complemento SCP do QGIS. Esse processo requer geração de amostras de assinaturas digitais ou ROI para cada tipo de uso e ocupação do solo

O trabalho inclui o levantamento fotografias aéreas, imagens de radar e de satélite extemporâneas e atuais, disponíveis no *Alaska Satellite Facility* (ASF) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), visando a análise da BHRA com a utilização do mapeamento e sumarização dos dados geomorfométricos da área de estudo (Figura 5).

Figura 5: Fluxograma com as etapas executadas pelo *Qgis*.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

6.4 Obtenção do Modelo Digital de Elevação (MDE) e delimitação da Bacia

Para a extração dos dados necessários das características morfométricas da BHRA é utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) ALOS PALSAR com Correção Radiométrica do Terreno (RTC). O *Advanced Land Observing Satellite* (ALOS) é um projeto da *Japan Aerospace Exploration Agency* (JAXA), cujos os dados obtidos a partir de imagens de *radar* ALOS, são/foram pré-processados pela plataforma ASF, com resolução de 12,5 m, formato Geotiff disponível no site <<https://search.asf.alaska.edu/#/>>.

A delimitação dos limites da área de estudo é gerada no *Qgis* da aplicação de seus recursos. A saber:

- O tratamento inicial da imagem foi dado a partir da remoção dos valores negativos e nulidade dos pixels que apresentam erros de aferição e, para isso, é utilizada a equação através da SAGA → calculadora *raster*, onde os valores desses pixels são substituídos por *ifelse* ('a' < 0, 0, 'a');
- O tratamento subsequente é realizado por meio do complemento: SAGA → *Terrain Analysis* → *Hydrology* → *Fill sinks (wang & liu)*, por ser considerado um método é eficiente para identificar e preencher depressões de superfície em modelos digitais de elevação para análise e modelagem hidrológica, conforme Wang, L. & H. Liu (2006).
- A delimitação da BRHA foi realizada utilizando a função: *Channel network, and drainage basin* implementado no QGIS pelo algoritmo do módulo de análise SAGA:
 - Geração das bacias hidrográficas;
 - Delimitação da BRHA, rede de drenagem;
 - Ordem dos cursos d'água pelo método Strahler Order.
- Com a delimitação e isolamento da BRHA, são realizados os procedimentos para a análise da declividade, através dos comandos: *raster* → análise → declividade, com fatiamento em porcentagem. As altitudes e declividades médias, máximas e mínimas são obtidas automaticamente através do MDE, utilizando a

classificação da EMBRAPA (2009).

- Obtenção do mapa hipsométrico através do algoritmo do módulo de análise GRASS → *r.recode*. Após a reclassificação é utilizado a função: *raster* → análise → sombreamento.

Aplica-se O *Software* utilizado para a geração do perfil topográfico foi *Global Mapper*.

6.5 Determinação dos parâmetros morfométricos

Com os dados obtidos no processo de delimitação da BHRA é possível executar os cálculos das diferentes características morfométricas, a partir das seguintes equações:

- Coeficiente de compacidade (Kc)

$$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad \text{Equação 1}$$

Em que: Kc – coeficiente de compacidade, P – perímetro da bacia, (km) e A – área de drenagem, (km²)

- Fator de forma (F)

$$F = \frac{A}{L^2} \quad \text{Equação 2}$$

Em que: F – fator de forma, A – área de drenagem, (m²) e L – comprimento do eixo da bacia (comprimento do canal principal), (m)

- Índice de circularidade (IC)

$$IC = \frac{12,57 \cdot A}{P^2} \quad \text{Equação 3}$$

Em que: IC – índice de circularidade, A – área de drenagem, (m²) e P – perímetro, (m);

- Densidade hidrográfica (Dh):

$$Dh = \frac{N}{A} \quad \text{Equação 8}$$

Em que : Dh = densidade hidrográfica (canais/km²); N = número de rios; A = área da bacia (km²).

- Amplitude Altimétrica máxima (Hm)

$$Hm = PI - PII \quad \text{Equação 4}$$

Na qual: Hm é a amplitude altimétrica máxima da bacia, m; PI, a altitude máxima do divisor topográfico, m; e PII, a menor altitude da foz, m.

- Relação de relevo (Rr)

$$Rr = \frac{Hm}{Lax} \quad \text{Equação 5}$$

Na qual: Rr é relação de relevo, Hm é a amplitude altimétrica máxima da bacia, m; e Lax comprimento do axial da bacia, km.

- Densidade de drenagem (Dd)

$$Dd = \frac{Lt}{A} \quad \text{Equação 6}$$

Em que: Dd = densidade de drenagem, km/km², Lt = comprimento total de todos os cursos d'água, km e A – área de drenagem, (km²).

- Índice de rugosidade (IR):

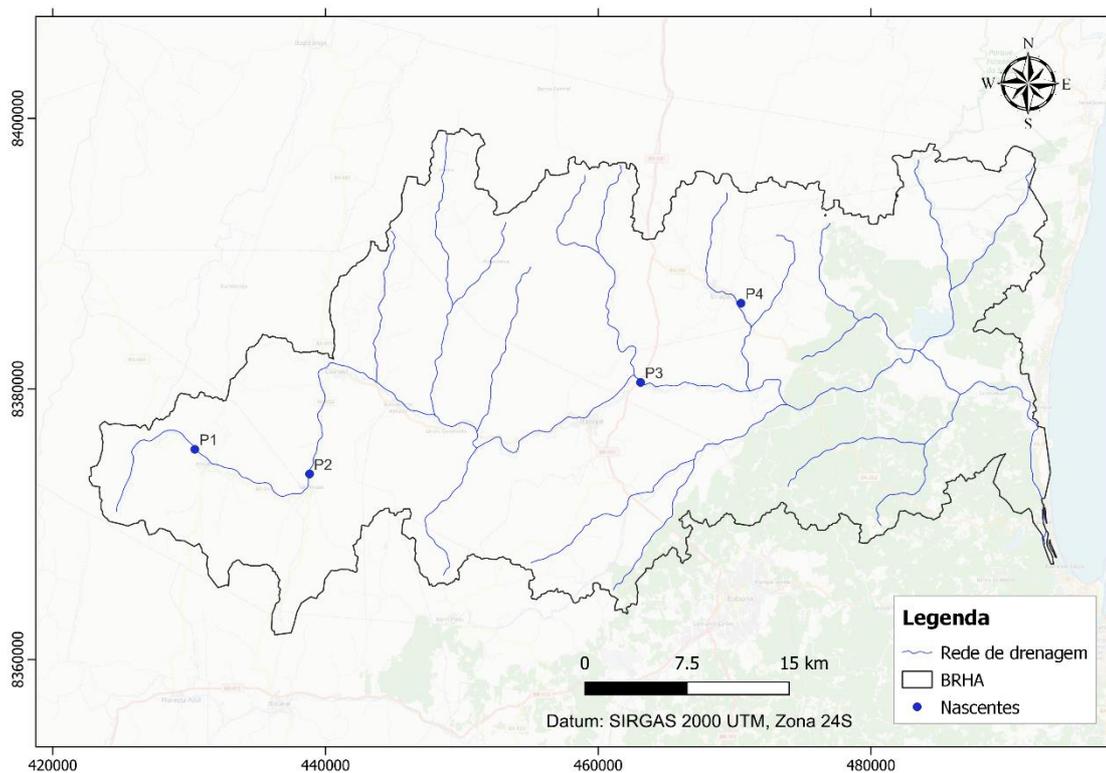
$$IR = Hm * Dd \quad \text{Equação 7}$$

Onde: Dd = densidade de drenagem; Hm = amplitude altimétrica, m.

6.6 Impactos socioambientais em nascentes da BRHA

Os procedimentos metodológicos do IIAN consiste, primeiramente, na sistematização dos dados coletados em campo através de um questionário preliminar conforme anexo A (realizado em 9 e 10 de novembro de 2022), nas quais quatro nascentes da BH do rio Almada são identificadas e mapeadas (Figura 6). Posteriormente, realiza-se o cálculo do Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN), elaborado por Gomes *et al.*, (2005).

Figura 6: Localização das nascentes



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

O Índice de Impacto Ambiental de Nascentes criado Gomes *et al.*, (2005) possui 13 parâmetros (Tabela 7), onde são atribuídos três classes bom, médio e ruim, cada classe corresponde a um valor de referência sendo respectivamente 1, 2 e 3.

Tabela 7: Metodologia utilizada no Índice de Impacto Ambiental

METODOLOGIA DO ÍNDICE DE IMPACTO AMBIENTAL MACROSCÓPICO EM NASCENTES			
Parâmetro Macroscópico	Ruim (1)	Médio (2)	Bom (3)
1. Cor da água	Escura	Clara	Transparente
2. Odor	Cheiro forte	Cheiro fraco	Sem cheiro
3. Lixo ao redor	Muito	Pouco	Sem lixo
4. Materiais Flutuantes (lixo na água)	Muito	Pouco	Sem flutuantes
5. Espumas	Muito	Pouco	Sem espumas
6. Óleos	Muito	Pouco	Sem óleos
7. Esgoto na nascente	Esgoto doméstico	Fluxo Superficial	Sem esgoto
8. Vegetação (preservação)	Alta degradação	Baixa degradação	Preservada
9. Uso por animais	Presença	Apenas marcas	Não detectado
10. Uso por humanos	Presença	Apenas marcas	Não detectado
11. Proteção do local	Sem proteção	Com proteção (mas com acesso)	Com proteção (sem acesso)
12. Proximidades com residências ou estabelecimento	A menos de 50 metros	Entre 50 e 100 m	A mais de 100 m
13. Tipo de área de inserção	Ausente	Propriedade privada	Parques ou áreas protegidas

Fonte: GOMES, 2005.

O somatório desses valores estabelece a classificação da nascente, indicando o grau de preservação e a classe que cada nascente se enquadra, sendo o valor máximo possível do índice 39, representando a resposta “ótima” para todos os parâmetros avaliados e o mínimo possível é 13, obtido para a resposta “péssimo” em todos os parâmetros (Tabela 8).

Tabela 8: Classificação das nascentes quanto aos impactos macroscópicos

<i>Classe</i>	<i>Grau de proteção</i>	<i>Pontuação</i>
<i>A</i>	Ótimo	Entre 37-39 pontos
<i>B</i>	Bom	Entre 34-36 pontos
<i>C</i>	Razoável	Entre 31-33 pontos
<i>D</i>	Ruim	Entre 28-30 pontos
<i>E</i>	Péssimo	Abaixo de 28 pontos

Fonte: GOMES, 2005.

A localização das nascentes foi obtida com base na disposição da rede de drenagem na imagem com aparelho receptor GPS é utilizado para georreferenciamento das nascentes. São coletados Os pontos de coletas foram fotografadas para verificar as condições das nascentes analisadas, obtendo-se um panorama geral sobre o estado de conservação ambiental da BHRA (Tabela 9).

Tabela 9: Coordenadas Geográficas das nascentes.

	LOCALIZAÇÃO
Nascente 01	(39,644°O e 14,693°S)
Nascente 02	(39,568°O e 14,709°S)
Nascente 03	(39,339°O e 14,649°S)
Nascente 04	(39,274°O e 14,596°S)

Fonte: Pesquisa de campo, nov, 2022. **Organização:** Thamires Oliveira.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

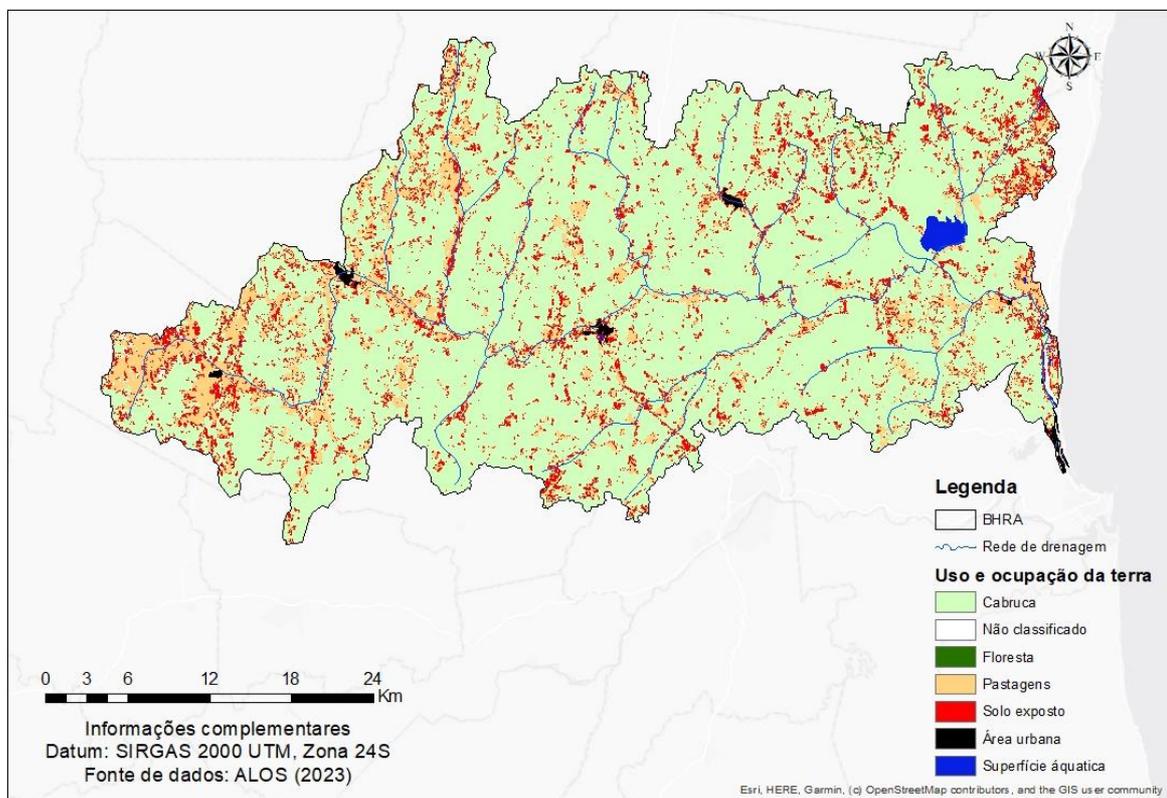
7.1 Classificação da Cobertura e uso da Terra

O sistema de classificação definido para o mapa de Cobertura e uso da Terra admitiu, as classes: área urbana (onde se localizam os adensamentos urbanos ou ainda os povoados e

distritos pertencentes à área em estudo), cabruca (sistema de cultivo de cacau sob a mata raleada), floresta (vegetação secundária de mata atlântica relacionada com as áreas de mata ciliar, de floresta ombrófila e de floresta estacional semidecidual), pastagens (área de vegetação rasteira destinada à produção pecuária com criação de gado ou outros animais), solo exposto (áreas onde os processos erosivos ou de exploração dos recursos minerais são visíveis) e, superfície aquática (áreas representativas do sistema de drenagem da bacia e Lagoa Encantada).

Observa-se na (Figura 7), que áreas de cobertura da cabruca estão distribuídas por toda a BHRA, e em áreas a oeste da bacia, principalmente em trechos associados às zonas de altas declividades e de topos do domínio das serras e maciços localizado a leste da cidade de Itajuípe.

Figura 7: Classificação uso e ocupação da Terra da BHRA



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

7.2 Análise Morfométrica

De acordo com as análises realizadas, a bacia hidrográfica do Rio Almada apresenta uma área total de drenagem de 1 567 km² e perímetro igual a 336 km. A delimitação da bacia obteve as características morfométricas (Tabela 10).

Tabela 10: Características físicas da bacia hidrográfica do rio Almada

Características Geométricas	
<i>Área de drenagem (km²)</i>	1 567
<i>Perímetro (km)</i>	336
<i>Comprimento axial (km)</i>	67.23
<i>Coefficiente de Compacidade</i>	2.37
<i>Fator de Forma</i>	0.29
<i>Índice de Circularidade</i>	0.17
<i>Densidade hidrográfica (canais/km²)</i>	0.21
Características do Relevo	
<i>Declividade Média (%)</i>	15.67
<i>Altitude Máxima (m)</i>	1 020
<i>Altitude Média (m)</i>	510
<i>Altitude Mínima (m)</i>	0
<i>Amplitude altimétrica (m)</i>	936.7
<i>Índice de rugosidade</i>	196.56
<i>Relação de relevo (m/km)</i>	13.93
Características da Rede de Drenagem	
<i>Comprimento total de todos os canais (km)</i>	333.8
<i>Comprimento do curso d'água principal (km)</i>	106.06
<i>Densidade de drenagem (km/km²)</i>	0,21
<i>Ordem</i>	4

7.2.1 Características Geométricas

Coeficiente de Compacidade

Segundo Rocha *et al.*, (2014), o **Coeficiente de Compacidade** relaciona a forma da bacia com um círculo. Seu valor unitário corresponde a uma bacia em formato de círculo perfeito. Quanto mais irregular for à bacia, maior o valor do coeficiente de compacidade. Quanto menor o seu valor maior a tendência de haver picos de enchentes¹. O valor encontrado apresentou alto valor de ($K_c=2,37$), acima da unidade ($K=1$), indicando que BH em estudo está pouco propensa a inundações².

Fator de forma

Quanto ao **fator de forma** (F), a BHRA apresentou valor baixo de ($F=0,29$). Portanto, há uma indicação de que a BH possui uma tendência de forma alongada. Segundo Cardoso *et*

¹ **Enchentes ou cheias** – são definidas como a elevação do nível d'água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem extravasar.

² **Inundação** – transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea.

al. (2006), nas bacias hidrográficas com formas alongadas, há menores possibilidades de enchentes.

Sales *et al.*, (2017), ao analisar os resultados morfométricos do Rio do Braço, Itabuna, BA, onde encontrou valores de Kc e F iguais a 2,03 e 0,25, respectivamente, concluiu que a mesma apresenta baixa suscetibilidade a picos de enxurrada, considerando todos os outros fatores intervenientes, o que condiz com sua forma alongada.

Índice de circularidade

A BHRA apresenta o **índice de circularidade** I_c igual a 0,17. Esse valor demonstra que a bacia não possui geometria circular. De acordo com Alves e Castro (2003), em seu estudo na bacia do rio do Tanque - MG, demonstram que o IC com valor menor que 0,51 (forma alongada) favorece o escoamento e valores acima de 0,51, a bacia é considerada mais circular e tem escoamento reduzido e alta probabilidade de cheias.

Silva *et. al.*, (2017), estudando a sub-bacia hidrográfica do rio dos Monos, localizada em Barra do Choça – BA, obtem o IC de 0,24, o que corresponde a 41,2% do IC maior que a bacia em estudo, o que a defini como: bacia que possui menor risco de enchentes em condições normais de precipitação.

Densidade Hidrográfica

A **Densidade hidrográfica - D_h** é de 0,21 canais/km² para a BHRA, sendo caracterizada como de baixa densidade hídrica e baixa capacidade de gerar novos canais, o que dificulta a água precipitada na superfície do solo encontrar rapidamente um canal para poder escoar, o que favorece a infiltração. Por outro lado, caso o solo esteja descoberto, pode ocorrer a intensificação dos processos erosivos, uma vez que a água percorre uma superfície maior até encontrar um canal para escoar.

A D_h expressa o comportamento da rede hidrográfica em sua capacidade de gerar novos cursos d'água em função das características pedológicas, geológicas e climáticas da área, o que pode prestar-se a inferências qualitativas quanto à permeabilidade da área de estudo, ao nível do lençol freático e à distribuição da precipitação sobre a bacia hidrográfica (CHRISTOFOLETTI, 1980).

7.2.2 Características do Relevo

A altitude mínima e máxima da BHRA é de respectivamente de 1020 e 0 m, sendo a altitude média de 510 m.

Segundo Castro e Lopes 2001; Tonello *et al.*, 2006, a altitude da bacia influencia na quantidade de radiação que ela recebe e, conseqüentemente, na temperatura e na precipitação. Quanto maior a altitude da bacia, menor a quantidade de energia solar que o ambiente recebe e, portanto, menos energia estará disponível para esse fenômeno. Além do balanço de energia, a temperatura também varia em função da altitude. Grandes variações na altitude ocasionam diferenças significativas na temperatura, que, por sua vez, também causa variações na evapotranspiração.

Os valores de declividade foram estimados, em porcentagem, através da geração de um mapa de declividade considerando o MDE do local.

A declividade média, 15,67 % (8 – 20) de forma que a área está enquadrada no intervalo de (8 – 20%), sendo esse valor classificado pela EMBRAPA como relevo Ondulado (Tabela 11).

Tabela 11: Classificação da declividade.

<i>DECLIVIDADE</i>		<i>RELEVO</i>
<i>%</i>	<i>°</i>	
0 - 3	0 – 1,72	Plano
3 - 8	1,72 – 4,58	Suave Ondulado
8 - 20	4,58 – 11,31	Ondulado
20 - 45	11,31 – 24,23	Fortemente Ondulado
45 - 75	24,23 – 36,87	Montanhoso
> 75	> 36,87	Fortemente Montanhoso

Fonte: EMBRAPA, 1979 (Adaptado).

Segundo Borsato e Martoni (2004), a declividade média da bacia é uma característica de grande interesse hidrológico, pois além de auxiliar no cumprimento da legislação ambiental e na racionalização do manejo e a gestão dos recursos hídricos, é um dos fatores principais que influenciam a velocidade de escoamento, tempo que as águas precipitadas levam até alcançarem

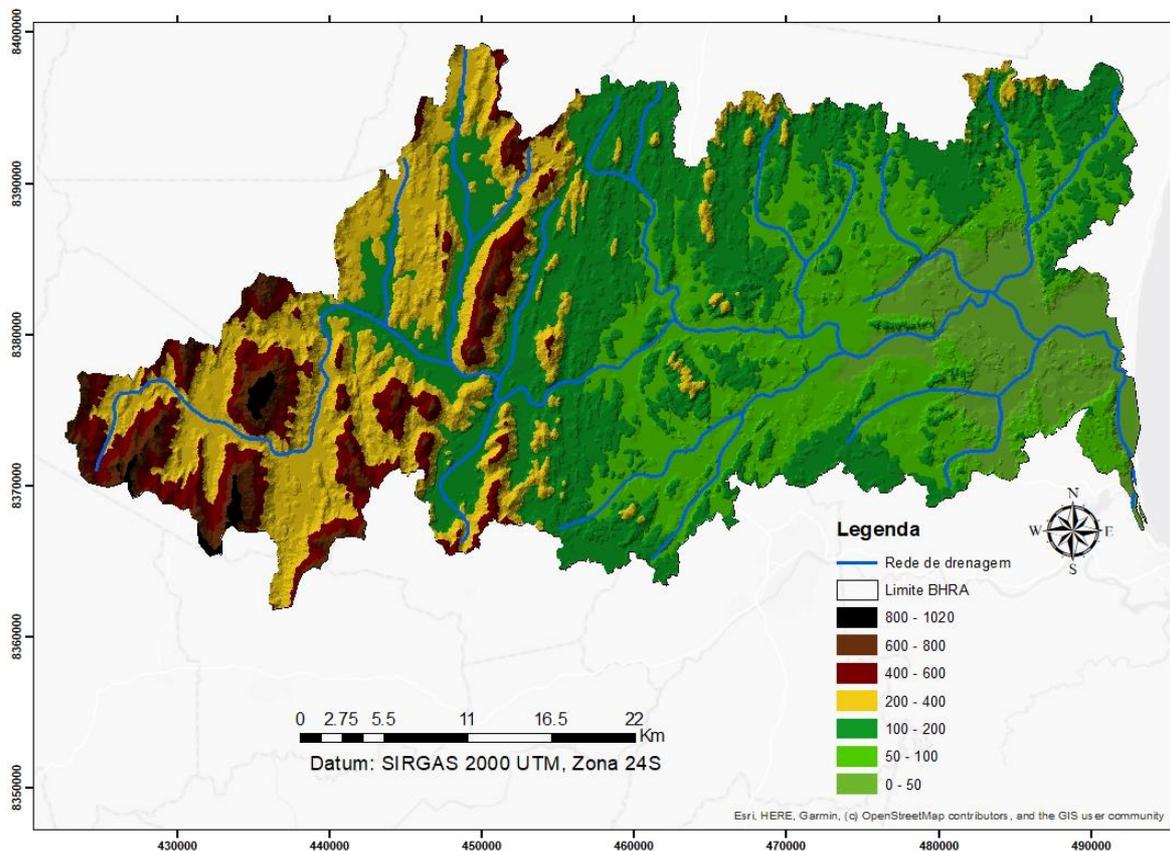
os leitos fluviais, bem como interferem na infiltração e na suscetibilidade à erosão dos terrenos da bacia.

Para De Biasi (1970), declividades entre 30% (16,7°) e 47% (25,18°), há sérios problemas de erosão e instabilidade de vertentes, pelo fato de serem fortemente inclinadas, não podendo ficar sem cobertura vegetal. Para Cunha (2001), o mapa de declividade quantifica a inclinação do terreno, sendo indispensável para avaliação de possibilidades de remobilização das formações superficiais.

A declividade da BHRA, apresenta relevo montanhoso 45 - 75% e escarpado > 75% a oeste, onde se localizam as principais serras da região: Pereiro, Cordilheira Pelada, Domingos do Corcovado, Santa Izabel, da Bandeira, dos Macacos, Fala Homem e a do Almada-Salomé com variações de 45% a > 75% a classe superior a >75% é a que apresenta menor área, abrangendo apenas 1%. Na parte central, nordeste e sudoeste, o relevo se apresenta suave ondulado 3 - 8% e ondulado 8 - 20%, sendo a classe de declividade de maior significância os setores com declive de 8 - 20% abrangendo 50% da área da BH, sendo que sua distribuição ocorre por toda sua extensão. Junto à foz, em Ilhéus, o relevo se apresenta sob uma estreita faixa plana 0 - 3% (Figura 8).

Segundo Trentin e Robaina (2005) o mapa hipsométrico é de suma importância para uma análise efetiva da energia do relevo em bacias hidrográficas, pois ele indica condições mais propícias à dissecação nas áreas de maior altitude, e a acumulação nas áreas de menor altitude. Sobre a hipsometria da bacia (Figura 9), foi registrada altitude máxima de 1 020 m. Em contrapartida, foi registrada a altitude mínima de 0 m em relação ao nível do mar, justamente na área da costa; para a foz do Rio Almada, em desembocadura conjunta no Oceano Atlântico, foi identificada a altitude de 83,3 m.

Figura 9: Hipsometria da bacia hidrográfica rio Almada



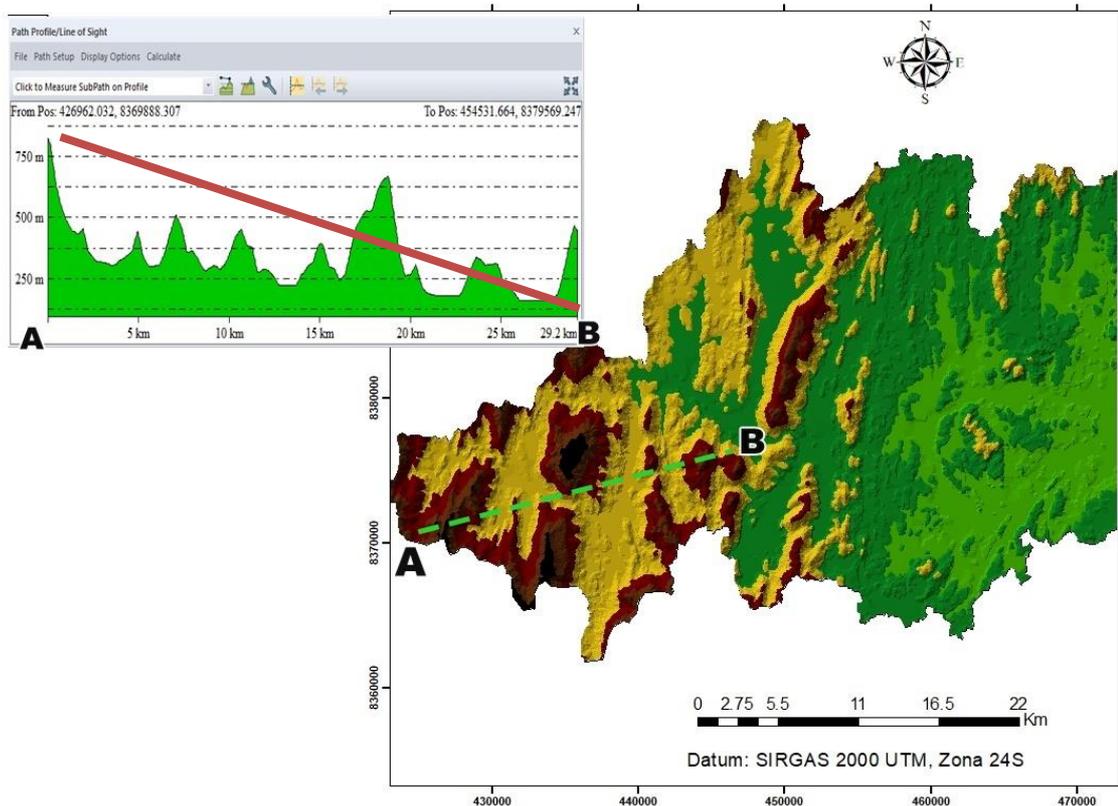
Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

A amplitude altimétrica calculada para a área da bacia, resultou em um total de 936,7 m de altitude, apesar da altitude máxima presente na bacia apresentar altos picos de elevação, justamente pelo fato de a bacia hidrográfica do Rio Almada se encontrar em área onde o relevo alterna entre a predominância das planícies costeiras, e os morros e encostas, há uma grande

diferença entre as altitudes da foz da bacia cuja cabeceira está localizada na Serra do Chuchu, no município de Almadina e sua foz na Barra de Itaípe, no município de Ilhéus, percorrendo da nascente á foz cerca de 138 km.

O Perfil topográfico A-B (Figura 10), mostra as classes de 45 - 75%, estão localizados justamente na porção Oeste da BHRA, mais precisamente a partir do município de Itajuípe, onde predominam morros e serras com altitudes que variam de 200 a 670 m e topos que alcançam altitudes de até 1 020 m. A análise dos atributos de declividade, acrescidos dos dados hipsométricos demonstram a confirmação do relevo movimentado.

Figura 10: Perfil topográfico na porção Oeste da BHRA



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Os altos valores de amplitude altimétrica, como os observados, tendem a favorecer o escoamento rápido. O valor de Ir (196,56) encontrado na BHRA classifica a rugosidade como média (Tabela 4), ou seja, com média suscetibilidade a ocorrência de processos erosivos. De acordo Alves *et al.* (2016), quanto maior for o Índice de rugosidade, maior será o risco de degradação da bacia quando as vertentes são íngremes e longas. Santos e Sousa (2013) ressaltam que o Ir é importante para avaliar a rugosidade do relevo da bacia hidrográfica, pois a rugosidade tende a desfavorecer o escoamento superficial, gerando maior possibilidade de enchentes. Estes autores destacam, ainda, que elevados valores de rugosidade indicam acentuado escoamento superficial e também ocorrências erosivas. Esses resultados são reforçados pelo valor encontrado para o Rr na BHRA.

A declividade acentuada favorece aos processos erosivos do solo, pois tem uma relação importante com os parâmetros hidrológicos de infiltração da água, umidade do solo, aumento da velocidade do escoamento superficial e a concentração da água das chuvas no canal principal e, por consequência, o poder de transporte de sedimentos, matéria orgânica, nutrientes e microfauna, provocando, assim, assoreamento e eutrofização dos corpos d'água.

Portanto, quanto maior a declividade, maiores devem ser os cuidados com as práticas de conservação de solo e a recomposição da vegetação, como é o caso das áreas de nascentes da área de estudo, que precisam de uma medida urgente no sentido da proteção das vertentes e da manutenção das condições propícias à produção de água

Segundo Ferreira e Ferreira (2012); Muniz, (2016), a vegetação quando preservada age como filtro de sedimentos, material orgânico, fertilizantes e outros poluentes que podem afetar de forma adversa os corpos d'água e as águas subterrâneas. Manter a vegetação das áreas que margeiam os corpos hídricos é crucial para a proteção dos corpos d'água e, quando se trata de cidades, depende especialmente de políticas públicas urbanas

Os estudos realizados por Tabalipa e Fiore (2008) salientam a importância da cobertura vegetal na manutenção da estabilidade geológica, considerando que na área por eles estudada, quando não havia cobertura vegetal, os riscos de escorregamento ocorriam a partir de declividades acima de 20%, já quando havia a presença de vegetação os riscos só passavam a aparecer acima dos 30% de declividade.

Castro (1989) e Bertol *et al.*, (2008) afirmaram que a cobertura vegetal reduziu a velocidade de escoamento da enxurrada e melhorou ou manteve a capacidade de infiltração da

água no solo, evitando o selamento superficial provocado pela obstrução dos poros com as partículas finas desagregadas.

Regiões acima de 45% de declividade deve ser caracterizada como área de preservação permanente, em conformidade com o novo Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651 (BRASIL, 2012).

Apesar de todos os seus índices indicarem que a BHRA não ser uma área propensa fisicamente à ocorrência de enchentes, periodicamente os moradores sofrem transtornos ocasionados por enchentes e inundações provocados por altos índices pluviométricos **ou eventos climáticos extremos**. Como exemplo temos registros atuais da Defesa Civil de enchente na área da bacia que ocorreu em dezembro de 2021, onde os rios Almada e Cachoeira transbordaram e deixaram Itabuna e Ilhéus em sua Região Metropolitana submersa.

A forte urbanização das áreas costeiras impacta diretamente sobre as dinâmicas das áreas litorâneas, pois a partir da impermeabilização do solo, os padrões de escoamento e infiltração do solo são drasticamente alterados, o que acaba por ocasionar inundações urbanas (Tucci, 2000). Áreas como a da bacia hidrográfica do Rio Almada, que se encontra na Região Metropolitana de Ilhéus, são fortemente urbanizadas e, por conseguinte, enfrentam uma diversidade de problemáticas urbanas relacionadas a eventos extremos de natureza hidrológica.

Nesse sentido, ratifica-se a importância e a necessidade do cumprimento da legislação ambiental vigente frente a essas áreas a fim de evitar efeitos negativos ao meio ambiente, e comprometimento qualitativo dos recursos hídricos.

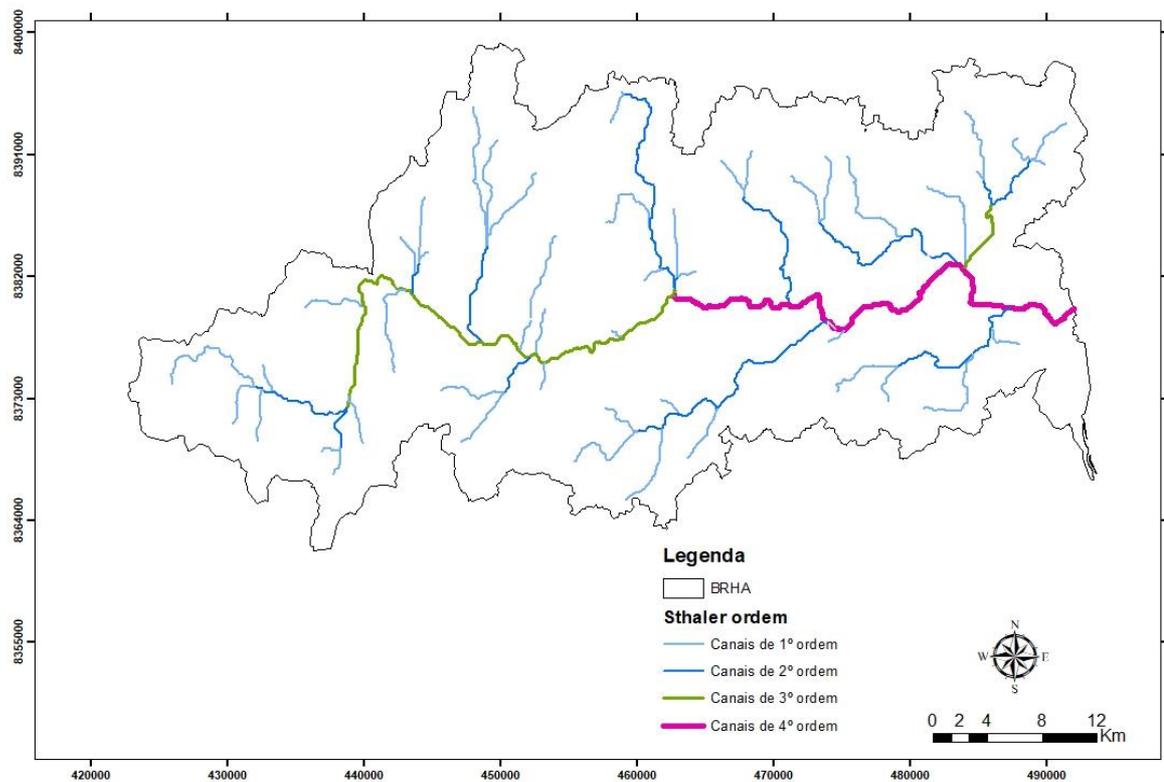
7.2.3 Características da Rede de Drenagem

A densidade de drenagem da BHRA é de 0,21, apresentando um baixo desenvolvimento do sistema de drenagem, podendo estar relacionado com as características naturais do clima na região Semiárida, com baixos valores de precipitação anual e chuvas concentradas num curto período.

De acordo com a classificação de Beltrame (1994), a BRHA se enquadra na faixa de densidade de drenagem baixa por apresentar valor menor 0,50 km/km². Segundo Lana *et al.*, (2001), se a **densidade da rede** de drenagem estiver acima de 2,0 canais km⁻² indica que a bacia

teria grande capacidade de gerar novos cursos d'água. A área de drenagem estudada é de até quarta ordem, apontando que o sistema de drenagem da bacia é pouco ramificado (Figura 11).

Figura 11: Hierarquização dos cursos d'água da bacia hidrográfica do rio Almada



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

7.3 Análise IIAN

A aplicação do IIAN, foi realizado *in locu*, para fins de coleta de dados e posterior averiguação dos parâmetros macroscópicos. Aplicando a metodologia de Gomes *et al.*, (2005).

NASCENTE 01

A nascente 01 (39,665°O e 14,724°S) pertence à classe C (Grau razoável de preservação), foram identificados os parâmetros coloração transparente, evidência de uso por animais e humanos. O afloramento de água tem a vegetação ao seu redor alterada, composta principalmente por gramíneas, arborização e mata nativa. (Figura 12).

Figura 12: Nascente 01



Fonte: Pesquisa de campo, nov, 2022. **Foto:** Thamires Oliveira.

A supressão da vegetação no entorno de nascentes é a principal causa de degradação ambiental em áreas de recarga, sendo um dos fatores que mais aparecem em estudos de avaliação macroscópica de impactos ambientais observado por Silva *et al.*, (2014).

NASCENTE 02

Entretanto, a nascente 02 (39,568°O e 14,709°S), apresentou “coloração clara” e, ao seu entorno a vegetação encontra-se antropizada pela formação de pastagem, apresentando também muitas espécies invasoras. Na área da nascente existe presença de animais e humanos.. A nascente está inserida em área de vegetação nativa e a atividade desenvolvida em seu entorno é agricultura (produção cacaueteira). A nascente 02 é enquadrada na classe D – (Ruim para o grau de preservação) (Figura 13).

Figura 13: Nascente 02



Fonte: Pesquisa de campo, nov, 2022. **Foto:** Thamires Silva

Guimarães e Ribeiro (2012), analisando o índice de impacto ambiental nas nascentes em Rio Verde – Go, observou um alto índice de degradação em todas as nascentes analisadas. Isso ocorre mediante a ocupação do local para práticas de atividades, agropecuárias, econômicas, urbanização e falta de controle e preservação das APPs.

É possível verificar que os fatores que mais prevaleceram para a classificação das nascentes como ruim, é a falta de proteção do local, que são parâmetros de extrema importância, para a conservação destas. Portanto é fundamental a implementação de ações conservacionistas, com o intuito de reduzir a degradação ambiental e melhorar a preservação e recuperação das nascentes.

NASCENTE 03

A nascente 03 (39,343°O e 14,656°S) foi classificada no intervalo da classe D, com grau de proteção “Ruim”. A vegetação encontra-se modificada constituída de pastagem e arborização. A nascente esta localizada em leito de estrada vicinal de terra. Há uma travessia construída para que a água que esco superficialmente e possa seguir o seu caminho. A área, apresenta remoção da cobertura vegetal existente na lateral da estrada, devido ao fluxo de

automoveis, deixando o solo exposto (Figura 14).

Figura 14: Nascente 03



Fonte: Pesquisa de campo, nov, 2022. **Foto:** Thamires Oliveira.

Pironi *et al.*, (2019), analisando 39 nascentes, verificou que em 72% destas havia alto nível de degradação. A análise dos parâmetros mostrou que a proximidade com estradas, degradação da vegetação, ausência de proteção, foram os impactos mais relevantes para os cenários avaliados. As nascentes em melhores níveis de conservação destacam-se principalmente por estarem associadas às remanescentes de vegetação.

NASCENTE 04

A nascente 04 (39,274°O e 14,596°S), se enquadra na classe C, obtendo o valor de 33 pontos, a água apresentou coloração clara. A vegetação encontra-se antropizada em algumas partes em seu entorno. Vale salientar que essa nascente possui um difícil acesso sendo um importante fator que contribui para um maior grau de proteção das nascentes e a densidade da vegetação, dificultando o acesso e minimizando os processos erosivos (Figura 15).

Figura 15: Nascente 04



Fonte: Pesquisa de campo, 2023. **Foto:** Thamires Oliveira.

Em estudos realizados por Pesciotti *et al.*, (2010), ficou evidente que um alto grau de proteção as nascentes (Ótimo – Classe A), está diretamente relacionada à dificuldade de acesso ao local onde estas se encontram, demonstrando que o principal parâmetro a ser trabalhado é a proteção das nascentes com alambrados e vegetação densa, restringindo o acesso ao público.

Gomes *et al.*, (2005), em levantamento realizado em 16 nascentes da área urbana do município de Uberlândia, Minas Gerais, verificou que 56,25% das nascentes analisadas encontravam-se próximas a residências e estradas. Conseqüentemente as proteções nessas nascentes se apresentavam de maneira deficiente ou inexistente, deste modo à degradação ambiental é inversamente proporcional em nascentes que se localizam a maiores distâncias de residências e vias de acesso.

Os dados enontados nas 4 nascentes demonstraram que a vegetação apresenta maior gradiu de degradação as nascentes 3 e 4 , com elevado índice de antropização, com proximidade de residências e com o uso por animais e humanos, resultando nas principais causas que influem

diretamente na qualidade ambiental das nascentes, o que pode trazer sérias consequências para o abastecimento de água regional. Nesse sentido, programas específicos de proteção e conservação das nascentes devem ser adotados pelos proprietários e pelos órgãos governamentais e de fiscalização.

Portanto, identifica-se que grande parte dos impactos ambientais está relacionada a falta de proteção das Áreas de Preservação Permanente (APPs), apontadas nas nascentes, afetando diretamente a proteção dos cursos d'água (CORRÊA *et al.*, 1996).

8. CONCLUSÃO

A bacia hidrográfica do rio Almada possui um formato alongado, contribuindo para o menor risco de enchentes, embora ocorra em casos de eventos hidrometeorológicos extremos. A rede de drenagem é de quarta ordem, fator que justifica a densidade irregular de drenagem da bacia, sendo necessária a adoção de medidas mitigadoras direcionadas para a preservação das áreas de nascente e regeneração da vegetação arbórea, bem como um plano de manejo de plantações florestais e manejo de pastagens, de forma a conservar os corpos hídricos, minimizar áreas de solo exposto.

A declividade acentuada nas porções oeste da bacia favorece aos processos erosivos do solo ao aumento da velocidade do escoamento superficial e transporte de material que, ao longo dos anos, vêm assoreando o leito da bacia hidrográfica do rio Almada, responsável pelo abastecimento regional.

Por meio do Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN) foram encontrados quanto ao grau de preservação: apresentou-se 2 - nascentes razoável (classe C), 2 nascentes ruim Classe D). Nenhuma nascente se enquadrou como ótima. Em virtude das condições qualidade das águas da bacia e a proximidade de residências serem os principais aspectos que influenciam negativamente, se faz necessário estudos mais detalhados a respeito das causas e consequências dos impactos sofridos e, sobretudo, a intensificação de medidas como programas específicos de proteção e preservação das nascentes.

A necessidade de trabalhos complementares futuros, sugere-se que sejam realizados inventários florestais contínuos, com o intuito de conhecer a dinâmica de crescimento, a diversidade florística e a estrutura fitossociológica presentes nestas nascentes.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, W. S., DE SOUZA, N. M., JUNIOR, D. S. R., CARVALHO, J. C., 2013. **Análise morfométrica em bacias hidrográficas fluviais como indicadores de processos erosivos e aporte de sedimentos no entorno do reservatório da usina hidrelétrica (UHE) Corumbá IV.** Revista Brasileira de Geomorfologia [online] 14, 135-149. Disponível: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v14i2.251>. Acesso: 5 de abril. 2023.
- ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. “**Influência das feições geológicas na morfologia da bacia do rio do Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos**”. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 117-124, 2003.
- ALVES, W. S, SCOPEL, I., MARTINS, A. P., MORAIS, W. A., 2016. **Análise morfométrica da bacia do ribeirão das Abóboras – Rio Verde (GO).** Geociências [online] 35, 652-667. Disponível: <http://ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/articulo/view/9978>. Acesso: 17 jan. 2023.
- ASPIAZÚ, C.; BRITES, R. S. SIGs. **Sistemas de informações geográficas: conceituação e importância.** Viçosa: UFV/SIF. 29p. 1989. (Boletim técnico, 2).
- BARBOSA, A. T. R.; ALMEIDA, F. M. **Recomposição da mata ciliar no estado de Mato Grosso do Sul.** In: VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2017, Campo Grande. VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2017. v. 8. p. 1-5.
- BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação.** Florianópolis: Ed. Da UFSC. 1994.
- BERTOL, I.; ZOLDAN JUNIOR, W.A.; FABIAN, E.L.; ZAVASCHI, E.; PEGORARO, R. & PAZ GONZÁLEZ, A. **Efeito de escarificação e da erosividade de chuvas sobre algumas variáveis de valores de erosão hídrica em sistemas de manejo de um Nitossolo Háptico.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32:747-757, 2008.
- BORSATO, F.H.; MARTONI, A.M. Estudo da Fisiografia das Bacias Hidrográficas Urbanas no Município de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Human and Social Sciences.** v.26, n. 2, p.273-285, 2004.
- BRAGA, B. **Introdução à Engenharia Ambiental.** 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- BRASIL, Leis. etc. (1997). **Política Nacional de Recursos Hídricos: lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997.** Dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 9 de jan. de 1997.
- BRASIL. Ministério Público do Estado da Bahia. Promotoria Regional Especializada em Meio Ambiente com sede em Ilhéus. **Parecer técnico nº 344/2014 – CEAT.** Salvador: 2014. Disponível em: http://www.ceama.mp.ba.gov.br/biblioteca-virtual-ceama/doc_view/3827-parecer-pesc-rappam-2014-versao-final-12-11-2015.html. Acesso em 15 jan. 2022.

BRASIL. Congresso Nacional. **Lei n. 12.651 de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília DF, 28 maio 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 21 nov. 2022.

CALHEIROS, R.O; TABAI, F.C.V; BOSQUILIA, S.V; CALAMARI, M. **Preservação e Recuperação das Nascentes**. Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios.Piracicaba - SP. 2004.

CALIJURI, M. do. C.; CUNHA, D. G. F. **Engenharia ambiental: conceitos, tecnologia e gestão**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

CARDOSO, C.A.; DIAS, H. C.T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. (2006). **Caracterização Morfométrica do Rio Debossan, Nova Friburgo, Rj**. *Sociedade de Investigações Florestais*. R. *Árvore*, Viçosa-MG, v.30, n.2, p.241-248

CASTRO, P.; LOPES, J.D.S. **Recuperação e conservação de nascentes**. Viçosa, MG: CPT, 2001. 84p.

CASTRO, O. M. **Preparo do solo para a cultura do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 41 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **A aplicação da abordagem em sistemas na geografia física**. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 52, n. 2, p. 21-35, abr/jun. 1990.

CORREA, T.; COSTA, C.; SOUZA, M. G.; BRITES, R. S. **Delimitação e Caracterização de Áreas de Preservação Permanente, por Meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG)**. Viçosa, Dept. Eng. Florestal, UFV. Anais VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador, Brasil, 14-19 abril 1996, INPE, p. 121-127.

CUNHA, C. M. L. **A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental**. Rio Claro, 2001. 128f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

DE BIASI, M. Carta de **Declividade de Vertentes: confecção e utilização**. São Paulo. Instituto de Geografia – USP. 1970.

DE SCALLY, F.; SLAYMAKER, O.; OWENS, I. **Morphometric Controls and Basin Response The Cascade Mountains**. *Geografiska Annaler: Serie A, Physical Geography*, 2001. v. 83, n.3, p117.130.

ELESBON, A. A. A.; GUEDES, H. A. S.; SILVA, D. D. D.; OLIVEIRA, I. D. C. **Uso de dados SRTM e plataforma SIG na caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Braço Norte do Rio São Mateus – Brasil**. *Revista Escola de Minas, Ouro Preto*, v. 64, n.3, p.281-288, jul./set. 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos** (Rio de Janeiro, RJ). **Súmula da 10**.

Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1).

EUGENIO, F. C.; SANTOS, A. R.; LOUZADA, F. L. R. O.; PIMENTEL, L. B.; MOULIN, J. V. **Identificação de áreas de preservação permanente no município de Alegre utilizando geotecnologia.** Cerne, Lavras, v. 17, n. 4, p. 563-571. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cerne/v17n4/v17n4a16.pdf>>. Acessado em 19 nov. 2022.

FELIPPE, M. F. **Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais.** Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

FERREIRA, E. de M.; FERREIRA, L. de M. **Proposta para Contenção de Erosão em uma das Margens do Córrego do Almeida no Município de Aparecida de Goiânia, Go,** Brasil, em 2012, com a Aplicação de Técnicas Conservacionistas Vegetativas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 3., 2012, Goiânia. \ Anais...Goiânia, IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2012. p. 01-10.

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

FRANCO, G. B. **Diagnóstico da fragilidade ambiental e da qualidade da água da bacia do rio Almada, Bahia.** 206 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010. 206p.

GEBLER, L.; PALHARES, J.C.P. **Gestão Ambiental na Agropecuária** - Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo. Atlas. 1991.

GOMES, L. N.; NARDINI, R. C.; RIBEIRO, F. L.; VENDRAME, P. R. S.; GOMES, E. N. **SUSCEPTIBILIDADE À AÇÃO DA EROÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO GRANDE, MUNICÍPIO DE ABATIÁ - PR.** CIÊNCIA GEOGRÁFICA, v. XXIII, p. 686-699, 2019.

GOMES, P. M.; Melo C.; VALE, V. S. **Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia – MG: análise macroscópica.** Sociedade & Natureza, Uberlândia, v.17, n.32, p.103-120, 2005.

GOMES, R. L.; MORAES, MARIA EUGÊNIA BRUCK DE; MOREAU, ANA MARIA DOS SANTOS; MOREAU, Maurício Santana; FRANCO, Gustavo Barreto; MARQUES, EDUARDO ANTÔNIO GOMES. **Aspectos físico-ambientais e de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Almada-BA.** Boletim de Geografia (Online), v. 30, p. 45-57, 2012.

GUARIZ, H. R. **Morfometria e atributos físicos do solo da microbacia do Córrego Jaqueira-Alegre, ES.** Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Alegre, Universidade Federal do Espírito Santo, 2008. 275p.

GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S. B. **Degradação ambiental.** In: CUNHA, S. B. Geomorfologia e meio ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 337-339.

GUIMARÃES, G. A., RIBEIRO, R. L. de., **Análise macroscópica das condições ambientais em nascentes na cidade de Rio Verde-GO**. 2012. Disponível em <<http://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/ANALISE%20MACROSCOPICA%20DAS%20CONDICOES%20AMBIENTAIS%20EM%20NASCENTES%20NA%20CIDADE%20DE%20RIO%20VERDE%20GO.pdf>>. Acessado em 5 abr. de 2023.

JENSEN, John R. **Introductory Digital Image Processing - A Remote Sensing Perspective**. Prentice-Hall, USA, New Jersey, 1986.

JENSEN, J.R. Sensoriamento Remoto do Ambiente: **Uma perspectiva em Recursos Terrestres** - Tradução José Carlos Neves Epiphanyo (coordenador) et. al. - São José dos Campos, SP: Parênteses, 2009.

LANA, C. E.; ALVES, J. M. de P.; CASTRO, P. T. A. Análise morfométrica da bacia do Rio do Tanque, MG - BRASIL. **REM: Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 54, n. 2, p. 121-126, 2001.

LIMA, W. P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: ESALQ, 1986. 242p.

LOLLO, J. A., 1995. **O uso da técnica de avaliação do terreno no processo de elaboração do mapeamento geotécnico: sistematização e aplicação na quadrícula de Campinas**. Tese (Doutorado em Geotecnia)

LOZINSKI, M. A. et al. **Diagnóstico das áreas de preservação permanente de nascentes na área urbana do município de Irati-PR**. Floresta, Curitiba, v.40, n.1, p. 63-70, 2010.

Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/273718605_DIAGNOSTICO_DAS_AREAS_DE_PRESERVACAO_PERMANENTE_DE_NASCENTES_NA_AREA_URBANA_DO_MUNICIPIO_DE_IRATI-PR>. Acessado em 10 set. 2022.

MALAGUINAS, G. B.; CANDIDO, B. B. **Avaliação dos impactos ambientais em nascentes do Município de Betim, MG: análise macroscópica**. Meio Ambiente e Sustentabilidade, Curitiba, v.3, n.2, p.51-65, 2013.

MARBLE, D. F.; PEUQUET, D. J. **Geographics information system and remote sensing: manual of remote sensing**. 2.ed. Falls Church: American Society of Photogrametry, p. 923-958. 1983.

MARCUZZO, F. F. N.; Oliveira, N. L.; Cardoso, M. R. D.; Tschiedel A. F. , 2012. Detalhamento hidromorfológico da bacia do Rio Paraíba. In. **XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**. 27 a 30 de novembro de 2012, João Pessoa – PB.

MELO, M. R. de. **Conservação e Uso dos Recursos Hídricos: um estudo de caso nas comunidades Sarandi e Indaiá em Luziânia, Goiás**. 2020. 128 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) — Universidade de Brasília. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/40635>. Acesso em: 1 de mai de 2022.

MENEZES, S. J. M. C.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LIMA, C. A.; SOUZA, M. O. A. **Geotecnologias aplicadas à Gestão Ambiental**. RJ, Diversidade e Gestão: 57-69. 2017.

Disponível em: <https://itr.ufrrj.br/diversidadeegestao/edicoes-antiores/diversidade-e-gestao/>. Acesso em: 18 abr. 2023.

MORAES, E. C. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto** –. INPE. São José dos Campos. 2002. 22p.

MOUSSA, R. **On morphometric properties of basins, scale effects and hydrological response**. Hydrological Processes, v.17, n. 1, p. 33-58, 2003.

MUNIZ, J.C.S. **Avaliação dos danos ambientais na área de preservação permanente do córrego do urubu, Cuiabá - MT**. Engenharia Florestal, da Faculdade de Engenharia Florestal – Universidade Federal de Mato Grosso. 2016. Disponível em: <http://www.ufmt.br/fenf/arquivos/90e1042d36b8f5639ee949a9c7ae6495.pdf>. Acesso em: 17 de jan. 2022.

NETO, G. M. **Caracterização Morfométrica e análise do risco de inundação na sub-bacia hidrográfica de Ibitirama-ES**. 2017. 54 f. Monografia (Curso de Engenharia Florestal). Universidade Federal do Espírito Santo.

NISHIDA, W. **Uma rede neural artificial para classificação de imagens multiespectrais de Sensoriamento Remoto**. 1998. Dissertação (Mestre em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina.

NOVO, E. M. L. M.; PONZONI, F. J. **Introdução do sensoriamento remoto**. São José dos Campos: [INPE], 2001. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/Miguel/AlunosPG/Jarvis/SR_DPI7.pdf. Acesso em: 15 jun. 2022.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgar Blücher, 1989.

OLIVEIRA, J.T. **Evolução do uso da terra e dos solos na bacia de captação da barragem Água Fria I e II em Barra do Choça/BA**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Estadual de Santa Cruz, 2006.

ORTIZ, J. L.; FREITAS, M. I. C. **Análise da transformação do uso da terra, vegetação e impactos ambientais por meio de sensoriamento remoto e geoprocessamento**. Geociências. 2005. 24(1). p. 77-89.

PANIZZA, A. C. **A importância da Mata ciliar: Entenda por que as formações vegetais ciliares são essenciais para os ecossistemas e para os recursos hídricos**. São Paulo. 2016. Disponível em: <<http://www.cartaeducação.com.br/aulas/a-importância-da-mata-ciliar>>. Acesso em 05 abril de 2023.

PEREIRA, Maria José Lara de Bretãs; FONSECA, João Gabriel Marques. **Faces da Decisão: as mudanças de paradigmas e o poder da decisão**. São Paulo: Makron Books, 1997.

PESCIOTTI, H.; COELI, L.; LAVARINI, C.; FELIPPE, M.; MAGALHÃES JR, A. **Estudo morfológico e ambiental de nascentes em parques urbanos de Belo Horizonte-MG**. VII Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2010.

PIERONI, J. P., RODRIGUES BRANCO, K. G., VALLE DIAS, G. R. do, FERREIRA, G.

C., **AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES EM MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS**. Disponível em <file:///D:/Perfil%20-%20Davidson/Downloads/12477-Texto%20do%20artigo-72689-1-10-20190406.pdf>. Acessado em 26 de fevereiro de 2020.

PINTO, S. dos A. F.; LOMBARDO, M.A. **O Uso do Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas no Mapeamento e Uso da Terra e Erosão do Solo**. In: Congresso Brasileiro De Cartografia, 12.2003, Belo Horizonte. Anais.

PIRES, J. S. R. et al. **A utilização do conceito bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais**. In: SCHIAVETTI, A., CAMARGO, A. F. M. (Ed.). Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações. Ilhéus, BA: Editus, 2002.

PORTO, R. L. L. **Bacias hidrográficas**. Apostila, Disciplina PHD 307-Hidrologia Aplicada, Departamento de Engenharia Agrícola e Sanitária, Escola Politécnica da USP. São Paulo. 1999.

QUARTAROLI, C. F.; VICENTE, L. E.; ARAÚJO, L. S. de. Sensoriamento remoto. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Geotecnologias e geoinformação**. Brasília: EMBRAPA, 2014. p. 61-79.

RAMOS, A.B. **Regularização ambiental de assentamentos rurais interceptados por linhas de transmissão: um estudo de casos múltiplos**. 2018. 112 f., il. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

RENNÓ, C. D.; SOARES, J. V. **Conceitos Básicos De Modelagem Hidrológica**. Disponível em www.dpi.inpe.br/cursos/modelagem/cap2. Acessado em 03 de janeiro de 2022.

RIBEIRO, K. V., ALBUQUERQUE, E. L. SILVA. **Mapeamento da fragilidade potencial na bacia hidrográfica do Rio Mulato, no médio Parnaíba piauiense**. REVISTA DE GEOGRAFIA (RECIFE), v. 38, p. 374, 2021.

ROCHA, R.M., LUCAS, A.A.T., ALMEIDA, C.A.P., MENEZES NETO, E.L., AGUIAR NETTO, A.O., 2014. **Caracterização morfométrica da sub-bacia do rio Poxim-Açu, Sergipe, Brasil**. Revista Ambiente Água 2, 276-287.

RODRIGUES, J. B. T.; ZIMBACK, C. R. L. and PIROLI, E. L. **Utilização de sistema de informação geográfica na avaliação do uso da terra em Botucatu (SP)**. Rev. Bras. Ciênc. Solo [online]. 2001, vol.25, n.3, p.675-681.

RODRÍGUEZ, A.C.M., **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicado na Análise da Legislação Ambiental no Município de São Sebastião (SP)**. 2005, 218 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

SALES, N. E.; MOREIRA, K. S. V.; SANTOS, J. W. B.; NASCIMENTO, M. S.; BASTOS, A. S. F.; SILVA, C. V. **CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E ANÁLISE DE VAZÕES DE REFERÊNCIA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO BRAÇO, ITABUNA, BA**. In: XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2017, Florianópolis,

SC. XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2017.

SILVA, A. F.; FARIAS, C. W. L. A. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Mundaú utilizando o modelo SWAT. **Revista Semiárido De Visu**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 76–86, 2021. DOI: 10.31416/rsdv.v9i2.216. Disponível em: <https://semiaridodevisu.ifsertaope.edu.br/index.php/rsdv/article/view/v9n201>. Acesso em: 12 jan. 2023.

SILVA, A.M.; MELLO, C.R. **Apostila de Hidrologia**. Universidade Federal de Lavras – MG, 2008. In Site: www.deg.ufla.br/Irriga%C3%A7%C3%A3o/Disciplinas/ENG%20170/hidrologia_eng_170.htm. Acesso em: 10 jan 2022.

SILVA, A. R.; SILVA, M. F.; SANTOS, L. C. A. **Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Cacau (MA)**. Revista Percurso – Nemo, v. 6, n. 2, p. 141-153, 2014. Disponível em: <http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/Percurso/article/view/24262/Doi:10.4025/revpercurso.v6i2.24262>. Acessado em 03 de janeiro de 2023.

SILVA, J. E. B. da; SANTOS, P. R. A. dos. **A Utilização dos Modelos SRTM na Interpretação Geomorfológica: Técnicas e Tecnologia Aplicadas ao Mapeamento Geomorfológico do Território Brasileiro**. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. Anais. Florianópolis: INPE, 2007.

SILVA, T. O.; LACERDA, S. M. P.; OLIVEIRA, J. T.; FRANÇA, L. C. J.; SENA, S. R. ; SOUZA, P. S. V. N.; LISBOA, G. S. SILVA, V. A.. (2022). Caracterização das nascentes na sub-bacia hidrográfica do rio dos Monos, Sudoeste da Bahia, Brasil. **Conjecturas**, [S. l.], v. 22, n. 2, p. 1413–1429, 2022. DOI: 10.53660/CONJ-844-G13. Disponível em: <https://conjecturas.org/index.php/edicoes/article/view/844>. Acesso em: 17 jan. 2023.

SILVA, T. O.; LACERDA, S. M. P.; SILVA, V. A.; OLIVEIRA, J. T.; FRANÇA, L. C. J.; LISBOA, G. S. Caracterização morfométrica da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio dos Monos-Bahia, Brasil. **Conjecturas**, [S. l.], v. 22, n. 2, p. 292–306, 2022. DOI: 10.53660/CONJ-671-718. Disponível em: <https://conjecturas.org/index.php/edicoes/article/view/671>. Acesso em: 17 jan. 2023.

SILVA, V. A.; LÄMMLE, L.; PEREZ FILHO, A. Alterações no baixo curso do rio Jequitinhonha e seus impactos geomorfológicos no delta: o caso da Usina Hidrelétrica de Itapebi, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 4, p. 2840 – 2850, Maio 2021. ISSN 1984-2295. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/249409>. Acesso em: 14 de jul. de 2022.

SOUSA, F. A. de.; RODRIGUES, S. C. **Aspectos morfométricos como subsídio ao estudo da condutividade hidráulica e suscetibilidade erosiva dos solos**. Mercator, Fortaleza, v. 11, n. 25, p. 141-151, mai./ago. 2012. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/588>>. doi: 10.4215/RM2012.1125.0011

SOUZA, R. B. Sensoriamento **Remoto: conceitos fundamentais e plataformas. Material didático**. Disponível em: Acesso em: 13 dez. 2019.

STRAHLER, A. N. **Quantitative analysis of watershed geomorphology**. American Geophysical Union, Washington DC, v.38, n.6, p.913-920, dez.1957.

TABALIPA, N. L.; FIORE, A. P., **Influência da vegetação na estabilidade de taludes na bacia do Rio Ligeiro (PR)**. Geociências, São Paulo, UNESP, v. 27, n. 3, 2008, p. 387-399. Disponível em: < <http://ppegeo.igc.usp.br/pdf/geosp/v27n3/v27n3a08.pdf> >. Acesso em: 30 jun. 2022.

TEODORO, V. L. I.; TEXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. **O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local**. Revista Uniara, n.20, p. 137-156, 2007.

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; ALVARES, C. A.; RIBEIRO, S.; LEITE, F. P. **Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães - MG**. Revista Árvore, v.30, n.5, p.849-857, 2006.

TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E., 2005. **Metodologia para mapeamento geoambiental no oeste do Rio Grande do Sul**. XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada 1, 3606-3615.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2004. 943p.

VIESSMANN, W. Jr.; KNAPP, J.W., LEWIS, G.L., and HARBAUGH T.E., 1977, **Introduction to hydrology** (2d ed.): New York, Harper and Row, 704 p. YASSUDA, E. R. **Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais**. Rev. Adm. Púb., v.27, n.2, p.5-18, 1993.

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

ANEXOS

FICHA DE DIAGNOSTICO PRELIMINAR E CARACTERIZAÇÃO DAS NASCENTES

OBSERVAÇÕES			
Area da Nascente:			
Cor da água	<input type="checkbox"/> Escura	<input type="checkbox"/> Clara	<input type="checkbox"/> Transparente
Odor	<input type="checkbox"/> Cheiro forte	<input type="checkbox"/> Cheiro fraco	<input type="checkbox"/> Sem cheiro
Lixo ao redor	<input type="checkbox"/> Muito	<input type="checkbox"/> Pouco	<input type="checkbox"/> Sem lixo
Materiais Flutuantes (lixo na água)	<input type="checkbox"/> Muito	<input type="checkbox"/> Pouco	<input type="checkbox"/> Sem flutuantes
Espumas	<input type="checkbox"/> Muito	<input type="checkbox"/> Pouco	<input type="checkbox"/> Sem espumas
Óleos	<input type="checkbox"/> Muito	<input type="checkbox"/> Pouco	<input type="checkbox"/> Sem óleos
Esgoto na nascente	<input type="checkbox"/> Esgoto doméstico	<input type="checkbox"/> Fluxo Superficial	<input type="checkbox"/> Sem esgoto
Vegetação (preservação)	<input type="checkbox"/> Alta degradação	<input type="checkbox"/> Baixa degradação	<input type="checkbox"/> Preservada
Uso por animais	<input type="checkbox"/> Presença	<input type="checkbox"/> Apenas marcas	<input type="checkbox"/> Não detectado
Uso por humanos	<input type="checkbox"/> Presença	<input type="checkbox"/> Apenas marcas	<input type="checkbox"/> Não detectado
Proteção do local	<input type="checkbox"/> Sem proteção	<input type="checkbox"/> Com proteção (mas com acesso)	<input type="checkbox"/> Com proteção (sem acesso)
Proximidades com residências ou estabelecimento	<input type="checkbox"/> A menos de 50 metros	<input type="checkbox"/> Entre 50 e 100 m	<input type="checkbox"/> A mais de 100 m
Tipo de área de inserção	<input type="checkbox"/> Ausente	<input type="checkbox"/> Propriedade privada	<input type="checkbox"/> Parques ou áreas protegidas

Local e data: _____, _____ de _____ de 2022

Assinatura: _____

